UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA

Anatomija domačih živali

NEUROLOGIA IN AESTHESIOLOGIA

Skripta za študente veterinarstva

Priredil

LEO RIGLER

LJUBLJANA 1994

UNIVERZA V LJUBLJANI
VETERINARSKA FAKULTETA

Anatomija domačih živali

NEUROLOGIA IN AESTHESIOLOGIA

Skripta za študente veterinarstva

Priredil

LEO RIGLER

LJUBLJANA 1994

Priredil: prof. dr. Leo Rigler
ANATOMIJA DOMAČIH ŽIVALI
Neurologia in aesthesiologia
1. ponatis

Založila: Veterinarska fakulteta v Ljubljani
Tisk: Univerzitetna tiskarna v Ljubljani
Naklada: 500 izvodov

452573

11 -11- 1994 D9940134O

Po mnenju Ministrstva za šolstvo in šport (št. 415-20/94) z dne 17. 2. 1994 se plača prometni davek od prometa proizvodov po tarifni št. 3 Zakona o prometnem davku (Uradni list RS št. 4/92).

I

V S E B I N A

ŽIVČNI SISTEM 1

Razdelitev živčnega sistema 3

Gradbeni načrt živčnega sistema 6

Ontogenetični razvoj živčnega sistema 6

Ontogenetični razvoj centralnega živčnega sistema.... 8

Filogenetični razvoj in primerjalna morfologija .....

možganov 14

Gradbeni elementi živčnega sistema 18

Spoj živčnih celic med seboj in sprejemnimi ter

izvršnimi organi 24

Degeneracija in regeneracija v živčnem tkivu 27

CENTRALNI ŽIVČNI SISTEM 3o

Hrbtenjača 3o

Makroskopska anatomija hrbtenjače 3o

Hrbtenjačni živci in njihove korenine 33

Segmentalna razčlenitev in segmentalna topografija 35

Notranja zgradba hrbtenjače 37

Možgani 41

Zunanja oblika možganov 43

Velikost in teža možganov 47

Makroskopski opis posameznih možganskih delov 48

I. Končni možgani, telencephalon 48

Možganski plašč, pallium 49

Vohalni možgani 49

Neopallium 51

Komisure 52

Lobus limbicus 53

Stranska prekata 58
Pleksusi horioidei stranskih prekatov 59
Neparni možgani 61
Debelni del telencefalona 61
II. Vmesni možgani, diencephalon 64
Hypothalamus 64
Thalamencephalon 65
III. Srednji možgani, mesencephalon 69
Streha srednjih možganov 69
Krov srednjih možganov 7o
Možganska rokava 71
IV. Rombasti možgani, rhombencephalon 71
Zadajšnji možgani, metencephalon 73
Most 73
Mali možgani 74
Podaljšani hrbtni mozeg, myelencephalon 77
Rombasta jama in 4. prekat 8o
V. Sistem možganskih notranjih prostorov in cirkulacija likvorja 82
Ovojnice centralnega živčnega sistema 84
Mehka možganska in hrbtenjačna ovojnica 86
Pia mater 86
Arachnoidea 87
Čvrsta možganska in hrbtenjačna opna, dura mater ... 89
Oskrba hrbtenjače in možganov z žilami 92
Arterije 92
Arterije hrbtenjače 92
Arterije možganov 93

Vene 98
Hrbtenjačne vene 98
Možganske vene 99
PERIFERNI ŽIVČNI SISTEM 1o4
Hrbtenjačni živci 1o6
Vratni živci 1o8
Nadlahtni pletež in živci prednjih končin 112
Prsni živci 124
Ledveni živci 126
Ledveni pletež in živci zadnjih končin 127
Križni živci 131
Križni pletež in njegovi živci zadnjih končin 131
Repni živci 143
Možganski živci 144
Živci očesnih mišic 146
Živci škržnih oblokov 148
N. trigeminus 149
N. intermediofacialis 162
N. glossopharyngeus 167
N. vagus 171
N. accessorius 177
N. hypoglossus 178
VEGETATIVNI ŽIVČNI SISTEM 18o
Intramuralni sistem 183
Simpatični in parasimpatični sistem 183
Specialen opis simpatičnega živčnega sistema 186
Glavni in vratni del simpatikusa 188
Prsni del simpatikusa 194

Trebušni del simpatikusa 195
Medenični in repni del simpatikusa 199
Specialen opis parasimpatičnega živčnega sistema 2o2
Spinalni parasimpatični sistem 2o2
Kraniosakralni parasimpatični sistem 2o3
Centralni deli vegetativnega živčnega sistema 2o8
Primarni vegetativni centri 2o9
Nadrejeni vegetativni centri 21o
ENDOKRINE ŽLEZE 212
Specialni opis 214
Možganski privesek, hypophysis 214
Ščitnica 221
Obščitnice, epitelna telesca 225
Nadobistnica 23o
Paragangliji 236
Češerika, epiphysis 237
ČUTILA 239
Organi površinske in globinske senzibilnosti 242
Okušalo 246
Vohalo 248
Organ vida 25o
Zrklo 253
Zunanja zrkelna opna 253
Srednja zrkelna opna 255
Notranja zrkelna opna 263
Očesna prekata 268
Leča 268

Steklovina 270
Vidni živec 271
Zravnji očesni organi..... 272
Očnica 272
Fascije in mišice očesa 273
Veke in veznica 275
Solzni aparat 278
Zrkelne žile 280
Inervacija očesa in njegovih zravnjih organov 282
Vidna proga in optične refleksne proge 283
Organ za ravnotežje in sluh 287
Vnanje uho 288
Bobnič 292
Srednje uho 293
Notranje uho 300
Koščeni blodnjak 300
Kožnati blodnjak 304
Žilje srednjega in notranjega ušesa 311
Nervus vestibulocochlearis (VIII) 311
Centralne vestibularne proge 312
Centralna slušna proga 312
KAZALO 315

ŽIVČNI SISTEM

S Y S T E M A N E R V O S U M

Splošno

U V O D

Živi organizem je vsak trenutek izpostavljen dražljajem fizikalno-kemične narave, ki nanj vplivajo odzunaj, iz njegovega okolja, ali iz njegove notranjosti, svetá telesne notranjosti ali lastnega sveta. Da bi živi organizem svoje življenje ohranil in ga na vrsti primeren način nadaljeval, morajo biti dražljaji tekoče registrirani, predelani in na nje mora biti dan odgovor. Ta vzdražljivost ali iritabilnost spada k specifičnim lastnostim vsega živega in predstavlja pogoj za ohranitev trajno motenega in takoj zopet vzpostavljenega, labilnega ravnotežja, v katerem se nahajajo vsi organizmi v času svojega življenja. Ta počiva na vzdražljivosti in prevodnosti žive substance, lastnostih in sposobnostih, ki sta jih pri mnogoceličnih živih bitjih v največji popolnosti prevzele posebne, visoko diferencirane celice. Te celice oblikujejo v svoji celoti živčni sistem.

Zelo raznovrstne, iz okolja prihajajoče zunanje dražljaje in notranje dražljaje, ki jih sprožajo stalne spremembe stanja v lastnem telesu, prevzemajo posebni, delno enostavno, delno zelo komplicirano zgrajeni sprejemni aparati, receptorji ali čutila, ki jih spreminjajo v sistemu lastno energijo. Dražljaj vzdraži receptorje, tj. pride do sproženja specifičnih impulzov, ki jih imenujemo živčno vzdraženje.

V receptorju nastala živčna vzburjenja pridejo po določenih, t.i. aferentnih ali dovodnih živčnih progah do centralnega organa, centralnega živčnega sistema, kjer se predelajo, tj. zberejo, uredijo, spravijo med seboj v zvezo in izvrednotijo. Tu pride tudi do preklopljenja vzburjenj na eferentne proge, prek katerih tečejo v ustrezno spremenjeni obliki zopet periferno do izvršnih organov telesa (skeletna muskulatura, drobovni sistemi, obtočilni aparat itd.), da bi potem tukaj izzvali ustrezne reakcije.

Hitrost prevajanja procesov vzburjenja je odvisna od gradbene kakovosti oziroma od debelosti živčnih vlaken. V tankih vlak-

nih, siromašnih z mielinsko ovojnico ali brez nje, znaša hitrost pri sesavcih 1 do 2 m, v debelih vlaknih z mielinsko ovojnico pa 6o do loo m v sekundi.

Centralni sprejemni, preklopni in velelni organ, tj. centralni živčni sistem (c.ž.s.), sestoji pri najnižjih vretenčarjih, acrania, samo iz hrbtenjače. Pri višje razvitih vretenčarjih, ki njihovemu centralnemu organu pritekajo vzburjenja iz pomembno zmogljivejših čutil, iz katerih izhaja vedno bogatejša skupna slika okolja, pride do zasnove živčnega centra, tj. možganov, ki so hrbtenjači nadrejeni.

Naloge c.ž.s. niso torej samo v preklopitvi aferentnih vzburjenj v eferentne impulze. V njem se odvijajo tudi vsi tisti koordinacijski in integracijski procesi najraznovrstnejših živčnih dogajanj, ki imajo za cilj pomembno sodelovanje in poenotenje telesnih funkcij. Poleg tega pa daje c.ž.s., predvsem možgani, tudi morfološki substrat za višjo in najvišjo živčno dejavnost, kot so asociacije, subjektivno počutje, kakor tudi zavestno doživljanje in k cilju naravnano delovanje. Skratka, c.ž.s. daje morfološki substrat za vse tiste življenske pojave, ki jih na splošno imenujemo in označujemo kot psihične dejavnosti.

Največji del potekanja živčnih vzdraženj se dogaja pri človeku in živali brez udeležbe zavesti, refleksno. Kljub temu pa moramo - čeprav se o tem ne da povedati nič konkretnega - sklepati vsaj pri vretenčarjih o vsekakor zelo različnih stopnjah občutja, doživetja in ravnanja. O tem lahko sklepamo iz njihovega vedenja, predvsem pa iz njihove pogosto presenetljive zmožnosti učenja. Zagotovo ni živalska zavest, ki se opira predvsem na okolje, identična z zavestjo človeka, ki se opira na osebnost. Toda veterinar mora vedeti, da tudi pri njegovih pacientih ne poteka celotno živčno dogajanje brezzavestno, temveč da ima opravka z bitji, ki zmorejo svoje okolje in to, kar se z njimi dogaja, na njihov enostaven način tudi zavestno občutiti in doživeti.

Vsaka žival živi v svojem okolju, tj. svojo okolico doživlja skladno s popolnostjo svojih čutil in zmogljivostjo svojega živčnega sistema, in na vrsti primeren način. O tem doživljanju okolja posameznih vrst živali si lahko ustvarimo iz očitnih razlogov le približno sliko. Resničnosti pa se bomo toliko bolj približali, kolikor bolje bomo spoznali anatomsko zgradbo in

način funkcioniranja njihovih čutil in njihovega živčnega sistema.

Vendar, daleč največji del vzburjenj, nepretrgano pritekajočih iz čutil k organom c.ž.s., rabi celo pri najbolj razvitih bitjih za nezavestno - refleksno krmarjenje življenskih pojavov. To velja še v daleč večji meri za vsa tista vzburjenja, ki nastajajo v telesni notranjosti, v ravnotežnem aparatu, v mišicah, kitah, vezeh in sklepih, kot v sistemih drobovja. To so vzburjenja, ki rabijo za uravnavanje življenskih procesov v notranjosti organizma in s tem omogočajo njegovo prilagoditev stalno menjajočim se razmeram okolja.

V vsakem primeru oblikujejo sprejem dražljaja, predelava dražljaja in odgovor na dražljaj funkcionalno enoto. Delovanje živčnega sistema pa je odvisno od stalnega dotoka vzburjenj. Kajti: brez delovanja živčnega sistema ni nobene reakcije na dražljaje iz okolja in notranjega sveta, ki vplivajo na telo, in brez takih reakcij ni nobenega življenja.

Živčni sistem oblikuje torej morfološko in funkcionalno celoto, ki v svoji celovitosti krmari tako dogajanja v notranjem svetu organizma, kot tudi uravnava njegovo vedenje nasproti okolju. Le njegova celota je torej porok za samostojno reagirajoči individuum. Živčni sistem potemtakem:

1. omogoča urejeno sodelovanje vseh posameznih delov telesa za ohranitev življenja
2. postavlja organizem kot celoto v razmerje z njegovim okoljem, in
3. daje anatomsko-fiziološko osnovo za vse psihične procese in očitnosti življenja.

RAZDELITEV ŽIVČNEGA SISTEMA

Stara razdelitev živčnega sistema v centralni del (c.ž.s.: možgani in hrbtenjača) in periferni del (periferni živci in ganglij) je najbrž bila didaktično zasnovana in s praktično - klinič-nega vidika koristna. Na noben način pa ne ustreza morfološki in funkcionalni resničnosti. Kajti na izstopnih mestih perifernih živcev iz možganov in hrbtenjače ni niti v morfološkem, niti v fiziološkem pogledu nikakršne meje ali prekinitve.

Nasprotno pa se zdi, da je razdelitev tega kompleksnega, po vsem telesu razdeljenega funkcionalnega sistema po bioloških vidikih umestna in resničnosti najbližja. Glede njegovih obeh najvažnejših področij delovanja - notranjega sveta telesa na eni strani, in njegovega zunanjega sveta ali okolja na drugi strani, se da živčni sistem razdeliti na i d i o t r o p n i in o i k o t r o p n i del, ali v:

a) živčni sistem notranjega ali lastnega sveta, idiotropni živčni sistem, in
b) živčni sistem zunanjega sveta ali živčni sistem okolja, oikotropni živčni sistem.

a) I d i o t r o p n i ž i v č n i s i s t e m prevzema vzdraženja, ki izhajajo iz notranjega sveta telesa, in svoje impulze zopet oddaja tem, tj. notranjim organom; različnim sistemom drobovja in cirkulacijskemu aparatu. Oskrbuje koordinacijo in uravnavanje vseh tistih procesov, ki rabijo za ohranitev življenja, kot so prebava in resorpcija hrane, izločanje odpadnih presnovnih snovi, regulacija srčne dejavnosti, krvnega obtoka, dihanja itd. Idiotropni sistem torej zagotavlja pogoje za ohranitev življenja, za čisto "vegetiranje" organizma in se zaradi tega imenuje tudi vegetativni živčni sistem ali življenski živčni sistem. Ker se procesi vzdraženj v vegetativnem živčnem sistemu, kot to vemo pri človeku, na splošno odigravajo brez sodelovanja zavesti ali volje, se imenuje tudi nehotni ali avtonomni živčni sistem. Ta oznaka pa resničnosti ne ustreza popolnoma, vsaj toliko ne, kolikor je tudi delovanje avtonomnega živčnega sistema pod vplivom c.ž.s.

Pri zgradbi idiotropnega ali vegetativnega živčnega sistema sodelujeta oba funkcionalna sistema, ki se na splošno pojavljata kot nasprotnika v igri: simpatični in parasimpatični živčni sistem notranjih organov.

b) O i k o t r o p n e m u ž i v č n e m u s i s t e m u pritekajo skozi čutne organe vzdraženja iz okolja, in njegovi impulzi, oddani skeletni muskulaturi, vodijo do vrsti in situaciji primernega odgovora na različne dražljaje okolja. Izvor in cilj njegove dejavnosti sta torej v okolju in njegova naloga je zlasti v tem, da organizem spravi v stik z okoljem in da uravnava za

vrsto tipično vedenje. Ker gre pri tem za specifične živalske reakcije, se oikotropni živčni sistem ali živčni sistem okolja imenuje tudi animalni živčni sistem.

Anatomska podlaga živčnemu sistemu okolja so možgani in hrbtenjača, kakor tudi vsi s c.ž.s. direktno povezani aferentni in eferentni periferni živci in gangliji. Celota tega funkcionalnega sistema se imenuje tudi cerebrospinalni živčni sistem.

Idiotropni in oikotropni sistem sta drug z drugim najožje povezana ne samo morfološko, temveč tudi fiziološko. Medsebojno se dopolnjujeta in nobeden od njiju ni brez drugega popoln. Iz njune fino uglašene skupne igre rezultira tista pripravljenost za reakcijo, ki živalim, kot človeku dopušča uspešno sporazumevanje z okoljem.

Čeprav torej živčni sistem funkcionalno predstavlja celoto, ga lahko delimo v:

1. O i k o t r o p n i živčni sistem ali živčni sistem o k o l j a, oziroma a n i m a l n i ali c e r e b r o s p i n a l n i živčni sistem: tudi somatski?
   a) možgani in hrbtenjača (c.ž.s.),
   b) periferni cerebrospinalni živci in gangliji.
2. I d i o t r o p n i živčni sistem ali živčni sistem n o t r a n j e g a s v e t a ali živčni sistem lastnega sveta, oziroma v e g e t a t i v n i ali ž i v l j e n s k i živčni sistem:
   a) intramuralni ali stenski živčni sistem,
   b) simpatični živčni sistem,
   c) parasimpatični živčni sistem.

Vegetativni živčni sistem ne predstavlja samostojne enote, temveč je tudi priključen na c.ž.s. in se zato da vplivati od njega.

GRADBENI NAČRT ŽIVČNEGA SISTEMA

Gradbeni načrt živčnega sistema, predvsem c.ž.s., dojamemo najbolje, če ob upoštevanju filogenetičnega razvoja izhajamo iz embrionalne zasnove.

a) Ontogenetični razvoj živčnega sistema

Živčno tkivo se razvije iz zunanjega kličnega lista, zaradi česar pride poznejša funkcionalna enotnost celega živčnega sistema že ontogenetično do izraza. Mezodermalnega izvora so samo ovojnice c.ž.s. in perifernih živcev ter ganglijev kot tudi žil, ki se sekundarno vrastejo v živčno tkivo. Ta dva gradbena elementa različnega izvora sta - navzlic najožjemu funkcionalnemu medsebojnemu razmerju - vse življenje ostro ločena, kar se izraža tudi v patološkem dogajanju.

Primarno zasnovo živčnega sistema oblikuje živčna ali nevralna plošča, ki se izoblikuje v pregastralnem področju embrionalnega ščitka po gastrulaciji; odebeljena stranska robova nevralne plošče sta nabuhnjena in se v mediani ravnini zraščata drug z drugim. Tako nastala bilateralno-simetrična živčna cev ali nevralna cev se odloči od ektoblasta in sedaj leži med sočasno oblikujočimi se prasegmenti debelne cone mezoderma. Nevralna cev predstavlja votel organ, ki ima najprej še relativno širok lumen; stene tega votlega organa so spočetka zgrajene iz enakovrstno indiferentnih, epiteloidnih celic. Iz ganglijskih letvic, ki se na zaključnem področju nevralnih nabuhlin pravtako izločijo iz ektoderma, se razvijejo na obeh straneh nevralne cevi, vzporedno z zasnovami pravretenc, spinalni gangliji.

Medtem ko se stranske stene živčne cevi naglo debelijo, ostaneta dorzalna krovna in ventralna talna plošča tanki. Zaradi regionalno različno živahnih procesov delitve se potem začno predvsem v stranskih stenah oblikovati tri plasti različne celične gostote:

1. s celicami posebno bogata notranja plošča, zona ventricularis ali klična plast, ki se neposredno prilega notranjemu prostoru oz. centralnemu kanalu;
2. nekoliko manj gosto sestavljena plast, zona nuclearis, ki naglo pridobiva na obsežnosti;

3. obrobna tančica, zona marginalis, ki je sprva tanka in siromašna s celicami. Hkrati se začenjajo najprej indiferentne celice diferencirati v osnovne stopnje poznejših gradbenih elementov živčnega sistema.

Na notranji plošči nastanejo spongioblasti, iz katerih se razvijejo ependimske celice, ki oblagajo vse notranje prostore c.ž.s. Iz celic cone nuclearis se diferencirajo glioblasti kot predhodniki celic glia in nevroblasti kot predhodniki živčnih celic. Iz najprej unipolarnih nevroblastov brsteči aksoni izrastejo kot nevriti bodočih živčnih celic večinoma v coni marginalis (obrobna tančica), in vzpostavljajo kot dovodne proge poznejših notranjih celic spoje znotraj c.ž.s., ali pa kot nevriti koreninskih celic prebijejo cono marginalis in izrastejo, spremljani od indiferentnih "drsnih" celic, ventrolateralno na periferijo, s čimer postanejo vodilni elementi perifernih živcev. Iz cone nuclearis nastane torej siva substanca, iz cone marginalis pa bela substanca kasnejše hrbtenjače.

Medtem se odigravajo v metamerno zasnovanih spinalnih ganglijih živčne cevi in v 4 ganglijih glave na obeh straneh romb-encefalona, tj. v ganglijskih zasnovah vagusa (X), glosofaringeusa (IX) in trigeminusa (V), kakor tudi v skupni zasnovi n. vestibulokohlearisa (VIII) in intermediofacialisa (VII) v principu enaki procesi, tj. diferenciranje kot v coni nuclearis nevralne cevi. Najprej bipolarni nevroblasti pošiljajo en podaljšek, prek ganglijskega držaja v c.ž.s., medtem ko drugi podaljšek izraste proti periferiji in se v področju medularne cevi spoji z nevriti koreninskih celic v truncus nervi spinalis. S tem sta nastali ventralna in dorzalna korenina kot tudi deblo spinalnih živcev.

Medtem se je na prednjem koncu nevralne cevi začela z mehurjasto razširino notranjega prostora tudi zasnova možganov omejevati nasproti medularni cevi, s čimer pride do predhodnega zaključka primarne zasnove cerebrospinalnega živčnega sistema.

Ontogenetično je ves vegetativni živčni sistem (simpatični, parasimpatični in stenski živčni sistem drobovja) tvorba primarnega, cerebrospinalnega živčnega sistema in s tem indirektno tudi produkt ektoderma. S proti aorti usmerjeno izselitvijo celic iz distalnih štrcljev prsnih in sprednjih ledvenih živcev pride najprej do zasnove metamerno razčlenjenega mejnega konopca simpatič-

nega živčnega sistema, iz katerega se nato sekundarno razvijejo prevertebralni in intramuralni ganglijski in živčni pleksusi, medtem ko se parasimpatični živčni sistem v bistvu priključi na periferno izrasle nevrite posameznih možganskih (n. oculomotorius (III), n. intermediofacialis (VII), n. glossopharyngeus (IX) in n. vagus (X) in križnih živcev.

b) <u>Ontogenetični razvoj centralnega živčnega sistema</u>

Znotraj stranske stene v medularni cevi, ki se odlikuje po nadaljnjem razvoju gmote, se začenja razčlemba, ki je za topiko celotnega c.ž.s. osnovnega pomena. Vzdolžna brazda, ki nastopa zelo zgodaj na njeni notranji steni, mejna brazda, sulcus limitans, razdeli stransko steno na ventralni odsek, osnovna plošča, in dorzalni odsek, krilna plošča. Iz osnovne plošče izrastejo nevriti éferentnih živčnih celic k izvršnim organom, ki sprejemajo dražljaje iz okolnega in notranjega sveta, na krilno ploščo pa se priključijo nevriti aferentnih ganglijskih celic, ki vodijo vzburjenja iz sprejemnih organov notranjega in zunanjega sveta centralno. Na krilni plošči kot tudi na osnovni plošči medularne cevi se moreta torej razlikovati idiotropna in oikotropna cona, pri čemer je oikotropni del orientiran bolj navzven, idiotropni del pa bolj navznoter. Ta razčlemba krilne plošče v oikotropno in idiotropno senzibilno cono ter osnovne plošče v idiotropno in oikotropno - motorično cono ima največji morfološki in funkcionalni pomen; kajti tako ležijo vsi receptorični centri medularne cevi dorzalno in vsi efektorični centri ventralno od sulkusa limitansa.

Ta že zelo zgodaj zaznamovani načrt zasnove c.ž.s. se da v dograjenem hrbtnem mozgu znova prepoznati toliko, kolikor se njemu iz zunanjega sveta dotekajoča senzibilna vzdraženja v glavnem preklopijo v dorzalnih rogovih sive substance, medtem ko na okolje adresirani motorični impulzi izvirajo iz pristojnih centrov ventralnih rogov in se vegetativna jedrna področja kot pars intermedia vrivajo med dorzalne in ventralne rogove.

V področju možganov je ta prvotni zasnovni načrt v teku razvoja vsekakor nekoliko zabrisan z mnogoterimi preoblikovanji (razdelitev skorjine plasti v posamezna jedra ali s premestitvijo

središčne sivine na površino)in s filogenetično novimi izgradnjami. Ustrezno modificiran je v možganskem deblu, vendar je na splošno jasno razpoznaven. V vsakem primeru ta osnutek zasnove bistveno doprinaša k boljšemu razumevanju mnogih zakonitosti v izgradnji c.ž.s.

1. Hrbtenjača: dorzalno od hrbtne strune, chorda dorsalis, od kranialnega do repnega področja zasnovana medularna cev se razvije ob znatni odebelitvi sten in ustrezni zožitvi centralnega kanala v trakasto hrbtenjačo, medulla spinalis. Ta je obdana s sponkastim nevralnim lokom vretenc od strani in dorzalno in je tako vključena v hrbtenični kanal. S segmentalno odcepljenimi dorzalnimi in ventralnimi koreninami hrbtenjačnih živcev pride do metamerne razčlembe, karakteristične za zasnovni načrt hrbtenjače.

2. Možgani: na sprednjem koncu živčne cevi se medtem v obliki dveh mehurjastih razširitev začnejo razmejevati možgani, encephalon. Sprednji od obeh možganskih mehurčkov se imenuje prvi mehurček ali pramožgani, archencephalon, kavdalno v medularno cev prehajajoči zadnji možganski mehurček pa drugi možgani, deuterencephalon.

Tudi zasnova možganov predstavlja prvotno relativno tankostenast votel organ, ki se začenja dalje razčlenjevati s cirkularnimi zažetinami in regionalnimi razširinami notranjega prostora. Stadiju dveh mehurjev sledi karakteristični stadij treh mehurjev. Chorda dorsalis se razprostira samo do mejnega področja obeh primarnih možganskih mehurjev, tako da lahko govorimo o hordalnem (deuterencephalon) in prehordalnem (archencephalon) delu možganske zasnove.

Z močno rastjo v višino ventralne možganske gube, plica encephali ventr., pride v mejnem področju primarne možganske zasnove do tipične podkvičaste zakrivitve. S tem se lahko možganska zasnova sedaj razdeli na prednje možgane, prosencephalon, srednje možgane, mesencephalon in zadnje možgane ali rombaste možgane, rhombencephalon, tj. stadij treh mehurjev možganske zasnove je sedaj dosežen.

Na primarnih sprednjih možganih, prosencephalon, se začenjata že zelo zgodaj na straneh bočiti mehurjasti izbuhlini, očesna

mehurja, katerih votlina (vidni ventrikel) najprej še komunicira z notranjim prostorom prednjih možganov (ventriculus impar). Rostralno od očesnih mehurjev začenjata iz prednjih možganov izraščati dva nadaljnja mehurja, hemisferna mehurčka, ki se na obeh straneh z globoko zajedajočo se brazdo, sulcus hemisphaericus, jasno omejujeta od kavdalnega, z očesnima mehurjema spojenega dela prednjih možganov. S tem se primarni sprednji možgani razdelijo v nazalne končne možgane, telencephalon, in kavdalno navezujoče se vmesne možgane, diencephalon.

Teme podkvičaste možganske zasnove oblikujoči srednji možgani, mesencephalon, pridobivajo samo na velikosti, vendar se dalje ne delijo.

Na primarnih zadnjih možganih, rhombencephalon, pa se začenjajo na prednjem odseku zaznamovati kot dorzalna prečna izbuhlina mali možgani, cerebellum, medtem ko dorzalna stena na zadnjem odseku ostane tanka, tj. lamina tectoria, ki skoznjo preseva rombično ali rombasto dno poznejšega 4. ventrikla, fossa rhomboidea. Ta, za zadnji del možganske zasnove tako karakteristična jama je vzrok, da imenujemo vse primarne zadnje možgane rombasti možgani, rhombencephalon. Z nastopom zasnove malih možganov se sedaj rhombencephalon razčleni na sekundarne zadnje možgane, metencephalon, ki se rostralno navezujejo z ožino, isthmus rhombencephali, na srednje možgane, in na podaljšano hrbtenjačo, myelencephalon, ki kavdalno brez ostre meje prehaja v hrbtenjačo; s tem doseže razvoj možganov t.i. stadij petih mehurjev.

V začetku tanke stene petih možganskih mehurjev se začenjajo sedaj debeliti na tipičen način za posamezne odseke. Na notranji ploskvi stranskih sten se zaznava plitev vzdolžni žleb, kakor v medularni cevi, sulcus limitans, ki ga lahko zasledujemo kot sulcus hypothalamicus do vmesnih možganov. S tem je v miel-, met-, mez-, in diencefalonu omejen po en ventralno in en dorzalno od sulkusa limitansa ležeči odsek. Ta dva odseka možganske stene omogočata prepoznati v ustrezno modificirani obliki "motorično" osnovno ploščo in "senzibilno" krilno ploščo medularne cevi.

V stadiju petih mehurjev je tudi že določen osnutek načrta zasnove za gotove možgane. Myelencephalon postane podaljšana

hrbtenjača, medulla oblongata, medtem ko se v področju metencefalona razvije ventralno most, pons, dorzalno pa mali možgani, cerebellum. Notranjščina rombastih možganov, ki je proti srednjim možganom z istmusom rhombencephali močno zožena, postane 4. prekat, ventriculus IV, ki je pod zasnovo malih možganov razširjen v recessus lateralis in v področju mielencefalona pokrit s tanko ploščo, lamina tectoria, poznejšim zadnjim medularnim jedrom, velum medullare caudale.

V področju srednjih možganov se odebeli ventralni odsek v možganski rokav, crus s. pedunculus cerebri, in krov srednjih možganov, tegmentum mesencephali, ki se kot krovna nabuhlina izboči v notranji prostor, medtem ko se v dorzalnem delu razvije plošča četveroglavičja, lamina tecti s. quadrigemina, in notranjščina postane najprej še relativno širok vodovod srednjih možganov, aquaeductus mesencephali (Sylvii), z zadnjo in sprednjo slepo vrečo srednjih možganov.

Tudi diencephalon razdeljuje sulcus hypothalamicus, ki ga ocenjujemo kot rostralno podaljšanje sulcusa limitansa, v ventralni in dorzalni del, hypothalamus in thalamencephalon. Z delom osnovne plošče, tj. s hipotalamusom, sta v zvezi prek hiazmatske plošče vidna živca, medtem ko sta kavdalno od tod priključena infundibulum nevrohipofize in bradavičica, corpus mamillare.

Del krilne plošče diencefalona, thalamencephalon, se močno razvije. Dorzolateralno je položen vidni pomol, thalamus, s katerim je v neposredni zvezi področje kolena, metathalamus. Notranjščina diencefalona, 3. prekat, ventriculus tertius, predstavlja najprej v mediani ravnini ležečo špranjasto votlino, ki jo dorzalno zapira tanki, pozneje z venoznim spletom preoblikovani krov 3. ventrikla, lamina tectoria ventriculi III. Navzad je ta krov 3. ventrikla prek mozgovnih trakcev, striae medullares, in obeh uzdic, habenulae, v zvezi z epifizo, corpus pineale, in zadajšnjo komisuro, commissura caudalis. Ti, rostralno na ploščo četveroglavičja navezujoči se, dorzomediano položeni deli talamencefalona, oblikujejo epithalamus. S stopitvijo obeh medianih ploskev talamusa v sredsrednjo gmoto, massa intermedia, postane 3. ventrikel obročast kanal, ki je z različnimi vdolbinami

(recessus opticus, rec. infundibuli, rec. pinealis in rec. suprapinealis) sekundarno razširjen. Njegovo rostralno omejitev izoblikuje zaključna plošča, lamina terminalis.

Lamina terminalis predstavlja prvotno rostralni zaključek primarnih sprednjih možganov. Potem ko se je telencephalon izoliral od diencefalona, je postala lamina terminalis prednja stena telencefalona impar; ta je z obojestransko izbuhnjenima hemisfernima mehurjema najprej v široko odprti zvezi. Zaradi bohotne rasti obeh hemisfernih mehurjev pride hitro do relativne zožitve neparnega odseka končnih možganov v telencephalon medium in do izoblikovanja foramena interventriculare (Monroi).

S poloblasto žmulo, torus hemisphaericus, in žlebom zrkelnega pecljа sprva jasno označena meja med diencefalonom in telencefalonom se pozneje zabriše, tako da majhen odsek notranjščine telencefalona mediuma postane najsprednejši del 3. ventrikla in ta komunicira samo še prek medprekatnih odprtin, foramina interventricularia, s sprva širokima votlinama obeh hemisfernih mehurjev, s 1. in 2. možganskim prekatom, oz. z obema stranskima prekatoma, ventriculi laterales. Med lamino terminalis in svodno ploščo 3. prekata se odebeli stena možganskega mehurja v komisurno ploščo, iz katere pride v teku nadaljnjega razvoja do zasnove prednje komisure, commissura rostralis, možganskega prečnika, corpus callosum, in hipokampusovega spoja, commissura hippocampi.

Medtem ko stene hemisfernih mehurjev najprej ostanejo na splošno tanke, pa se začno ventrolateralno kmalu debeliti in nastane tu, na obeh straneh v lumen stranskih prekatov izbočeni griček, ganglijski ali progasti griček, corpus striatum. Tanje z diencefalonom v ploski zvezi s hemisfernim držajem, ki ga zunaj omejuje sulcus hemisphaericus, v stranskem prekatu pa sulcus terminalis. Corpus striatum oblikuje s srednjimi možgani, mostom in podaljšanim mozgom skupaj možgansko deblo, truncus encephali.

Talamusu prilegajoča se stena hemisfernega mehurja je z ventromedialno lokasto zarezujočo se brazdo, zadnjo ločno ali Ammonovo brazdo, sulcus hippocampi, izbočena proti ventriklu. S tem se za progastim gričkom od medialne strani vrine v stranski prekat druga, lokasto zvita nabuhlina, Ammonov rog, cornu

Ammonis, ali hippocampus s stopalom, pes hippocampi. S tem se začnejo očrtavati obsežni centralni del kot tudi sprednji in zadnji rog.

Rostroventralno se iz sprednje stene hemisfernega mehurja izboči vohalni reženj, lobus olfactorius, ki se pri domačih sesavcih kmalu očitno pokaže kot bolj ali manj močan vohalni betič, bulbus olfactorius, in ostane s sprednjim rogom stranskega ventrikla v trajni zvezi.

Oba hemisferna mehurja telencefalona, ki je nasproti zadnjim odsekom možganske zasnove najprej majhen, začneta sedaj v rostralni, dorzalni in okcipitalni smeri močno rasti. Kot možganski plašč, pallium, začneta pokrivati vedno večje dele možganskega debla od dorzalne in lateralne strani. Zaradi tega se telencephalon končno po pravici imenuje veliki možgani, cerebrum. Na prvotno gladki površini možganskega plašča se začenjata lateralno od progastega telesa snovati v obliki plitve vdolbine fissura lateralis cerebri (Sylvii) in področje otoka, insula (Reillii). Otok in progasto telo oblikujeta nekako mirujoči pol, okrog katerega se v polkrožnem loku odigrava nadaljnji razvoj mase možganskega plašča. S tem se otok potaplja bolj ali manj v globino lateralis cerebri in ga končno pokrovček, operculum, senčnega režnja z večjim delom pokriva.

Na temelju embrionalne zasnove se dajo gotovi možgani sesavcev razdeliti na naslednje glavne odseke:

primarni sprednji možgani	sekundarni sprednji ali končni možgani telencephalon	možganski plašč pallium vohalni možgani rhinencephalon progasti griček corpus striatum
prosencephalon	veliki možgani cerebrum	
	vmesni možgani diencephalon	thalamencephalon hypothalamus
srednji možgani mesencephalon		plošča četveroglavičja lamina quadrigemina možganska rokava crura s. pedunculi cerebri s čepico srednjih možganov tegmentum mesencephali

primarni zadnji možgani ali rombasti možgani	ožina rombastih možganov isthmus rhombencephali	mali možgani cerebellum
		most pons (Varoli) s čepico mosta tegmentum pontis
rhombencephalon	sekundarni zadnji možgani metencephalon	
	podaljšani hrbtni mozeg myelencephalon	podaljšana hrbtenjača medulla oblongata

c) <u>Filogenetični razvoj in primerjalna morfologija možganov</u>.

Filogenetični razvoj c.ž.s., predvsem možganov, se v veliki meri, vsaj v glavnih potezah, ujema z zgoraj obdelano ontogenezo centralnega organa.

Ne da bi se pobliže spuščali v posameznosti, bomo kratko skicirali princip tega evolucijskega procesa.

Pri akranijih (amphioxus) sestoji c.ž.s. v bistvu samo iz nevralne cevi, na katere kranialnem koncu so možgani šele nakazani v obliki enostavne razširitve.

Pogoj za nadaljnji razvoj možganske zasnove je nastal šele z izoblikovanjem čutnih organov glave (vohalni in vidni organ, organ za ravnotežje in slušni organ).

Že pri obloustkah (cyclostomi) je v osnovnih potezah zaznaven gradbeni načrt možganov pri vretenčarjih. V linearni razčlenitvi se nizajo drug za drugim v kavdo-rostralni smeri podaljšani hrbtni mozeg, zadnji možgani, srednji možgani, vmesni možgani in končni možgani. Pri tem pa je podaljšani hrbtni mozeg (myelencephalon) še relativno velik, in končni možgani sestojijo samo iz lobusa olfaktoriusa in ganglijskega hribčka.

Čeprav ostane načrt zasnove vedno isti, dosežejo posamezni odseki možganov že pri ribah marsikatere modifikacije, pač zaradi načina življenja. Tako npr. se odlikujejo možgani rib kostnic po posebnem bogastvu oblik. Še vedno so primarni zadnji možgani s svojimi, večinoma mogočnimi malimi možgani, v ospredju in tudi srednji možgani še jasno dominirajo nad obema odsekoma prednjih možganov. Medtem ko so se vmesni možgani (diencephalon), ki jih

odlikujeta saccus vasculosus in dolga epifizna cev, pogreznili med srednje in končne možgane in se z dorzalne strani komaj vidijo, kažejo še vedno majhni končni možgani poleg vohalnega režnja in ganglijskega grička prvič videz možganskega plašča.

Nasproti pogosto močno specializiranim možganom rib so možgani amfibij zopet nenavadno poenostavljeni in podobno zgrajeni kot pri ciklostomih. Najmočneje se razvije gmota srednjih možganov kot prvotni "vidni reženj". Mali možgani, ki se kot neznatna prečna nabuhlina priključijo zadaj na srednje možgane, sestojijo samo iz neparnega telesa in obeh partes auriculares, ki se priključujeta od strani.

Pri reptilijah stopijo končni možgani (telencephalon) prvič očitno v ospredje. Končni možgani pokrivajo vmesne možgane z dorzalne in lateralne strani skoraj popolnoma, bazalni gangliji se povečajo in v še tankem možganskem plašču se je prvič zasnovala možganska skorja. Srednji možgani pa so še vidni od dorzalne strani in corpus cerebelli, ki je sicer prav tako povečan, ima na splošno še gladko površino. Obe hemisferi končnih možganov povezujeta med seboj commissura rostralis in superior. Tik pred epifizo ali skupaj z njo je pri mnogih reptilijah zasnovan rudimentarni vidni organ, t.i. temensko ali parietalno oko.

Pri pticah je že največji del možganskega debla pokrit z obema močno razvitima hemisferama. Pallium je sicer majhen in še vedno relativno tanek. Zato pa so se enormno razvili bazalni gangliji, ki so tudi visoko diferencirani; to je edini tak primer v vsem redu vretenčarjev. Vmesni možgani so zagozdeni med hemisferi in močno povečana režnja, lobi optici, srednjih možganov. Tudi mali možgani so znatno povečani in že kažejo očitno prečno brazdanje. Mali možgani sestojijo še vedno iz neparnega telesa, corpus cerebelli, in kosmičkov, flocculi, ki so zavzeli mesto uhljastih delov, partes auriculares, in na možganskem deblu še manjka zasnova mosta.

Možgani sesavcev se odlikujejo z nadaljnjim porastom končnih možganov, posebno možganskega plašča. Ta sega okcipitalno do malih možganov in popolnoma pokriva vmesne in srednje možgane od dorzalne strani. Medtem ko so končni možgani skozi celotni red vretenčarjev do reptilij funkcionirali samo ali predvsem kot

vohalni možgani, se na nje pri sesavcih v rastoči meri prenašajo nadaljnje naloge.

V teku te diferenciacije so se prvotni vohalni možgani kot palaeopallium vedno bolj odmikali proti ventralni in kot archipallium proti medialni ploskvi hemisfer, medtem ko se je v vmes leže̊če, dorzolateralno področje vrinil plašč novih možganov, neopallium. Ta najmlajši del možganov, v katerem se registrirajo in predelajo vsi dražljaji okolice, dobiva vedno bolj na pomenu in temu ustrezno se vedno dalje izgrajuje in vedno močneje razvija. Nasproti arhipaliumu razmejuje neopalium žleb, sulcus rhinalis lat.

Pri nižjih sesavcih (npr. pri glodavcih) imata hemisferi gladko površino, medtem ko kaže neopalium višjih sesavcev (npr. mesojedov, kopitarjev, primatov) bolj ali manj kompliciranо sliko brazd in vijug. Možgane z gladko površino hemisfer označujemo kot lisencefalne, brazdaste pa kot girencefalne. Možganski plašč pa se ne razteguje samo okcipitalno do sprednje ploskve malih možganov, temveč se zaviha na strani od bazalnih ganglijev in otoka lokasto navzpred-navzdol, kar je pri primatih in pri človeku posebno izrazito. S tem se tudi stranski ventrikel zvije v loku, in na zadnji rog se pri naših domačih sesavcih priključi spodnji rog, ki sega v lobus piriformis. Poleg komisure rostralis in komisure hippocampi se pojavi poseben, pri višjih sesavcih močan možganski prečnik, corpus callosum.

Vmesni možgani pri sesavcih močno zaostajajo nasproti končnim možganom in tudi epifiza je reducirana. Možgansko deblo se v področju srednjih možganov bolj ali manj izrazito kolenčasto zvije. Na krovu srednjih možganov se pojavi plošča četveroglavičja in ventralno od srednjih možganov se zasnujeta možganska rokava, pedunculi cerebri.

Tudi mali možgani so se močno povečali, kažejo najbolj kompliciranо brazdanje in pokrivajo rombasto jamo od dorzalne strani skoraj popolnoma. Neparni corpus cerebelli postane črv, vermis, na katerega se na obeh straneh navezujeta kot novi pridobitvi hemisferi malih možganov ali paraflocculi. Nadaljnje izoblikovanje malomožganskih hemisfer poteka vzporedno z razvojem neopaliuma. Kot povezujoči element z neopalijem se nadalje prvič

pojavlja pri sesavcih most, pons, ki rostralne dele mielencefalona objema ventralno kot sponka in tako postane most mostna kapica.

Filogenetično kot tudi ontogenetično se torej odlikuje razvoj c.ž.s. po tem, da možgani in znotraj možganov njihov najmlajši del, končni možgani oziroma njihov neopalium, trajno pridobivajo na gmoti in se stalno dalje izgrajujejo, pri čemer vedno bolj pridobivajo kot nadrejeni integracijski in krmilni organ tudi na funkcionalnem pomenu. Tako vlada tudi znotraj možganskih centrov, ki so hrbtenjači nadrejeni, nekakšen način razvrstitve po stopnjah, vtem ko se tako med centri, ki uravnavajo življenske procese notranjega sveta organizma, kot med tistimi centri, ki odrejajo ravnanje (vedenje) do okolja, dajo razlikovati "nižje" in "višje" strukture. Pri tem "nižje", filogenetično starejše in bolj kavdalno položene centre kontrolirajo "višja", filogenetično mlajša in dalje rostralno lokalizirana področja in jih bolj ali manj obvladujejo. Življenjsko važni centri za upravljanje dihanja, srčnih akcij, presnove itd. ležijo npr. v mielencefalonu in so pod kontrolo vmesnih možganov. Centre podaljšanega mozga, ki jim je poverjena predelava vzburjenj, pritekajočih iz okolja, pa kontrolirajo ustrezne strukture malih in srednjih možganov. Le te kontrolirajo ustrezne strukture v vmesnih možganih in te končno tiste v končnih možganih.

Na možganih sesavcev se torej dajo razlikovati starejši, vsem vretenčarjem skupni in v svoji gradnji v bistvu enakovrstni del, pramožgani, palaeencephalon, in filogenetično mlajši deli. Le-te imajo samo višji vertebrati. V svoji izgradnji so odvisni predvsem od vrste živali, deloma pa variirajo tudi individualno, pogosto celo močno. Vse te dele združujemo pod pojmom novi možgani, neencephalon.

Palaeencephalon sestoji pri višjih sesavcih iz možganskega debla (brez delov novih možganov), vohalnega režnja končnih možganov kot tudi črva in kosmičkov, flocculi, malih možganov. Palaeencephalon predstavlja življensko potrebni minimum možganske zasnove, ki pa pri ribah in amfibijah tudi reprezentira celokupne možgane in za uravnavanje njihovega enostavnega življenja popolnoma zadostuje; omogoča jim celo določeno sposobnost učenja.

Neencephalon sesavcev sestoji iz neopaliuma, malomožganskih hemisfer in paraflokulov kot tudi neencefalnih delov možganskega debla (velikomožganska rokava srednjih možganov, most zadnjih možganov, kot tudi piramidi in olivi mielencefalona).

Medtem ko pramožgani predstavljajo samostojno funkcijsko enoto, so novi možgani navezani na sodelovanje pramožganov. Neencephalon in palaeencephalon oblikujeta torej skupaj s hrbtenjačo funkcionalno celoto v smislu delovne skupnosti, v kateri mora vsak del izpolniti svoje čisto določene naloge.

Kot so pokazali ustrezni eksperimenti, izklopljenje malih možganov pri višjih živalih samo po sebi ne ogroža življenja, temveč samo onemogoča za vrsto tipični kontakt z okoljem. Hude poškodbe v področju pramožganov pa so večinoma povezane s pojavi, ki predstavljajo tudi nevarnost za obstoj življenja nasploh.

GRADBENI ELEMENTI ŽIVČNEGA SISTEMA

Pri izgradnji živčnega sistema sodelujeta dve histogenetično povsem različni komponenti:

1. ektodermalna živčna snov, živčno tkivo, in
2. sekundarno pridružujoče se mezodermalne krvne žile, ki prevzemajo predvsem pomožne funkcije, in ovijajoče vezno tkivo.

Ž i v č n o t k i v o je zgrajeno iz dveh funkcionalno različnih celičnih elementov, tj. iz živčnih ali ganglijskih celic in njihovih podaljškov, ki vzburjenje vodijo in ga oblikujejo, ter iz celic nevroglia, ki ne sodelujejo pri vodenju vzburjenja ali pa sodelujejo kvečjemu indirektno s prevzemom mnogoterih drugih funkcij.

Nevroglia, na kratko imenovana tudi glia, ima v c.ž.s. vlogo intersticialnega veznega tkiva in pokrovnih epitelijev drugih organov. Kot ependimske celice pokriva v epiteloidnih celičnih zvezah vse notranje prostore možganov in hrbtenjače, pri čemer imajo posamezne celice, predvsem v mladosti, proti lumenu nasajene cilije in so na podlagi usidrane z bazalnim podaljškom, ependimskim vlaknom. S starostjo se cilije in subepėndimalno

skrotovičeni bazalni podaljški večinoma izgubijo. Na venskih spletih možganskih prekatov prevzemajo ependimske celice vlogo secernirajočih celic, ker aktivno sodelujejo pri produkciji likvorja cerebrospinalisa.

Preostala glia, sestoječa iz makroglije ali astrocitov in mikroglije (oligodendroglia ali Hortegove celice), oblikuje kot t.i. glia sincicij oporno, ovojno in polnilno snov c.ž.s. V tej fini petljasti - plazmatični mreži sive in bele snovi ležijo ganglijske celice in njihovi podaljški, kot tudi krvne žile.

Poleg te oporne ali ovojne funkcije pa nevroglia bistveno sodeluje tudi pri vseh presnovnih procesih živčnega tkiva, ker ima vlogo posredovavca med krvnimi kapilarami in visoko specializiranimi živčnimi celicami, tj. skrbi za dovajanje prehrambenih in gradbenih snovi, kot tudi za odnašanje presnovnih odpadnih snovi. V ta namen se astrociti s svojimi stopalci nakopičijo na nežnih vezivnih ovojnicah in adventicialnih limfnih špranjah kapilar in večjih krvnih žil (Virchov-Robinovi prostori) in tako oblikujejo za izmeno snovi kot tudi za razmejitev med ektodermalno, živčno substanco in mezodermalnim veznim tkivom enako pomembno membrano limitans gliae perivascularis, t.i. pregrajo krvnega likvorja. Tej mejni membrani pripada največji pomen ne samo v fiziološkem pogledu, temveč tudi v pogledu različnih patoloških procesov (npr. infekcija). Vendar se take mejne membrane glije ne oblikujejo samo okrog žil, temveč tudi na vnanji površini c.ž.s. Med podaljški astrocitov te mejne opne, membrana limitans gliae supf., ki je tesno zraščena z membrano intimo piae, nahajamo različno široke prekate glije, pač po količini likvorja v možganih.

Mikroglia, predvsem celice oligodendroglia, se tesno privijejo h ganglijskim celicam in njihovim podaljškom, in jih zato tudi imenujemo "satelitske" ali "trabantske" celice.

V nasprotju z živčnimi celicami so celice glia še sposobne za delitev in se lahko iz svojega spoja odtrgajo, pri čemer predvsem Hortegove celice dobijo kot t.i. zrnaste celice tudi sposob-

nosti fagocitiranja. Na ta način se odstranijo razbitki celic (neurophagia) in tkivni defekti se nadomestijo z brazgotinami glije. Ta, vse življenje obstoječa sposobnost razmnoževanja elementov glije, ne daje samo možnosti za pomembno reparacijo, temveč v določenih okoliščinah tudi možnost za novotvorbe (gliomi).

V tej, tako mnogostransko dejavni "postelji" glije ležijo torej živčni elementi, živčne celice ali ganglijske celice.

Živčne celice so ustrezno svoji sposobnosti visoko specializirane celične oblike, ki so izgubile sposobnost delitve in s tem sposobnost regeneracije in se odlikujejo z izredno variabilnostjo v obliki in velikosti (5 - 15o mikronov) premera. Vedno imajo spremenljivo število podaljškov različne dolžine in različnega razvejičenja. Število podaljškov, smer njihovega poteka in način širjenja, kot tudi gradbeno stanje, njihov odcep od celičnega telesa in njihova velikost so za vsako živčno celico tipični. Po številu odcepljenih podaljškov razlikujemo v razvitem živčnem sistemu psevdounipolarne, bipolarne in multipolarne ganglijske celice, pri čemer multipolarne celice daleč prevladujejo.

Kompleksi jedro-plazma živčnih celic ležijo bodi v sivi substanci, v t.i. sivini, griseum, c.ž.s., bodi v perifernih cerebrospinalnih, simpatično-parasimpatičnih ali intramuralnih ganglijih, ali pa so lahko priložnostno nasuti v potek perifernih živcev. Ganglijske celice so med seboj povezane s podaljški. Znotraj sive substance so lahko celice difuzno razdeljene ali skopičene v bolj ali manj ostro omejene skupine, jedra, nuclei, ali pa so na različne načine plastasto razporejene kot v skorji velikih in malih možganov, na svodu srednjih možganov ali v korpusu genikulatumu lat. vmesnih možganov.

Vsaka ganglijska celica ima najmanj en podaljšek (redkeje jih je več), ki v celičnem telesu preklopljeno ali nastalo živčno vzburjenje od celice odvodi oz. vodi dalje in se imenuje podaljšek živčne celice ali nevrit. Ti odvajajoči celični podaljški so različno dolgi. Nevrit se razdeli bodi v neposredni bližini celičnega telesa (torej v c.ž.s. še znotraj sive substance)

v bogato razvejano končno drevesce, telodendron; v tem primeru pravimo, da gre za ganglijsko celico Golgi-jevega tipa; ali pa je nevrit dolg in predstavlja osni cilinder ali axon centralnega ali perifernega živčnega vlakna; tedaj gre za živčno celico Deiterjevega tipa. Nevriti takih ganglijskih celic Deiterjevega tipa lahko dosežejo znatne dolžine, namreč kot vlakna perifernih živcev, in oddajajo navadno že v sivi substanci večinoma več kolateral.

Od celičnega telesa multipolarnih živčnih celic izhaja poleg nevrita še različno število dovodnih podaljškov, ki se razvijajo v neposredni bližini celice in se po svoji fini strukturi in svojem kalibru jasno razlikujejo od nevritov. Ti bolj grobi podaljški imajo enako fino zgradbo kot celično telo in jih označujemo kot protoplazmatske podaljške ali dendrite. Dendriti nikoli ne oblikujejo sestavnih delov živčnih vlaken.

Poseben primer predstavljajo psevdounipolarne živčne celice senzibilnih cerebrospinalnih ganglijev, ki izhajajo iz bipolarnih nevroblastov. Te kroglaste ganglijske celice nimajo nobenih dendritov, zato pa imajo en nevrit, ki se takoj ko zapusti celico, razvejiči v dovodno, celulipetalno, in odvodno, celulifugalno vejo, ki obe oblikujeta sestavne dele perifernih živcev.

Po poteku in koncu nevritov imamo navado razlikovati koreninske in notranje celice. Pri senzibilnih kot tudi motoričnih koreninskih celicah je nevrit sestavni del korenine perifernega živca, tj. vstopi kot aferentno vlakno v c.ž.s. ali ga zapusti kot eferentno vlakno, medtem ko nevriti notranjih celic vzpostavljajo spoje znotraj c.ž.s. Koreninske celice primerjamo tudi z "daljnovodi", notranje celice pa s "hišnimi telefoni" centralne uprave.

Vsaka živčna celica z vsemi svojimi podaljški, dendriti, nevriti in svojo končno razdelitvijo, oblikujejo trofično - dinamično gradbeno in funkcionalno enoto živčnega sistema, ki jo imenujemo nevron.

Medtem ko torej kompleks jedro-plazma enega nevrona predstavlja trofično dinamični funkcijski center živčnega dogajanja,

kjer se dotekajoča vzdraženja preklopijo, predelajo in spremin-jajo v nove impulze, rabijo živčna vlakna samo za vodenje vzdraženj.

V vsem svojem poteku so živčna vlakna obdana z elementi nevroglije ali njihovimi derivati. V sivi substanci so nevriti kot goli osni cilindri enostavno položeni v sinciciju glije. Pri vstopu v belo substanco dobijo od oligodendrocitov izločeno beljakovinsko-lipoidno ovojnico, medularno ali mielinsko ovojnico, zaradi katere ima iz gosto zbitih živčnih vlaken z medularno ovojnico sestoječa se bela substanca c.ž.s. svojo barvo in slaninast sijaj na svežih reznih ploskvah.

Zunaj c.ž.s. ovijajo osni cilinder modificirane periferne glia celice, Schwanove celice ali lemnociti, katerim se poleg tega pridružijo še vezivni ovojni elementi. Glede na to različno kakovost sistema ovojnic navadno razlikujemo centralna in periferna živčna vlakna.

Schwanove celice perifernih živčnih vlaken so prav tako sposobne napraviti okrog aksonov bolj ali manj debel, spiralasto zvit mielinski plašč. Glede na to govorimo o vlaknih, siromašnih in bogatih z mielinom. Živčna vlakna z mielinsko ovojnico vodijo predvsem možganski in hrbtenjačni živci in zaradi tega, ker imajo mielin, so makroskopsko bela. Lahko pa Schwanove celice obdajajo osni cilinder tudi brez izločanja mielina kot nežna, plazmatska ovojnica. V tem primeru govorimo o živčnih vlaknih brez mielina, ki se spajajo v snopiče vlaken in so zaradi odsotnosti mielina sive barve. Brez mielinske ovojnice so postganglionarna vlakna simpatičnega živčnega sistema (rami communicantes grisei) in fila olfactoria vohalnega živca.

Pri perifernih živčnih vlaknih je mielinski plašč razdeljen v precej pravilnih razmikih od o,8 do 1 mm z Ranvierovimi zažemki.

Poleg mielinske ovojnice in Schwanove ovojnice se lahko razlikujeta na perifernih živčnih vlaknih še dve nadaljnji ovojnici:

1. nežna, v svetlobnem mikroskopu komaj vidna, iz najfinejše mreže vlaken sestoječa osnovna kožica ali nevrolem, ki obdaja Schwanovo ovojnico, in

2. endonevralna ovojnica, ki je zgrajena iz rahlo strukturiranih vezivnih fibril in združuje posamezna živčna vlakna med seboj v snopiče vlaken.

Funkcionalno rabijo ovojnice živčnih vlaken ne samo za izolacijo, temveč direktno ali indirektno sodelujejo tudi pri vodenju vzdraženj. To velja predvsem za mielinsko ovojnico, v kateri se odigravajo važni presnovni procesi, in ki rabi sočasno kot zbiralnik snovi in energije za akcijske substance, potrebne za potek procesov vzdraženja (acetylcholin, noradrenalin, anevrin, kalij). Zato je razumljivo, da je hitrost vodenja, ki pri sesavcih koleba med o,3 in 12o m/sec., odvisna od debelosti osnega cilindra in količine ter strukture živčnega mielina, in da degeneracije mielinske ovojnice vodijo do prekinitev vodenja. Ker debelost živčnih vlaken variira med 2 do 2o mikronov, ima prevajanje vzdraženj na voljo hitre in počasne proge. Na splošno lahko rečemo: čim močnejši je osni cilinder in čim debelejša je mielinska ovojnica, tem večja je hitrost prevajanja. Najpočasneje poteka prevajanje vzdraženj v vlaknih brez mielinske ovojnice.

V perifernih živcih, ki se dajo makroskopsko izolirati, je med posameznimi živčnimi vlakni nežno vezivo, endoneurium, in v njem krvne kapilare, ki združuje vlakna v majhne ali večje snopiče. Ti, na prečnem prerezu vedno bolj ali manj okroglasti živčni snopiči, so obdani z grobimi, pretežno lamelarno razporejenimi veznimi vlakni perinevriuma in so med seboj kot tudi nasproti epinevriumu ostro omejeni. Epinevrij sestoji iz rahlega veziva, ki vsebuje tudi maščobne celice in ima v sebi večje nutritivne žile ter brez ostre meje prehaja v okoli ležeče vezno tkivo. V posameznih živčnih snopičih cerebrospinalnih živcev lahko ugotovimo drugo poleg drugega vlakna, bogata z mielinom, revna z mielinom in vlakna brez mielina.

Spoj živčnih celic med seboj in s sprejemnimi ter izvršnimi organi

Nevron smo imenovali trofično-dinamično gradbeno in funkcijsko enoto živčnega tkiva. Živčno vzdraženje teče torej čez med seboj povezane nevronske verige od sprejemnega organa, kjer nastane, do centralnega organa, kjer se preklopi, prenaša na druge nevrone, razširi in predela ali se, spremenjeno v akcijske impulze, zopet lahko dovaja periferno k izvršnim organom.

Dolgo in dosti so diskutirali o vprašanju, kako so med seboj povezani posamezni nevroni takih nevronskih verig oz. posamezne živčne celice; ali s svojimi podaljški kontinuirano prehajajo drug v drugega in so s podaljški celic glia združeni v tridimenzionalno mrežo, Heldovo osnovno mrežo ali nevroencicij, ali pa so posamezni nevroni med seboj spojeni samo s kontaktom, torej diskontinuirano. To vprašanje je v novejšem času z elektronsko optično raziskavo rešeno v korist klasičnega nevronskega nauka Waldeyerja in Ramona y Cajala. Živčna celica s svojimi podaljški, tj. nevron, oblikuje torej dejansko genetično, anatomsko in funkcionalno celoto, samostojno enoto, ki se z drugimi nevroni kot tudi z izvršnimi organi povezuje samo s kontaktom. Na teh kontaktnih mestih se nahajajo sinapse, tj. tista fiziološko pomembna mesta, kjer živčno vzdraženje s posredovanjem določenih presnovnih substanc (noradrenalin, adrenalin, acetylcholin) prestopa od enega nevrona na drugega, od čutnih celic na živčna vlakna in od živčnih vlaken na izvršne organe.

Na teh stikalnih mestih se živčno vzdraženje kot informacija ali impulz prenaša od presinaptičnih nevritov ali njihovih kolateral čez končne gumbke (ki se dajo prikazati optično mikroskopsko samo z določenimi impregnacijskimi metodami, npr. s srebrovimi solmi) na postsinaptična celična telesa živčne celice ali njihovih dendritov. Končni gumbki predstavljajo otekline aksoplazme presinaptičnega nevrita, ki je že pred tem izgubil medularno ovojnico kot tudi nevrofibrile. V plazmi končnih gumbkov se redno nahajajo t.i. sinaptični mehurčki in mitohondriji. Aksolem končnega gumbka in plazmolem živčnih celic sta zgoščena v pre- in postsinaptične membrane, med katerimi se na-

haja špranjasti prostor širine kakih 2oo Å (1 Å = 1oooo mikrona). Na večjih živčnih celicah lahko pride do 6oooo sinaps, pri čemer pa je potrebno vedno razlikovati med spodbujajočimi in zavirajočimi sinapsami.

Kar pa se tiče spoja živčnih celic s sprejemnimi in izvršnimi organi, najdemo točnejše podatke v histoloških učnih knjigah.

Posebno mnogoteri so periferni končiči aferentnih živčnih vlaken, ki

1. prodrejo do zunanjih in notranjih telesnih površin (koža, sluznice in serozne opne) in tukaj delujejo kot receptorji površinske senzibilnosti (občutek tipanja, temperature in bolečine), ali

2. izhajajo iz pokostnice, mišic, kit, vezi, fascij in sklepnih ovojnic in postanejo posredovavci globinske senzibilnosti (občutek za lego, položaj, gibanje, moč in bolečine), ali končno

3. kot vlakna senzoričnih živcev oskrbujejo nevroepitelije določenih čutnih organov (okušalni brsti, vestibularni aparat in Cortijev organ notranjega ušesa).

Posebno mnogo oblik imajo receptorji površinske senzibilnosti. Deloma gre za proste živčne razširitve, ki bodi endoepitelialno ali v veznem tkivu oblikujejo najfinejše končne mreže in jih na splošno štejemo za receptorje občutkov bolečine. Nevrofibrile se lahko zgostijo tudi v subepitelialna končna drevesca ali mrežasta in pentljasta telesca, ki pri njihovem oblikovanju sodelujejo tudi brezmielinska živčna vlakna.

Na drugi strani pa so lahko tudi senzibilni živčni konci vdelani v kompliciranа končna telesca, ki jih po obliki in kakovosti imenujemo lamelarna, betičasta ali tipalna telesca in jih večinoma poimenujemo po njihovih odkriteljih. Končna telesca ležijo vedno bolj ali manj blizu površine, vložena v vezno tkivo.

Kot receptorji globinske senzibilnosti ali proprioceptivitete so med mišičnimi in kitnimi snopiči v različni gostoti vdelana mišična in kitna vretena.

Končno naj omenimo tudi še spoj senzoričnih živcev s čutnimi celicami nevroepitelij. Tako v okušalnih brbončicah kot v grebenih in statičnih pegah, cristae in maculae staticae, in v Cortijevem organu so čutne celice ovite z najnežnejšimi živčnimi vlakni, ki potem pridejo z njimi v spoj s sinaptičnimi končnimi gumbki.

Spoj z izvršnimi organi se vzpostavi z eferentnimi živci cerebrospinalnega in vegetativnega živčnega sistema.

Pri vstopu v skeletno mišico se razdelijo rami musculares v številne vejice, ki se v perimiziju spojijo v intramuskularni pleksus. Iz teh intramuskularnih živčnih pletežev se izolirajo posamezna živčna vlakna, ki se nato na Ranvierovih zažemkih dalje delijo. To ima za posledico, da ena motorična koreninska celica oskrbuje vedno večje število mišičnih vlaken. Število mišičnih vlaken, ki spadajo k inervacijskemu področju enega nevrita, je zelo različno. V zrkelnih mišicah so lahko samo posamezna, v končinskih mišicah pa je daleč čez 1oo vlaken. Po drugi strani pa lahko dolga mišična vlakna oskrbuje več nevritov, ki lahko izvirajo celo iz različnih hrbtenjačnih segmentov. Poleg somatomotoričnih živčnih vlaken z mielinsko ovojnico pa potekajo do skeletnih mišičnih vlaken tudi vegetativna brezmielinska vlakna, ki jim pripisujemo regulacijo mišičnega tonusa. Spoj živčnih vlaken z mielinsko ovojnico z mišičnimi vlakni vzpostavljajo motorične končne plošče, v katerih se aksoplazma razdeli na več končnih vejic, ki se kot posebno oblikovani sinaptični končni gumbki vtisnejo v sarkoplazmo podložne plošče mišičnih vlaken. Na perifernih sinapsah lahko s kurarinom motimo prenašalni mehanizem, kar vodi do pojavov ohromelosti.

Medtem ko torej sinaptično med seboj povezani nevroni predstavljajo morfološki substrat za vodenje vzburjenja, so od njih oblikovani prevodni loki konstruktivne funkcionalne enote živčnega sistema. Kot je že omenjeno, rabijo le-ti za sprejem vzburjenj iz telesa ali okolice in za oddajo ustreznih impulzov na telesno periferijo in torej vodijo od periferije prek centralnega živčnega organa zopet k periferiji. Najenostavnejši prevodni lok sestoji iz enega dovodnega aferentnega kraka, centralnega pretikalnega mesta in odvodnega, eferentnega kraka. Sestavljata ga najmanj dva

nevrona: aferentni, centripetalni ali senzibilni nevron in eferentni, centrifugalni ali motorični nevron, katerega sinaptični spoj leži v sivi substanci c.ž.s.

Takšen, samo iz dveh nevronov sestavljen prevodni lok, na katerega temenu živčno vzburjenje prestopi od aferentnega kraka direktno na eferentnega, se imenuje enostaven ali direkten prevodni ali refleksni lok. Če se med aferentni in eferentni krak vklopijo nadaljnji nevroni, ti. stikalni nevroni, ki lahko vzburjenja znotraj centralnega organa prenesejo na večje število eferentnih nevronov, tedaj govorimo o sestavljenem ali indirektnem prevodnem ali refleksnem loku.

Enostavni in sestavljeni prevodni lok oblikujeta, kot neka vrsta primitivnega pretikala, elementaren ali lasten aparat hrbtenjače in pramožganov, ki ga imajo vsi vretenčarji in je pri nižjih razvojnih stopnjah sposoben tudi sam oskrbovati krmarjenje življenskih procesov navznoter in navzven.

Z napredujočo diferenciacijo centralnega organa je prehajal elementarni lastni aparat zaradi naraščajočega množenja stikalnih nevronov med razširitvijo prevodnega loka vedno bolj pod vpliv višjih koordinacijskih in integracijskih centrov v možganih. Skupnost teh višjih prevodnih lokov, ki povezujejo lastni aparat z nadrejenimi regulacijskimi možganskimi centri, oblikuje prevodni aparat, ki prevzame poleg vodenja vzburjenja v določenem smislu tudi vodenje lastnega aparata.

Elementarni aparat in prevodni aparat tvorita funkcionalno enoto,ki je v službi celotnega organizma. Stikalni nevroni in kolaterale so med seboj najtesneje spojeni, in eferentne koreninske celice oblikujejo za lastni, kot tudi za prevodni aparat skupno končno progo prevodnega loka.

Degeneracija in regeneracija v živčnem tkivu

O poteku, legi in povezavi prevodnih prog, posebno v c.ž.s. lahko dobimo podrobnejša pojasnila iz patoloških procesov, iz "naravnih eksperimentov" določenih spačkov in iz smotrnega nevrološkega eksperimenta (draženje, degeneracija).

Ker oblikuje nevron trofično-dinamično enoto, učinkujejo patološki, npr. degenerativni procesi, vedno v vsej živčni celici, tj. v področju celičnega telesa kot tudi v vseh njegovih podaljških. Vsaka prekinitev kontinuitete (npr. prerezanje) enega živčnega vlakna ima zato za posledico ne samo propad njegovega od trofičnega centra ločenega dela, temveč tudi karakteristično spremembo pripadajočega celičnega telesa. Medtem ko torej poškodovana živčna vlakna nezadržno propadajo ob zrnatem razpadanju osnega cilindra in kepasti razdrobitvi mielinske ovojnice, pri čemer kažejo podobo sekundarne Wallerjeve degeneracije, se v pripadajočih ganglijskih celicah odigravajo deloma reverzibilni, deloma ireverzibilni procesi. Wallerjevi degeneracijski pojavi lediranih živčnih vlaken se dajo napraviti vidljivi s krom-osmijevo kislino po Marchi Alghieriju. Na ta način je torej mogoče zasledovati potek degenerirajočih sistemov v c.ž.s. in s tem določene prevodne proge točneje lokalizirati. Ta t.i. "Marchijev stadij" traja nekako od 12. dne do konca tretjega tedna po leziji.

Kmalu po prekinitvi nevritov kažejo degenerativne spremembe tudi pripadajoče ganglijske celice. Te se napihnejo, zaokrožijo, jedro se ekscentrično premakne in tigroidne grudice razpadejo v prah. Ta slika primarnega draženja in retrogradne degeneracije je najizrazitejša v kakšnih dveh tednih po leziji, navadno pa praviloma zopet polagoma zgine, tako da so po kakšnih 3 do 4 mesecih večinoma zopet vzpostavljena normalna strukturna razmerja. V določenih okoliščinah - predvsem, če je lezija zelo blizu kompleksa jedra in plazme, ali pa če gre za novorojene ali mlade individue - si okvarjene živčne celice ne opomorejo več, temveč propadejo v smislu retrogradne ali Guddenove atrofije. Te reaktivne spremembe ganglijskih celic prekinjenih živčnih vlaken označujejo tedaj izhodiščno področje prizadetih nevronov.

Taki degeneracijski procesi omogočajo tako na serijah histoloških rezin natančneje lokalizirati izhodišče, potek in konec posameznih sistemov vlaken, ki so s patološkimi procesi ali eksperimentalnimi posegi poškodovani.

Nadaljnjo možnost zasledovati potek določenih snopov vlaken

v centralnem organu daje okoliščina, da do ovitja nevritov z medularnimi ovojnicami, to je, do t.i. zorenja medularne substance, v mladostnem organizmu ne pride sočasno ali neredno, temveč po določenih zakonitostih: kolikor je sistem vlaken filogenetično starejši in kolikor prej mora biti razvit in sposoben za funkcijo, toliko prej se opravi mielinizacija. Pri barvanju mielinskih ovojnic se nato pokažejo jasno taki snopi vlaken v področjih, ki so še brez mielinske ovojnice in še ne mielinizirana; filogenetično mlajši sistemi vlaken se prav tako jasno ločijo od struktur z mielinom.

Regeneracijska sposobnost živčnega tkiva je, v primerjavi z nižjimi živalmi, pri sesavcih relativno majhna. Ker so njihove živčne celice izgubile sposobnost delitve, se uničeni nevroni ne morejo več nadomestiti. Zato uničene centralne živčne substance ni mogoče uspešno nadomestiti. Pri sesavcih se omejuje regeneracijska sposobnost samo na podaljške živčnih celic, tj. predvsem na vlakna perifernih živcev.

Po sekundarni Wallerjevi degeneraciji perifernega živčnega vlakna pride do razpada mielinske ovojnice, nevroplazme in nevrofibril; ohranjena pa je Schwanova ovojnica. Njene celice sprejmejo razpadne produkte, jih oddajo dalje veznemu tkivu in se začenjajo kmalu večati in množiti. Te vrste Schwanovih celic podelijo degeneriranim živcem še vlaknato strukturo in jih označujemo kot Büngnerjeve vezi.

Potem, ko so pripadajoče živčne celice premagale reverzibilno stanje "primarnega draženja", začnejo iz štrcljev njihovih nevritov izraščati kot šopek nevrofibrile in se - kolikor dosežejo Büngnerjeve vezi degeneriranih živčnih vlaken - vraščati v te. S tem se je začela počasna regeneracija prekinjenega živca, pri čemer prevzamejo Büngerjeve vezi vlogo vodilnih struktur za periferno rastoče nevrofibrile, vtem ko jim nekako kažejo staro pot živca. Če rastni betiči nevrofibril ne dosežejo distalnega živčnega štrclja, se regeneracijski proces ustavi, in na proksimalnem štrclju prerezanega živca nastane amputacijski nevron. Z živčnim šivom se regeneracijski proces lahko bistveno olajša.

V c.ž.s. se regeneracijski procesi hitro ustavijo, ker ni na voljo potrebnih vodilnih struktur (odsotnost Schwanovih celic). Na mestu degeneriranih živčnih vlaken nastanejo brazgotine glije, ki niso sposobne za prevajanje. Če pa se, kot kažejo skušnje, pod določenimi okolnostmi vendarle zopet vzpostavi zmožnost funkcioniranja, tedaj se to sklada s t.i. "plastičnostjo živčnega sistema" oz. z veliko regulacijsko sposobnostjo centralnega organa.

CENTRALNI ŽIVČNI SISTEM
Systema nervosum centrale

Kakor je omenjeno, sestoji c.ž.s. iz hrbtenjače, medullae spinalis in možganov, encephalon; v področju foramena atlantooccipitale prehajajo možgani in hrbtenjača polagoma drug v drugega. Kot poljubno vzeto mejo navajamo koreninske veje 1. vratnega živca ali zadnji konec piramidnega križišča.

Poučna je relacija med težo možganov in težo hrbtenjače. Tako znaša po Scharerju (1936) teža hrbtenjače pri človeku samo približno 2% teže možganov, medtem ko znaša pri gorili 6%, pri dogi 23%, pri mački 30%, pri konju 40%, pri govedu 47% in pri kokoši 51%. Iz tega se da sklepati, da pripada hrbtenjači pri živalih kot centralnemu samostojnemu organu še znatno večji pomen kot pri človeku, pri katerem so možgani po zakonu telencefalizacije nedvomno prevzeli vodilno vlogo.

HRBTENJAČA, MEDULLA SPINALIS

Makroskopska anatomija hrbtenjače

a) Z u n a n j a o b l i k a i n l e g a. Hrbtenjača, medulla spinalis, leži v hrbteničnem kanalu, obdana s svojimi opnastimi ovojnicami, meninges, kot približno cilindrična, mestoma dorzoventralno nekoliko sploščena vrv belkaste barve. Po svoji embrionalni zasnovi ima tudi v končno razvitem stanju še značaj votlega organa. Sprva širokega lumena se notranji prostor hrbtenjače zaradi močne odebelitve sten zoži v droben centralni kanal, canalis centralis, ki je pri rastlinojedih pretežno prečno ovalen,

pri mesojedih pa okroglast.

Pri naših domačih sesavcih se hrbtenjača razteza od 1. vratnega vretenca do področja križnice, medtem ko najdemo pri človeku njen zadnji konec že v višini 1. ali 2. ledvenega vretenca. Absolutne dolžinske mere in teže hrbtenjače znatno variirajo glede na deloma znatne pasemske in velikostne razlike pri domačih sesavcih.

Hrbtenjača ne napolnjuje hrbteničnega kanala popolnoma, vendar se prožno prilagaja vijugam hrbtenice. Ovija jo nežna možganska opna, leptomeninx, ki sestoji iz pie mater spinalis in arahnoidee spinalis, in jo popolnoma obdaja cevasta čvrsta možganska opna, dura mater spinalis ali pachymeninx. Leži v votlini, imenovani cavum leptomeningicum s. subarachnoideale, ki je napolnjena s cerebrospinalno tekočino, liquor cerebrospinalis. Zaprta cev dure in ekstraduralni deli korenin spinalnih živcev so vloženi v rahlo, z maščobami bogato in z venami prepleteno vezivo, ki napolnjuje spatium epidurale, ležeč med duro in periostom hrbteničnega kanala, endorhachis. S cerebrospinalno tekočino, ki jo oplakuje, in epiduralno maščobno blazinico je občutljiva hrbtenjača zavarovana proti pritiskom, kakršni nastanejo pri gibanju hrbtenice.

Glede na svoj položaj v hrbteničnem kanalu, predvsem pa po segmentalno skozi medvretenčne oziroma skozi stranske vretenčne odprtine izhajajočih hrbtenjačnih živcih - nervi spinales - se hrbtenjača deli v :

vratni del - pars cervicalis,
prsni del - pars thoracica,
ledveni del - pars lumbalis,
križni del - pars sacralis in
repni del - pars coccygica.

Na prehodu vratnega v prsni del in na zadnjem področju ledvenega dela hrbtenjače, tj. tam, kjer izvirajo veje pleksusa brahialisa in pleksusa lumbosakralisa, se hrbtenjača vretenasto odebeli v vratno oziroma ledveno nabreklino, intumescentia cervicalis oziroma lumbalis. Pri mački lahko v višini 12. prsnega vretenca ugotovimo še prsno nabreklino, intumescentia thoracalis.

Ledvena nabreklina se proti repu stožčasto zožuje v conus medullaris, ki prehaja v tanko končno nitko, filum terminale.

Končna nitka, ki je še sestavljena iz živčne substance, leži večinoma v votlini, cavum subarachnoideale, ki vsebuje liquor. V tem delu se nitka imenuje filum terminale internum. Njen kavdalni konec, filum terminale externum, pa je z veznim tkivom spajkan v končno nit durine cevi, ki jo lahko kot filum terminale durae matris zasledujemo do področja prvega repnega vretenca. Končno se pri mesojedih na dnu 3. ali 4., pri prašiču, govedu in konju pa na dnu 5. do 7. repnega vretenca zraste z endorahisom. Križni in repni del predstavljata conus medullaris in začetni del filuma terminale internuma.

Medtem ko hrbtenjača v embrionalni zasnovi najprej zavzema celotno dolžino hrbteničnega kanala, njena rast v toku nadaljnjega razvoja zaostane v primerjavi z rastjo hrbtenice. Prvotno transverzalno med vretenci izstopajoče hrbtenjačne živce potegnejo za seboj hitreje rastoči zadnji odseki hrbtenice, zaradi česar se njihove intra- in ekstraduralne korenine upognejo kavdalno in znotraj hrbteničnega kanala potekajo navzad na krajši ali daljši progi, podobno kot dolge dlake na korenu konjskega repa, na obeh straneh konusa medularisa in filuma terminale. Celoto zato imenujemo cauda equina, medtem ko dozdevno premaknitev hrbtenjače proti glavi imenujemo ascensus medullae spinalis.

Strogo bilateralno simetrično zgradbo hrbtenjače na zunaj označujeta dve, v mediani ravnini potekajoči vzdolžni brazdi:

1. globoka, do blizu centralnega kanala segajoča ventralna mediana poka - fissura mediana ventralis, in
2. plitva dorzalna mediana brazda - sulcus medianus dorsalis.

Od slednje se spušča med oba dorzalna trakova v globino pretin glie, septum dorsale medianum, ki sega v globino do sive substance.

V vsej dolžini hrbtenjače se da na obeh straneh dorzalne mediane brazde nadalje spoznati vzdolžna stranska brazda, sulcus lateralis dorsalis, vzdolž katere dospejo v hrbtenjačo dorzalne korenine spinalnih živcev. Izstopna mesta ventralnih korenin pa se pojavljajo kot ozko, ob straneh fisure mediane ventralis

vzdolžno potekajoče polje odprtinic, ki ga tudi imenujemo sulcus lateralis ventralis. O pravi brazdi pa resnično komaj lahko govorimo. Nasprotno pa se očrtava na sprednjem prsnem in vratnem delu med dorzalno mediano in dorzalno lateralno brazdo še bolj ali manj razločni sulcus intermedius dorsalis.

S temi tremi, v vsej dolžini dokazljivimi brazdami se vsaka polovica hrbtenjače razdeli na dva glavna trakova:

1. med dorzalno mediano in dorzalno stransko brazdo ležeči dorzalni trak, funiculus dorsalis, in
2. od dorzalne stranske brazde in mediane ventralne poke omejeni ventrolateralni trak, funiculus ventrolateralis.

b) H r b t e n j a č n i ž i v c i i n n j i h o v e k o r e n i n e. Iz hrbtenjače izhajajo v bolj ali manj pravilnih razmikih parni hrbtenjačni živci, nervi spinales, ki zapustijo hrbtenični kanal skozi medvretenčne odprtine in se imenujejo po ustreznih hrbteničnih segmentih:

vratni živci - nn. cervicales,
prsni živci - nn. thoracici,
ledveni živci,- nn. lumbales,
križni živci - nn. sacrales in
repni živci - nn. caudales s. coccygei.

Z izjemo vratnih in repnih živcev se število hrbtenjačnih živcev ujema s številom vretenc, ki je značilno za določeno vrsto živali. Ker pa 1. vratni živec izstopa skozi foramen vertebrale lat. atlasa in ker zadnji vratni živec zapusti hrbtenični kanal med 7. vratnim in 1. prsnim vretencem, imajo vsi domači sesavci 8 vratnih živcev, nn. cervicales. Ne oziraje se na 1. vratni živec, izstopajo torej vsi spinalni živci skozi incizuro intervertebralis caudalis tistega vretenca, po katerem se imenujejo in označujejo z ustreznimi simboli. Tako zapusti npr. 1. prsni živec hrbtenični kanal skozi foramen intervertebrale med 1. in 2. prsnim vretencem in ga označujemo s simbolom Th_1.

Samo po sebi je umevno, da lahko število hrbtenjačnih živcev variira, ustrezno individualno različnemu številu vretenc.

V nasprotju z možganskimi živci ne stopajo spinalni živci

v zvezo s hrbtnim mozgom kot enotni živčni trakovi, temveč izvirajo vedno z dvema anatomsko samostojnima in funkcionalno različno vrednima koreninama: eno dorzalno, radix dorsalis, ki vodi pretežno aferentna vlakna, in eno ventralno korenino, radix ventralis, ki sestoji v bistvu iz eferentnih nevritov. Vsaka korenina sestoji iz spremenljivega števila nežnih koreninskih vlaken, fila radicularia (npr. pri psu 3 - 19, pri konju 8 - 16), ki so v t.i. koreninskih conah bolj ali manj gosto razporejena (najgosteje v področju vratne in ledvene nabrekline in konusa medularisa) in izhajajo bodi kot močnejša in manj številna vlakna dorzalnih korenin v dorzalni stranski brazdi v eni vrsti, ali pa pahljačasto kot praviloma nežnejša in številnejša vlakna ventralnih korenin v 2 - 3 vzdolžnih vrstah. Kot intraduralni del potekajo živčne korenine konvergentno k durinim vratom, kjer prebijejo arahnoideo in durino cev, vzamejo s seboj durino ovojnico in potekajo kot ekstraduralni del korenine do ustrezne medvretenčne odprtine oz. stranske vretenčne odprtine (pri govedu v področju prsnih in prednjih ledvenih vretenc, pri prašiču pa v področju 1. do lo. prsnega vretenca). Ker pa izstopno mesto iz hrbteničnega kanala, durina vrata in koreninska cona večinoma ne ležijo topografsko na isti višini, živčne korenine običajno ne tečejo čisto transverzalno, niti v svojem intraduralnem, še manj pa v ekstraduralnem delu.

Zunaj durine cevi se snopi vlaken ventralne in dorzalne korenine združijo - navadno neposredno pred izstopom iz hrbteničnega kanala ali ob samem izstopu - v mešano vlaknato deblo spinalnega živca, truncus nervi spinalis. Neposredno pred združitvijo nahajamo v dorzalni korenini vretenast, sivo rdečkasto obarvan spinalni ganglij, ganglion spinale. Spinalni gangliji ležijo na splošno v medvretenčni odprtini ali stranski vretenčni odprtini ali pa neposredno zunaj nje. Samo zelo majhni gangliji križnih in repnih živcev so še znotraj hrbteničnega kanala, vloženi v živčne trakove konjskega repa, cauda equina. Lahko pa makroskopsko tudi manjkajo, če so ganglijske celice (kot priložnostno tudi pri 1. vratnem živcu) natresene samo v obliki večjih ali manjših celičnih gnezd kot ganglia aberantia med koreninskimi

nitmi. Dimenzije živčnih debel in spinalnih ganglijev znatno varirajo glede na vrsto živali in inervacijsko področje. Najmočnejše so v področju vratne nabrekline, kjer oblikujejo ploščate konglomerate.

Na vratnem delu hrbtenjače se pojavi, začenši med koreninsko cono 6. in 7. vratnega živca, poleg dorzalne in ventralne korenine spinalnega živca še lateralna korenina, v kateri se začenjajo fila radicularia spinalnega dela, pars spinalis, XI. možganskega živca,n. accessorius. Nožna koreninska vlakna izhajajo dorzalno od lig. dentikulatuma ob strani iz ventrolateralnega traku in se združijo v živčni trak, ki postaja proti glavi vedno močnejši in končno vstopi skozi foramen occipitale magnum v lobanjsko votlino, kjer se spoji z možganskim delom n. akcesoriusa.

Segmentalna razčlenitev in segmentalna topografija

Segmenti hrbtnega mozga so markirani s koreninskimi conami spinalnih živcev in so označeni z vrstilnimi števniki hrbtenjačnih živcev, izhajajočih v njihovem področju. Segmenti so med seboj v kontinuiranem stiku in zato tudi ne predstavljajo funkcionalno nikakršnih samostojnih enot. Njihova omejitev je potemtakem umetna in je svojevoljno nameščena v sredino med dve sledeči si koreninski coni. Kljub temu ima segmentalna topografija, tj. razmerje položaja segmentov hrbtenjače do posameznih vretenc iz patološko-anatomskih kot iz kliničnih vidikov tudi v veterinarski medicini določen praktičen pomen.

V nasprotju s človekom, pri katerem "ascensus medullae spinalis" nastaja enakomerneje, se za razmerje položaja posameznih segmentov hrbtenjače do glavnine vretenc ali trnastih podaljškov pri domačih sesavcih ne dajo postaviti splošno veljavna pravila. Jasna kranialna premaknitev se da dokazati samo na koncu hrbtnega mozga.

Na splošno je najprej treba ugotoviti, da leži pri mesojedih in kopitarjih vratni del hrbtenjače, grobo vzeto, v področju vratnega dela hrbtenice in prsni del hrbtenjače znotraj prsnega dela hrbtenice, in da dolžina posameznih hrbtenjačnih segmentov absolutno in relativno močno variira od vrste do vrste živali ustrezno

dolžini posameznih odsekov hrbtenice. Meja med vratnim in prsnim delom hrbtenjače leži pri mesojedih približno na polovici višine 7. vratnega vretenca, pri prašiču na njegovi zadnji tretjini, medtem ko se pri govedu pomakne kavdalno na sprednji rob in pri konju do zadnje tretjine 1. prsnega vretenca. Zadnji konec zadnjega segmenta prsnega dela hrbtenjače sega pri mački in govedu do prednjega roba 1. ledvenega vretenca, pri psu in prašiču se razteguje do sprednje tretjine 1. ledvenega vretenca, medtem ko pri konju sega samo še nekako do sprednje četrtine 1. ledvenega vretenca.

Z vzpenjanjem hrbtenjače, "ascensus medullae spinalis", ujemajoča se kranialna premaknitev segmentov hrbtenjače pride jasno do izraza šele v ledvenem in križnem delu hrbtenjače. Tako leži zadnji konec ledvenega dela hrbtenjače pri mački blizu zadnjega konca 7. ledvenega vretenca, pri konju na meji med 6. in 5. ledvenim vretencem, pri govedu pred zadnjim robom in pri psu ter prašiču nekako v sredini 5. ledvenega vretenca, medtem ko se ledveni del hrbtenjače pri človeku končuje že na zadnjem robu 12. prsnega vretenca.

Križni del hrbtenjače je pri vseh živalih zelo stisnjen in je najdlje premaknjen proti glavi. Pri mački leži še najdlje kavdalno, namreč med zadnjo četrtino 7. ledvenega vretenca in sprednjo tretjino križnice, torej neposredno pod prostorom, ki ga imenujemo spatium interarcuale lumbosacrale, in filum terminale sega do področja 1. repnega vretenca. Pri konju se razteguje pars sacralis hrbtenjače prek vsega področja 6. ledvenega vretenca in prve polovice 1. križnega vretenca, medtem ko filum terminale sega nekako do zadnjega roba 4. križnega vretenca. Trije poslednji segmenti križnega dela hrbtenjače ležijo torej še v področju ledveno križnega prostora, spatium interarcuale lumbosacrale. Pri govedu leži križni del hrbtenjače čisto v področju 6. ledvenega vretenca. Njegov 1. segment sega do zadnjega roba 5. ledvenega vretenca. Pod prostorom, spatium interarcuale lumbosacrale, nahajamo samo še repni del hrbtenjače in filum terminale, ki ga je možno zasledovati do kavdalne tretjine 4. križnega vretenca. Še malo dalje proti glavi leži križni del hrbtenjače pri prašiču, namreč med sredino 5. in spodnjo tretjino 6. ledvenega

vretenca, medtem ko sega filum terminale do zadnjega konca križnice. Najmočnejšo premaknitev križnega dela hrbtenjače v kranialno smer opažamo med našimi sesavci pri psu. Pri njem ležijo trije sakralni segmenti med kranialno tretjino 5. in prednjo četrtino 6. ledvenega vretenca, filum terminale pa se potegne skozi vso križnico. Pri človeku je končno križni del hrbtenjače "premaknjen" proti glavi do področja 1. ledvenega vretenca.

NOTRANJA ZGRADBA HRBTENJAČE

Že s prostim očesom spoznamo na sveži rezni ploskvi centralno položeno sivo rjavkasto gmoto bolj ali manj tipične oblike H. To je siva snov (sivina), substantia grisea, ki obdaja v mediani ravnini položeni centralni kanal, canalis centralis. Sivo snov krog in krog obdaja rumenkasto bel plašč medularne substance, bele snovi, substantia alba. Če primerjamo med seboj prečne reze, ki so napravljeni na različnih odsekih hrbtenjače, ugotovimo, da so ne samo oblika celotnega prečnega prereza, temveč tudi mere in odnos med sivo in belo substanco izrazito tipični za posamezne segmente.

Tako kaže vratni del hrbtenjače pri konju ovalen prerez, ki je na vratni nabreklini jasno dorzoventralno sploščen in se v C_1 začenja izenačevati z obliko prečnega reza podaljšane hrbtenjače. Rezna ploskev prsnega dela hrbtenjače pa je,nasprotno, okroglastega videza, postaja v ledvenem delu hrbtenjače zopet prečno ovalna z močno dorzoventralno sploščitvijo v L_3 in dobi ob naglo pojemajočem premeru v križnem in repnem delu hrbtenjače zopet okroglasto obliko.

Zelo poučno je razmerje med sivo in belo substanco na različnih odsekih hrbtenjače, kakor ga lahko doženemo s preračunavanjem površine sive in bele substance na prečnih prerezih skozi posamezne segmente hrbtenjače. Ne da bi se spuščali v posameznosti, spoznamo, da je siva snov predvsem močno razvita v vratni in ledveni nabreklini, in da ta nasproti beli substanci vedno bolj stopa v ospredje v križnem in repnem delu hrbtenjače. Bela snov pa kaže najmočnejšo razprostranjenost v C_6 in L_4 in proti glavi pridobiva na obsežnosti, kar je v zvezi s sumiranjem ascendentnih prevodnih prog v prsnem in vratnem delu hrbtenjače.

Mikroskopsko opazovanje prečne rezine hrbtenjače omogoča, da najprej že makroskopsko ugotovljive brazde zopet površno spoznamo. Odspodaj globoko zajedajoča se fissura mediana ventr. in od dorzalne mediane brazde do sive komisure segajoči septum dorsale medianum razdelita hrbtenjačo v dve simetrični polovici, ki se z belim in sivim spojem, commissura alba et grisea, in tukaj križajočimi se vlakni povezujeta med seboj anatomsko in funkcionalno. Na vsaki polovici hrbtenjače je dorzolateralno sulcus lateralis dors., prek katerega vstopajo koreninske niti dorzalne korenine spinalnih živcev, medtem ko fila radicularia ventralne korenine zapuščajo hrbtenjačo kot snopi posameznih vlaken in zaradi tega se ne izoblikuje jasen sulcus lateralis ventralis. V vratnem, pogosto pa tudi v sprednjem prsnem delu hrbtenjače, se da razlikovati med mediano vzdolžno brazdo in dorzalno stransko brazdo še en sulcus intermedius dorsalis, od katerega se bolj ali manj jasno spušča v dorzalni trak septum intermedium.

Siva snov, substantia grisea, kaže na prečnem prerezu že omenjeno obliko H ali razpetega metulja. Sestavljena je na vsaki strani iz večinoma vitkejšega dorzalnega roga, cornu dorsale, in navadno večjega in zavaljenejšega ventralnega roga, cornu ventrale, ter iz stranskega vmesnega dela, pars intermedia lat., ki povezuje oba rogova. Na ta del je v prsnem in sprednjem ledvenem delu hrbtenjače priključen majhen stranski rog, cornu laterale. Partes intermediae latt. obeh hrbtenjačnih polovic spaja tanka siva zveza, commissura grisea, ali substantia intermedia centralis, ki obdaja večinoma ozek centralni kanal, canalis centralis, in je zaradi tega razdeljena na sivi spoj, commissura grisea dors. in ventr. Tridimenzionalno predstavlja siva snov štirirobat žlebičast stebriček, ki se razteza skoz vso hrbtenjačo, kar ima za posledico, da dorzalni, ventralni in stranski rog pogosto imenujemo columna dors., ventr. in lat.

Divergentno proti dorzalni stranski brazdi potekajoča dorzalna rogova sta na svoji bazi bolj ali manj jasno zažeta (isthmus cornus dors.). Proti površini se vretenasto ali kijasto odebelita v glavo dorzalnega roga, caput cornus dors., in se nazadnje končujeta pod dorzalnim stranskim žlebom s konico dor-

zalnega roga, apex cornus dors. To obroblja ozka, spongiozna obrobna ali marginalna cona, zona marginalis s. spongiosa, ki je podložena z večinoma svetleje obarvano zdrizasto snovjo, substantia gelatinosa, ki v svoji debelosti močno variira in bistveno doprinaša k oblikovanju glave dorzalnega roga. Substantia gelatinosa je močno razvita predvsem v vratnem, zadnjem ledvenem in križnem delu hrbtenjače in povzroča tu posebno izraženo nabreklost dorzalnih rogov. Med konico dorzalnih rogov in površino hrbtenjače se vriva vedno ozek medularni mostiček, Lissauerjeva obrobna cona, zona terminalis. V vdolbini med stranskim in dorzalnim rogom najdemo nežno mrežico sive snovi, ki je predvsem jasno izražena na vratnem delu hrbtenjače, in jo imenujemo mreževina, formatio reticularis. Sicer pa je meja med sivino in belino gladka, če izvzamemo nežne, radialno v plašč beline raztegajoče se letvice sivine. V kotu med sivo komisuro in bazo dorzalnega roga leži v prsnem in sprednjem ledvenem delu hrbtenjače, pogosto pa tudi že v C_8, skupina karakterističnih ganglijskih celic, ki se medialno na bazi dorzalnega roga kažejo kot bolj ali manj jasna izboklina, in se imenuje Stilling-Clarkejev steber ali nucleus dors. oziroma v novejšem času nucleus thoracicus.

Tudi ventralna rogova sta različno močna, pač glede na višino prečnega prereza hrbtenjače in prav tako bolj ali manj močno divergirata.

Aksialno v substanciji intermediji centralis sive komisure ležeči in z ependimom prevlečeni ter s tekočino, liquor cerebrospinalis, napolnjeni osrednji kanal, canalis centralis, obdaja koncentracija glije, ki je brez živčnih celic, tj. centralna zdrizasta snov, substantia gelatinosa centralis, ki v križnem in repnem delu hrbtenjače pridobiva na debelosti. V lumenu centralnega kanala najdemo pri mnogih vretenčarjih nitasto tvorbo, ki močno lomi svetlobo, Reissnerjevo nit, ki jo npr. pri konju lahko dokažemo do v filum terminale. Njena funkcija ni znana.

Centralni kanal je v zvezi s 4. možganskim prekatom in teče skoz celotni hrbtni mozeg do v filum terminale int. Njegov lumen je na splošno ozek. Glede na vrsto živali se oblike prečnih rezov in notranje mere kanala na posameznih odsekih hrbtenjače spre-

minjajo. V križnem delu hrbtenjače dobi osrednji kanal navadno jasno visoko ovalno obliko prečnega reza. V repnem delu hrbtenjače pa se med gubanjem svoje stene razširi v relativno obsežen končni prekat, ventriculus terminalis. Le-ta se ventralno in dorzalno vedno bolj širi proti površini in pride pri konju v Cd_3 dorzalno, pri ovci pa v sprednjem delu konca hrbtenjače ventralno čisto na površino. S tem pride do komunikacije kanala s subarahnoidealno votlino, cavum subarachnoideale. Ali je ta spoj med ventrikulusom terminalisom in leptomeningealno votlino, cavum leptomeningicum, skupen vsem sesavcem, ali pa gre pri tem morda za postmortalen umetni produkt, še ni povsem jasno. Centralni kanal lahko na posameznih mestih (npr. pri človeku) tudi totalno zakrni (npr. pri mnogih kitih), ne da bi zaradi tega nastopile funkcionalne motnje.

Bela snov, substantia alba, sestoji v glavnem iz živčnih vlaken z mielinsko ovojnico, ki ji na svežih reznih ploskvah dajejo slaninasto-bel lesk. Bela snov ovija sivo snov popolnoma kot nepretrgan medularni plašč. Ta se da razdeliti na dva, že makroskopsko jasno razmejena svežnja, dorzalni sveženj, funiculus dorsalis, in ventrólateralni sveženj, funiculus ventrolateralis.

Dorzalni sveženj je med dorzalno mediano brazdo oz. medianim pretinom, septum medianum dors., sive komisure in dorzalnim rogom ter cono terminalis, ki je priključena na njegovo konico proti površini in je pri človeku znatno močneje razvit kot pri sesavcih. Dorzomedialno od cone terminalis in od dorzalnega roga se nahaja ostro omejena vstopna cona niti dorzalnih korenin spinalnih živcev. Na sprednjem prsnem in vratnem delu hrbtenjače razdeli septum intermedium, ki poteka od dorzalne sredsrednje brazde, sulcus intermedius dors., v globino, dorzalni sveženj v nežnejši, medialno ležeči snopič, fasciculus gracilis ali Gollov snopič, in klinasti, lateralno priključeni fasciculus cuneatus ali Burdachov snopič. Ta razdelitev je pri naših živalih na splošno jasno vidna šele na vratnem delu hrbtenjače, pri čemer je fasciculus gracilis pri kopitarjih v C_1 in C_2 potisnjen od močnega fascikulusa kuneatusa v globino dorzalne

mediane brazde in ga Burdachov snopič delno pokriva.

Ventrolateralni sveženj oblikuje medularni plašč med fisuro mediano ventr. in dorzalno stransko brazdo ter obdaja torej ves ventralni rog kot tudi lateralna obrobna področja vmesnega dela, pars intermedia, in dorzalnega roga ter je pri živalih močnejši kot pri človeku.

MOŽGANI, ENCEPHALON

Možgane delimo v naslednje glavne odseke:

rombasti možgani rhombencephalon	podaljšani hrbtni mozeg myelencephalon
	zadajšnji del možganov metencephalon
srednji možgani mesencephalon	
	vmesni možgani diencephalon
sprednji možgani prosencephalon	končni možgani telencephalon

Brez ozira na razvoj lahko možgane sesavcev razdelimo na velike možgane, cerebrum, male možgane, cerebellum, in možgansko deblo, truncus encephali.

Možgani ležijo, obdani z možganskimi opnami, meninges, in solidno koščeno kapsulo možganske lobanje, v lobanjski votlini, cavum cranii. Pri domačih sesavcih je cavum cranii razdeljen v sprednjo, veliko in zadajšnjo, malo lobanjsko votlino. V veliki lobanjski votlini ležijo veliki možgani s sprednjimi deli možganskega debla, v mali pa vsi rombasti možgani. Mejo med votlinama tvorijo koščeni šotor nad malimi možgani, tentorium cerebelli osseum, ki štrli v lumen (mesojedi, konj), oz. navzkrižna vzpetina, eminentia decussata (prašič, prežvekovavci), kakor tudi crista petrosa (mesojedi, govedo in konj) oz. crista squamosa (prašič) in kožnati šotor nad malimi možgani, tentorium cerebelli membranaceum, ki izhaja iz koščenih letvic.

Medtem ko je možgansko deblo pri človeku, zaradi močnega razvoja velikih možganov in pokončne telesne drže, med srednjimi in vmesnimi možgani približno pravokotno nalomljeno iz horizontale

v vertikalo, in je celotni rombencefalon pod obema hemisferama velikih možganov, ostaja truncus encephali pri domačih sesavcih iztegnjen in posamezni odseki možganov ležijo še naprej na prvotni način razporejeni drug za drugim na bazi lobanje. Bolj ali manj izraženo dorzalno konveksno zakrivljenje možganskega debla najdemo šele na prehodu podaljšanega hrbtnega mozga v hrbtenjačo pri izstopu iz lobanjske votline v področju atlantookcipitalnega prostora, spatium atlantooccipitale.

Možgani so pri raznih vrstah živali položeni zelo različno nasproti lobanjskemu svodu. To je tudi razumljivo spričo različne konstrukcije nevrokraniuma pri raznih vrstah živali. V nobenem primeru niso anatomski pogoji za možganske kirurške ali eksperimentalne posege pri nobenem našem domačem sesavcu - morda z izjemo mačke in kratkoglavih psov - tako ugodni kot pri človeku.

Tako so mali možgani pri vseh domačih sesavcih pomaknjeni v področje zatilnične luske in so zato zaradi različno močno izstopajoče linee nuchalis superior (pes, prašič, konj) oz. protuberancije intercornualis (govedo) in močne tilniške in zatilniške muskulature s površine težko dostopni. Med poloblama velikih možganov je pri dolgoglavih pasmah psov in pri konju v čelnem področju čelna votlina, v parietalnem in okcipitalnem področju pa crista sagittalis ext. in močni m. temporalis. Pri prašiču in govedu pa se vrivajo med možgane in površino lobanje kompliciramo razdeljene votline sinusa frontalisa. Samo pri mački, kratkoglavih psih in brezrogih malih prežvekovavcih ležijo veliki možgani predvsem v frontalnem in parietalnem področju, v neposredni bližini površine glave.

Medtem ko so možgani pri človeku najimpozantnejši organ glave, stopajo pri domačih sesavcih, predvsem pri kopitarjih, v odnosu do skupne gmote glave v ozadje. Sodeč po skušnjah se nagibamo vedno znova k temu, da si čelni pol možganov predstavljamo položen predaleč rostralno. To lahko pripelje do neprijetnih presenečenj, kadar naj bi omamili žival s strelom v možgane. Pri govedu in konju ležijo možgani med prečno ravnino v višini linee nuchalis superior oz. zadnjega roba protuberancije intercornualis (zadajšnje mejno področje) in prečno ravnino, ki si jo zamišljamo

položeno na zadnji rob očesnega loka oz. proc. zygomaticus čelnice (sprednje mejno področje). Pri mesojedih, prašiču in malih prežvekovavcih pa se čelni pol in bulbus olfactorius potiskata še med orbiti, tako da je prednje mejno področje možganov določeno s prečno ravnino, ki teče ob nazalnem robu proc. zigomatikusa (mesojedi) ali pa skozi sredino dorzalnega roba orbite (prašič, mali prežvekovavci).

Zunanja oblika možganov

1. S p l o š e n p r e g l e d: če hočemo študirati zunanjo obliko eksenteriranih možganov, moramo odstraniti duro, arahnoideo in površinske žile.

Na dorzalni ploskvi možganov opazimo obe polobli, hemisferi velikih možganov, cerebrum, ki ju imenujemo tudi hemisferni možgani, hemisphaerium, ali možganski plašč, pallium. Nadalje vidimo tudi male možgane, cerebellum, in zadnji konec možganskega debla, truncus s. caudex. Večji del možganskega debla pa pokrivajo mali možgani in hemisferi. Med hemisferi se vriva mediana podolžna reža možganov, fissura longitudinalis cerebri, ki obe polovici možganskega plašča rostralno in kavdalno popolnoma ločuje. V srednjem področju pa sta med seboj spojeni z možganskim prečnikom, corpus callosum, ki oblikuje dno podolžne reže možganov kot močna komisura neopaliuma. Medtem ko je površina paliuma pri nižjih vretenčarjih gladka (lisencefalični možgani), je pri domačih sesavcih opremljena z brazdami, sulci, in vijugami, gyri (girencefalični možgani), ki so oblikovani specifično za vsako živalsko vrsto.

Na vsaki hemisferi lahko razlikujemo izboklo, dorzolateralno ploskev, facies convexa, ravno medialno ploskev, facies medialis, in spodnjo ploskev, možganski spodek, facies basilaris. Nadalje razlikujemo sprednji ali čelni pol, polus rostralis s. frontalis, in zadajšnji ali zaglavni pol, polus caudalis s. occipitalis. Zaglavni pol hemisfernih možganov in mali možgani so drug od drugega ločeni s prečno režo možganov, fissura transversa encephali, ki poteka pravokotno na podolžno režo možganov in sega do možgan-

skega debla.

Če vzdignemo zaglavna režnja hemisfer in ju ločimo od sprednje ploskve malih možganov, ki jih bolj ali manj pokrivata, postane viden ves cerebellum in pred njim v globini plošča stropa ali četveroglavičja, lamina tecti s. quadrigemina, srednjih možganov. Površina malih možganov je komplicirano lamelirana. Značilna je po številnih ozkih malomožganskih vijugah ali listih, folia cerebelli, in prav tako številnih, plitvih brazdah malih možganov, sulci cerebelli. Grobo anatomsko lahko razlikujemo še mediani črv, vermis, ki je pri domačih sesavcih v nasprotju s človekom obsežen, in obe stranski malomožganski polobli, hemisphaeria cerebelli.

Dosti poučnejši sta stranska in ventralna možganska ploskev, kajti zlasti na slednji se da že do neke mere razpoznati in omejiti pet glavnih možganskih odsekov.

Na možganskem spodku, basis encephali, opazimo najprej največji del možganskega debla, truncus encephali, ki je poudarjeno posebno na živalskih možganih in predstavlja rostralno nadaljevanje hrbtenjače. Njegov najkavdalnejši odsek oblikuje podaljšani hrbtni mozeg, medulla oblongata, ki je nasproti hrbtenjači močno razširjen in predstavlja myelencephalon. Nanj se pri sesavcih rostralno navezuje široka, prečno potekajoča nabuhlina, most, pons (Varoli), s katerim so dorzalno povezani mali možgani, katerih hemisferi na obeh straneh segata čez možgansko deblo. Most in mali možgani so deli zadajšnjih možganov, metencephalon.

Pred mostom ležita rostralno divergirajoča možganska rokava, crura s. pedunculi cerebri, ki spadata k srednjim možganom, mesencephalon. Ta dva obdajata bazalne dele vmesnih možganov, diencephalon, in možganski privesek, hypophysis, in se nato potopita na obeh straneh v globino pod vidno progo, tractus opticus. Rostralni zaključek vmesnih možganov oblikuje križanje vidnikov, chiasma opticum.

Na vmesne možgane se rostralno in lateralno priključujejo končni možgani ali veliki možgani, telencephalon ali cerebrum.

Njihovi polobli pokrivata kot plašč možgansko deblo dorzalno in deloma tudi lateralno do malih možganov. Facies basilaris velikih možganov obsega pri domačih sesavcih - v nasprotju s človekom - večji del vohalnih betičev, bulbi olfactorii, in ostalih bazalnih delov vohalnih možganov, pars basalis rhinencephali, ki so lateralno jasno omejeni z markantnim žlebom, sulcus rhinalis lat. Pred in nad križanjem, chiasma, se nahaja siva zaključna plošča, lamina terminalis grisea.

Na možganski bazi izstopa 12 možganskih živcev, nervi craniales, ki jih v rostrokavdalnem vrstnem redu opremljamo s številkami I do XII.

I. N. olfactorius - to je celota v bulbus olfactorius vstopajočih niti - fila olfactoria
II. N. opticus - predstavlja pravzaprav modificirani možganski del in se zato imenuje - fasciculus opticus
III. N. oculomotorius
IV. N. trochlearis
V. N. trigeminus
VI. N. abducens
VII. N. intermediofacialis
VIII. N. vestibulocochlearis s. statoacusticus
IX. N. glossopharyngeus
X. N. vagus
XI. N. accessorius
XII. N. hypoglossus

Vsi možganski živci, razen prvega izhajajo iz možganskega debla, pri čemer izstopajo VI. do XII. iz medule oblongate.

S primerjalnim opazovanjem možganov naših domačih sesavcev lahko - kljub v osnovi enako zasnovanem načrtu - že na prvi pogled opazimo celo vrsto znamenj, tipičnih za vrsto živali.

Tako kaže slika vijug na poloblah velikih možganov pri mesojedih najenostavnejše odnose, medtem ko se pri rastlinojedih zdi kompliciran in sprva zmedena; prašič pa tudi tukaj zavzema neke vrste vmesni položaj. Pri mački, in še bolj izrazito pri psu, potekajo brazde in vijuge predvsem v lokih okrog

poke, imenovane fissura pseudosylvia, medtem ko je pri prašiču jasno izražena samo druga ločna vijuga, dorzalno priključeni sulci in gyri pa so bolj sagitalno orientirani. Razločno prečno k fisuri longitudinalis cerebri potekajoči sulcus cruciatus označuje predvsem dorzalno ploskev možganov pri mesojedih. Pri prežvekovavcih in pri konju je površinski relief možganskega plašča bolj zapleten. Poleg glavnih brazd, ki so nerazločne in potekajo predvsem sagitalno, je še veliko število krajših, zelo variabilnih stranskih vijug, s čimer dobijo vijuge bolj vijugast potek.

Pri govedu so vijuge znatno bolj zavaljene, brazde pa so globlje in širše kot pri konju. Pri malih prežvekovavcih so videti vitkejše. Pri mesojedih so vohalni možgani ob strani večidel pokriti z možganskim plaščem, medtem ko so pri prašiču, prežvekovavcih in konju vidni tudi na lateralnem delu.

Možgani pri mački se zdijo stisnjeni, kajti možganski plašč je le malo daljši kot širši. Največji premer doseže med srednjo in zadnjo tretjino. Vohalna betiča sta bilateralno komprimirana, tesno stisnjena drug ob drugega in znatno presegata frontalni pol hemisfer.

Celotna oblika možganov pri psu močno variira glede na pasmo. Dolgoglave pasme imajo podolgovate, rostralno zožujoče se možgane. Facies convexa hemisfer se znižuje od okcipitalnega do frontalnega pola, medtem ko se temporalni pol razprostira predvsem ventralno. Kavdalni deli vohalnih možganov ležijo ob strani nad hemisferami. Ker sta hemisferi pred sulkusom presilviusom vrhu tega jasno bilateralno zadrgnjeni, je videti možganski plašč rostralno zašiljen. Močna, drug na drugega stisnjena vohalna betiča sta pred frontalnim polom hemisfer visoko zavihana in ga rostralno znatno presegata. Temu nasprotno se odlikujejo ekstremno kratkoglave pasme s skoraj kroglastimi možgani. Frontalni pol je topo zaobljen, in za možgane pri psu sicer tako tipična stranska zažetina rostralno od sulkusa presilviusa popolnoma manjka. Bulbusa olfaktoriusa ne ležita pred, temveč pod frontalnim polom hemisfer, zaradi česar so bazalni vohalni možgani in možgansko deblo videti nenavadno kratki in stisnjeni.

Na prašičevih možganih vzbuja pozornost predvsem relativno močna razvitost vohalnih možganov v ventralni in lateralni smeri. Vohalna betiča štrlita rostralno tudi znatno čez frontalni pol hemisfer. Med seboj se ne dotikata ter sta s svojo osnovno ploskvijo obrnjena k sitki in orientirana navzdol. Nasproti vohalnim možganom, možganskemu deblu in malim možganom je možganski plašč razmeroma slabo razvit. Rostralno se polagoma zašiljuje in facies convexa pada precej strmo proti frontalnemu polu. Razmeroma majhna hipofiza je na dolgem držaju.

Možgani goveda so v celoti kratki in čokati. Možganski plašč, ki se odlikuje z zavaljenimi vijugami, je v širino najbolj razvit med srednjo in zadnjo tretjino ter se rostralno le malo zožuje. Frontalni pol je zaobljen. Oba, drug od drugega ločena, vohalna betiča se prebijata dorzalno okrog frontalnega pola hemisfer in se mu neposredno prilegata. Relativno velika hipofiza je z možgansko bazo povezana z dolgim infundibulomom.

Konjski možgani so v primerjavi z govejimi vitkejši in stegnjeni. Gyri so ožji, slika vijug pa je bolj kompliciran. Možganski plašč se zožuje rostralno le malo, hemisferi pa imata širok, navzpred izbočen frontalni pol, kateremu se dorzalno zvita vohalna betiča tesno prilegata. Dorzoventralno sploščena hipofiza ima sama kratek držaj.

Velikost in teža možganov

Velikost in teža možganov nista odvisni samo od filogenetične razvojne stopnje, temveč sta v medsebojnem razmerju tudi s telesno velikostjo in s telesno težo določene vrste ali posameznega osebka. Tako imajo manjše živali glede na svojo telesno težo relativno težje možgane kot velike živali.

Absolutna teža možganov znaša po Mührju npr. pri slonu z 2o46 kg telesne teže 466o g, pri grönlandskem kitu telesne teže 6225o kg 249o g in pri miši telesne teže 12,4 g o,4 g. Relativna teža možganov, ki jo dobimo iz razmerja - možganska teža : telesna teža, ali možganska teža izražena v odstotkih glede na telesno težo, kaže naslednje vrednosti: pri slonu 1 : 439, pri grönland-

skem kitu 1 : 25ooo in pri miši 1 : 31. Možganska teža pri slonu znaša o,22%, pri grönlandskem kitu o,oo4 % in pri miši 3,22 % telesne teže. Pri gorili telesne teže 9o,5 kg znaša absolutna teža možganov 425 g, pri človeku s telesno težo od 6o do 72 kg pa 13oo - 15oo g. Ustrezne relativne teže so pri gorili 1 : 213 ali o,46 % in pri človeku 1 : 46 - 48 ali 2,o - 2,3 %. Od vseh navedenih sesavcev ima torej miš relativno najtežje možgane, človek pa nikakor ni na vrhu niti po absolutni niti po relativni teži možganov. Vendar ima samo človek sočasno tako absolutno in relativno težke možgane. Največji delež pri silnem prirastku velikosti možganov pri sesavcih imajo deli novih možganov, zlasti močan razvoj neopaliuma.

Poučno je končno tudi razmerje med težo možganov in težo hrbtenjače. Ustrezne povprečne vrednosti so: pri mački 3,4 : 1, pri psu 4,5 : 1, pri prašiču, govedu in konju 2,o : 1 in pri človeku 4o - 48 : 1.

Iz teh številk lahko sklepamo, da imajo možgani kot nadrejeni integracijski in regulacijski organ živčnega dogajanja pri človeku čisto drug in večji pomen kot pri domačih sesavcih.

Kot so pokazala raziskovanja Klatta (1921), Herreja (1958) in Stephana (1954), se je zaradi domestikacije tudi teža možganov zmanjšala za nekako 2o - 3o % nasproti divjim oblikam enake telesne velikosti. Pri tem se je zmanjšal predvsem neopallium.

MAKROSKOPSKI OPIS POSAMEZNIH MOŽGANSKIH DELOV

I. Končni možgani, telencephalon

Končni možgani, telencephalon, sestojijo iz dveh polovic, hemisfer, hemisphaeria, in majhnega neparnega srednjega dela, telencephalon medium, ki povezuje hemisferi oz. njune notranje prostore, stranska prekata, med seboj in z vmesnimi možgani, diencephalon, oz. s tretjim ventriklom. Končni možgani predstavljajo nekdanji telencephalon impar.

Vsaka hemisfera sestoji iz zunaj nevidnega debelnega dela

telencefalona, ganglijskega ali črtastega gričkа, corpus striatum, in iz možganskega plašča, pallium. Ker je telencephalon kot onto- in filogenetično najmlajši odsek možganov pri sesavcih postal najmočnejši del možganov, ga imenujemo tudi veliki možgani, cerebrum.

A. M o ž g a n s k i p l a š č, p a l l i u m

Možganski plašč sestoji: 1. iz dveh filogenetično starih delov, palaeopallium in archipallium, ki skupaj oblikujeta prvotne vohalne možgane, rhinencephalon, in 2. iz dorzalno med palaeo- in archipallium vrinjen najmlajši odsek plašča, neopallium. Slednji je funkcionalno nadrejen integracijski in koordinacijski center, pa zato stalno pridobiva na pomembnosti. Zaradi tega se pri sesavcih neprestano makro- in mikrostrukturalno dograjuje.

1. V o h a l n i m o ž g a n i, rhinencephalon: prvotno so obsegali palaeopallium, ki zavzema bazo hemisfer, in archipallium, ki je prestavljen na facies medialis hemisfere, kot tudi rostralno od sive zaključne plošče, lamina terminalis grisea, leže̊če, omejeno področje medialne stene hemisfer. Čeprav danes vemo, da imajo ti trije tako različno leže̊či, med seboj pa spojeni odseki možganskega plašča, samo delno direktno opravka z zaznavanjem vonja, jih - predvsem iz filogenetičnih osnov - štejemo še vedno k vohalnim možganom.

Ti vohalni možgani v širšem smislu se dajo razdeliti v:
a) pars basalis rhinencephali, ki jo oblikuje palaeopallium, in
b) pars septalis rhinencephali, ki zavzema omejeno področje medialne stene hemisfer rostralno od lamine terminalis, in
c) pars limbica rhinencephali, ki jo reprezentira archipallium.

a) Pars basalis rhinencephali predstavlja vohalne možgane v ožjem smislu; kajti ta daje morfološki substrat za zaznavanje vonja in se zato po pravici imenuje vohalni reženj, lobus olfactorius.

Oba, v fosi etmoidei sitke leže̊ča, vohalna betiča, bulbi olfactorii, sta pri vseh domačih sesavcih bolj ali manj močno razvita. Njuna, lamini cribriformis prilegajoča se površina, se zdi, da je prevlečena s klobučevinasto oblogo, ki jo oblikujejo vohalne niti, fila olfactoria, vohalnega živca, n. olfactorius.

Vohalni betič se prilega frontalnemu polu možganskega plašča ventralno, deloma pa tudi rostralno.

Na bulbus olfactorius se navezuje kratki, toda močni vohalni pecelj, pedunculus olfactorius. Proti vohalnemu betiču ga razmejuje žleb, sulcus limitans bulbi olfactorii, in se kavdalno razcepi v slabotnejšó medialno in močnejšo lateralno vohalno vijugo, gyrus olfactorius med. in gyrus olfactorius lat. Obe vohalni vijugi sta sestavljeni iz sive snovi in od strani omejujeta trikotno, pri makrosmatikih rahlo izbočeno polje, vohalni trikot, trigonum s. tuberculum olfactorium. Na površini vohalnih vijug, obrnjeni k vohalnemu trikotniku, nahajamo dva ozka traka bele snovi, tractus olfactorius lat. in tractus olfactorius med., ki ju imenujemo tudi stranski in sredinski vohalni trakec, stria olfactoria lat. et med. Njima se pridruži tudi bolj v globini ležeča proga, tractus olfactorius intermedius. Na bazo tuberkuluma olfaktoriuma se kavdalno brez ostre meje navezuje s finimi luknjicami preluknjana substantia perforata rostralis. Ta oblikuje skupaj s tuberkulumom vohalno polje, area olfactoria. Zadajšnji zaključek aree olfaktorije oblikuje gyrus diagonalis ali diagonalna Brocova vez, ki prihaja od medialne hemisferne ploskve.

Medtem ko rostromedialno z nerazločnim žlebom, sulcus rhinalis med., omejeni gyrus olfactorius med. poteka prek ventralnega roba paliuma proti medialni ploskvi hemisfere in se združi s pars septalis rhinencephali, je pomembno močnejši gyrus olfactorius lat. prek pars rostralis markantne, vsem sesavcem lastne brazde, sulcus rhinalis lat., ločen od neopaliuma in proti tuberkulumu olfaktoriumu s plitvo brazdo, sulcus endorhinalis, razmejen.

Kavdalno prehaja lateralna vohalna vijuga z dorzolateralno konveksno krivino v topostožčasti hruškasti reženj, lobus piriformis, ki je nasproti neopaliumu omejen s pars caudalis sulkusa rinalisa lateralisa. Medialno prehaja lobus piriformis brez ostre meje v limbični del, pars limbica, ki kljukasto objema srednje in vmesne možgane. Lobus piriformis je pri domačih sesavcih močno razvit, v čemer se razlikuje od človeškega.

Dorzalno od prehoda girusa olfaktoriusa lat. v lobus piriformis je fossa lateralis cerebri, ki označuje tudi mejo med rostral-

nim in kavdalnim delom sulkusa rinalisa lateralisa. Rostromedialno orientirani vrh hruškastega režnja, caput lobi piriformis, strmo pada proti girusu diagonalisu in traktusu optikusu in je najrazločneje razdeljen pri kopitarjih z dvema plitvima brazdama na apikalni gyrus semilunaris in bazalno priključeni gyrus ambiens, ki se rostralno spajata z girusom oz. traktusom olfaktoriusom lat. Pod girusom semilunarisom leži mandljasto telo, corpus amygdaloideum. Gyrus ambiens pa se medialno spaja s kljukastim koncem girusa hipokampalisa, tuberculum hippocampi, ki je pri človeku in prašiču posebno razločen. Pri mesojedih je lobus piriformis na svoji površini gladek. Pri prašiču, govedu in predvsem pri konju pa je lateralno zbrazdan s plitvimi podolžnimi brazdami, ki omogočajo razlikovati gyrus sagittalis med. in gyrus sagittalis lat. lobi piriformis.

b) Pars septalis in pars limbica rhinencephali sta anatomsko in funkcionalno najtesneje združeni z neopaliumom. Če ju opazujemo izolirano, ju le stežka razumemo. Zato bomo ta dva nespecifična dela vohalnih možganov v širšem smislu pobliže opisali pod pojmom lobus limbicus šele po orisu neopaliuma in komisur.

2. N e o p a l l i u m: Filogenetično najmlajši del možganskega plašča, neopallium, zavzema dorzolateralno, delno pa tudi medialno področje hemisfer in zaradi tega se zdi, da je vrinjen med bazalni palaeopallium in medialni archipallium. Lateralno ga omejuje sulcus rhinalis lat., medialno pa predvsem sulcus cinguli, pa tudi sulcus genualis in sulcus splenialis.

Neopallium predstavlja tisti del možganskega plašča, katerega površina je pri višjih sesavcih značilna po bolj ali manj izraženi sliki brazd in vijug. Pri človeku, pa tudi npr. pri slonu in kitu (cetaceae), je neopallium posebno močno razvit in njegov površinski relief je zaradi zelo številnih brazd in vijug posebno kompliciran. Zdi se, da je od vseh brazd neopaliuma, ki jih pobliže opisujemo šele kasneje, vsem sesavcem skupna samo fissura sylvia s. lateralis cerebri (Sylvii) oz. fissura pseudosylvia. Le-ta poteka od fosse lateralis cerebri večinoma kavdodorzalno.

Na dnu fose lateralis cerebri se nahaja bolj ali manj ostro omejeno področje skorje, ki se z napredujočim razvojem spusti v globino fisure lateralis cerebri in se imenuje otok, insula cerebri. Otok je nekako mirujoči pol, okrog katerega se polkrožno odigrava razvoj gmote neopalium v, glede na vrsto živali, tako različni stopnji.

Hemisferi sta na zelo kompliciran način v zvezi med seboj in z možganskim deblom oz. vmesnimi možgani.

3. K o m i s u r e. Na medianem prerezu skoz možgane opazimo najprej močno komisuro neopaliuma, možganski prečnik, corpus callosum, ki povezuje hemisferi. Njegov kljun, rostrum corporis callosi, je kavdoventralno povezan z nežno zaključno ploščo sprednjih možganov, lamina terminalis grisea, rostralno pa prehaja v koleno prečnika, genu corporis callosi. Na dnu fisure longitudinalis cerebri leži deblo prečnika, truncus corporis callosi, ki kavdalno oblikuje prečnikovo žmulo, splenium corporis callosi.

Možganski prečnik je filogenetično mlada tvorba sesavskih možganov, ki monotrematom in marsupialijam še manjka in doseže pri človeku najmočnejši razvoj. Oblikuje ga transverzalno orientirana plošča dvocevnih komisurnih vlaken, ki kot t.i. žarkovje prečnika, radiatio corporis callosi, vstopajo v medularno telo hemisfer. Tukaj se pahljačasto razširijo, se usmerijo k frontalnemu in okcipitalnemu polu in se prepletajo s projekcijskimi in asociacijskimi vlakni. Prečnikova vlakna povezujejo ustrezna področja skorje obeh polobel velikih možganov med seboj in oblikujejo v področju debla, truncus, in žmule, splenium corporis callosi, streho stranskega prekata.

Neposredno pred prehodom prečnikovega kljuna v sivo zaključno ploščo, lamina terminalis grisea, leži filogenetično stara, pri vseh vretenčarjih prisotna prečna vez vohalnih možganov, sprednja komisura, commissura rostralis. Pri domačih sesavcih se le-ta deli na obeh straneh v pomembno močnejši del, ki teče k bulbusu olfaktoriusu, pars rostralis, in slabotnejši del, ki teče prek lečnega jedra k lobusu piriformisu, pars caudalis.

Neposredno za spodnjo komisuro se lamini terminalis pridru-

ži možganski svod, fornix, ki pod žmulo doseže središčno ravnino in kot obok prekriva vmesne možgane; od tod mu tako ime. Fornix sodeluje pri oblikovanju ventromedialne stene stranskih prekatov in ima v svojem kavdalnem področju vdelano komisuro, commissura fornicis s. hippocampi.

Med svodom in prečnikom se razpenja prvotno iz dveh medularnih listov sestavljena tanka lamela, prozorni pretin, septum pellucidum s. telencephali, ki je zgrajen iz živčnih vlaken z mielinsko ovojnico in sivih jedrskih gmot in ločuje stranska prekata v mediani ravnini. Medtem ko ostajata medularna lista pri človeku medseboj ločena in tvorita cavum pellucidi, sta pri domačih sesavcih praviloma medsebojno zlepljena. Rostroventralno nahajamo v septumu pelucidumu, predvsem pri prašiču in drugih makrosmatikih, znatna nakopičenja ganglijskih celic, ki jih imenujemo nuclei septi.

4. L o b u s l i m b i c u s. Commissura rostralis, corpus callosum in septum pellucidum kot tudi prednji del možganskega debla so obročasto obdani od tistih filogenetično starih struktur medialne stene hemisfere, ki jih imenujemo s skupnim imenom lobus limbicus. Ti predstavljajo nespecifične dele vohalnih možganov v širšem smislu, ki niso neposredno soudeleženi pri olfakciji, in se delijo v : a) pars septalis rhinencephali in b) pars limbica rhinencephali.

a) Pars septalis rhinencephali je prek girusa olfaktoriusa med., ki je pri domačih sesavcih upognjen proti medialni ploskvi hemisfere, v zvezi z lobusom olfaktoriusom. Pars septalis rhinencephali sestoji iz: 1. predkomisuralnega polja, area praecommissuralis, ki je zopet sestavljeno iz pod kolenom prečnika ležečega polja, area subcallosa s. adolfactoria, in paraterminalne vijuge, gyrus paraterminalis s. subcallosus, ki poteka pred sivo zaključno ploščo, lamina terminalis grisea, in pod kljunom prečnika, 2. iz girusa diagonalisa ali diagonalne Brocove vezi, in 3. iz prozornega pretina, septum pellucidum, oz. njegovih področij jeder. Pars septalis je mogoče pregledati že na medianem prerezu skoz možgane.

b) Pars limbica rhinencephali postane vidna večinoma šele tedaj, ko možgansko deblo za sulkusom terminalisom vmesnih možganov prekinemo in ločimo od velikih možganov. Rostralno je v direktni zvezi z areo praecommissuralis septalnega dela in obroblja možganski prečnik rostralno, dorzalno in kavdalno, se nato zapogne navzpred - navzdol, od strani obdaja srednje in vmesne možgane in prehaja lateralno v lobus piriformis.

K pars limbiki rinencefalona sodijo: 1. Siva živčnina, induseum griseum corporis callosi, ki leži neposredno na možganskem prečniku v žlebu, sulcus corporis callosi, in je izoblikovana kot gyrus supracallosus; 2. Hipokampusova ali Ammonova formacija, in 3. Gyrus cinguli.

Lobus limbicus predstavlja najobsežnejše področje tistega funkcionalnega sistema, ki ga danes na splošno imenujemo limbični sistem.

O limbičnem sistemu kot celoti in njegovem funkcionalnem pomenu bomo podrobneje poročali šele kasneje. Že sedaj pa naj omenimo, da predstavlja limbični sistem važen integracijski center, ki koordinira senzorične, somatične, visceralne in verjetno tudi hormonalne procese in jih usmerja v harmonično delovanje.

Treba pa je še podrobneje opisati posamezne komponente limbičnega dela vohalnih možganov, pars limbica rhinencephali.

1. G y r u s c i n g u l i. Gyrus cinguli izhaja pri domačih sesavcih pod kolenom možganskega prečnika brez ostre meje iz polja, tj. area praecommissuralis partis septalis rhinencephali, se prevrže rostralno okrog genu corporis callosi na njegovo dorzalno stran, poteka paralelno z deblom možganskega prečnika do žmule, splenium corporis callosi, se upogne nato zopet rostroventralno in se nadaljuje v gyrus parahippocampalis. Ta, od girusa cinguli in girusa parahipokampalisa oblikovana vijuga medialne ploskve hemisfere, ki v tričetrtinskem krožnem loku obdaja možganski prečnik in možgansko deblo, se imenuje tudi gyrus fornicatus.

Gyrus cinguli predstavlja samo pri konju, včasih pa tudi pri govedu in psu enotno možgansko vijugo. Pri mački, prašiču

in pri malih prežvekovavcih, navadno pa tudi pri psu in govedu, je sestavljen iz rostralnega girusa genualisa in kavdalnega girusa splenialisa. Na prehodu od girusa cinguli v gyrus parahippocampalis se nahaja pri človeku in pri psu razločna zažetina, ki jo imenujemo isthmus gyri cinguli s. fornicati.

2. H i p o k a m p u s o v a f o r m a c i j a. K hipokampusovi formaciji sodijo: a) hippocampus ali Ammonov rog, cornu ammonis, b) gyrus parahippocampalis, c) gyrus dentatus in d) fimbria hippocampi in fornix.

Pri domačih sesavcih prehaja gyrus parahippocampalis v lobus piriformis in se končuje rostralno z unkusom, ki se kljukasto prevrže navzgor in navzad. V nasprotju s človekom uncus pri domačih sesavcih ni razločno oddeljen od girusa parahipokampalisa. Incisura unci je nakazana samo pri konju. Zdi se, da pri drugih živalih namesto nje nastopa na dorzomedialnem robu piriformisove glave ploska grbica, ki jo imenujemo tuberculum hippocampi. Giacominijeva unkusna vezica, ki predstavlja distalni konec girusa dentatusa, se pri domačih sesavcih vsaj makroskopsko ne da dokazati.

Medtem ko se torej gyrus parahippocampalis pri domačih sesavcih ne da razmejiti proti lobusu piriformisu in se ta zaradi tega imenuje tudi še lobus hippocampi, je njegov rostromedialni rob ostro označen s sulkusom hippocampi. Kavdalna omejitev girusa parahipokampalisa prevzame proksimalno podaljšek sulkusa splenialisa in distalno končna veja kavdalnega dela sulkusa rinalisa lat., ki sega na medialno ploskev hemisfere. Pri psu sta obe brazdi med seboj v zvezi, medtem ko sta pri drugih sesavcih prekinjeni z eno ali dvema poševno rostroventralno potekajočima vijugama lobusa okcipitalisa. Pri kopitarjih lahko na vsak način štejemo sulcus sagittalis med. lobi piriformis za kavdoventralno omejitev girusa parahipokampalisa.

Sulcus hippocampi, ki izhaja iz zadajšnje ločne brazde embrionalnih možganov in poteka od unkusa oz. tuberkuluma hippocampi v kavdodorzalno konveksnem loku do pod žmulo, splenium corporis callosi, izboči ventromedialno steno hemisfere kot nabuhlino v lumen stranskega ventrikla. Ta nabuhlina, ki oblikuje

navzpred-navzdol odprt lok, zavzema celo ventromedialno steno spodnjega roga, cornu temporale, in zadnjo tretjino centralnega dela stranskega prekata, in oblikuje Ammonov rog, cornu ammonis ali hippocampus v ožjem smislu. Ta ustreza retrokomisuralnemu delu hipokampusa, pars retrocommissuralis hippocampi, nižjih sesavcev (npr.marsupialij).

Ammonov rog je vidljiv šele potem, ko odpremo stranski prekat. Pri domačih sesavcih je videti po vsej površini gladek in ni kot pri človeku, proti konici spodnjega roga šapasto razširjen v pes hippocampi. Prav tako manjkajo za človeka tipične digitationes. Proksimalni del Ammonovega roga, ki je od ventralne strani izbočen v pars centralis stranskega prekata, leži kavdomedialno od sulkusa terminalisa na talamusu in prehaja v kavdolateralno konveksnem loku upognjen navzpred-navzdol v distalni del, ki sega do konice spodnjega roga. Zaradi tega ločnega poteka zadenemo hippocampus na transverzalnih prerezih skoz možgane v višini lobusa piriformisa dvakrat. Pri konju se lahko Ammonov rog na prehodu od centralnega dela v spodnji rog stranskega prekata zraste z njegovo streho, tako da tvori še en ozek kanal, ki poteka vzporedno z glavnim lumenom in komunicira z rostralnim koncem roga, cornu temporale, in centralnim delom stranskega prekata.

Med fimbrijo in sulcus hippocampi se vriva vijuga, ki je pri konju in govedu debela kot slamnata bilka, pri manjših domačih sesavcih pa ustrezno nežnejša. Po svoji površini je bolj ali manj narezana in se zaradi tega imenuje gyrus dentatus. Vijuga je delno poglobljena v sulcus hippocampi in sedi na prečnem prerezu na prostem koncu hipokampusove skorje kot kapa. Pri človeku je gyrus dentatus še izraziteje uvlečen v svitek Ammonovega roga in se zato imenuje tudi gyrus involutus.

Gyrus dentatus poteka - ločen s sulcusom hippocampi od girusa parahipokampalisa - v loku od tuberkuluma hippocampi oz. unkusa do pod žmulo možganskega prečnika, kjer se odebeli v tuberculum gyri dentati in izgubi svoje zareze. Nato se gyrus dentatus obrne v ostrem zavoju kavdalno, se previje s fleksuro subsplenialis okrog zadnjega roba prečnikove žmule in prehaja

končno v induseum griseum corporis callosi. Gyrus dentatus je pri konju in govedu razločno, pri drugih domačih sesavcih pa samo malo narezan. Njegovo razmejitev nasproti fimbriji hippocampi predstavlja sulcus fimbriodentatus. Ventralno od prečnikove žmule je gyrus dentatus podložen s seskastim podaljškom girusa fornikatusa, prečnikovo vijugo, gyrus callosus.

Prek strije longitudinalis med. et lat., ki poteka v sivini, induseum griseum, je gyrus dentatus v zvezi z girusom paraterminalisom oz. prekomisuralnim poljem, area praecommissuralis partis septalis rhinencephali. Očitno rabi gyrus dentatus predvsem za širjenje dotekajočih mu vzdraženj v hipokampusovi formaciji.

Fimbria in fornix. Tanka medularna lamela fimbrije hippocampi poteka z girusom dentatusom pod splenium corporis callosi, kjer brez ostre meje prehaja v obokov krak, crus fornicis. Konvergentno drug k drugemu potekajoča kraka, crura fornicis, se združita pod rostralnim koncem proksimalnih ali dorzalnih delov obeh Ammonovih rogov v neparni corpus fornicis, ki je pri domačih sesavcih zelo kratek in se v zadnjem delu zraste s spodnjo stranjo prečnika. Pred združitvijo sta oba obokova kraka med seboj povezana s trikotno, iz prečno potekajočih vlaken sestavljeno medularno ploščo, commissura fornicis s. hippocampi ali psalterium.

Rostralno se izolirata iz korpusa fornicis dva okrogla konopca, stebra oboka, columnae fornicis, ki se navzpred-navzgor v konveksnem loku potopita kot pars libera za komisuro rostralis v steno hipotalamusa in potekata kot pars tecta columnae fornicis h korpusu mamillare. Obokasto čez 3. prekat razpenjajoči se obok, fornix, oblikuje del dna, med njim in možganskim prečnikom razpeti prozorni pretin, septum pellucidum, pa mediani pretin centralnega dela stranskih prekatov.

V fornixu potekajo v prvi vrsti projekcijski sistemi, ki potekajo od hipokampusove formacije do korpusa mamillare, pa tudi snopi vlaken, ki v obratni smeri vzpostavljajo zveze med areo praecommissuralis oz. hipotalamusom in hipokampusom. Forniks pa prevzame tudi vlakna, ki izvirajo iz girusa cinguli in strije

longitudinalis sivine, induseum griseum, in se kot fibrae perforantes vlečejo skoz možganski prečnik in septum pellucidum. En del teh vlaken pa poteka dorzalno od prečnika rostralno, se upogne okrog prečnikovega kolena in izžareva kot fornix longus v predkomisuralno polje, area praecommissuralis.

5. S t r a n s k a p r e k a t a. Njuni embrionalni zasnovi ustrezno nahajamo v vsaki hemisferi votlino, napolnjeno z vodenasto tekočino, liquor cerebrospinalis. Lumen votlin pa se je zaradi močne odebelitve največjega dela hemisferne stene med razvojem močno zožil. Ta notranja prostora velikih možganov oblikujeta že ponovno omenjena stranska prekata, ventriculi laterales, ki ju imenujemo tudi 1. in 2. ventrikel. V vsakem stranskem ventriklu razločimo centralni del, pars centralis s. parietalis, prednji rog, cornu rostrale, in spodnji rog, cornu temporale. Le-temu se pri človeku priključi še zadajšnji rog, cornu occipitale.

Nad talamusom ležeči centralni del prekata je najobsežnejši odsek. Njegov svod oblikuje možganski prečnik, lateralno steno nucleus caudatus, dno sulcus oz. stria terminalis in plexus chorioideus. Medialno steno tvorita Ammonov rog in fornix, medtem ko predstavlja septum pellucidum mediani pretin obeh stranskih prekatov. Med forniksovima stebričkoma in sprednjo ploskvijo talamusa komunicirata stranska prekata skoz foramen interventriculare (Monroi) med seboj in prek neparnega notranjega prostora telencefalona mediuma s 3. ventriklom.

Medialno od glave repatega jedra se lumen stranskega prekata hitro zoži v topo zaobljen prednji rog, cornu rostrale. Nanj je pri domačih sesavcih priključen droben kanal, ki se razteguje v vohalni betič in se tu razširi v ventriculus bulbi olfactorii.

Kavdalno se lumen centralnega dela stranskega prekata med možganskim prečnikom, Ammonovim rogom in repom nukleusa kavdatusa prav tako postopoma zoži, nato pa se prebije v loku rostroventralno okrog hemisfernega držaja in se s tem nadaljuje v spodnji rog, pars temporalis. Pri domačih sesavcih sega spodnji rog v caput lobi piriformis, kjer se zopet nekoliko razširi.

6. P l e x u s c h o r i o i d e u s s t r a n s k i h p r e k a t o v. Lateralno prehaja ostri rob fimbrije hippocampi in forniksa v tisti del medialne stene hemisfere, ki nekako ostaja na razvojni stopnji lamine tektorije embrionalnega hemisfernega mehurja in se zlepi z žilnično plastjo, tela chorioidea prosencephali, nežne možganske opne, leptomeninx. Od te poganjajo krvne kapilare vozličasto in resičasto v lumen stranskega prekata. Pri tem jemljejo kapilare s seboj prvotno lamino tektorijo, ki nato prevlači krvne splete žilnične plasti kot enoslojna ependimska blazina. To imenujemo lamina chorioidea ependymalis. Tela chorioidea prosencephali oddaja lamino horioideo proprijo in lamino horioideo ependimalis, ki oblikujeta skupaj plexus chorioideus ventriculi lateralis; ta zavzema ves cornu temporale in pars centralis stranskih prekatov.

Plexus chorioideus ventriculi lat. se vbokne od ventromedialne strani skoz fisuro horioideo med forniksom in fimbrijo na eni strani in talamusom na drugi strani v stranski prekat in leži kot rdečkast splet žil med Ammonovim rogom oz. forniksom in repatim jedrom v sulkusu terminalisu. Na dnu tega žleba najdemo bel medularni trak, stria terminalis, ki ga delno pokriva plexus chorioideus in v katerem potekajo najvažnejše eferentne proge kompleksa mandljastega telesa, corpus amygdaloideum.

Če ločimo hemisferi od možganskega debla, tedaj se pleksusa horioideusa odtrgata na svojih nasadiščih. Robove, ki nastanejo pri odtrganju, štejemo za umetne produkte in jih imenujemo taeniae. Tako sta pleksusa horioideusa stranskih prekatov na eni strani prek tenije fornicis v zvezi s forniksom in fimbrijo, medtem ko se na drugi strani prek tenije horioidee priključita na thalamus. Ta priključek nastane pri domačih sesavcih večinoma vzdolž kavdomedialnega roba strije terminalis, tako da o ploskem zlepljenju tanke ventrikularne stene s površino talamusa komaj lahko govorimo v smislu pripetega lista, lamina affixa, pri človeku.

Pri mesojedih so pleksusi horioideusi stranskih prekatov nežne, volnenim vlaknom podobne tvorbe, medtem ko oblikujejo pri prašiču in malih prežvekovavcih plosko razširjene mreže finih

žilnih pentelj, pri govedu in konju pa predstavljajo gost kompakten žilni splet. Ta se pri konju rostralno kijasto odebeli in ima vložene večinoma fino zrnate, kot biser lesketajoče se holestearinske kristale. Taki cholesteatomi lahko dosežejo znatne velikosti, ne da bi zaradi tega nastopile klinične motnje.

Menijo, da so pleksusi horioideusi proizvajavci cerebrospinalne tekočine, liquor cerebrospinalis, čeprav so pri tem verjetno soudeležene tudi žile subarahnoidealnih prostorov. Če oddajajo določene snovi likvorju tudi ependimske celice, še ni ugotovljeno.

B. N e p a r n i m o ž g a n i, t e l e n c e p h a l o n m e d i u m

Venski spleti stranskih ventriklov potekajo s strijama terminales rostralno konvergentno k telencefalonu mediumu. Ta edini neparni odsek končnih možganov ustreza neparnemu prekatu, ventriculus impar, embrionalne možganske zasnove, iz katere se na strani izbuhneta oba hemisferna mehurja. Neparni prekat obsega najsprednejši del neparnega, v področju vmesnih možganov ležečega 3. ventrikla, ventriculus III, in se rostralno končuje s tanko sivo končno ploščo, lamina terminalis grisea. V telencefalonu mediumu komunicirata stranska prekata med seboj in s 3. možganskim prekatom skoz foramen interventriculare (Monroi). Skoz to odprtino sta tudi stranska pleksusa horioideusa povezana med seboj in s pleksusom horioideusom ventriculi tertii. Plexus chorioideus 3. prekata oblikujeta tela chorioidea prosencephali, ki izpolnjuje ves špranjasti prostor med forniksom in talamusom, in lamina tectoria ventriculi III, in tako predstavlja pokrov 3. možganskega prekata. Medtem ko taeniae fornicis obeh stranskih pleksusov horioideusov prehajata druga v drugo skoz foramen interventriculare za stebričkoma forniksa, se taeniae chorioideae vzdolž strije medullaris vmesnih možganov nadaljujejo v taeniae thalami.

C. D e b e l n i d e l t e l e n c e f a l o n a

Možganski hemisferi se priključita na možgansko deblo prek vmesnih možganov. Zvezo predstavljajo debelni deli telencefalona, tj. ganglijske ali progaste hrgice črtastih teles, corpora striata, ki se na površini ne pojavljajo, in s široko ploskvijo izhajajo iz talamusa. Te končne veje možganskega debla, ki jih thalamus porine naprej v rostrolateralni smeri bazalno v telencephalon, predstavljajo ustrezno odebeljene hemisferne držaje embrionalne zasnove, ki so navzven omejeni prvotno z globoko zajedenim sulkusom hemisferikusom, v stranskem ventriklu pa s sulkusom terminalisom. Skoz nekdanji hemisferni držaj potekajo vse tiste živčne proge, ki so vzpostavile ascendentno zvezo med hrbtenjačo, možganskim deblom in skorjo velikih možganov.

Ker je torej debelni del končnih možganov važen zvezni člen med možganskim deblom in možganskim plaščem, bomo tudi njegove posamezne komponente že sedaj pobliže orisali.

Snopi živčnih vlaken, ki potekajo skozenj in imajo mielinsko ovojnico, delijo medialno od inzule in dorzalno od aree olfaktorije ležeči ganglijski griček na nekaj karakterističnih sivih jedrskih področij. To so t.i. bazalni ali debelni gangliji, h katerim štejemo repato jedro, nucleus caudatus, lupinsko jedro, putamen, bledo jedro, globus pallidus, kratko tudi pallidumm imenovano, zaklep, claustrum, in mandljasto jedro, corpus amygdaloideum. Putamen in pallidum običajno imenujemo lečasto jedro, nucleus lentiformis.

Gmota vlaken, ki se prevlači med nukleusom kavdatusom in nukleusom lentiformisom, se imenuje notranja kapsula, capsula interna. Ker je ta pomešana z mostički sive snovi, ki spajajo repato in lečasto jedro, je rezna ploskev skoz to področje bazalnih ganglijev progaste strukture. To je pripeljalo do tega, da imenujemo nuc. caudatus in nuc. lentiformis skupaj z notranjo kapsulo, ki ju ločuje, črtasto telo, corpus striatum.

Živčna vlakna, ki se prevlačijo med nukleusom lentiformisom in klavstrumom, oblikujejo zunanjo kapsulo, capsula externa, in med klavstrumom ter skorjo otoka nahajajoča se medularna snov kapsulo, ki jo imenujemo capsula extrema.

Bazalni ali debelni gangliji predstavljajo subkortikalna jedra končnih možganov, pri čemer štejemo nuc. caudatus, putamen in claustrum genetično k neopaliumu, corpus amygdaloideum k paleopaliumu, pallidum pa k vmesnim možganom. V primerjavi s človekom so ta subkortikalna jedra končnih možganov pri domačih sesavcih relativno slabo razvita.

Nucleus caudatus se rostrolateralno od sulkusa terminalisa boči v lumen stranskega prekata kot podolgovata, kijasta nabuhlina. Zato je po odprtju stranskega prekata že večidel pregleden. Druga bazalna ganglijska jedra in snope vlaken notranje in zunanje kapsule pa napravimo vidne samo z ustreznimi transverzalnimi, horizontalnimi ali sagitalnimi rezi ali pa s Klingerjevo metodo.

Na repatem jedru lahko razločimo glavo, caput nuclei caudati, ki leži rostralno v področju prednjega roga stranskega prekata, dalje telo, corpus, ki oblikuje zunanjo steno centralnega dela stranskega prekata, in rep, cauda nuclei caudati, ki se naglo oži, lokasto prevrže okrog držaja hemisfere in sega do konice dna stranskega prekata.

Lateralno od repatega jedra se vrinja med njega in lečasto jedro notranja kapsula, capsula interna, ki - kot kažejo predvsem horizontalni rezi skoz črtasto telo - oblikuje pri domačih sesavcih v nasprotju s človekom zelo top, navzven odprt kot. S tem omogoča razločevati med glavo repatega jedra in lečastim jedrom ležeči kratki krak, crus rostrale, med thalamus in zadnji del lečastega jedra vrinjeni dolgi krak, crus caudale in oba kraka spajajoče plosko koleno, genu capsulae internae. Snopi vlaken notranje kapsule predstavljajo projekcijska vlakna, tj. tiste sisteme vlaken, ki kot ascendentne proge projicirajo vzburjenja iz okolice in notranjega sveta prek talamusa na skorjo velikih možganov, kot descendentne proge pa projicirajo impulze iz skorje velikih možganov prek možganskega debla in hrbtenjače proti periferiji. Velik del ascendentnih in descendentnih projekcijskih prog poteka čez možganski rokav, crus s. pedunculus cerebri, srednjih možganov.

Lateralno od nukleusa kaudatusa ležeče lečasto jedro, nucleus lentiformis, je popolnoma obdano z notranjo in zunanjo kapsulo in

sestoji iz lupine, putamen, in blede krogle, globus pallidus. Putamen in pallidum skupaj se imenujeta lečasto jedro samo iz topografskih razlogov. V genetičnem, gradbenem in funkcionalnem pogledu pa jedri nimata nobenega opravka drugo z drugim.

Putamen predstavlja tudi pri domačih sesavcih ostro omejeno in dobro izolirano rjavo rdeče obarvano jedrno področje. V področju regije otoka se lateralno previja k notranji kapsuli. Z glavo, zgornjim robom in repom nukleusa kavdatusa je putamen povezan z mostom sive snovi. Ventromedialno od putamena ležeči, bledo sivo rumenkasto obarvani pallidum pa je pri domačih sesavcih le slabo razvit in je z vloženimi medularnimi listi razdeljen v manjše skupine jeder. Z lamino medularis lat. vmesnih možganov je globus pallidus ločen od putamena, medtem ko se da lamina medullaris med. pri domačih sesavcih komaj dokazati. Ventralno je nucleus lentiformis obdan s pars sublentiformis, kavdalno ga obdaja pars retrolentiformis capsulae int., lateralno pa tanka kapsula eksterna, ki sočasno ločuje putamen od klavstruma.

Zaklep, claustrum, predstavlja ozko, razpotegnjeno jedrno ploščo, ki se lateralno od putamena razprostira prek regije otoka in je ločena od skorje otoka s kapsulo ekstremo. Ustrezno vijugam otoka je njegova zunanja površina bolj ali manj nagubana. Rostralno je claustrum v zvezi z areo olfaktorijo in traktusom olfaktoriusom lateralisom, kavdoventralno pa z mandljastim jedrom.

Mandljasto telo, corpus amygdaloideum, se med drugimi prišteva k bazalnim ganglijem, spada pa topografsko in funkcionalno k vohalnim možganom. Predstavlja, predvsem histološko, grupo jeder, ki niso pri domačih sesavcih v vseh delih poznana. Leži kavdoventralno od lečastega jedra na konici lobusa piriformisa in se kot topa grbica boči proti lumenu spodnjega roga stranskega ventrikla in kot gyrus semilunaris navzven. H kompleksu mandljastega jedra štejemo: nuc. tractus olfactorii lat., nucleus corticalis, nuc. basalis, nuc. lateralis, nuc. centralis in nuc. medialis. Medialno je corpus amygdaloideum v zvezi s formacijo hipokampusa in lateralno z areo olfaktorijo oz. traktusom olfaktoriusom lat. in klavstrumom.

II. Vmesni možgani, diencephalon

Vmesni možgani, diencephalon, že spadajo v celoti k možganskemu deblu in so zato filogenetično star del možganov. Na površini se pokažejo samo na možganski bazi. Lateralno in dorzalno leži nad njimi možganski plašč, pri čemer leži neposredno na njih formacija hipokampusa s forniksom. Vmesni možgani so zato v celoti pregledni šele po odstranitvi obeh hemisfer.

Sulcus hypothalamicus, ki predstavlja nadaljevanje sulkusa limitansa, deli diencephalon v bazalni hypothalamus in dorzalno priključeni thalamus ali thalamencephalon. Hypothalamus rabi predvsem za kontrolo in regulacijo vegetativnih funkcij (presnova, krvni obtok, regulacija toplote, sekrecija znoja, gospodarjenje z vodo, endokrina dejavnost žlez), pri sesavcih pa vsebuje v subtalamusu tudi še važne centre ekstrapiramidalno motoričnega sistema. Thalamus pa predstavlja centralno zbirno postajo, skozi katero morajo preteči aferentna vzburjenja z izjemo vohalnih dražljajev, preden so posredovana možganski skorji. Thalamus je torej važna preklopna in kontrolna postaja med možganskim deblom in hrbtenjačo na eni in končnimi možgani na drugi strani. Tu se vzburjenja iz okolice in notranjega sveta zbirajo, urejajo, medsebojno združujejo in nato v ustrezno modulirani obliki oddajajo velikim možganom.

Makroskopsko najmarkantnejši aferentni živčni konopec vmesnih možganov je vidni živec, n. opticus, ki ga danes zopet štejejo za 2. možganski živec. Konvergentno drug k drugemu potekajoča vidna živca se združita v središčni ravnini v križanje vidnikov, chiasma opticum, in potekata nato kot tractus optici, kavdolateralno divergentno k vidnemu pomolu, thalamus opticus, na dorzalni strani možganskega debla. Chiasma opticum in tractus opticus oblikujeta na možganski bazi rostralno mejo vmesnih možganov.

A. H y p o t h a l a m u s

Neposredno za križanjem vidnikov se začenja dno hipotalamusa. Na njem se da površinsko razpoznati ploščata siva grbica, tuber cinereum, in z njo prek pars proximalis neurohypophysis ali lija,

infundibulum, spojeni možganski privesek, hypophysis, ter bradavičice, corpus mamillare. Te mejijo kavdalno na tuber cinereum in so pri mesojedih ter človeku dvodelne, pri drugih domačih sesavcih pa enotne.

Ker je hipofiza prek diafragme sellae čvrsto povezana z bazo lobanje, z vezivom pa tudi z dnom fose hipofizike oz. selo turciko, se pri eksenteraciji možganov večinoma loči od hipotalamusa. Na medianih rezih se dasta navadno že z golim očesom po barvi razlikovati nevrohipofiza, neurohypophysis, ki jo je treba upoštevati kot izboklino dna vmesnih možganov, in adenohipofiza, adenohypophysis, ki se z njo spaja in se odcepi od embrionalnega ustnega zaliva.

Kavdolateralno obdajata hypothalamus rostralno divergentna možganska rokava, pedunculi s. crura cerebri srednjih možganov. Stranska ploskev vmesnih možganov je z notranjo kapsulo povezana s črtastim telesom končnih možganov in jo zato napravimo vidno šele s prepariranjem.

B. T h a l a m e n c e p h a l o n

Dorzalno od sulkusa hipotalamikusa ležeči stenski del zasnove vmesnih možganov se razvije v močan thalamencephalon, ki ga sestavljajo thalamus, epithalamus in metathalamus.

Po odstranitvi hemisfer velikih možganov in žilnične plasti, tela chorioidea prosencephali, kot tudi pleksusa horioideusa ventriculi III, postaneta pregledna oba vidna pomola, thalami optici, in dobimo vpogled v 3. prekat, ki je odprt odzgoraj.

Kakor smo že opisali, sta vidna pomola in s tem dorzalna ploskev talamusa razmejena nasproti končnim možganom z mejnim trakom, stria terminalis. Vzdolž nje poteka trak resave kožice, taenia chorioidea pleksusa horioideusa stranskega prekata, ki prehaja na rostralni konici vidnega pomola v trak vidnega pomola, taenia thalami. V sulkusu terminalisu ležeči mejni trak, stria terminalis, je kompleksen, neposredno pod prekatnim ependimom ležeči snopič vlaken, ki se da zasledovati od sprednje ploskve talamusa do v spodnji rog stranskega prekata in povezuje mandljasto telo, corpus amygdaloideum, z areo praecommissuralis, nukleusom habenulae in sprednjim hipotalamusom.

1. E p i t h a l a m u s: Medialno od tenije thalami spoznamo pri domačih sesavcih precej močan, bel, črtasto strukturiran vzdolžni trak, mozgovni trakec, stria medullaris thalami, ki povezuje bazalne centre v okolici substancije perforate rostralis z nukleusi habenulares in se zaradi tega imenuje tudi stria habenularis thalami.

Za habenule štejemo dva, kavdalno od strije medullaris izhajoča in od starih anatomov "uzdice" (habenulae) imenovana traka, ki spajata epifizo z vmesnimi možgani. Medtem ko pri domačih sesavcih, v nasprotju s človekom, ne moremo govoriti o trikotu uzdice, trigonum habenulae, je baza uzdice zaradi nukleusov habenularisov, ki so predvsem pri nižjih živalih relativno močni, nabrekla v bolj ali manj razločni tuberculum habenulae. Prej tudi "ganglion habenulae" imenovani nuclei habenulares so pri mesojedih močneje razviti kot pri rastlinojedih.

Med habenulama je commissura habenularum, na kateri je kavdodorzalno češerika, epifiza, tudi corpus pineale, ki je po velikosti in obliki močno različna glede na vrsto živali.

Na prehodu od svoda vmesnih možganov k srednjim možganom leži za in pod korpusom pineale pri domačih sesavcih manj markantna commissura caudalis, ki dorzalno obroblja prednji dohod k možganskemu vodovodu, aqueductus mesencephali. Obe striae medullares, nuclei habenulares, commissura habenularum, corpus pineale in commissura caud. skupaj oblikujejo epithalamus.

2. T h a l a m u s: Na obeh straneh od epitalamusa se lateralno priključuje trikotno polje vidnega pomola, thalamus, ali thalamus opticus, ki je s svojo rostralno konico orientiran proti foramenu interventriculare in stebroma forniksa. Površina talamusa je rahlo izbočena in na njegovem prednjem kotu se da spoznati ploščati tuberculum rostr. thalami, medtem ko je pri človeku kavdomedialni kot zavzemajoča blazina pomola, pulvinar thalami, pri domačih sesavcih komaj nakazana.

Kavdolateralno se priključuje na vidni pomol tractus opticus. Ta poteka, objemajoč vmesne možgane in možganska rokava odzunaj kot zaponka, kavdodorzalno in se končuje z znatno močnejšo lateralno korenino v stranskem kolencu, corpus geniculatum.

lat., in na kavdomedialni površini talamusa, kot tudi v kolikulusu rostralisu četveroglavične plošče, lamina quadrigemina. Od njegove nežnejše medialne korenine, ki se pred in pod medialnim kolencem potopi v globino, se odcepi nežen snopič vlaken, ki poteka kot bazalna optična korenina okrog možganskega rokava do fose intercruralis. Kavdalno in medialno od korpusa genikulatuma lat. je pri psu relativno veliko medialno kolence, corpus geniculatum med.

3. M e t a t h a l a m u s: Medialno in lateralno kolence se skupaj imenujeta metathalamus.

4. T r e t j i p r e k a t: Na medianem prerezu zadenemo na notranji prostor vmesnih možganov, 3. možganski prekat, ventriculus III, ki prvotno oblikuje ozko, vertikalno stoječo votlino in ki rostralno komunicira skoz foramen interventriculare (Monroi) z obema stranskima prekatoma, kavdalno pa z možganskim vodovodom, aqueductus mesencephali.

Medtem ko se medialni steni talamusov pri človeku samo dotikata ali sta med seboj spojeni s tankim mostom substance, tj. sprimek med talamusoma, adhaesio interthalamica, se pri domačih sesavcih običajno stopita v sredsrednjo gmoto, massa intermedia. S tem postane 3. prekat kanal, ki obročasto obdaja maso intermedijo in je ventralno in dorzalno razširjen z različnimi izbuhlinami, rostralno pa je zaključen s sivo zaključno ploščo, lamina terminalis grisea. Tako najdemo na dnu hipotalamusa nad križanjem, chiasma, ležeče vidno zakotje, recessus opticus, in zakotje lija, recessus infundibuli, ki pri različnih vrstah živali sega različno daleč v infundibulum nevrohipofize.

Strop 3. možganskega prekata v glavnem oblikuje horioidealni pleksus, plexus chorioideus ventriculi III, ki se skoz foramen interventriculare spaja s horioidealnim pleksusom stranskih prekatov. Direktno pred češeriko, corpus pineale, najdemo pri vseh domačih sesavcih cevasto izbuhlino, epifizno cev ali zakotje nad češeriko, recessus suprapinealis, katerega steno oblikuje horioidealni pleksus 3. prekata. Ta slepa vreča z ozkim lumenom se vriva med corpus pineale, s katerega sprednjo ploskvijo je zleplјena, splenium corporis callosi in gyrus callosus v kavdodorzalni

smeri med hemisferi ter je obdana z velikimi venoznimi žilami. Njen slepi konec lahko sega čez prečnikovo žmulo. Neposredno za in pod recesusom suprapinealisom je pri govedu posebno globoko v držaj epifize segajoče zakotje češerike, recessus pinealis.

C. E p e n d i m a l n i i n p a r e p e n d i m a l n i o r g a n i v m e s n i h m o ž g a n o v

Na notranji steni 3. ventrikla se dajo na določenih mestih ugotoviti posebne tvorbe ependima in pod njim ležečih plasti, ki so z golim očesom le slabo razpoznavne in jih imenujemo ependimalni in parependimalni organi. Njihov funkcionalni pomen je še povsem nejasen ali sporen.

Na ventralni ploskvi komisure caudalis se nahaja pri vseh domačih sesavcih sagitalna kopica vitkih, visokih, z bički opremljenih ependimskih celic, pod katero je rahla plast glije, ki je bogata s krvnimi kapilarami. Ta celični kompleks predstavlja subkomisuralni organ, organum subcommissurale. Na teh celicah leži prednji konec samo mikroskopsko razpoznavne, brezstrukturne niti, t.i. Reissnerjeve niti, ki jo razlagamo kot kutikularno tvorbo subkomisuralnega organa in poteka skoz celotno dolžino centralnega kanala hrbtenjače. Po eksperimentalnih raziskavah, ki so jih izvajali s podganami, naj bi bil organum subcommissurale regulator gospodarjenja z vodo, medtem ko mu drugi pripisujejo pomen centralnega čutnega organa nepoznane funkcije.

Kot organum vasculosum hypothalami s. ependymale paraventriculare označujemo omejeno, močno vaskularizirano področje prizmatičnih ependimskih celic, ki - predvsem očitno pri psu - pokrivajo bolj ali manj globoke, kriptam podobne vdrtine. Organ je položen v stranske stene hipotalamusa in naj bi bil udeležen pri reguliranju sestave likvorja.

Na prehodu korpusa fornicis v oba forniksova stebrička se da nad foramenom interventriculare že makroskopsko ugotoviti pri vseh domačih sesavcih, kot tudi pri človeku, neparen, polkroglast, prosojen vozliček premera 1 - 3 mm, ki ga označujemo kot subforni-

kalni organ, organum subfornicale, in ga navadno pokriva plexus chorioideus 3. ventrikla. Pri prašiču in ovci leži v razcepiščnem kotu forniksovih stebričkov, pri mački in kozi direktno nad tem, pri psu, govedu in konju pa je pomaknjen dalje dorzalno proti telesu forniksa. Histološko sestoji subfornikalni organ iz grobo petljaste, z žilami zelo bogate mreže glia, t.i. parenhimskih celic, astrocitarnih celic glia in redkih nevrofibril, ki prodrejo pod enoslojni, večinoma sploščeni ependim. Elektronsko optično naj bi kapilarne endotelije kazale odprtine, kar kaže na povečano permeabilnost kapilar. Zdi se, da je organum subfornicale v službi presnove, pri čemer je med drugim mišljena tudi kontrola sestave likvorja.

Končno naj bo omenjen še organum vasculosum laminae terminalis griseae, ki je kot neznatna odebelina nad recesusom optikusom vdelana v zaključno ploščo 3. ventrikla. Njegova nežna zgradba se v mnogočem ujema z zgradbo subfornikalnega organa.

III. Srednji možgani, mesencephalon

Tudi srednji možgani, mesencephalon, sodijo v celoti k možganskemu deblu in prevzemajo pri nižjih vretenčarjih (ribah, amfibijah) vlogo končnih možganov pri sesavcih. Ta vloga se kaže v tem, da se jim dovajajo tudi vsa vzdraženja iz mrežnice, notranjega ušesa in receptorjev površinske čutnosti, in da so iz srednjih možganov vodene poleg optično-statičnih koordinacij tudi reakcije bega in obrambne reakcije. Prvotna razčlemba nevralne cevi v del osnovne plošče in del krilne plošče se da jasno spoznati.

1. S t r e h a s r e d n j i h m o ž g a n o v, t e c t u m m e s e n c e p h a l i: Kot del krilne plošče se šteje svod srednjih možganov, lamina tectis ali tectum mesencephali. Prvotno sestoji iz dveh polkroglastih gričkov, in krije med drugim filogenetično star vidni center. Zato se imenuje tudi tectum opticum.

Pri sesavcih postane streha srednjih možganov četveroglavična plošča, lamina quadrigemina, vtem ko se razdeli na dva sivo rdečkasta sprednja grička, colliculi rostrales, in dva belkasta zadnja grička, colliculi caudales. Sprednja grička sta pri malih prežvekovavcih in pri prašiču znatno večja kot zadnja; pri govedu in konju je ta razlika manj markantna, medtem ko sta pri psu zadnja grička močneje razvita kot sprednja. V središčni ravnini sta sprednja in zadnja grička ločena s sulkusom medianusom in med seboj s prečnim žlebom, sulcus transversus laminae quadrigeminae. Medtem ko ležita sprednja grička blizu skupaj, sta zadnja grička - najizraziteje pri psu - razmaknjena v stran in povezana med seboj z ozkim prečnim mostom. Rostralno omejuje četveroglavično ploščo kavdalna komisura oz. prečna jama, fossa transversa commissurae caudalis, v kateri leži epifiza. Njena zadnja meja pa je označena s prečno potekajočim kavdalnim žlebom četveroglavične plošče, ki se na obeh straneh nadaljuje v rostralni smeri kot sulcus limitans trigoni lemnisci.

Sprednja grička ustrezata tektumu optikumu nižjih vretenčarjev in sta tudi pri sesavcih s posameznimi vlakni traktusa optikusa priključena na vidno progo. Na obeh straneh sta v zvezi prek kratkega, nerazločnega sprednjega rokava, brachium colliculi rostr. s stranskim kolencem, corpus geniculatum laterale, in vidno progo, tractus opticus. Zadnja grička sta, nasprotno, priveza-na na slušno progo in na obeh straneh prek močnejšega rokava zadnjih gričkov, brachium colliculi caud., spojena z medialnim kolencem, corpus geniculatum mediale.

2. K r o v s r e d n j i h m o ž g a n o v, t e g m e n t u m m e s e n c e p h a l i: Del osnovne plošče srednjih možganov je utelešen v paleencefalnem krovu, tegmentum mesencephali. Pri sesavcih ga ventralno in lateralno večinoma pokrivajo neencefalne gmote vlaken možganskih rokavov, crura s. pedunculi cerebri, ki sestopajo iz končnih možganov. Na površini se pojavi krov srednjih mcžganov samo lateralno med možganskim rokavom, povezujočim rokavom, brachium conjunctivum, in rokavom zadnjega grička, brachium colliculi caud. kot trikotno polje petlje, trigonum lemnisci. V sredini tega polja nahajamo pri govedu in psu plošča-to štrlino, eminentia lateralis mesencephali. V tegmentumu mesen-

cephali ležijo med drugim začetno jedro n. okulomotoriusa (III), n. trohlearisa (IV), kot tudi za celotno motoriko tako važen nucleus ruber.

3. M o ž g a n s k a r o k a v a, c r u r a c e r e b r i: Bela, progasto strukturirana možganska rokava, crura s. pedunculi cerebri, stopita za vidnima progama, tractus opticus, na površino možganske baze in potekata konvergentno kavdomedialno na obeh straneh od hipotalamusa. Za korpusom mamillare se v mediani ravnini pritisneta drug ob drugega in se končujeta na sprednjem robu mosta. Med možganskima rokavoma leži fossa intercruralis z luknjičavo kavdalno snovjo, substantia perforata caud., ki je preluknjana s finimi žilnimi porami. Dorzolateralno omejitev oblikuje sulkus lateralis mesencephali.

Na ventromedialni ploskvi možganskih rokavov leži v plitvem vzdolžnem žlebu izhodišče 3. možganskega živca, n. oculomotorius (III), medtem ko 4. možganski živec, n. trochlearis (IV), zapusti srednje možgane dorzalno, tj. neposredno za kavdalnima gričkoma četveroglavične plošče, colliculi caudales laminae quadrigeminae. Pred izhodiščem n. okulomotoriusa je ventrolateralna ploskev možganskih rokavov prevlečena z individualno različno razločno, nežno belo vlaknato progo, tractus peduncularis transversus, ki zgine v sulkusu n. oculomotorii. Vodi vlakna bazalne optične korenine in je pri psu posebno razločna.

Na medianih in transverzalnih rezih skoz srednje možgane zadenemo na kanal srednjih možganov, aquaeductus mesencephali, ki je vrinjen med tegmentum in tectum mesencephali ter obdan s centralno sivino votlin in ki komunicira rostralno s 3. in kavdalno s 4. ventriklom.

IV. Rombasti možgani, rhombencephalon

Rombasti možgani, rhombencephalon, sodijo k filogenetično najstarejšim delom možganov in obdajajo IV. ventrikel, ventriculus IV, katerega dno oblikuje rombasta vdolbina, rombasta jama, fossa rhomboidea, po kateri ima ves ta odsek možganov svoje ime. Sestavljeni so iz najkavdalnejšega dela možganskega debla, ki

leži med srednjimi možgani in hrbtenjačo, in na njem počivajočih malih možganov. Na temelju embrionalne zasnove delimo rombaste možgane na rostralni metencephalon in kavdalni myelencephalon.

Brez ostre meje iz hrbtenjače izhajajoči debelni del rombastih možganov se rostralno razširi v podaljšani hrbtni mozeg, medulla oblongata, ali v bulbus medullae spinalis. Na njem lahko še razločno spoznamo prvotni načrt delitve nevralne cevi v ventralno osnovno ploščo in dorzalno krilno ploščo. Zaradi odebelitve sten in razširitve centralnega kanala v 4. ventrikel pa osnovna in krilna plošča ne ležita več druga na drugi, temveč sta zvrnjeni na stran in njuna oikotropna in idiotropna področja sivine ležijo zategadelj drugo poleg drugega. Ti paleencefalni deli rombastih možganov se - kot v srednjih možganih - imenujejo s skupnim pojmom krov, tegmentum rhombencephali. Temu se ventralno pridružijo neencefalni deli, t.i. noga, pes rhombencephali (tj. v mielencefalonu piramide in olive, v metencefalonu most), ki pri primatih, predvsem pri človeku, dosežejo najmočnejši razvoj.

Kakor v hrbtenjači, so tudi v rombastih možganih dorzalne in ventralne živčne korenine. Te pa se ne združijo v skupno deblo kot se združijo dorzalne in ventralne korenine hrbtenjačnih živcev, temveč ostanejo vedno ločene. Ventralnim koreninam spinalnih živcev ustrezajo n. hypoglossus (XII), n. accessorius (XI) in n. abducens (VI). Ti vodijo predvsem eferentna, oikotropna motorična vlakna. Dorzalnim koreninam hrbtenjačnih živcev ustrezajoči živci rombastih možganov vodijo oikotropno senzibilna, idiotropno senzibilna in idiotropno motorična oz. parasimpatična vlakna. Pri tem izhajajo aferentni, senzibilni deli, enako kot pri spinalnih živcih v perifernih senzibilnih ganglijih. Ti predstavljajo prvotne živce škržnih lokov, namreč n. trigeminus (V), n. intermediofacialis (VII), n. glossopharyngeus (IX) in n. vagus (X), kot tudi med živce škržnih lokov vrivajoči se n. vestibulocochlearis (VIII). Kot bomo še pokazali, vodijo živci škržnih lokov oikotropna motorična vlakna.

Zaradi mnogostranskih nalog, ki pripadajo rombastim možganom, je njihova živčna substanca v področju osnovne (dnene) plošče in

stranske stene njihovega debelnega dela karakteristično povečana. Ker se notranji prostor razširi v 4. ventrikel, ostane prvotna pokrovna plošča v zadnjem odseku tanka in oblikuje kot lamina tectoria z mejnim, bogato žilnatim vezivom nežne možganske opne (leptomeninx) žilnično plast, tela chorioidea rhombencephali, medtem ko se v rostralnem delu ventriklovega krova razvijejo mali možgani.

A. Z a d a j š n j i m o ž g a n i, m e t e n c e p h a l o n

Zadajšnji možgani, metencephalon, oblikujejo prednji del rombastih možganov, ki se priključi na srednje možgane. Sestojijo iz filogenetično starega krova, tegmentum metencephali, in malih možganov, cerebellum, ki sedijo na njem in rostralno prekrivajo 4. ventrikel. Z močnim razvojem novih možganov se je pridružil pri sesavcih neencefalni most, pons, ki tegmentum rhombencephali obdaja ventralno kot sponka. Del tegmentuma rhombencephali tukaj zato imenujemo krov mosta, tegmentum pontis, in ves debelni del metencefalona tudi mostni možgani.

1. M o s t, p o n s, je bela, prečno k podolžni smeri možganskega debla potekajoča nabuhlina, ki je pri domačih sesavcih znatno slabše razvita kot pri primatih in pri človeku. Most je spredaj in zadaj ostro omejen in sestoji v glavnem iz transverzalno potekajočih živčnih vlaken z mielinsko ovojnico, ki so pomešana s sivimi jedri (mostna jedra). Na ventralni ploskvi je v mediani ravnini plitev sulcus basilaris. Dorzolateralno izhaja iz mosta močni n. trigeminus (V). Tu se telo mosta na obeh straneh zoži v kavdodorzalno potekajoči ročici, brachia pontis, ki se potopita v medularno snov malih možganov in se zaradi tega imenujeta tudi srednja malomožganska rokava, pedunculi cerebellares medii.

Na kavdalni rob mosta se pritiska pri domačih sesavcih prav tako iz prečno potekajočih vlaknastih snopov sestavljeno, pri človeku pa še znotraj mosta ležeče trapezasto telo, corpus trapezoideum, iz katerega izhajajo VI., VII. in VIII. možganski živec. Ker pa corpus trapezoideum genetično sodi k mostu, se iz njega

izstopajoči možganski živci računajo tudi k mostnim možganom. Pri govedu izhaja tudi n. trigeminus (V) neposredno za mostnim telesom, katerega lateralna meja je dana z linijo, ki povezuje izstopna mesta V. s VII. možganskim živcem. Med koreninami VII. in VIII. možganskega živca in mostno ročico, brachium pontis, je mostni kot.

2. M a l i m o ž g a n i, cerebellum, so tisti del c.ž.s., ki posebno izrazito - morda še jasneje kot veliki možgani - izraža odnose med zgradbo in funkcijo. Mali možgani sodijo v določenem smislu k najkonservativnejšim delom centralnega organa, saj ostaja njihova fina zgradba pri celi vrsti vretenčarjev približno enaka. Vendar pa se v njihovi razčlenjenosti in zunanji obliki kažejo znatne razlike z ozirom na razred in vrsto živali. Te razlike se dosledno skladajo z načinom življenja živali, tj. s specifično uporabo in zmogljivostjo njihovega gibalnega aparata.

Mali možgani rabijo slej ko prej dvojni nalogi: na eni strani vzdrževanju ravnotežja in na drugi strani koordinaciji impulzov, ki pritekajo skeletni muskulaturi v mirovanju in v gibanju.

Pri naših domačih sesavcih predstavljajo mali možgani bolj ali manj kroglasto tvorbo, ki sega na obeh straneh, razen pri psu, le malo čez možgansko deblo. Nad njo leži rostralno - najmočneje pri psu - delno okcipitalni pol velikomožganskih hemisfer. Zaradi ozkih, lističastih malomožganskih vijug, folia cerebelli, je videti površina malih možganov komplicirano lamelirana. V odnosu do človeka oblikuje črv , vermis, zavaljeno, od obeh stranskih režnjev, lobi laterales, ali malomožganskih hemisfer, hemispheria cerebelli, slabo odmaknjeno mediano sagitalno nabuhlino, ki je v svojem kavdalnem odseku bolj ali manj očitno esasto zvita.

Mali možgani so z možganskim deblom v zvezi: 1. rostralno s krovom srednjih možganov in s četveroglavično ploščo. S krovom srednjih možganov jih vežeta malomožganska rokava, pedunculi cerebellares rostrales, ali spojna rokava, brachia conjunctiva. S četveroglavično ploščo pa jih veže tanka medularna lamela, sprednje mozgovno jadro, velum medullare rostr., ki je razpeto med spojnima rokavoma. 2. ventrolateralno z mostom prek srednjih

malomožganskih rokavov, pedunculi cerebellares medii, ali mostnih rokavov, brachia pontis, in 3. kavdalno s podaljšanim hrbtnim mozgom prek zadajšnjih malomožganskih rokavov, pedunculi cerebellares caudales, ali vrvastih teles, corpora restiformia, in prek zadajšnjega mozgovnega jedra, velum medullare caudale. Obe mozgovni jedri, mali možgani in malomožganska rokava omejujejo dorzalno rombasto jamo oz.4. ventrikel. Na prehodu od rombastih v srednje možgane, v področju spojnih rokavov in sprednjega mozgovnega jadra, je možgansko deblo preščipnjeno v ožino, isthmus rhombencephali.

Na medianem rezu spoznamo, da oblikuje črv skoraj sklenjen krožni lok. Med njegov sprednji in zadajšnji konec se vriva ozka poka, recessus tecti ventriculi quarti, ki sega do mozgovine malih možganov, tu pa se razširi v bolj ali manj razločen zatrep, fastigium. Na medianem rezu se prikaže močna mozgovina malih možganov, corpus medullare cerebelli, kot drevesasto razvejičen sistem nežnih mozgovnih lamel, ki so vse prevlečene s tanko plastjo sive skorjine snovi. Tą karakteristična risba mozgovine malih možganov se od davnine imenuje življensko drevesce, arbor vitae. Na življenskem drevescu razlikujemo dve glavni debli, truncus rostralis in truncus caudalis, ki se delita na več glavnih in veliko število manjših stranskih vejic.

S p l o š n a r a z č l e n i t e v m a l i h m o ž g a n o v p r i s e s a v c i h

Na medianem rezu malih možganov spoznamo, da se različne brazde posebno globoko zarezujejo v medularno telo in razčlenjujejo vermis v določeno število bolj ali manj jasno omejenih področij. Le-ta so stari anatomi poimenovali s čisto morfološko zasnovanimi imeni, ki pa so še tudi danes uporabna.

Tako v rostrokavdalnem vrstnem redu razlikujemo: 1. jeziček malih možganov, lingula cerebelli, ki rostralno omejuje recessus tecti ventriculi IV; 2. osrednji režnjič, lobulus centralis, ki se navezuje nanj navzpred-navzgor; 3. vrh, culmen; 4. pobočje, declive, t.i. hribčka, monticuli; 5. črvov list, folium vermis;

6. grba črva, tuber vermis; 7. piramida, pyramis (vermis), 8. jeziček, uvula, in 9. vozlič, nodulus, ki kavdalno omejuje recessus tecti ventriculi IV.

Če pa hočemo male možgane kot celoto podvreči razdelitvi, ki se da do neke mere utemeljiti in delno tudi funkcionalno izvrednotiti, se moramo držati komparativno-anatomskih in filogenetičnih dejstev. Takih poskusov razdelitve so se lotili že ponovno in od različnih strani. Uporabili bomo princip razdelitve, ki ga je vzpostavil Larsell.

Pri tem se dajo mali možgani sesavcev najprej razdeliti s prečno brazdo, fissura caudolateralis. Le-ta se filogenetično in ontogenetično najprej pojavlja in to pri vseh vretenčarjih. Ta brazda deli male možgane v kavdoventralni lobus flocculonodularis in rostralno priključen corpus cerebelli, ki ustrezata korpusu cerebelli in delom, imenovanim partes auriculares nižjih vretenčarjev.

Lobus flocculonodularis obsega vozlič, nodulus, in kosmička, flocculi, ki se nanj na obeh straneh priključujeta z ozkim spojnim krakom. Zaradi močno razvitega korpusa cerebelli je lobus flocculonodularis pri sesavcih potisnjen čisto na spodnjo stran malih možganov, a prvotno markantna fissura caudolateralis večidel zgine. Lobus flocculonodularis predstavlja primarno projekcijsko cono vestibularnih impulzov.

Pri sesavcih je corpus cerebelli dominirajoči del malih možganov. Kot prva globoko zajedajoča se prečna brazda nastopa skoraj pravokotna stoječa fissura prima, ki corpus cerebelli deli na sprednji reženj, lobus rostralis, in zadajšnji reženj, lobus caudalis. Fisuro primo najočitneje spoznamo na medianem rezu in ločuje culmen in declive monticuli drugega od drugega.

Kot druga prečna brazda se pojavlja fissura secunda, ki se ne razteza čez vso širino korpusa cerebelli, temveč samo ločuje uvulo od piramide. Na lateralnih koncih fisure sekunde se stopita uvula in pyramis na obeh straneh v neocerebelarni reženj, paraflocculus dors. et ventr., ki se privije malomožganskim hemisferam oz. petljastemu režnju, lobus ansiformis, delno vent-

ralno, delno lateralno in ga od tega ločuje fissura parafloccularis.

Rostralno ločuje piramido od tuberja vermis fissura praepyramidalis. V lobusu rostr. pa ločuje fissura praeculminata culmen in lobulus centralis drugega od drugega. Vse te mejne brazde, ki razčlenjujejo corpus cerebelli, se filogenetično pojavijo nasproti fisuri caudolateralis šele sekundarno.

Med fisuro primo in fisuro praepyramidalis ležeče dele črva, tj. declive, folium in tuber vermis lahko skupaj poimenujemo lobulus medianus. Njegovi močno razviti lateralni podaljški oblikujejo največji del malomožganskih hemisfer.

Tako objema ozki lobulus simplex, ki izhaja iz declive, rostralno kot sponka sprednji reženj, medtem ko stranski podaljški foliuma in tuberja vermis omogočajo nastanek petljastega režnjiča, lobulus ansiformis, ki oblikuje ozko petljo in ima dva kraka, crus caudale in crus rostrale. Tadva sta ločena drug od drugega s sulkusom interkruralisom. Crus caudale se nato upogne poleg piramide približno pravokotno kavdoventralno in tako oblikuje lobulus paramedianus, ki ga sulcus paramedianus ločuje od črva.

Znatno slabotnejši stranski podaljški kulmena oblikujejo četverokotni režnjič, lobulus quadrangularis, ki je pri domačih sesavcih manj markanten, in še krajša stranska lista lobulusa centralisa, alae lobuli centralis, ki ju oba štejemo za hemisferna dela prednjega režnja. Prednjemu in zadnjemu medularnemu jadru prilegajoči se deli črva, torej lingula in lobulus centralis, kot tudi nodulus in uvula, se bočijo od dorzalne strani proti lumenu 4. ventrikla.

B. P o d a l j š a n i h r b t n i m o z e g
m y e l e n c e p h a l o n

Podaljšani hrbtni mozeg, myelencephalon, sestoji iz podaljšane hrbtenjače, medulla oblongata s. bulbus medullae spinalis, zadajšnjega dela 4. ventrikla in njegove strehe, zadnjega medularnega jadra, velum medullare caudale.

Podaljšana hrbtenjača, medulla oblongata, predstavlja - kot pove ime - v določeni meri podaljšanje hrbtenjače v področje možganov. Pri tem se zaradi kopičenja sivih jedrskih področij njena gmota znatno poveča; predvsem se znatno razširi. Podaljšana hrbtenjača oblikuje najkavdalnejši odsek možganskega debla in prehaja kavdalno čisto polagoma v hrbtenjačo. Medtem ko rostralno mejo medule oblongate jasno označuje zadajšnji rob mosta, je omejitev nasproti hrbtenjači neopazna. Kot mejo med podaljšano hrbtenjačo in hrbtenjačo jemljemo prečno ravnino, ki si jo zamišljamo skozi možgansko deblo na višini izstopnega mesta najsprednejših koreninskih vej l. vratnega živca. Topografsko leži podaljšana hrbtenjača v fosi medullae oblongate baziokcipitalne kosti, njen zadajšnji konec pa v področju foramena occipitale magnuma oziroma atlantooccipitale.

Na ventralni ploskvi zaznamo najprej - kot podaljšek fisure mediane ventralis hrbtenjače - mediani žleb, ki se končuje na zadajšnjem robu mosta in ga obdajata dve podolžni nabuhlini, ki prihajata izpod mosta. Ti kavdalno vse ožji nabuhlini imenujemo piramidi, pyramides (medullae oblongate) in predstavljata snopiča vlaken traktusa piramidalisa s. kortikospinalisa. Ta snopiča stopita, potem ko sta šla skozi možganska rokava in most, za mostom na površino in se nato na kavdalnem koncu podaljšanega hrbtnega mozga zopet potopita v globino. Za tem večinoma križata središčno ravnino in potekata dalje v kontralateralnem stranskem konopcu hrbtenjače. Križajoči se snopi vlaken traktusa piramidalisa oblikujejo križanje piramid, decussatio pyramidum.

Pri domačih sesavcih sta piramidi, ki ju lateralno omejuje sulcus parapyramidalis, znatno slabše razviti kot pri človeku. Pri mesojedih sta relativno močnejši kot pri kopitarjih.

Neposredno za mostom izstopa iz obpiramidnega žleba, sulcus parapyramidalis, n. abducens (VI). Vzporedno z zadnjim robom mosta opazimo pri domačih sesavcih ploščat prečen trak, trapezasto telo, corpus trapezoideum. Neposredno za njim leži majhna ploska vzvišina, tuberculum faciale ventrale, na katere medialnem robu se končuje rostralni konec plitvega podolžnega žleba. Vstran od zadnjega konca piramid izstopajo iz tega žleba koreninske veje

12. možganskega živca, n. hypoglossus (XII). Pri človeku in primatih na obeh straneh piramid prisotna ploska, vzdolžno ovalna vzvišina, oliva, se pri domačih sesavcih ne pojavlja, ali kvečjemu kot nerazločna eminentia olivaris, ki piramide na zadajšnjem področju nekoliko izboči.

Stranska ploskev podaljšane hrbtenjače je v svojem dorzalnem odseku lateralno od fascikulusa kuneatusa in korpusa restiforme nabuhla v ploščato podolžno nabuhlino, tuberculum Rolandi (s. cinereum). Ta nastane z nabuhnitvijo želatinozne snovi, substantia gelatinosa dors. (Rolandi), na rostralnem koncu dorzalnih rogov in vlaken traktusa spinalisa n. trigemini.

Neposredno pred Rolandovo hrgico opazimo nežne, poševno dorzorostralno potekajoče snope vlaken, t.i. zunanja lokasta vlakna, fibrae arcuatae superficiales, ki stopajo na površino delno iz fisure mediane ventr., delno iz stranske ploskve medule oblongate in potekajo h korpusu restiforme, katerega vlaknom se primešajo. Iz stranske ploskve izstopajo lateralno od tuberkuluma faciale ventr. v kontinuirani vrsti tudi nežne koreninske vejice 9., 10. in 11. možganskega živca. Njihova vlakna se med seboj večkrat izmenjajo, tako da se dajo posamezni živci šele po svojem izstopu iz lobanje nedvomno poimenovati kot n. glossopharyngeus (IX), n. vagus (X) in n. accessorius (XI).

Na dorzalni ploskvi vidimo, da se tudi sulcus medianus dorsalis nadaljuje od hrbtenjače na medulo oblongato. Medtem ko pri mesojedih nežna snopiča, fasciculi graciles (Goll), obdajata sulcus medianus od strani, sta pri kopitarjih potisnjena v globino in se pojavita šele neposredno pred zadnjim koncem fose romboidee kot šilast trikotni zaklinek. Nežna snopiča, fasciculi graciles, sta nasproti mnogo močnejšima, rostralno divergentnima klinastima snopičema, fasciculi cuneati (Burdach) na obeh straneh omejena s kratkim sulkusom intermediusom. Burdachova snopiča se kot nabuhlini razširita in se nadaljujeta v corpora restiformia s. pedunculi cerebellares caudales. Pri človeku na rostralnem koncu dorzalnih snopičev površinsko kot tuberculum nuclei gracilis in cuneati označeni jedri dorzalnega snopa se ne pojavljata pri domačih sesavcih, ali pa kot tuberculum nuclei cuneati samo

nakazano. Lateralno od fascikulusa kuneatusa leži nabuhla grčica že omenjenega tuberkuluma Rolandi, ki ga kavdalno nadaljuje v šilasto iztekajoči se snopič vlaken, radix spinalis n. trigemini, ki ga je možno zasledovati do področja prvih dveh vratnih segmentov.

R o m b a s t a j a m a i n 4. p r e k a t

Rombasta jama, fossa rhomboidea, oblikuje plosko kadunjasto dno 4. ventrikla. Začenja se kavdalno na podaljšani hrbtenjači s šilastim kotom, ki ga zaradi njegove podobnosti s konico pisalnega peresa imenujemo pisalno pero, calamus scriptorius, in se rostralno hitro razširi. Največjo širino doseže rombasta jama na področju prehoda mielencefaličnega v metencefalični del 4. ventrikla, tj. na kavdalnem robu držaja malih možganov, kjer se razširi v recessus lateralis ventriculi IV. Rostralno se nato zopet zoži in končno preide v aquaeductus mesencephali. Na straneh omejujeta rombasto jamo na sprednjem odseku povezujoča rokava, brachia conjunctiva s. pedunculi cerebellares rostrales, na zadnjem delu pa vrvasti telesi, corpora restiformia s. pedunculi cerebellares caudales. Slednjim se tam, kjer se oba ta dva malomožganska rokava dviguje-ta do malih možganov, lateralno priključita še mostna rokava, brachia pontis s. pedunculi cerebellares medii.

Dno rombaste jame ima zaradi več brazd in različnih ploskih vzvišin karakterističen površinski relief, ki pa glede na vrsto živali nekoliko variira. Vedno najdemo mediani žleb, sulcus medianus, ki poteka po vsej dolžini, in na strani ležeči mejni žleb, sulcus limitans. Ta se spredaj in zadaj poglobi v bolj ali manj razločno foveo rostralis in foveo caudalis. Lateralno od fovee rostralis nahajamo na nefiksiranih možganih sivo rjavkasto obarvano področje, locus coeruleus. Le-to dobiva svojo barvo od spodaj ležečih celic nukleusa motoriusa n. trigemini, ki imajo v sebi pigment. Med sulcus medianus in sulcus limitans se vtiska na obeh straneh ploska vzdolžna nabuhlina, eminentia medialis, ki je pri mesojedih z nerazločno sekundarno brazdo razdeljena na dva vzdolžna trakova. V rostralnem področju eminencije medialis nahajamo vretenasto izbuhlino, ki jo imenujemo colliculus facialis ali tuberculum faciale dorsale. Tu se prevrže notranje

koleno n. facialisa okrog začetnega jedra n. abducensa, ki leži blizu fose romboidee. Pri govedu je ta colliculus facialis zelo nerazločen. Kavdalno se eminentia medialis postopoma sploščuje in se zašili pri tem v neostro omejeno trikotno polje, trigonum n. hypoglossi, pod katerim ležijo začetna jedra n. hipoglosusa. Kavdolateralno se na trigonum n. hypoglossi navezuje - začenši z ostrim kotom za plitvo foveo caudalis - na vsaki strani ozko poševno trikotno polje, sivo krilo, ala cinerea ali trigonum n. vagi, ki leži nad jedri n. vagusa. Lateralno od sulkusa limitansa se dviguje dno fose romboidee v podolgovato polje, ki se v recesusu lateralisu razteguje preko korpusa restiforme do slušne grbice, tuberculum acusticum. Ker ležijo pod tem poljem vestibularisova jedra, se imenuje eminentia nuclei vestibularis ali area vestibularis. Pri mesojedih in govedu je tuberculum acusticum relativno višji kot pri konju.

Četrti prekat, ventriculus quartus, predstavlja notranji prostor rombastih možganov, ki je napolnjen z likvorjem cerebrospinalisom in rostralno komunicira z vodovodom srednjih možganov, aqueductus mesencephali, kavdalno pa s centralnim kanalom hrbtenjače. Lahko ga razdelimo v pars rostralis, pars intermedia in pars caudalis. Pars rostralis omejujeta ob strani pedunculi cerebellares rostrales, pars caudalis pa pedunculi cerebellares caudales, medtem ko je pars intermedia na obeh straneh razširjena s stranskim zakotjem, recessus lateralis ventriculi IV, in dorzalno z zakotjem, recessus tecti ventriculi IV.

Streha 4. prekata, tegmen ventriculi IV, je sestavljena iz sprednjega in zadnjega mozgovnega jadra, velum medullare rostr. in caud., ki se kot šotor vzdigujeta od spodnje strani malih možganov in se z njimi tudi vežeta. Sprednje mozgovno jadro je tanka mozgovna plošča, ki se zlepi z lingulo malih možganov in je bočno pritrjena na prednja malomožganska rokava. Rostralno se na istmusu rhombencephali z vezico medularnega jadra, frenulum veli medullaris, priključi na četveroglavično ploščo, lamina quadrigemina. Kavdalno mozgovno jadro oblikuje tanka membrana, ki je polmesečasto razpeta med nodulusom in ročajem flokulusa, in kavdalno prehaja v krovno ploščo 4. prekata, lamina tectoria ventriculi IV.

Ta sestoji iz enoslojnega ependima, ki ga vitičaste žile žilnične plasti, tela chorioidea rhombencephali, večinoma kot tela chorioidea ependymalis resasto uviha v lumen ventrikla. Tako nastala parna horioidealna pleksusa 4. prekata, plexus chorioidei ventriculi quarti, sta pri domačih sesavcih močno razvita in se na njima lahko razločita medialni in lateralni del. Medialni del sega v lumen pars intermedije in pars caudalis 4. možganskega prekata, medtem ko lateralni del sodeluje pri oblikovanju ostenja slepovrečaste izbuhline recesusa lateralisa ventriculi IV. V tanki steni stranskih zakotij, recessus lateralis, je na vsaki strani odprtina, apertura lateralis ventriculi IV (foramen Luschkae), skozi katero 4. prekat in z njim celotni sistem prekatov komunicira z votlino mehkih možganskih open, cavum leptomeningicum. Skoz to odprtino nabrekne lateralni del pleksusa horioideusa na svežem preparatu kot rdeča, cvetači podobna nabuhlina med bazo malih možganov in podaljšano hrbtenjačo.

Lamina tectoria ventriculi IV je spojena prek traku rombastih možganov, taenia rhombencephali, s kavdalnim robom kavdalnega mozgovnega jedra, bočno pa s kavdalnima rokavoma, pedunculi cerebellares caudales. Z zapahom, obex, oblikuje kavdalni zaključek strehe ventrikla. Pred zapahom oblikuje kavdalna streha prekata vrečasto izbuhlino, recessus caudodorsalis ventriculi IV, katerega steno pri človeku in psu prebija apertura mediana ventriculi IV (foramen Magendii).

V. Sistem možganskih notranjih prostorov in cirkulacija likvorja

Široki notranji prostori embrionalne možganske zasnove se zaradi rastoče odebelitve sten bolj ali manj močno zožijo, vendar pa ostanejo trajno povezani med seboj in s centralnim kanalom hrbtenjače. Obsežne odseke sistema notranjih prostorov imenujemo možganski prekati, ventriculi. Ti so štirje, in sicer:
1. oba stranska prekata, ventriculi laterales, v poloblah velikih možganov, ki ju lahko imenujemo 1. in 2. prekat, 2. tretji prekat, ventriculus III, v telencefalonu mediumu in vmesnih možga-

nih, in 3. četrti prekat, ventriculus IV, v rombencefalonu. Oba stranska prekata sta med seboj in s 3. prekatom v zvezi skoz foramen interventriculare (Monroi). Tretji prekat pa je povezan s četrtim skoz aquaeductus mesencephali. V vseh štirih možganskih prekatih so bolj ali manj močni horioidealni pleksusi, plexus chorioidei.

Vsi prekati so pokriti z enoslojno, kubično do cilindrično ependimsko oblogo z migetavkami. Žilne vitice žilnih spletov imajo enoslojno ependimsko prevleko, tela chorioidea ependymalis. Njene kubične celice imajo ščetkast našiv in se razlikujejo z različnimi inkluzijami v citoplazmi.

Liquor cerebrospinalis je vodenasta, bistra, s celicami siromašna tekočina, določene sestave, ki je specifična glede na vrsto živali. Izpolnjuje vse notranje prostore c.ž.s., napaja njegove živčne substance kot tkivni sok in oplakuje tudi površino možganov in hrbtenjače. Zaradi tega je liquor največjega pomena za normalno fiziološko, kot tudi za patološko dogajanje v c.ž.s. Merjenja pritiska likvorja, kot tudi fizikalno-kemične in citološke preiskave likvorja dajejo dragocene diagnostične opore za ugotavljanje določenih bolezenskih stanj.

Najvažnejši tvorci likvorja cerebrospinalisa so žilni spleti možganskih prekatov, predvsem stranskih. Izločanje likvorja sloni verjetno v prvi vrsti na aktivnem sekretoričnem učinku lamine horioidee ependymalis, manj pa na ultrafiltraciji iz krvi. Žilni spleti lahko določene snovi, ki cirkulirajo v krvi, zadržijo v smislu "pregraja med krvjo in likvorjem".

Liquor cerebrospinalis teče iz stranskih prekatov skoz foramen interventriculare v 3. prekat in od tod skoz aquaeductus mesencephali v 4. prekat, kjer se primeša v njegovih žilnih spletih nastalemu likvorju. Tok likvorja omogoča prekatni ependim z migetavkami. Iz 4. prekata pride likvor na eni strani v centralni kanal hrbtenjače, na drugi strani pa teče skoz foramina Luschkae oz. foramen Magendii v cisterno cerebellomedularis votline, ki jo imenujemo cavum leptomeningicum s. subarachnoideale, kjer se kot zunanji tekočinski plašč razdeli po vsej površini c.ž.s.

Resorpcija likvorja cerebrospinalisa iz subarahnoidealnega prostora poteka predvsem skoz njegove tankostenske vene, katerih kri priteka v duralne sinuse in skozi te se dovaja krvnemu toku celotnega cirkulacijskega sistema. Nekaj likvorja naj bi odtekalo prek perinevralnega rahlega veznega tkiva možganskih in hrbtenjačnih živcev k limfnemu sistemu mening. Dostikrat domnevana resorpcija likvorja skozi peclje granulacij oz. arahnoidealne resice, villi arachnoideales, je problematična glede na to, da so pecljibrez žil, in da jih pri mnogih sesavcih sploh ni. Pri človeku se v 24 urah izloči in zopet resorbira o,5 do 1 liter likvorja.

Funkcionalno daje "morje likvorja", v katerem c.ž.s. v določenem smislu plava, le-temu tudi mehanično zaščito in z likvorjem napolnjeni notranji prostori podpirajo mehko možgansko in hrbtenjačno substanco od znotraj. Liquor cerebrospinalis pa sodeluje bistveno tudi - predvsem v možganih - pri izravnavi hidrostatičnega pritiska med arterijskim in venskim žilnim sistemom in pri presnovnih procesih.

Motnje v cirkulaciji likvorja (npr. zamašitev for. interventriculare) vodijo zato do bolj ali manj teških patoloških sprememb (npr. hydrocephalus internus) in ustreznih kliničnih pojavov.

Ovojnice centralnega živčnega sistema
Meninges

Možgane in hrbtenjačo obdaja v zgodnjem embrionalnem življenju enotna mezenhimska ovojnica, meninx primitiva. Iz nje se razvijejo navzven koščene stene čvrste lobanjske kapsule in gibljivo med seboj spojenih vretenc, navznoter pa kožnate ovojnice c.ž.s., možganske in hrbtenjačne ovojnice, meninges. Te so sestavljene najprej iz čvrste zunanje plasti, ectomeninx, in nežnejše notranje plasti, endomeninx.

Z zasnovo skeleta se diferencirata iz dvolistne zunanje plasti, ectomeninx, na eni strani periostalna prevleka hrbtenjačnega kanala, endorhachis, ki preskače z vretenčnega loka na vretenčni lok in zapira canalis vertebralis navzven, in periostalna

obloga lobanjske votline, endocranium. Na drugi strani pa se diferencira čvrsta vezivna ovojnica živčnega centralnega organa, pachymeninx ali dura mater.

Iz endomeninksa se razvije iz nežnega veziva sestavljena notranja opna c.ž.s., nežna možganska in hrbtenjačna opna, leptomeninx. Ta se navzven razdeli v izredno tanko, toda ne luknjičavo pajčevnico, arachnoidea, in centralnemu organu neposredno prilegajočo se ter pravzaprav samo mikroskopsko dokazljivo nežno možgansko in hrbtenjačno opno, žilnico, pia mater.

Pijo mater in arahnoideo povezuje med seboj nežno ogrodje najfinejših veznih prečk in kožic, v katerem so obešene krvne žile. To ogrodje prepleta votlino med arahnoideo in pijo, cavum leptomeningicum s. subarachnoideale. Le-ta je zelo variabilne širine in prek aperture lateralis ventriculi IV ali foramina Luschkae oz. prek aperture mediane ali foramena Magendii 4. prekata (človek in pes) komunicira s sistemom možganskih notranjih votlin. Zaradi tega je napolnjena s tekočino, liquor cerebrospinalis. Tako so torej možgani in hrbtenjača vloženi v tekočinski plašč, ki te občutljive organe varuje tako pred zunanjim mehaničnim vplivom, kot tudi pred delovanjem sile težnosti, in omogoča pri lokalnih zvišanjih pritiska hidrodinamično izravnanje.

Postmortalno se arachnoidea dozdevno loči od dure s kapilarno špranjo, t.i. cavum subdurale. Novejše raziskave so medtem pokazale, da ta "cavum subdurale" intra vitam ne obstaja, ker se arachnoidea in dura medsebojno zlepita.

V hrbtenici ostaneta - pač zaradi njene gibljivosti - endorhachis in dura mater ločeni z epiduralnim prostorom, spatium epidurale. Le-ta je napolnjen z rahlim, z maščobami bogatim vezivom in v njem vloženimi prepleti ven, vv. extra- oz. epidurales, in daje hrbtenjači nadaljnjo mehanično zaščito. Nasprotno pa se znotraj čvrste lobanjske kapsule staplja dura mater z endokraniumom in s tem ležijo sinusi durae matris v duri oz. med njenim prvotnim notranjim in zunanjim listom. Dura se na takih mestih pojavlja kot dvolistna.

a) M e h k a m o ž g a n s k a i n h r b t e n j a č n a o v o j n i c a - Leptomeninx

Nežna možganska opna, leptomeninx, sestavljena iz pije mater in arachnoidee, kakor tudi iz mreže, ki obe opni povezuje, oblikuje pravo vezivno ovojnico c.ž.s. Ta je bogata s prehranjevalnimi žilami in njena prostorninska mreža ima v sebi poleg fibrocitov spremenljive količine monocitov, histiocitov in limfocitov, kot tudi posamezne pitanke in plazmatske celice.

1. P i a m a t e r leži kot izredno tanka, s krvnimi žilami bogata opnica neposredno na vseh površinah možganov in hrbtenjače in je zlepljena z membrano limitans gliae supf. Ovija tudi korenine vstopajočih in izstopajočih možganskih in hrbtenjačnih živcev in spremlja kot nežna nožnica s površine v c.ž.s. vstopajoče in izstopajoče krvne žile. V nožnici pije okrog žil se nahajajo kot perivaskularne špranje z likvorjem cerebrospinalisom napolnjeni Virchov-Robinovi prostori, ki so v zvezi z votlino, cavum leptomeningicum.

Pia mater spinalis prodre v fisuri mediani ventr. do komisure albe in oddaja radialna septa, ki vodijo žile, v belo substanco. Na obeh stranskih ploskvah hrbtenjače oblikuje okroglast, čvrstofibrozen konopec, ki se kot stranska hrbtenjačna vez ali obrobek razteza od podaljšane hrbtenjače do konusa medularisa med dorzalnimi in ventralnimi živčnimi koreninami. Od te vezi izhajajo praviloma med po dvema izvoroma živcev ter med zadnjim možganskim in 1. vratnim živcem trikotni, z arachnoideo prevlečeni zobci, ki so pritrjeni na notranji stranski steni dure mater. Ta nazobčana vez, lig. denticulatum, rabi, poleg živčnih korenin, kot obešalna naprava hrbtenjače v durini cevi. Njeni, od konusa medularisa izhajajoči najkavdalnejši zobci so razvlečeni v tanke, strunaste niti.

Vzdolž fisure mediane ventr. je pia mater odebeljena v lig. medianum ventr., v katerega je položena arteria spinalis ventr. Lig. medianum ventrale se da zasledovati skoz vso dolžino hrbtenjače, je pa v sprednjem, vratnem delu hrbtenjače in v ledveni odebelitvi ojačen. Na teh mestih štrli kot greben, predvsem pri govedu.

Na sprednjem koncu 1. vratnega segmenta se nahaja širša, kitasta vezna plošča, lig. suspensorium arachnoideale, ki je zraščena s pijo mater in obdaja ventralno izboklino hrbtenjače. Na obeh straneh se na inzercijskem mestu 1. zobca ligamentuma dentikulatuma pritrjuje v okolici foramena hypoglossi na lobanjsko steno.

Pia mater encephali prodre do dna malo- in velikomožganskih brazd in zaznamuje tudi vse proste površine od možganskega plašča pokritih delov možganskega debla, npr. thalamus. Pod forniksom se odebeli v telo horioideo prosencephali, ki je bogata z žilami. Od nje prodre splet žil lamine horioidee proprije z uvihanjem lamine horioidee ependymalis v stranska prekata in 3. prekat, in tako oblikuje horioidealne pleksuse, plexus chorioidei latt. in plexus chorioideus ventriculi III. V področju kavdalnega medularnega jadra se pia mater encephali odebeli prav tako v vezivno zalogo, bogato z žilami, ki kot tela chorioidea rhombencephali sodeluje pri oblikovanju žilnih spletov 4. prekata.

Pia mater hrbtenjače in možganov je bogato prepletena z najnežnejšimi živčnimi snopiči, ki deloma potekajo z žilami, deloma pa oblikujejo samostojne mreže. Posebno bogati so taki živčni prepleti v področju tele horioidee in žilnih spletov. Inervacija pije mater se zdi, da ne rabi za posredovanje občutkov bolečine, temveč za regulacijo razmerij pritiska in za cirkulacijo likvorja.

2. A r a c h n o i d e a je tanka vezivna opna brez žil, ki je na svoji gladki površini prevlečena z endotelno oblogo brez luknjic in zapira navzven bolj ali manj obširen cavum leptomeningicum s. subarachnoideale. S pijo mater je v zvezi prek nežne leptomeningealne mreže, medtem ko se duri mater intra vitam zaradi pritiska likvorja, ki vlada v kavumu leptomeningikumu, odznotraj direktno prilega. Kakor pia mater obdaja na kratkem odseku tudi vstopajoče in izstopajoče korenine možganskih in hrbtenjačnih živcev.

Arachnoidea ne sledi površinskim konturam c.ž.s., temveč se razteza čez poke in brazde možganov in hrbtenjače, tako da se zdi cavum leptomeningicum na posameznih mestih razširjen kot cis-

terna, predvsem v področju možganov.

Arachnoidea spinalis oblikuje tankostensko cev, ki po svoji obliki povsem ustreza durini cevi, in je samo rahlo spojena s površino hrbtenjače. Samo v mediani ravnini se najdejo, predvsem dorzalno, trakasta ojačenja veznih prečk med arahnoideo in pijo mater. Na prehodnem področju podaljšane hrbtenjače v prvi vratni segment, tj. v področju špranje, spatium atlantooccipitale, kakor tudi v okolici konusa medularisa in filuma terminale int., tj. v področju križnoledvene špranje, spatium lumbosacrale, je cavum leptomeningicum posebno prostoren. Ta mesta so zato porabna za pridobivanje likvorja cerebrospinalisa v diagnostične namene z okcipitalno oz. lumbalno punkcijo.

Arachnoidea encephali je nad možganskimi vijugami tesneje spojena s pijo mater, medtem ko se med malimi možgani in podaljšano hrbtenjačo, med malimi in velikimi možgani, nad črvom malih možganov in možganskim prečnikom, kot tudi na različnih mestih možganske baze bolj ali manj oddalji od možganske površine in tako omogoča nastanek vodnic, cisternae subarachnoideales. Tako razločujemo naslednje vodnice: cisterna cerebellomedullaris, cisterna cerebrocerebellaris, cisterna vermis cerebelli, cisterna corporis callosi, kot tudi cisternae medullae oblongatae, pontis, intercruralis, basilaris in chiasmatis.

Arachnoidea encephali je predvsem v področju dorzomedialnih robov obeh hemisfer spojena z duro mater prek resičastih tvorb iz brezžilnega rahlega veziva, villi arachnoideales. Pri človeku, tu in tam pa tudi pri konju in govedu prodro villi arachnoideales s svojimi vozličasto odebeljenimi konci v intraduralne venske lakune in venske sinuse, posebno v sinus sagittalis dors. Ti vozliči na pecelju se imenujejo pajčevnična zrna, granulationes arachnoideales ali Pacchionijeve granulacije. Funkcionalno naj bi rabile za izmenjavo med likvorjem in vensko krvjo in morda tudi za reflektoričen vpliv na intrakranialni pritisk. Pri ovci in govedu je arachnoidea v področju velikih možganov, predvsem bazalno, neredko škriljasto sivo pigmentirana.

b) Č v r s t a m o ž g a n s k a i n h r b t e n j a č n a o p n a - Pachymeninx

Pachymeninx ali dura mater oblikuje vnanjo od treh kožnatih ovojnic c.ž.s. Gre za zelo grobo fibrozno kožo, siromašno z žilami, ki obdaja centralne organe kot kakšna vreča ali cev. Na vstopajoče in izstopajoče možganske in hrbtenjačne živce oddaja dura nožnice, ki so na izstopnih mestih iz lobanje oz. hrbteničnega kanala deloma zraščene s periostom in se nato postopoma izgubljajo v perinevriju.

Dura mater spinalis oblikuje cev z relativno široko svetlino. Od foramena okcipitale magnuma dalje jo ločuje od endorahisa spatium epidurale, ki je izpolnjen z rahlim vezivom, bogatim z maščobo. Ta, s sinuoznimi venskimi spleti prepredena, mehka vezivna blazinica daje dobre difuzijske in resorpcijske možnosti za epiduralno aplicirane injekcijske tekočine (npr. sakralna anestezija ali lumbalna epiduralna anestezija).

Posebno prostorna je durina cev v področju najsprednejšega dela vratnega mozga in na kavdalnem koncu hrbtnega mozga. Ta mesta so posebno primerna za dobivanje likvorja. Kajti pri prebijanju dure se predre tudi njej prilegajoča se arachnoidea, in prek tukaj znatno razširjene votline, cavum subarachnoideale, je c.ž.s. do neke mere zaščiten pred poškodbami z uvedeno kanilo. Okcipitalna punkcija se izvaja v področju atlantookcipitalnega prostora, spatium atlantooccipitale, lumbalna punkcija pa v področju ledvenokrižnega prostora, spatium lumbosacrale.

Kavdalno od konusa medularisa se durina cev postopno zožuje in nato staplja z nežno opno, leptomeninx, v vezivno nožnico, v katero je vložen filum terminale ext. hrbtenjače. Kavdalni konec dure mater spinalis je izoblikovan iz tankega, strunastega vezivnega konopca, filum terminale durae matris, ki se da pri različnih vrstah živali različno daleč zasledovati do repnega dela hrbtenice, kjer se z nežnimi ventralnimi sponkami pritrdi na posamezna vretenčna telesa.

Durino cev hrbtenjače držijo v pravem položaju po eni strani nožnice dure spinalnih živcev, po drugi strani pa epiduralna maščobna blazinica in nepravilno razdeljene strunaste vezivne niti,

s katerimi je pritrjena na vretenčne loke. Močnejša ligg. suspensoria durae matris nahajamo v kranialnih odsekih vratnega dela hrbtenice. Tako je ventralna stena durine cevi pri konju pritrjena s tanko ploščo prečno potekajočih snopov vlaken, obešalna vez, lig. suspensorium transversum, na lig. dentis int. in na obeh straneh na robu fose alaris atlasa, medtem ko se v okolici velike zatilne line na spodnji strani dure izhajajoči lig. suspensorium longum pahljačasto razširi in se pritrjuje na sprednji rob notranje zobate vezi.

Dura mater encephali je spojena z endokraniumom lobanjske kapsule. Pri konju je to zraščenje v celotnem področju lobanjske kapsule posebno tesno, medtem ko je dura pri drugih domačih sesavcih solidneje pritrjena samo na koščenih letvah, ki štrlijo v lobanjsko votlino (tentorium cerebelli osseum, crista sagittalis int., crista petrosa) in na seli turciki ter se zaradi tega da lahko topo odluščiti. V okolici meatusa akustikusa int. pri konju prevleka dure dozdevno manjka.

Trda možganska opna oblikuje dve pravokotno druga k drugi stoječi, v lumen lobanjske votline štrleči gubi: 1. na kristi sagittalis int. in na kristi galli izhajajočo srpasto, mediano podolžno gubo, srp velikih možganov, falx cerebri, in 2. na protuberanciji occipitalis int. oz. na tentorium cerebelli osseum in na greben, crista petrosa, pritrjeno prečno gubo, tentorium cerebelli membranaceum.

Srp velikih možganov, falx cerebri, se spušča v fisuro longitudinalis cerebri med hemisferi, ki ju pri psu in konju, pri katerih je posebno močno razvit, rostralno in kavdalno od možganskega prečnika popolnoma ločuje. Njegov rostralni končni odsek se razrašča okrog prečnikovega kolena in se razteguje vzdolž kriste galli do baze lobanje, medtem ko se njegov zadnji konec priključi na tentorium cerebeli membranaceum. Pri prašiču in govedu je srp velikih možganov nižji, pri malih prežvekovavcih pa je samo nakazan. Pri konju nahajamo na obeh straneh črva malih možganov sagitalno potekajoči, nizki odebelitvi dure, srpa malih možganov, falces cerebelli, v katera so vklopljeni sinus occipitales dorsales.

Togo napeti kožnati šotor nad malimi možgani, tentorium

cerebelli membranaceum, je izoblikovan od prečne, podkvičaste vezivne plošče, ki poteka od koščenega šotora (mesojedi, konj) ali od protuberancije occipitalis int. (prašič, prežvekovavci) vzdolž grebena, crista petrosa, do baze lobenje in pri tem sega globoko v prečno poko možganov, fissura transversa encephali. S tem je od rombastih možganov zaščedena mala lobanjska votlina omejena nasproti veliki lobanjski votlini, ki rabi za sprejem rostralnih delov možganskega debla in velikih možganov.

Na lobanjski bazi se razpenja trda možganska opna nad žlebovi za živce in oddaja na vstopajoče in izstopajoče živce durine nožnice, ki jih ovijajo. V področju turškega sedla, sella turcica, preskoči dura od hrbta sedla, dorsum sellae, oz. od robov jame za hipofizo kot diaphragma sellae na hipofizo, s tem pa leži ta pri konju nekako do polovice, pri drugih domačih sesavcih pa povsem ekstraduralno. Če torej hočemo hipofizo eksenterirati skupaj z možgani, moramo diafragmo sellae prerezati in možganski privesek odluščiti od njenega zlepljenja z endokraniumom hipofizne jame.

Kakor pijo mater tudi trdo možgansko in hrbtenjačno opno oskrbujejo živci. Ti pa imajo pretežno senzibilni značaj in njihovi končni aparati posredujejo občutke bolečine predvsem pri natezanju in trganju tkiva. Duro mater spinalis oživčujejo rami meningei spinalnih živcev, medtem ko je dura mater encephali oskrbljena s senzibilnimi živčnimi vlakni prek vzvratno potekajočih vej, rami meningei n. trigeminusa in n. vagusa.

V duri mater encephali ali med njo in endokraniumom se nahajajo z endotelom opremljeni in na nekaterih mestih z vezivnimi prečkami prepredeni kanali, ki vodijo venozno kri in se imenujejo krvnice, sinus venosi. Na različnih mestih potekajo skoz kostne kanale ali v kostnih žlebovih. Od pravih ven se razlikujejo po tem, da njihove stene sestojijo samo iz intime, ki jo pokriva endotel, medtem ko druge stenske elemente oblikuje dura, kakor tudi po tem, da je njihov lumen stalno odprt in po tem, da nimajo zaklopk. Razlikujemo dorzalni in ventralni sistem krvnic, ki bosta obravnavana - kot krvnice hrbteničnega kanala - v zvezi z oskrbo c.ž.s. s krvnimi žilami.

Oskrba hrbtenjače in možganov z žilami

Prekrvitev c.ž.s. je za normalen potek živčnega dogajanja odločilnega pomena. Dovodne arterije in odvodne vene kažejo glede na vrsto živali deloma znatne razlike.

a) A r t e r i j e

l. A r t e r i j e h r b t e n j a č e. Hrbtenjačne arterije, aa. spinales, se napajajo prek spinalnih vej arterij, a. vertebralis, a. intercostalis suprema, aa. intercostales dors. in lumbales, kakor tudi prek a. sacralis lat. ali medije, ki vstopajo skoz medvretenčne ali stranske vretenčne odprtine v hrbtenični kanal.

Ramus spinalis oddaja praviloma najprej ram. canalis vertebralis, ki se navadno razdeli v po eno kranialno in kavdalno vejo. Te veje se od segmenta do segmenta med seboj povezujejo, tako da nastane na obeh straneh na dnu hrbteničnega kanala girlandi podobna anastomozna veriga, katere medialno štrleči loki so spojeni v področju kriste dorsalis vsakega vretenca s prečnimi anastomozami. Ta, v endorhachis vdelana, vrvni lestvici podobna veriga krvnih žil oddaja aa. nutritiae v vretenčna telesa in medvretenčne ploščice.

Od spinalnih vej arterij, ki oskrbujejo hrbtenico in hrbtenjačo, se odcepijo aa. nervomedullares, ki z nn. spinales potekajo do hrbtenjače. Včasih pa le-te lahko izhajajo tudi iz vej, rami canalis vertebralis cran. oz. caudales. Pred prehodom skoz duro ali za njim se delijo aa. nervomedullares v a. radicularis ventr. in a. radicularis dors., ali pa oddajajo samo eno od obeh koreninskih arterij. Lahko pa tudi, da hrbtenjače sploh ne dosežejo, temveč se razvejičijo v področju živčnih korenin in v spinalnem gangliju. Aa. radiculares ventr., ki niso strogo segmentalno razporejene, potekajo na spodnji strani hrbtenjače večinoma v kraniomedialni smeri proti fisuri mediani ventr., kjer se razdelijo v ram. cran. in ram.caud. Z anastomoziranjem ramusa cran. z ramusom kavd. sprednje a. radicularis ventr. nastane neparna a. spinalis

ventr., ki se - deloma oblikujoč otok - razteguje vzdolž fisure mediane ventr. kot posebno tipična žila prek celotne dolžine hrbtenjače. Njen, navadno bolj ali manj zvijajoči se kavdalni konec oblikuje po Wissdorfu pri prašiču ramus caud. arterije radicularis magne ventralis, ki se pojavlja v področju ledvenega dela hrbtenjače in je večinoma neparna.

V kranialno smer prehaja a. spinalis ventr., večinoma oblikujoč otok, v a. basilaris cerebri, pri čemer, z izjemo goveda, sprejema v področju 1. vratnega segmenta na vsaki strani končno vejo a. vertebralis (a. cerebrospinalis). Pri psu je ramus spinalis III a. vertebralis posebno močen, zaradi česar je a. spinalis ventr. v treh najsprednejših vratnih segmentih mnogo močnejšega kalibra kot v preostali hrbtenjači.

Z dorzalnimi koreninami spinalnih živcev dospejo, v nasprotju z radikularnimi ventralnimi arterijami, parno zasnovane aa. radiculares dorss. v kraniodorzalni smeri na dorzolateralno ploskev hrbtenjače, kjer se razdelijo v ram. cran. in caud. Z anastomoziranjem teh vej nastaneta obe nežni aa. spinales dorsolaterales, ki se s posameznimi prečnimi anastomozami povezujeta med seboj, prek dorzalnih vej arterije spinalis ventr. pa tudi s to.

Tako je tudi hrbtenjača opredena z nežno arterijsko mrežo, od katere nato izhajajo nežne notranje arterije v hrbtenjačo. Od a. spinalis ventr. ali njenih nežnih, pletežasto razvejičenih stranskih vej, aa. comitantes (prašič), potekajo aa. sulci oz. sulcocommissurales skoz fisuro mediano ventr. v sivo snov, medtem ko oskrbujejo medularni plašč rami marginales arterije spinalis dorsolateralis in njihovih anastomoz z a. spinalis ventr.

2. A r t e r i j e m o ž g a n o v. Arterijska oskrba možganov je v fetalni zasnovi pri vseh sesavcih enako urejena; a. carotis int. predstavlja najprej pri vseh sesavcih glavno žilo, ki se ustrezno dopolnjuje z dotoki iz področja razvejičenja aa. vertebralis, occipitalis in spinalis ventr. V postfetalnem razvoju a. carotis int. pri prežvekovavcih popolnoma zakrni do nežnega vezivnega traku.

Tudi pri prašiču pride po rojstvu večinoma do obliteracije

primarne veje a. carotis int., ki pa se potem, seveda,nadomesti s sekundarno vejo. Pri mački se ohrani a. carotis int. kot zelo tanka žila. Čudežna mreža, rete mirabile epidurale, ki jo prvotno oskrbuje a. carotis int., dobi v področju hipofize pri mački, prašiču in prežvekovavcih svoj glavni dotok sekundarno od drugih žil, predvsem od vej a. maxillaris.

Pri psu so najprvotnejše in najenostavnejše razmere. Pri njem izhaja a. carotis int. z malo markantnim sinusom karotikusom tesno proksimalno od a. occipitalis iz a. carotis communis in poteka nato proti fisuri petrobasialis, kjer vstopi v canalis caroticus. Potem ko ga je zapustila skoz for. caroticum int., oblikuje a. carotis int. ozko, skoz foramen caroticum ext. navzven prehajajočo, sifonasto dvojno pentljo, nato pa skoz isto odprtino zopet vstopi v lobanjsko votlino in poteka epiduralno proti hrbtu sedla, dorsum sellae. Tu a. carotis int. prebije zunanji list dure oz. endocranium in tako leži v notranjosti sinusa kavernozusa. Pri svojem vstopu v sinus cavernosus odda rostrolateralno močno anastomozo do a. oftalmike ekst. in tanko a. interkarotiko caud. k nąsprotni a. carotis int. A. carotis int. poteka znotraj sinusa kavernozusa po obeh straneh hipofize rostralno in preide, potem ko je prebila diafragmo sellae v kratko a. carotis cerebralis. Od te oddaja medialno tanko a. interkarotiko rostr., ki, podobno kot a. intercarotica, oddaja nežne vejice hipofizi.

A. carotis cerebralis se deli znotraj kavuma leptomeningikuma na obeh straneh v a. cerebri rostr. in a. communicans caud. Medtem ko se aa. communicantes caud. praviloma združita v a. basilaris, potekata aa. cerebri rostrr. čez križišče vidnikov proti fisuri longitudinalis cerebri, pri tem pa se lahko združita v kratko a. communicans rostr. S tem nastane na možganski bazi sklenjen podolgovat arterijski obroč, ki obdaja držalo hipofize, tj. circulus arteriosus cerebri.

Od njega se odcepijo rostralno: 1. a. ophthalmica int., ki poteka z n. optikusom do orbite, 2. a. ethmoidalis int., ki medialno od bulbusa olfaktoriusa poteka do lamine cribriformis, in potem ko gre skoz njo, anastomozira z a. ethmoidalis ekst., in 3. nadaljevanje aa. cerebri rostrr., ki se kot aa. corporis

callosi previjejo okrog kolena možganskega prečnika in oskrbujejo medialno steno hemisfer kakor tudi njen dorzalni rob nekako do polovice girusa marginalisa.

Tik za razdelitvijo a. carotis cerebralis v a. cerebri rostr. in a. communicans caud., se od slednje ali od a. carotis cerebralis na vsaki strani odcepi močna žila, a. cerebri media, ki poteka od lobusa piriformisa prek substancije perforate rostr., pri tem pa ji oddaja nežne vejice in se nato obrne proti fosi lateralis cerebri in končno z bogatim razvejičenjem vaskularizira vso lateralno ploskev hemisfer. Kmalu po svojem začetku odda a. cerebri media a. horioideo rostr., ki se previje okrog možganskega debla in oskrbuje horioidealne pleksuse stranskih prekatov in 3. prekata. Medialno od a. cerebri medije izhajajoči rami striati oskrbujejo z arterijsko krvjo bazalne ganglije in njihove sosednje strukture.

Aa. communicantes caudd. cirkulusa arteriozusa cerebri oddajajo majhne veje hipotalamusu in možganskima rokavoma, kakor tudi aa. cerebri caudd., ki obdajajo srednje možgane in potekajo k medialni ploskvi okcipitalnega režnja ter dajejo aa. chorioideae caudd. kot tudi aa. cerebelli rostrr. za male možgane.

Iz združitve aa. communicantes caudd. na sprednjem robu mosta izhaja nato neparna a. basilaris, ki poteka čez ventralno ploskev mosta in podaljšane hrbtenjače okcipitalno in se končno nadaljuje v a. spinalis ventralis. A. basilaris oddaja različne majhne veje na most in v podaljšano hrbtenjačo kot tudi aa. labyrinthi in cerebelli caudd.

Področja skorje velikih možganov in malih možganov vaskularizirajo rami corticales, medularno telo pa rami centrales ustreznih arterij. Izredno nežne žile oblikujejo v sivi substanci goste, v beli substanci pa široko petljaste kapilarne mreže, ki so regionalno tipično urejene, zaradi česar lahko govorimo razen o cito- in mieloarhitekturi tudi o angioarhitekturi posameznih možganskih odsekov, ki je značilna glede na vrsto živali in na topografske odnose.

Če ne upoštevamo glavnih vej, se slika možganskih žil na

splošno odlikuje po veliki variabilnosti. Od možganskih arterij drugih domačih sesavcev bomo zato podrobneje opisali samo posebnosti, specifične za vrsto.

Pravkar opisanim razmeram (pes) najbliže so možganske arterije pri konju. Tudi pri njem izhaja razmeroma močna a. carotis int. neposredno pred a. occipitalis z nerazločnim sinusom karotikusom iz a. carotis communis in poteka nato, vložena v kavdalno steno zračnega mehurja v kraniodorzalni smeri proti bazi lobanje, kjer prebije vezivno zaporno ploščo foramena laceruma in tako vstopi v ekstrakranialni del bazalnega sistema krvnic, sinus petrosus ventr.

Med svojim intravenoznim potekom skoz sinus petrosus ventr. oblikuje a. carotis int. serpentinasto petljo in s poslednjo vijugo vstopi prek incizure karotike temporalnega krila v sinus cavernosus in s tem v lobanjsko votlino. Znotraj krvnic je a. carotis int. z bolj ali manj številnimi, nežnimi vezivnimi konopci pripeta na njihove stene. V sinusu kavernozusu potekata notranji karotidi, ki sta med seboj povezani z a. interkarotiko caud., ležečo v sinusu interkavernozusu, na obeh straneh hipofize rostralno in nato prebijeta diafragmo sellae kot a. carotis cerebralis, ali pa se že pred svojim vstopom v cavum leptomeningicum razdelita v a. cerebri rostr. in a. communicans caud.

Aa. cerebri rostrr. se združita v neparno a. communicans rostr. in oskrbujeta, potem ko se je ta razdelila v obe aa. corporis callosi, medialno ploskev hemisfer. Nadalje oddajata aa. cerebri rostrr. na vsaki strani: 1. tanko a. oftalmiko, ki spremlja vidni živec, 2. a. horioideo rostr., ki poteka vzdolž traktusa do horioidealnih pleksusov stranskih prekatov in 3. prekata, in 3. močno a. cerebri medijo. V fosi etmoidei ležeči subduralni rete ethmoideum oskrbuje nežna a. ethmoidalis int. in močnejša a. ethmoidalis ext.

Neglede na to, da je a. cerebri caud. pogosto dvojna, se iz aa. communicantes caudd. in a. basilaris izhajajoče glavne veje vedejo kot pri psu. Pred svojim prehodom v a. spinalis ventr. oblikuje a. basilaris navadno enega do več žilnih otokov, s ka-

terimi anastomozira na vsaki strani kot druga glavna žila za oskrbo možganov zelo variabilna končna veja arterije vertebralis, ki vstopa skoz for. vertebrale lat. atlasa v hrbtenični kanal. Ta anastomoza z a. vertebralis je lahko tudi samo enostransko izoblikovana.

Tudi pri prežvekovavcih je a. carotis int. v fetalnem stanju še popolnoma izoblikovana in izhaja kot močna žila skupaj z a. occipitalis iz a. carotis communis. Postfetalno se nato njen ekstrakranialni del v prvih 6 - 8 življenskih tednih razgradi v tanek vezivni konopec in oskrbo možganov s krvjo sekundarno prevzamejo druge žile.

Tako je prvotno od a. carotis int. napajana, pri govedu posebno mogočna mreža, rete mirabile epidurale rostr., ki obdaja hipofizo krog in krog, oskrbovana pri odraslih prežvekovavcih bodi popolnoma (mali prežvekovavci) ali večidel (govedo) od distalnih in proksimalnih vej mreže arterije maxillaris; te vstopajo skoz foramen orbitorotundum in for. ovale v lobanjsko votlino in so pri govedu še dopolnjene z vejami nežne mreže, rete mirabile arteriae ophthalmicae int. Pri govedu je rete mirabile epidurale rostr. k temu v zvezi s širokopetljasto čudežno mrežo, ki se kot rete mirabile epidurale caud. razteguje na bazi lobanjske votline proti veliki zatilni lini in anastomozira z vejami arterij, aa. condylaris in occipitalis, kot tudi z močno, med 2. in 3. vratnim vretencem v hrbtenični kanal vstopajočo medialno ali intervertebralno končno vejo a. vertebralis. Pri ovci in predvsem pri kozi je kavdalna epiduralna čudežna mreža v primerjavi z govedom slabo izoblikovana in je nežne spojne veje z mrežo, rete mirabile epidurale rostr., preparatorsko komaj mogoče izolirati, dajo pa se dokazati z injekcijami.

Iz rete mirabile epidurale rostr. izvira pred hipofizo na vsaki strani močna žila, ki prebije duro kot a. carotis cerebralis. Njene veje, ki oskrbujejo možgane, se bistveno ujemajo z ustreznimi vejami pri konju. Vendar pa anastomoze med a. basilaris in a. occipitalis oz. vertebralis pri govedu ne obstajajo.

b. V e n e

1. H r b t e n j a č n e v e n e. Precej neposredno iz kapilarne mreže živčne substance izhajajoče hrbtenjačne vene, vv. spinales, kažejo v bistvu enak potek kot arterije in se zato tudi enako imenujejo. Te nežne intramedularne vene se priključijo na veno spinalis ventr. in vv. spinales dorsolaterales, kakor tudi na površinsko vensko mrežo, ki spaja ta glavna debla. Od tu se odteka kri skozi vv. radiculares ventrr. in dors., ki so razvrščene segmentalno pravilneje kot ustrezne arterije in ki pred njihovim prehodom skoz duro ali za njim prehajajo v vv. nervomedullares. Te se nato vlivajo bodi direktno v rami spinales večjih odvodnih venskih sistemov ali v plexus venosus vertebralis.

Plexus venosus vertebralis int. predstavlja nadaljevanje bazalnega epiduralnega sistema možganskih krvnic v področju hrbtenjače in se zato tudi imenuje vretenčna krvnica, sinus vertebralis ali sinus columnae vertebralis. V nasprotju s človekom, prí katerem hrbtenjačo krog in krog obdaja ta venski splet, sestoji plexus venosus vertebralis int. pri domačih sesavcih samo iz dveh venskih cevi z relativno širokim lumenom in brez zaklopk, ki se v epiduralnem prostoru prilegata dnu in delno stranskim stenam hrbteničnega kanala in skozenj potekata v vsej njegovi dolžini do področja prvih repnih vretenc. Obe krvnični veni oblikujeta girlandi podobno verigo, vtem ko se v sredini vretenčnega telesa vzajemno bližata in se ob medvretenčnih odprtinah, forr. intervertebralia oz. vertebralia latt., zopet druga od druge oddaljujeta. Na sredini vsakega vretenca (z izjemo atlasa) sta krvnici spojeni s prečnimi anastomozami, ki praviloma odspodaj križajo lig. longitudinale dors. in kristo dors., in zaradi tega nista vidni v odprtem vretenčnem kanalu. Te prečne anastomoze potekajo samo posamič čez dorzalno podolžno vez. Pri psu in prašiču pa sta vretenčni krvnici v področju atlasa in epistrofeusa spojeni s po eno anastomozo, ki kot sponka obdajata hrbtenjačo dorzalno na sprednjem robu vretenčnih lokov. Pri psu pa se najdejo takšne dorzalne prečne anastomoze tudi na preostalem področju vratnega in sprednjega prsnega dela hrbtenjače.

V plexus venosus vertebralis int. se izlivajo številne nežne kostne vene (vv. nutritiae) iz vretenčnih teles. Vretenčne krvnice so tudi na mnogoter in, glede na vrsto živali zelo različen način, direktno ali indirektno v zvezi s spletom, plexus venosus vertebralis ext. dors. in ventr.

Tako se npr. najdejo pri psu v področju vratnega in srednjega prsnega dela hrbtenice lokaste vene, ki po spojitvi z venami, vv. interspinales pleksusa venozusa vertebralisa ekst. dorz. vdrejo skoz spatia interarcualia v hrbtenični kanal in se nato vlivajo v okolici forr. intervertebralia ali vertebralia latt. bodi direktno v krvnice ali v vv. intervertebrales, ki tukaj zapuščajo vretenčni kanal, oz. v rami spinales odvajajočih venskih sistemov, ki vsi spadajo k pleksusu venozusu vertebralisu ekst. ventr. Z njim so končno spojene vv. basivertebrales, ki izhajajo iz prečne anastomoze pleksusa venozusa vertebralisa int., in ki vstopajo v odprtinice za žile vretenčnih teles in potekajo ventralno skoznje.

K odvajajočim venam pleksusa venozusa vertebralisa int. štejemo: vv. occipitales, vv. vertebrales, vv. cervicales profundae, vv. intercostales supremae, rami dorss. vv. intercostales, v. azygos, vv. lumbales, vv. ilicae communes in vv. sacrales latt. oz. media. V posameznostih obstajajo glede na vrsto živali delno znatne razlike.

Funkcionalno predstavlja plexus venosus vertebralis int. kolateralni krvni obtok k velikim telesnim venam, ki mu hemodinamično pripada znaten pomen v smislu izenačevanja pritiska. Ker manjkajo venske zaklopke, so dane možnosti pretakanja v obeh smereh: tako so pokazale eksperimentalne raziskave, da se vretenčne krvnice pri inspiraciji izpraznijo, pri ekspiraciji ali vzpostavitvi trebušne stiskalnice pa napolnijo.

2. M o ž g a n s k e v e n e. Možganske vene, vv. encephali, se v svojem poteku - v nasprotju z onimi v hrbtenjači - ne držijo arterij, temveč ubirajo praviloma lastna pota in zato so dobile deloma tudi svoja lastna imena. Medtem ko možganom kri priteka v celoti prek bazalnih možganskih arterij, predvsem prek cirkulusa

arteriozusa cerebri, pa odteka skoz ventralni in dorzalni venski sistem, tj. skoz ventralne in dorzalne krvnice, sinus durae matris ventrr. et dorss.

Ker so krvnice vgrajene v duro mater encephali, zaradi tega, ker so njihove stene brez mišic in ker nimajo zaklopk, so svetline krvnic vedno odprte in je zagotovljena možnost pretakanja v obeh smereh. Zato rabijo sinusi dure mater med drugim tudi za izenačenje pritiska znotraj lobanjske votline, ki v fizioloških pogojih koleba.

V možganske krvnice se vlivajo: vv. cerebri, vv. cerebelli, vv. ophthalmicae, vv. labyrinthi, vv. durales in vv. diploicae lobanjske kapsule. Dorzalni in ventralni sinusni sistem sta pri vseh domačih sesavcih z izjemo konja intrakranialno spojena drug z drugim prek sinusa sigmoideusa.

Dorzalni sistem krvnic sestavljata v glavnem sinus sagittalis dors., ki poteka v mediani ravnini vzdolž kriste sagitalis int. na bazi velikomožganskega srpa okcipitalno, in sinus transversus, ki je v okolici tentoriuma cerebelli oseuma (mesojedi, konj) oz. protuberancije occipitalis int. (prašič, prežvekovavci) z njim pravokotno spojen.

Sinus sagittalis dors. ni enotna žila, temveč z vezivnimi prečkami prepredena cev, ki je lahko z luknjičastim medianim pretinom razdeljena na dve polovici ali pa s horizontalno lamelo predeljena na dorzalno in ventralno etažo. V nasprotju s človekom, se vzdolžna krvnica pri nobenem domačem sesavcu rostralno ne spaja z vensko mrežo nosne votline. Pri konju nastane iz ven sitke, pri drugih domačih sesavcih iz meningealnih in možganskih ven v področju kriste galli in iz sitkinih ven, vv. ethmoidales, pri psu pa se neredko najde anastomoza med njegovim rostralnim izhodiščnim področjem in sinusom rektusom, ki poteka skoz možganski srp v bližini njegovega prostega roba kot v. longitudinalis ventr. V sinus sagittalis dors. se vlivajo vv. cerebri dorss., ki odvajajo kri z dorzolateralnih ploskev obeh hemisfer velikih možganov, kot tudi manjše vene možganskega srpa in vv. diploicae lobanjskega krova. Pri konju in pri psu so ustja (izlivi) ven, vv. cerebri dorss., delno zalivasto razširjena. Te betičaste ali

žepaste razširine se imenujejo lacunae latt. ali "parasinoidalni prostori".

Pred koščenim šotorom nad malimi možgani, tentorium cerebelli osseum (konj, mačka) oz. protuberancijo occipitalis int. (prežvekovavci, prašič) se navadno sinus sagittalis razvejiči in - položen v kostni žleb ali kanal - upogne proti levi ali desni in prehaja v sinus transversus. Prečni krvnici med seboj povezuje sinus communicans, ki leži pri mački in konju v kostnem kanalu. Le-ta poteka prečno skoz tentorium cerebelli osseum. Pri prašiču in prežvekovavcih pa je sin. communicans v bazi tentoriuma cerebelli membranaceuma. Na ta način oblikuje confluens sinuum, značilni žilni trikotnik, na katerega se navezujeta od kavdalne strani inkonstantna dorzalna zatilna sinusa, sinus occipitales dorss., oz. pogosto namesto njiju nastopajoče venae diploicae, vv. meningicae ali površinske vene malih možganov. Pri prašiču in pri govedu se pojavlja ob konfluensu sinuum bolj ali manj razvit venski splet. Samo pri psu in včasih pri mački se vliva sinus sagittalis dors., ne da bi se vejičil, skoz kratek kostni kanal direktno v sinus transversus.

Malo pred konfluensom sinuum sprejme sinus sagittalis dors. sinus rectus, ki se vzpenja med okcipitalnima poloma, in izhaja iz združitve v. corporis callosi in vene cerebri magne, kakor tudi ven, ki se vzpenjajo od epifize. Medtem ko pri govedu posebno močna v. corporis callosi sprejme večji del medialnih ven paliuma, nastane v. cerebri magna iz sotočja ven, vv. cerebri proff. in vv. chorioideae, ki kri odvajajo iz horioidnih prepletov 3. prekata in stranskih prekatov. V sinus transversus se končno na vsaki strani vliva sinus petrosus dors., ki poteka v kavdodorzalni smeri vzdolž kriste petroze.

Sinusa transverzusa ležita, kot sinus communicans (konj, ev. mačka), pri mesojedih in konju povsem ali delno v kanalisu transverzusu koščenega šotora, ki se proti lobanjski votlini odpira v sulcus sinus transversi in se pri psu in konju nadaljuje v meatus temporalis. Nasprotno pa sta prečni krvnici prašiča in prežvekovavcev, ki sta pri govedu delno ampulasto razširjeni, kot confluens sinuum položeni v bazo kožnatega šotora nad malimi možgani.

Sinus transversus vstopi pri konju iz sulkusa transverzusa v meatus temporalis in s tem postane sinus temporalis. Prek emisarij se spaja z ekstrakranialnimi venami in v foramenu retroarticulare zapusti lobanjo kot v. vertebralis dors. s. v. emissaria foraminis retroarticularis. Pri mesojedih, prašiču in prežvekovavcih pa se sinus transversus v sulkusu sinus transversi deli v rostralni sinus temporalis in kavdalni sinus sigmoideus s. condylaris. Pri psu in pri prežvekovavcih se sinus temporalis vede kot pri konju. Pri mački in pri prašiču, ki jima manjka canalis temporalis, pa poteka sinus temporalis kavdalno od skalnične piramide k foramenu jugulare oz. lacerumu aborale, pri tem pa anastomozira z sinusom bazilarisom in zapušča lobanjo kot v. cerebralis dors. s. v. emissaria foraminis jugularis. Sinus sigmoideus se upogne kavdalno, gre skozi različno dolgi canalis condylaris in se vliva v sinus occipitalis ventr. ventralnega sistema krvnic.

Z izjemo konja je torej dorzalni sinusni sistem pri vseh domačih sesavcih intrakranialno v direktni zvezi z ventralnim sistemom.

Pri prašiču sprejme sinus transversus že v mejnem področju med temenico, lusko senčnice in skalnično piramido izhajajoči sinus petrosquamosus in pri psu oddaja ob svojem razvejičenju v sinus temporalis in sigmoideus v. emisarijo occipitalis, ki poteka skoz foramen supramastoideum v zatilno področje.

Centralno zbiralno kotanjo ventralnega sistema krvnic oblikuje sinus circularis, ki hipofizo bolj ali manj popolnoma obdaja. Vanj se vlivajo vv. cerebri ventrr. in sestoji iz sinusov kavernozusov, ki obdajata hipofizo z obeh strani, delno pa tudi ventralno, ter sinusa interkavernozusa rostr. in kavdalisa, ki spajata sinusa kavernozusa rostralno in kavdalno od možganskega priveska. Pri psu in ovci se zdi, da sinus intercavernosus rostr. praviloma manjka, tako da sinus circularis tukaj zavzema podkvičasto obliko.

Medtem ko so pri konju in psu svetline sinusa cirkularisa, skozi katere se vlečeta aa. carotides intt. in njuni prečni anastomozi, prepredene samo z nekaj vlakni, ki spajajo intravenozne arterije s sinusnimi stenami, tvorijo pri mački, prašiču in prežvekovavcih gobasti sistem votlin, ki ga prepleta rete mirabile epidurale rostr.

Sinusa kavernozusa komunicirata rostralno skoz fisuro orbitalis (mesojedi, konj) oz. foramen orbitorotundum (prašič, prežvekovavci) prek v. emisarije fissurae orbitalis oz. v. emisarije foraminis orbitorotundi s pleksusom venozusom orbitalisom, ki je pri govedu posebno dobro razvit, ali s sinusom venozusom orbitalisom prašiča, ki obdaja piramido zrkelnih mišic kot enotna žila. Spoji sinusa cirkularisa s pleksusom venozusom orbitalisom so pri ovci le slabo zasnovani ali pa lahko tudi manjkajo. Povsem na splošno pa dajejo možnosti odtoka v rostralni smeri prek ven, vv. ophthalmicae ext. (pes, prašič), ali direktno (konj) v v. faciei prof. ali prek v. oftalmike v v. temporalis supf. in prek v. frontalis v v. facialis (govedo, koza).

Kavdalno izhajata iz sinusa cirkularisa oba sinusa bazilarisa, ki sta pri psu za hrbtom sedla, dorsum sellae, med seboj spojena prek sinusa interbazilarisa in sta v nadaljnjem poteku imenovana sinus petrosus ventralis.

Pravih mezgovnic v hrbtenjači in možganih ni. Na njihovo mesto stopajo perivaskularni Virchov-Robinovi prostori, ki so položeni med adventicijo in ovojnico pije krvnih žil.

PERIFERNI ŽIVČNI SISTEM

Systema nervosum peripheric um

Splošno

Periferni živci in gangliji, priključeni na hrbtenjačo in možgane, predstavljajo v svoji celoti tisti del živčnega sistema, ki ga kot periferni živčni sistem, systema nervosum periphericum, navadno postavljamo nasproti centralnemu živčnemu sistemu. Kot je že v uvodu omenjeno, pa periferni živčni sistem ne predstavlja nikakršne samostojne funkcionalne enote, temveč rabi zgolj za vodenje dražljajev od sprejemnih organov do centralnega organa in od tega nazaj do izvršnih organov. Vsi periferni živci in gangliji so torej direktno ali indirektno spojeni s c.ž.s. in brez njegovega sodelovanja niso sposobni za funkcijo.

Ustrezno funkcionalni razčlenitvi živčnega sistema v oikotropni, tj. na okolje opirajoči se, in idiotropni, tj. na notranji ali lastni svet opirajoči se živčni sistem, se dajo tudi periferni živci in gangliji razdeliti v dve, morfološko in funkcionalno dobro okarakterizirani skupini:

1. V živce in ganglije, ki c.ž.s. povezujejo s čutili in prečnoprogasto skeletno muskulaturo in tako rabijo za sporazumevanje z okoljem. K njim štejemo vse možganske in hrbtenjačne živce, ki jih poimenujemo cerebrospinalni živci in gangliji.

2. V živce in ganglije, ki centralni organ povezujejo s sistemom drobovja in aparatom krvnega obtoka ter s tem skrbijo za harmonično, spreminjajočim se potrebam organizma prikrojeno soigro njegovih notranjih organov, ki ohranjajo življenje. K tem spadajo vsi živci in gangliji simpatično-parasimpatičnega živčnega sistema, ki ga praviloma označujemo s skupnim nazivom vegetativni ali avtonomni živčni sistem, systema nervosum autonomicum.

Možganski in hrbtenjačni živci sestojijo v glavnem iz snopičev vlaken z mielinsko ovojnico in so zaradi tega v svežem preparatu bele barve. Nežna, postganglionarna vlakna simpa-

tičnega živčnega sistema pa so siromašna z mielinsko ovojnico ali so sploh brez nje in so zato sivo obarvana.

Na določenih mestih v potek perifernih živcev vgrajeni gangliji predstavljajo skupke živčnih celic, ki so se v zgodnjem embrionalnem razvoju izselile iz c.ž.s. Te skupke celic navadno že z golim očesom razpoznamo kot sivo rjavkaste, vozličaste odebelitve različnih velikosti. Občasno pa so lahko ganglijske celice tudi bolj ali manj difuzno natresene v potek živcev in se kot t.i. ganglia aberantia zato makroskopsko ne dajo izolirati. Vendar imajo periferni gangliji praviloma vezivno kapsulo in nežno, z žilami bogato vezivno stromo, v katero so vložena živčna vlakna s svojimi glioznimi pokrovnimi celicami in svojimi plazmodiji..

V cerebrospinalnih ganglijih se nahajajo kompleksi jedrne plazme aferentnih, senzibilnih ali senzoričnih nevronov vseh možganskih in hrbtenjačnih živcev. Ne oziraje se na ganglije n. vestibulokohlearisa, pri katerem so živčne celice obdržale svoj prvotni bipolarni karakter, gre vseskozi za relativno velike, kroglaste, psevdounipolarne ganglijske celice.

Simpatični in parasimpatični gangliji predstavljajo pretikalna mesta preganglionarnih na postganglionarne nevrone vegetativnega ali avtonomnega živčnega sistema in imajo v sebi pretežno multipolarne, mono- ali polinevritične ganglijske celice.

Cerebrospinalni živci se dajo razdeliti na:
1. h r b t e n j a č n e ž i v c e, nn. spinales in
2. m o ž g a n s k e ž i v c e, nn. craniales.

Vsi cerebrospinalni živci sestojijo pretežno iz nevritov ganglijskih celic, ki imajo svoj sedež v sivi substanci c.ž.s. ali v cerebrospinalnih ganglijih. To pomeni, da so sestavljeni iz povezanih celičnih podaljškov posameznih nevronov, ki brez prekinitve vzpostavljajo direktne stike med sprejemnimi organi in centralnim organom, oz. med tem in izvršnimi organi. Medtem ko imajo hrbtenjačni živci glede na vsebino svojih vlaken mešan karakter (senzibilna, motorična, simpatična in večinoma tudi parasimpatična vlakna), se dajo pri možganskih živcih poleg meša-

nih razlikovati tudi čisto senzibilni oz. senzorični in čisto motorični živci.

Hrbtenjačni živci, nervi spinales

Vsak hrbtenjačni živec izvira iz dorzalne in ventralne korenine, radix dors. in radix ventr., ki ju oblikuje spreminjajoče se število snopičev vlaken. Pri tem je v vsaki dorzalni korenini vložen spinalni ganglij, ganglion spinale, katerega velikost je odvisna od števila aferentnih vlaken. Potem ko koreninska vlakna prebijejo duro mater spinalis, se združijo dorzalne in ventralne korenine v deblo spinalnega živca, truncus n. spinalis. Ta nato skoz foramen intervertebrale oz. vertebrale lat. zapusti hrbtenični kanal in se razdeli v dorzalno in ventralno vejo, ramus dors. in ramus ventr., kakor tudi v slabotni, nazaj potekajoči ramus meningeus, in oddaja v prsnem in ledvenem področju ramus communicans albus na mejni konopec. Vsak spinalni živec dobi poleg tega čez ramus communicans griseus iz ganglija mejnega konopca izhajajoča simpatična vlakna.

Dorzalne in ventralne veje hrbtenjačnih živcev se navadno v svojem nadaljnjem poteku razdelijo v medialno in lateralno vejo, ramus med. in ramus lat. Medtem ko rami medd. dorzalnih vej praviloma oskrbujejo dorzalno vratno in hrbtno muskulaturo, oživčujejo njihovi rami latt. predvsem kožo. Dosti močnejše ventralne veje hrbtenjačnih živcev pa se, nasprotno, vedejo regionalno različno. Te oskrbujejo celotno ventralno debelno muskulaturo in ustrezna kožna področja telesne stene kot tudi muskulaturo in kožo končin, ki - kot je znano - predstavljajo nasledke telesne stene. Pri tem se ventralne veje pred svojo dokončno razdelitvijo lahko spojijo v večje splete (plexus cervicalis, plexus brachialis, plexus lumbalis in plexus sacralis).

Dorzalne korenine hrbtenjačnih živcev vodijo skoraj izključno aferentna, somato-viscerosenzibilna vlakna, katerih živčne celice ležijo v spinalnem gangliju. Ventralne korenine pa vodijo skoraj samo eferentna; somatomotorična in visceromotorična-sekre-

torična vlakna, ki izvirajo iz motoričnih koreninskih celic ventralnih rogov oz. simpatičnih ali parasimpatičnih celic pars intermedije. Četudi posamezna aferentna vlakna uberejo pot k hrbtenjači skozi ventralno korenino in četudi verjetno parasimpatična vlakna zapustijo hrbtenjačo tudi skozi dorzalno korenino, se vendar dorzalne korenine kratko imenujejo senzibilne in ventralne korenine motorične korenine hrbtenjačnih živcev.

V deblu n. spinalisa se pomešajo aferentni in eferentni sistemi vlaken v hrbtenjači. Pridružijo se jim še postganglionarna simpatična vlakna iz spojnih vej, rami communicantes grisei. Spinalni živci in njihove veje so zaradi tega maksimalno mešani, tj. vodijo poleg motoričnih tudi senzibilna in vegetativna vlakna.

Cerebrospinalni živci predstavljajo sploščene,belkaste konopce zelo variabilne debelosti, ki večinoma potekajo s krvnimi žilami. Pri tem so proti mehaničnim vplivom zavarovani z rahlim, pogosto z maščobo zelo bogatim veznim tkivom. Da ne bi bili pri mišičnih kontrakcijah prigneteni, potekajo živci praviloma v medmišičnih špranjah, kjer se lahko premikajo, in večinoma potekajo, kot krvne žile, prek zaščitene upogibne strani sklepov. Da bi se izognili natezanju pri večjih premikih ali pri premikanju kože, potekajo številni močnejši živčni konopci, predvsem pa njihova finejša razvejičenja, bolj ali manj vijugasto.

Na splošno se živci razvejičijo pod ostrim kotom in pogosto pride med sosednjimi živci do izmenjave vlaken. Pri tem se nevriti različnih segmentov lahko združijo v določeni živec ali pa se simpatična in parasimpatična vlakna združijo v mešan vegetativni živec. Tam, kjer je izmenjava vlaken posebno živahna, pride do oblikovanja pravih živčnih pleteżev, plexus nervorum (npr. plexus brachialis, plexus perivascularis).

Od štirih vej, na katere se razdeli deblo vsakega hrbtenjačnega živca, se vedejo rami meningei in rami communicantes pri vseh domačih sesavcih v principu enako:

1. R a m i m e n i n g e i: rami meningei, openske veje, so nežna živčna vlakna, ki se s prepariranjem ne dajo lahko prikazati. Že v področju foramena intervertebrale ali zunaj njega

se odcepijo od trunkusa n. spinalisa, tečejo nazaj in zopet vstopijo v hrbtenični kanal. Tu oskrbujejo hrbtenjačne ovojnice in žile hrbteničnega kanala s senzibilnimi in vegetativnimi vlakni. Znotraj hrbteničnega kanala se spajajo veje sosednjih openskih vej v plexus meningeus.

2. R a m i c o m m u n i c a n t e s: k spojnim vejam, rami communicantes, spadajo: 1. rami communicantes albi in 2. rami communicantes grisei. Razen pri konju pa se dajo vedno ostro ločiti drug od drugega, ker njihova vlakna deloma potekajo tudi skupaj.

Rami communicantes albi vzpostavljajo stike med trunkusom n. spinalis in gangliji mejnega konopca in vodijo eferentna vlakna preganglionarnih simpatičnih nevronov z mielinsko ovojnico (zato so bela), kakor tudi aferentna viscerosenzibilna vlakna.

Rami communicantes grisei pa, nasprotno, sestojijo iz vlaken postganglionarnih simpatičnih nevronov, ki so brez mielinske ovojnice (zato so siva) in dovajajo spinalnim živcem simpatična vlakna. Vratni živci C_2 do C_7 dobijo svoje sive spojne veje prek zbirnega debla nervusa vertebralisa, ki poteka v kanalisu transverzariusu.

3. R a m i d o r s a l e s in r a m i v e n t r a l e s: dorzalne in ventralne veje hrbtenjačnih živcev so tiste veje spinalnih živcev, ki oživčujejo skeletno muskulaturo, sklepe, kite in vezi, kot tudi kožo telesnega debla in končin.

Kot je že omenjeno, se spinalni živci delijo v vratne, prsne, ledvene, križne in repne živce, nn. cervicales, thoracici, lumbales, sacrales in caudales.

Specialni opis

Vratni živci, nervi cervicales

Vse domače živali in človek imajo po 8 vratnih živcev.

Rami dorss. 3. do 6. vratnega živca so delno prek zankastih "anastomoz" med seboj spojeni v plexus cervicalis dors. Njihovi

rami medd. so v glavnem senzibilni in oživčujejo kožo na tilnem robu vratu, oddajajo pa tudi motorična vlakna mišicam: mm. spinalis et semispinalis in multifidus. Rami latt. oskrbujejo m. splenius kot tudi vratne porcije mišic: mm. iliocostalis in longissimus, kakor tudi mišice, mm. intertransversarii in semispinalis capitis, z motoričnimi vlakni. Pri prašiču, prežvekovavcih in konju oživčujejo dorzalne veje vratnih živcev tudi vratne dele mišic, mm. rhomboideus in serratus ventralis.

Rami ventrr. 4 - 5 prednjih vratnih živcev so med seboj spojeni v plexus cervicalis ventr. Od 5. (prašič, človek) oz 6. (mesojedi, prežvekovavci, konj) vratnega živca dalje sodelujejo pri oblikovanju pleksusa brahialisa. Motorično inervirajo ventralne veje 1. do 6. (mesojedi, prašič, prežvekovavci) oz. 1. do 4. (konj) vratnega živca m. longus capitis. Dalje oskrbujejo mm. longus colli in scalenus, kakor tudi pri psu vratni del mm. romboideusa in seratusa ventr. In končno dajejo rami ventrr. 5. - 7. vratnega živca korenine n. frenikusa.

Kožno inervacijo oskrbujejo predvsem rami latt. ventralnih vej 2. - 6. vratnega živca, pri čemer lahko veje 2. prehajajo na področje glave in veje 6. vratnega živca na predprsje in podprsje.

Prvi vratni živec (1.), n. cervicalis I, zapušča hrbtenični kanal skoz foramen vertebrale lat. atlasa. Njegova dorzalna veja poteka med m. oblikvusom capitis kavd. in m. rektusom capitis dorz. majorjem dorzolateralno in oddaja najprej kot n. suboccipitalis manjše veje mm. oblikvusu capitis kran. in kavd. kot tudi mm. rektusu capitis dorz. majorju in minorju in kranialnemu koncu mišic, mm. semispinalis capitis in splenius. Kot kožna veja pride nato v zatilju na površino in inervira kot n. occipitalis medialno ploskev hrbta ušesne školjke kakor tudi področje kože na glavi, ki leži med uhljema.

Ramus ventralis stopi skoz foramen alare oz. incizuro alaris (mesojedi) v foso alaris atlasa, pri čemer oddaja motorična vlakna mišicam, mm. longus capitis in rectus capitis ventr. in lat., kakor tudi vegetativno vejo žlezi ščitnici. Svoja simpa-

tična vlakna dobiva prek ramusa komunikansa grizeusa gangliona cervicale cran. Prek anze cervicalis se spaja z nervusom hipoglosusom in prek živčne zanke, ki poteka ventralno od atlasovega krila k 2. vratnemu živcu, s pleksusom cervikalisom ventr. In končno daje ramus ventralis n. C_1 motorične veje za dolge podjezičnične mišice (m. sternohyoideus, m. sternothyreoideus in m. omohyoideus). Pri konju se da ena teh vej, ojačena z vejo 2. vratnega živca, zasledovati vzdolž sapnika do skupne izhodiščne porcije mišic, mm. sternohyoidei in sternothyreoidei, na prsnici.

Drugi (2.) vratni živec, n. cervicalis II, stopi na incizuri vertebralis cran. (mesojedi) oz. skozi foramen vertebrale lat. okretača, epistropheus s. axis, iz hrbteničnega kanala. Njegov ramus dors. oskrbuje m. obliquus capitis caud. in kožo regije occipitalis in reg. nuchalis. Pri tem opiše lok, ki je odprt navzad, se prevrže v kraniodorzalni smeri okrog kavdalnega okretačevega sklepnega podaljška in poteka nato kot n. occipitalis major pod m. semispinalisom capitis, ki mu oddaja mišične veje, poleg tilne vrvi proti glavi, kjer oživčuje kožo do iinee nuchalis sup.

Ventralna veja se najprej spoji z vejo, ramus dors. n. accessorii,(konj) in z vejami, rami ventrr., 1. do 3. vratnega živca, in oddaja manjše, domnevno senzibilne ali vegetativne veje mišicam, mm. cleido- in sternocephalicus. Iz nje izhaja dalje n. auricularis magnus, ki poteka čez rob atlasovega krila do baze ušesne školjke, se spoji z n. retroavrikularisom s. kavd. n. facialisa in senzibilno oživčuje lateralno hrbtiščno ploskev ušesne školjke, pri čemer dospejo nežne vejice skoz luknje školjkinega hrustanca na njegovo notranjo ploskev.

Od ramusa ventr. n. C_2 se končno izolira kot posebno močna kožna veja n. transversus colli (n. cutaneus colli), ki tudi dobi še vlakna od 3. vratnega živca in se, z izjemo goveda, spoji z ramusom kutaneusom colli n. facialisa. Deli se na več vej, od katerih različne potekajo do kože reg. laringike in reg. maseterike, medtem ko poteka močnejša veja, ki jo drugi vratni živci še ojačijo, vzdolž jugularnega žleba proti prsim in tu oskrbuje kožo. Z dodanimi facialisovimi vlakni inervira tudi

vratne kožne mišice. Pri oživčenju obraznih kožnih mišic domnevno sodelujeta n. facialis in 2. vratni živec. Pri govedu je n. transversus colli posebno močan. Ker pa ne dobi nobenih facialisovih vlaken, sprejme slabotni m. cutaneus colli veje samo od njega.

Tretji, četrti in peti vratni živec (3., 4. in 5.), nn. cervicales III, Iv in V, izstopajo skozi forr. intervertebralia. Njihovi rami dorss. se tudi spajajo s pleksusom cervikalisom dorz. in oskrbujejo dorzalno vratno muskulaturo. Medialne veje potekajo blizu mediane ravnine do kože in se razširijo na obeh straneh na vratnem grebenu.

Ventralne veje oživčujejo mišice, mm. intertransversarii ventrr., longus capitis, longus colli (pars cervicalis) in scalenus ter stopijo nato nekako na sredini stranske ploskve vratu pod kožo, ki jo oskrbujejo kot kožni živci, pri tem pa se razvejičijo na več dorzalnih in ventralnih vej. Iz ramusa ventr. C_5 izhaja najkranialnejša korenina n. frenikusa.

Šesti, sedmi in osmi (6., 7. in 8.) vratni živec, nn. cervicales VI, VII in VIII, so že vsi soudeleženi pri oblikovanju nadlahtnega pleteža, plexus brachialis. Medtem ko se ramus dors. 6. vratnega živca vede kot ramus dors. 5. vratnega živca, potekata dorzalni veji 7. in 8. vratnega živca med mm. multifidusom in longisimusom cervicis v dorzalno smer, pri tem pa oddajata veje tem mišicam kot tudi mm. spinalisu et semispinalisu thoracis et cervicis, longisimusu capitis et atlantis, spleniusu, romboideusu in seratusu ventr. cervicis. Pri psu sta lahko mm. rhomboideus in serratus ventr. cervicis oskrbovana od ventralnih vej. Končne veje dorzalnih vej C_7 in C_8 oživčujejo kožo na regiji cervicalis dorsalis pred vihrom.

Iz ramusa ventr. 6. vratnega živca izhajajo: veje za mišice, mm. intertransversarii in longus colli, kot tudi srednja korenina n. frenikusa in ena veja pleksusa brahialisa. Dalje izhaja iz njega močan kožni živec, n. supraclavicularis, ki se po močnem razvejičenju razširi na sprednjem področju plečeta kot tudi na predprsju. Pri prašiču in govedu izhajajo kot supraklavikularni deli ovrednotene živčne veje iz C_5.

Rami ventr. 7. in 8. vratnega živca ne oddajajo nobenih kožnih vej. Medtem ko se 8. spaja samo s pleksusom brahialisom, oddaja 7. poslednjo frenikusovo korenino, kot tudi spojne veje s C_6 in C_8 in s pleksusom brahialisom. Prek spojne veje, ramus communicans griseus, so mu dodana simpatična vlakna od gangliona cervicale caud. Od te spojne veje poteka pri govedu in konju tanka živčna veja do prsnega dela m. longusa colli.

Preponski živec, n. phrenicus, izhaja iz ventralnih vej 5. do 7. vratnega živca. Njegove tri korenine, od katerih prva lahko tudi manjka, srednja pa je najmočnejša, potekajo čez m. scalenus, medialno od a. axillaris do vhoda v prsno votlino, kjer se združijo v enoten živec. Ta vstopi v prsno votlino in poteka do baze srca, vložen v prekardialni mediastinum, kjer izmenja vlakna s prvim prsnim ganglijem, ggl. thoracicum primum, simpatikusa. Med fibrozo in plevro perikardiako osrčnikove stene poteka kavdalno in nato postkardialno ter dospe, na levi strani pogosto v posebni serozni duplikaturi mediastinuma, desno pa v oporku zadnje velike dovodnice, do centruma tendineuma diafragme, kjer se razdeli na več vej in oživčuje mišične dele diafragme.

N. phrenicus ni čisto motoričen, temveč mešan živec, ki vodi tudi senzibilna vlakna iz poprsnice in mediastinuma, kakor tudi iz osrčnika in organov prsne votline. Vsebuje pa tudi vegetativna tonična vlakna za preponsko muskulaturo.

Nadlahtni pletež, plexus brachialis, se vriva med vratne in prsne živce. Oblikujejo ga ventralne veje 6., 7. in 8. (mesojedi, prežvekovavci in konj) oz. 5., 6., 7.in 8. (prašič) vratnega živca in ventralne veje 1. (mačka, prašič) oz. 1. in 2. (pes, prežvekovavci, konj) prsnega živca. Iz nadlahtnega pleteža izolirani živci oskrbujejo sprednjo končino, kakor tudi dele muskulature plečnega obroča in stene trupa.

Korenine nadlahtnega pleteža, radices plexus brachialis, ležijo večidel neposredno pred 1. rebrom, med muskulusom longusom colli in m. skalenusom. Njegove veje stopijo med porcijama skalenusa na medialno ploskev plečeta, pri čemer, z izjemo mesojedov, oblikujejo okrog a. axillaris zanko, ansa axillaris.

Iz nadlahtnega pleteža izhaja naslednjih 12 živcev prednje končine:

1. N. s u p r a s c a p u l a r i s. Ta se izolira kot relativno močan živec iz sprednjega dela pleteža in dobiva vlakna iz C_6 in C_7 (pes, prašič, govedo) oz. C_6 do C_8 (konj). N. suprascapularis poteka med m. subskapularisom in m. supra spinam lateralno, pri čemer leži direktno na spodnjem robu plečničnega vratu, in oživčuje mm. supra spinam in m. infra spinam.

2. N. m u s c u l o c u t a n e u s izhaja kavdalno od n. suprascapularisa in dobiva pri mesojedih vlakna predvsem od C_7 (večinoma tudi C_8), pri prašiču od C_6 in C_7, pri prežvekovavcih od C_6 in C_7 in pri konju predvsem od C_7, navadno pa tudi od C_6 in C_8. Pri prašiču, prežvekovavcih in konju se prebije lateralno in ventralno okrog a. axillaris in se nato spaja, oblikujoč anzo axillaris, z n. medianusom, medtem ko pri mesojedih poteka dalje ločen od n. medianusa. V višini plečnega sklepa, oz. malo pred združitvijo z n. medianusom ali po njej, se odcepi od n. musculokutaneusa ramus muscularis prox. in poteka med obema deloma m. korakobrahialisa ali pa med njim in humerusom lateralno, pri tem pa oddaja veje muskulusu korakobrahialisu in m. bicepsu brachii. Pri kopitarjih se n. musculocutaneus približno na sredini nadlahti zopet loči od medianusa ter se takoj razdeli na ramus muscularis dist. in n. cutaneus antebrachii med., medtem ko se pri mesojedih malo nad komolčnim sklepom spoji s kratko prečno vejo z m. medianusom in se nato prav tako razvejiči na ramus muscularis dist. in n. cutaneus antebrachii med.

Ramus muscularis distalis oskrbuje m. brachialis, katerega distalni del oživčuje pri kopitarjih v približno polovici primerov n. radialis.

N. cutaneus antebrachii med. pride med m. bicepsom brachii in m. brachialisom na sprednjo stran podlahti in stopi nato med mm. brahiocefalikusom in bicepsom brachii na površino. Njegove kožne veje se razvejičijo predvsem na medialni ploskvi fascije antebrachii, pri konju pa se razprostira, potem ko se razdeli na dve veji, prek dorzomedialne strani karpusa in metakarpusa do

bicljevega sklepa. Pri prašiču in prežvekovavcih se spoji v distalni tretjini nadlahti večinoma s kožno vejo n. radialisa in oddaja pri mesojedih in govedu veje na sprednjo površino ovojnice komolčnega sklepa.

3. N. a x i l l a r i s izhaja iz srednjega dela nadlahtnega pleteža in dobiva vlakna od C_7 in C_8. Poteka čez upogibno stran plečnega sklepa, ki mu oddaja senzibilno vejo, med kavdalnim robom m. subskapularisa in a. subscapularis proti lateralni strani, kjer se pojavi med dolgo glavo in stransko glavo tricepsa brachii, za m. teresom minorjem in se še pod m. deltoideusom razdeli na več vej. N. axillaris oddaja veje za m. deltoideus; mm. teres major in minor ter kavdalni del m. subskapularisa, kakor tudi na m. articularis s. capsularis in m. cleidobrachialis, ki genetično spada k m. deltoideusu.

Njegova kožna veja, n. cutaneus antebrachii cran., stopi distalno od tuberositas deltoidee med kavdalnim robom m. deltoideusa in lateralno glavo m. tricepsa na površino in poteka, vtem ko se večinoma razdeli na dve veji, prek m. ekstenzorja carpi radialisa do kože sprednje ploskve podlahti, ki jo oskrbuje s senzibilnimi vlakni do karpusa.

4. Dva do štirje slabotni živci, nn. s u b s c a p u l a r e s, ki izhajajo posamič ali skupno z drugimi živčnimi debli iz pleksusa, inervirajo m. subscapularis z izjemo kavdalnega obrobnega dela, ki dobiva svoja motorična vlakna od n. aksilarisa.

5. Nn. p e c t o r a l e s (thoracici) crann. izhajajo kot 3 do 5 manjših vej iz sprednjega dela pleksusa brahialisa in potekajo ventralno k površinskim prsnim mišicam in k pars praescapularis pektoralisa prof. pri prašiču in konju.

6. Nn. p e c t o r a l e s (thoracici) caudd. so močnejši živci, ki izhajajo kavdalno iz pleksusa, pri tem pa so lahko spočetka na različen način povezani z drugimi živci pleteža, predvsem tudi z n. toracikusom lat. Potekajo v kavdoventralni smeri do pars humeralis pektoralisa prof., oddajajo pa tudi veje ventralnim delom m. kutaneusa trunci in so se doslej imenovali n. thoracoventralis.

7. N. t h o r a c i c u s l o n g u s izhaja najdalje dorzalno kot močan živec, predvsem iz korenin C_7 in C_8, in poteka skoraj vodoravno do prsnega dela m. seratusa ventralisa.

8. N.t h o r a c o d o r s a l i s izhaja iz zadnjih korenin pleteža, predvsem C_8, in poteka kavdalno čez m. teres major do m. latissimusa dorsi.

9. N. t h o r a c i c u s lat. se izdvoji skupaj z nn. pectorales caudd., predvsem iz kavdalnih delov pleteža (C_8 in Th_1), prečka m. teres major in poteka nato vzdolž spodnjega roba m. latisimusa dorsi do m. kutaneusa trunci, kjer se razdeli na več vej, ki se pri psu žarkasto razprostirajo na kožno mišico trupa do področja stranske trebušne stene. Te veje oblikujejo skupaj z vejami kavdalnih prsnih živcev, nn. pectorales caudd., in z rami perforantes interkostalnih živcev širokopetljast živčni pletež. Njegove nežne končne veje inervirajo ventralne dele prsne in trebušne kože, pri tem pa lahko senzibilna vlakna izvirajo iz interkostalnih živcev.

Dorzalno ali ventralno izhajajoča veja n. toracikusa lat. se spaja z vejami 2. in 3. interkostalnega živca v n. intercostobrachialis, ki se prevrže okrog zadnjega roba dolge glave tricepsa brachii in oskrbuje lateralno v okolici tricepsove skupine kožo in m. cutaneus scapulae et humeri s senzibilnimi oz. motoričnimi vlakni.

lo. N. r a d i a l i s je zelo močan živec, ki nastane iz srednjega in kavdalnega dela nadlahtnega pleteža (C_7, C_8 in Th_1) in motorično oskrbuje iztegovavke kubitalnega in karpalnega sklepa kot tudi prstnih sklepov vključno m. extensor carpi ulnaris ter oddaja pri kopitarjih v približno 50% primerov tudi vlakna na distalni del m. brahialisa. Dalje oživčuje kot n. cutaneus brachii lat. kožo v področju stranske glave m. tricepsa brachii in kot n. cutaneus antebrachii lat. kožno področje lateralno na podlahti.

Deblo n. radialisa vstopi približno na sredini nadlahti na kavdalnem robu m. teresa majorja in kavdalno od a. brachialis med dolgo in srednjo glavo m. tricepsa brachii v globino in

poteka, pokrit s stransko glavo tricepsa, lateralno in distalno čez humerus do upogibne strani komolčnega sklepa. Pri tem leži ob kavdalnem robu m. brahialisa neposredno na humerusu, zaradi česar se lahko tukaj prignete (paraliza radialisa).

N. radialis oddaja svoje proksimalne mišične veje najprej skupini tricepsa, m. ankoneusu in m. tenzorju fasciae antebrachii, pri kopitarjih pa v kakšni polovici primerov tudi distalnemu koncu m. brahialisa. Nato se razdeli še pod stransko glavo tricepsa v ramus superficialis in ramus profundus.

Globinska veja poteka pod glavami mm. ekstenzorja carpi radialisa in ekstenzorja digit. komunisa čez upogibno stran komolčnega sklepa in inervira te mišice kot tudi mm. extensor digitalis lat., extensor carpi ulnaris, abductor pollicis long., in pri mesojedih tudi m. brachioradialis in m. supinator.

Površinska veja se pokaže izpod lateralne glave tricepsa in s tem postane n. cutaneus antebrachii lat.

Pri mesojedih se takoj razdeli na ramus med. in ramus lat., ki potekata čez sprednjo ploskev podlahti, karpus in metakarpus distalno in pri tem oskrbujeta kožo s senzibilnimi vlakni. Nad karpusom sta obe kožni veji radialisa večinoma med seboj spojeni s prečno anastomozo.

Proksimalno na metakarpusu se razdeli ramus med. pri psu na n. digitalis dors. comm. I in n. digitalis dors. II abaxialis, medtem ko se ramus lat. razcepi na nn. digitales dorss. comm. II, III in IV. Na višini 1. prstnega sklepa oddajajo dorzalni skupni živci naslednje živce, nn. digitales dorss. proprii axiales in abaxiales za I. do V. prst.

Pri prašiču se n. cutaneus antebrachii lat. v distalni tretjini podlahti spoji s kožno vejo n. muskulokutaneusa in se nato v višini karpusa razvejiči v kratki ramus med. in lat. Ramus med. oddaja n. digitalis dors. II abaxialis in n. digitalis dors. comm. II, medtem ko se ramus lat. razdeli na nn. digitales dorsales comm. III in IV.

Tudi pri prežvekovavcih se spaja n. cutaneus antebrachii

lat. nad karpusom z n. kutaneusom antebrachii med. muskulo-kutaneusa in poteka nato kot n. metacarpeus dors. axialis čez sprednjo stran metakarpusa distalno in se na njegovi distalni tretjini razdeli na n. digitalis dors. III abaxialis in n. digitalis dors. comm. III, ki končno oddaja živce, nn. digitales dorss. proprii axiales, za III. in IV. prst.

Pri konju se ramus supf., potem ko odda n. cutaneus brachii lat. za kožo na lateralnem nadlahtnem področju, razširi kot n. cutaneus antebrachii lat. v koži na zunanji ploskvi podlahti približno do karpusa.

11. N. m e d i a n u s je najmočnejši živec nadlahtnega pleteža in sega s svojimi končnimi vejami do področja prstov. Izhaja iz srednjih delov pleksusa, predvsem iz C_8 in Th_1, dobi pa včasih tudi vlakna iz Th_2 (npr. pri konju) in je najprej spojen z n. ulnarisom. Pri kopitarjih oblikuje skupaj z n. muskulokutaneusom zanko, ansa axillaris. Pri psu dobi n. medianus nad komolčnim sklepom zvezno vejo od n. muskulokutaneusa.

Skupaj z n. ulnarisom inervira n. medianus upogibavke karpalnega sklepa in prstnih sklepov, kot tudi kožo na volarni površini podlahti in na palmarni (volarni) in dorzolateralni strani metakarpusa ter prstov. Dalje oskrbujeta oba živca tudi komolčni in karpalni sklep ter pokostnico in kite ter vezi v področju podlahti in piščalnice s senzibilnimi vlakni.

N. medianus poteka z a. brachialis oz. mediano čez medialno ploskev nadlahti in komolčnega sklepa do podlahti. Potem ko je oddal vejice na medialno izbuhlino komolčnega sklepa, stopi, tesno povezan z a. in v. mediano in pokrit s pars sternocostalis m. pektoralisa supf., izpod m. pronatorja teresa na kavdomedialno stran podlahti. Tu poteka med m. fleksorjem carpi radialisom in globinsko upogibavko prstov z a. mediano proti karpalnemu sklepu. Pri tem oddaja veje, rami musculares, mišicam, mm. flexor carpi rad., pronator teres, pronator quadratus (mesojedi), radialni glavi ter medialni in distalni porciji humeralne glave, caput humerale, globinske upogibavke prstov, kakor tudi medupogibavčnim mišicam, mm. interflexorii (mesojedi, prašič, prežvekovavci) in pri mesojedih tudi m. fleksorju digit.

supf. V okolici medkostne špranje oddaja n. medianus tanki n. interosseus antebrachii, ki po prehodu skoz spatium interosseum oskrbuje predvsem periost na podlahti s senzibilnimi vlakni.

Distalni del n. medianusa kaže glede na vrsto živali znatne razlike:

Pri m e s o j e d i h poteka n. medianus z a. mediano med površinsko in globinsko upogibavko prstov do karpusa, kjer se mediopalmarno razdeli na kratki ramus med. in lat. Še pred tem, nekoliko pod sredino podlahti, je oddal ramus palmaris za kožo na medialni in upogibni strani karpusa. Pri psu se ramus med. razdeli na nn. digitales palmares comm. I in II, medtem ko postane ramus lat. n. digitalis palmaris comm. III. N. digitalis palmaris comm. I oddaja n. digitalis palmaris II abaxialis. S prstnimi živci n. medianusa se spojijo proksimalno od 1. prstnega sklepa nn. metacarpei palmares globinske veje ulnarisa, iz česar nato izhajajo nn. digitales palmares proprii axiales in abaxiales ustreznih prstov. Palmarni prstni živci II do IV prsta vodijo torej medianusova in ulnarisova vlakna in oddajajo tudi senzibilne veje za podplatne in prstne blazinice.

Pri p r a š i č u oddaja n. medianus na upogibni strani karpusa najprej ramus communicans na ramus palmaris ulnarisa in se nato deli proksimalno na Mc II na ramus med. in lat. Ramus med. se vejiči na n. digitalis palmaris II abaxialis in n. digitalis palmaris comm. II, medtem ko ramus lat. oddaja n. digitalis palmaris comm. III in ramus communicans na n. digitalis palmaris comm. IV, ki izhaja iz n. ulnarisa.

Pri p r e ž v e k o v a v c i h poteka n. medianus, potem ko je oddal veje na komolčni sklep, proti karpusu, pokrit z m. fleksorjem carpi radialisom in spremljan od a. mediane. Tesno proksimalno od karpusa stopa medialno ramus cutaneus na površino in oskrbuje kožno področje medialno na karpusu in proksimalni tretjini metakarpusa. Pri nadaljnjem poteku dospe n. medianus medialno od globinske kite upogibavke pod lig. carpi palmare supf. na mediopalmarno stran metakarpusa in poteka med ramusom supf. a. radialis (a. metacarpea vol. prof. II) in končnim odsekom a. mediane (a. metacarpea vol. supf. III) do spodnje polo-

vice metakarpusa, kjer se pod proksimalno suspenzorno vezjo medialnega nadparklja razdeli v ramus med. in lat. oz. v končne veje, ki jih pri prežvekovavcih in konju imenujemo medialni in lateralni palmarni (volarni) živec.

Nad bicljevim sklepom se vejiči ramus medialis pri govedu v: l. n. digitalis palmaris III abaxialis, ki po oddaji vej na palmarne izbuhline bicljevega in nadparkljevega sklepa kot tudi na medialni nadparkelj, poteka do parkljevega koriuma, in 2. n. digitalis palmaris III axialis. Ta poteka k medparkeljni špranji, kjer se v večini primerov združi z n. digitalisom palmarisom IV ramusa lat. medianusa v n. digitalis palmaris comm. III, iz katerega nato izhajajo nn. digitales palmares proprii III in IV axiales. Aksialni palmarni prstni živci so spojeni z ustreznimi vejami n. radialisa prek ramusov communicantes.

Ramus lat. n. medianusa poteka v poševni laterodistalni smeri čez paket kit upogibavk in se nad bicljevim sklepom prav tako razdeli na dve živčni veji: l. n. digitalis palmaris IV axialis in 2. n. digitalis palmaris IV abaxialis, pri tem pa se slednji spoji z ramusom supf. ramusa palmarisa n. ulnarisa.

Pri k o n j u poteka n. medianus, potem ko je pred medialno bočno vezjo komolčnega sklepa stopil pod m. flexor carpi radialis in je svoje veje za mišice in n. interosseus antebrachialis oddal, med m. fleksorjem carpi radialisom, m. fleksorjem carpi ulnarisom in površinsko ter globinsko upogibavko prstov ob kavdalnem robu a. mediane proti karpusu. Na distalni polovici podlahti se deli na močnejšo vejo, ramus med. oz. palmaris med. in šibkejšo vejo, ramus lat. oz. n. palmaris lat. Na tem razcepišču odhaja nežna kožna veja na mediopalmarno ploskev karpusa in metakarpusa.

Ramus med. ali n. palmaris (volaris) med. poteka za glavno metakarpalno arterijo, ob medialnem robu globinske kite upogibavke pod lig. carpi palmare supf., čez upogibno ploskev karpusa in metakarpusa. Tu poteka v žlebu med površinsko in globinsko kito upogibavko, skupaj z a. in v. digitalis comm. II (a. in v. metacarpea volaris supf.) distalno. Približno na sredini metakarpusa oddaja n. palmaris med. poševno lateralno in distalno

čez paket kit upogibavk potekajoči ramus communicans nervusu palmarisu lat. in veje za kožo.

Nekoliko nad bicljevim sklepom se deli n. palmaris med. v končne veje medialnega prstnega živca, n. digitalis palmaris med. Razlikujemo štiri glavne veje:

1. Slabotni ramus caud. inervira kot t.i. ostrogina veja okolico ostroge.

2. Bočni ramus dors. oskrbuje dorzomedialno stran bicljevega področja s senzibilnimi vlakni, pri čemer se spaja pravilo-ma s končnimi vejami n. metakarpeusa palmarisa med. n. ulnarisa.

3. Kot najmočnejša veja, v neki meri podaljšek palmarnih živcev, poteka ramus palmaris ob kavdalnem robu a. digitalis med. aksialno od kopitnega hrustanca do petne blazinice, kateri najprej oddaja petno vejo. Nato poteka kraniodistalno v smeri kopitnega sklepa v globino in se cepi v n. coronarius za kapsulo nadkopitnega in kopitnega sklepa, veje za kopitni sklep, zakopit-nico in burzo podotrochlearis ter vejo za petno steno, kakor tu-di stensko vejo, ramus parietalis; te poslednje veje inervirajo kopitno usnjico v področju pet in medialne stranske stene, potem ko so šle skozi steno kopitnice skoz incizuro volaris oz. fora-men volare ali skoz žilne odprtinice.

4. Nekonstantna veja, ramus intermedius, je vedno slabot-nejša kot ramus palmaris in izhaja bodi iz tega ali skupno z ramusom dorzalisom. Ta poteka z ali pred v. digitalis med. pro-ti svitkovemu robu, kjer lahko "anastomozira" z n. koronariusom in je s tem soudeležen pri oživčenju dorzomedialne izbuhline ovojnice nadkopitnega sklepa, kakor tudi dorzalne izbuhline ovojnice kopitnega sklepa.

Ramus lat. n. medianusa poteka čez distalni konec mišične-ga trebuha površinske upogibavke prstov v laterodistalni smeri proti upogibni ploskvi karpusa in se spoji še pod končno kito m. fleksorja carpi ulnarisa z ramusom palmarisom n. ulnarisa v n. palmaris (volaris) lat. Ta poteka vzdolž lateralnega roba globinske upogibavke proti prstom, se združi na spodnji tretjini metakarpusa z ramusom komunikansom medialnega palmarnega živca

in se vede od bicljevega sklepa dalje kot n. digitalis palmaris lat. v principu kakor medialni prstni sklep.

12. N. u l n a r i s izhaja kakor tudi n. medianus predvsem iz C_8 in Th_1, pri tem pa se pri psu, prežvekovavcih in konju lahko priključijo še vlakna iz Th_2. Pri konju je korenina iz C_8, pri psu in malih prežvekovavcih pa korenina iz Th_2 inkonstantna, pri govedu ostane n. ulnaris do čez anzo axillaris spojen z n. medianusom.

Kakor n. medianus inervira tudi n. ulnaris upogibavke karpalnega in prstnih sklepov, medtem ko njegove kožne veje oskrbujejo predvsem kavdalno ploskev podlahti in skupaj z n. medianusom področje metakarpusa in prstov.

Medialno na nadlahti poteka n. ulnaris z n. medianusom, ki ga pri psu večinoma po jačini presega, vzdolž a. brachialis do odcepa a. collateralis ulnaris, s katero nato poteka ob spodnjem robu medialne glave tricepsa brachii, pri konju in prežvekovavcih pokrit z m. tenzorjem fasciae antebrachii, do iztezne strani komolčnega sklepa.

Pri tem poteku odda n. cutaneus antebrachii caud., ki inervira kožo na kavdalni strani podlahti, kakor tudi mejna področja kože lateralno in medialno od tod. Pri konju segajo njegove končne veje lateralno še do polovice metakarpusa in nad privesno koščico oddaja tudi nežno vejo na karpalni sklep.

Deblo n. ulnarisa poteka čez epikondilus med. humeri do iztezne strani komolčnega sklepa, kjer pod m. ankoneusom oddaja vejice kavdalni izbuhlini komolčnega sklepa. Nato stopi pod ulnarno glavo m. fleksorja carpi ulnarisa na kavdalno ploskev podlahti, kjer se nato proksimalno na radiusu odcepijo rami musculares za m. flexor carpi ulnaris in m. flexor digitalis supf., kakor tudi za ulnarno glavo in lateralni ter proksimalni del humeralne glave globinske upogibavke prstov.

Nadalje poteka n. ulnaris, spremljan od a. collateralis ulnaris, precej povrhno v žlebu med m. fleksorjem in ekstenzorjem carpi ulnarisom proti prstom. Pri tem se pritisne ob kavdalni rob m. ekstenzorja carpi ulnarisa in se nato nad karpusom razdeli na ramus dorsalis in ramus palmaris. Od obeh izhajajo

nežne veje na karpalni sklep.

Ti dve glavni veji n. ulnarisa se vedeta glede na vrsto živali zelo različno:

Ramus dorsalis, ki ustreza nervusu dorsalisu manus pri človeku, se previje okrog lateralne strani karpusa na dorzolateralno ploskev metakarpusa in oddaja pri mesojedih in prašiču n. digitalis dors. V abaxialis, pri mački in prašiču pa se spaja z n. digitalisom dorzalisom komunisom IV nervusa radialisa.

Pri prežvekovavcih poteka ramus dors. kot n. metacarpeus dors. lat. vzdolž dorzolateralne strani metakarpalnih kosti (kračnice), kjer se razširi najprej v koži palmarno in lateralno na karpusu in metakarpusu in nato končno oživčuje IV. prst kot n. digitalis dors. IV abaxialis na njegovi dorzolateralni ploskvi.

Pri konju stopi ramus dors. med krakoma m. ekstenzorja carpi ulnarisa na dorzolateralno stran metakarpusa in poteka kot nežni n. metacarpeus dors. lat. vzdolž zapiščalnice do biclje-vega področja, kjer se razdeli v svoje končne veje in se pri tem večinoma spaja z vejami n. palmarisa lat. Ramus dorsalis n. ulnarisa zato ne oživčuje samo kože dorzalno in lateralno na karpusu in metakarpusu, temveč skupaj s končnimi vejami n. medianusa tudi dorzolateralno področje bicljevega sklepa.

Ramus palmaris n. ulnarisa se deli pri psu že nad karpusom na ramus supf. in ramus prof., ki oba potekata medialno od privesne koščice, os accessorium, čez upogibno stran karpalnega sklepa distalno.

Ramus supf. se deli na n. digitalis palmaris V abaxialis in n. digitalis palmaris communis IV. Ramus prof. poteka distalno od karpusa v loku medialno in pri tem oddaja živce, nn. metacarpei palmares, ki se proksimalno od 1. prstnega sklepa spajajo z živci, nn. digitales palmares comm. I - IV.

Ramus prof. ramusa palmarisa n. ulnarisa inervira vse skupne in posebne prstne mišice sprednje šape.

Pri prašiču se ramus palmaris n. ulnarisa na upogibni strani karpusa deli na kratki ramus prof., ki oskrbuje predvsem krat-

ke in posebne prstne mišice, in ramus supf. Ta poteka lateralno in se deli na nervus digitalis palmaris comm. IV in n. digitalis palmaris V abaxialis.

Pri prežvekovavcih poteka ramus palmaris lateralno od kit površinske upogibavke prstov čez karpus in distalno od tega oddaja ramus prof. za mm. interosseus medius in lumbricales. Naprej potekajoče deblo ramusa palmarisa poteka kot ramus supf. lateralno od paketa kit upogibavk proti prstom in se spoji nad bicljevim sklepom z n. palmarisom lat. medianusa v n. digitalis palmaris IV abaxialis.

Pri konju poteka ramus palmaris n. ulnarisa nad karpalnim sklepom med končno kito m. fleksorja carpi ulnarisa in površinsko upogibavko prstov medialno ter se združi z n. palmarisom lat. n. medianusa. Njegova vlakna potekajo skupaj z lateralnim palmarnim živcem ob spremljavi a. metakarpee palmaris III (a. metacarpea vol. prof. lat.) čez upogibno ploskev karpusa in se nato ločijo proksimalno na metakarpusu kot ramus prof. ramusa palmarisa n. ulnarisa zopet od n. palmarisa lat. Ta globinska veja ramusa palmarisa n. ulnarisa oddaja med obema glavicama zapiščalnic več vej m. interoseusu mediusu in se nato razdeli v nežna živca, nn. metacarpei palmaris lat. et med.

Oba globinska palmarna metakarpalna živca potekata aksialno od zapiščalnic, med tema in piščalnico do distalnega konca zapiščalnic, pod katerim stopijo na površino, pri tem pa lahko anastomozirajo z vejami palmarnih živcev. Njihove končne veje se razdelijo v koži, predvsem na dorzolateralni strani prstov, se dajo včasih zasledovati do svitka in so delno soudeležene pri inervaciji nadkopitnega in kopitnega sklepa. Večinoma pa se končujejo v višini bicljevega sklepa. Skupaj s palmarnimi živci oskrbujejo nn. metacarpei palmares tudi proksimalno izbuhlino bicljevega sklepa pod krakoma m. interosseusa mediusa. Skupaj z n. palmarisom lat. distalno potekajoča ulnarisova vlakna se lahko štejejo kot ramus supf. ramusa palmarisa n. ulnarisa.

Prsni živci, nervi thoracici

Prsni živci so, z izjemo prvega, znatno šibkejši od vratnih živcev. Njihovo število se ujema s številom reber.

1. Dorzalne veje, rami dorss., oskrbujejo s svojimi pretežno motoričnimi rami medd. dolge in kratke hrbtne mišice. Po Grauu oskrbujejo pri konju tudi mm. levatores costarum.

Rami latt. dorzalnih vej pa - nasprotno - postanejo kožni živci. Pri tem se tisti od sprednjih prsnih živcev, ki so potisnjeni od plečnice medialno, vzpenjajo do trnov prsnih vretenc in se razširijo v koži vihra in dorzalnega področja pleča. Lateralne veje dorzalnih vej zadnjih prsnih živcev (od Th_4, pes, oz. Th_8, govedo in konj) se nasprotno prerinejo med m. iliokostalisom in m. longisimusom thoracis (dorsi) na površino. Tu se razdelijo v nežni, dorzalno vzpenjajoči se ramus cutaneus med. in močnejši, spuščajoči se ramus cutaneus lat. Rami cutanei latt. dorzalnih vej inervirajo večji del kože stranske prsne in trebušne stene. Potekajo kavdoventralno, pri tem pa te veje poslednjih prsnih živcev pri konju dosežejo kolensko gubo. Kožno polje dorzalnih vej prsnih živcev se razprostira torej kavdalno vse bolj na stransko ploskev stene trupa.

2. Ventralne veje, rami ventrr., prsnih živcev postanejo predvsem medrebrni živci, nn. intercostales, ki potekajo ob kavdalnem robu pripadajočega rebra ventralno. Samo ventralne veje 1. in 2. prsnega živca sodelujejo pri oblikovanju pleksusa brahialisa. N. intercostalis I je tanek in oskrbuje m. intercostalis internus in externus 1. medrebrnega prostora.

Pri psu leži prvih 6 medrebrnih živcev skoraj popolnoma subplevralno, medtem ko se kavdalni od njih vse bolj potiskajo pod mm. intercostales int. in je 12. popolnoma odmaknjen od plevre. Pri prašiču in prežvekovavcih potekajo vsi medrebrni živci subplevralno, pri konju pa je nasprotno prvih 8 medrebrnih živcev proksimalno delno pokritih od notranjih medrebrnih mišic, kavdalno pa nato skoraj v vsej dolžini ležijo pod plevro.

Razen n. interkostalisa I se delijo medrebrni živci po določenem pravilu na značilno število vej:

a) kmalu po izvoru živca se odcepi ramus musculi intercostalis ext. za zunanjo medrebrno mišico. Ventralna veja poslednjega prsnega živca oskrbuje kot n. costoabdominalis sprednje odseke muskulusa kvadratusa lumborum kot tudi psoasovo muskulaturo. Naprej potekajoče deblo medrebrnih živcev se nato deli - čim dalje kavdalno, tem dalje ventralno - v ramus lat. in ramus med.,

b) ramus lat. medrebrnih živcev prebije kot ramus perforans, po oddaji mišičnih vej, medrebrne mišice ob spodnjem robu m. seratusa ventr., oddaja veje m. oblikvusu ekst. abdominis in dozdevno senzibilna vlakna za mišična vretena trebušne kožne mišice, in se nato razdeli z vzpenjajočimi se in spuščajočimi se vejami v koži stranske prsne in trebušne stene.

Medtem ko ramus lat. dorzalnih vej prsnih živcev oddaja 1. kožno vejo stene trupa, oblikuje ramus lat. medrebrnih živcev 2. kožno vejo ali ramus cutaneus lat. stene trupa. Njegove veje se spajajo predvsem pod kožno mišico trupa z vejami kavdalnih prsnih živcev, nn. pectorales caudales, kot tudi nervusa toracikusa lat.

Iz takih spojev stranskih kožnih vej, rami cutanei latt., 2. in 3. medrebrnega živca z vejami n. toracikusa lat. izhaja n. intercostobrachialis.

Pri mesojedih in prašiču oddajajo rami cutanei latt. veje, rami mammarii latt., v vime.,

c) ramus med. interkostalnih živcev poteka med plevro in notranjo medrebrno mišico proti prsnici in oddaja veje muskulusu interkostalisu int. in m. transverzusu thoracis. Od 2. medrebrnega prostora dalje oddaja ramus med. v področju pravih reber 3. kožno vejo prsnih živcev, ramus cutaneus ventr., ki prevrta prsne mišice in oživčuje kožo ventralno in lateralno od prsnice. Pri mesojedih in pri prašiču oddajajo rami cutanei ventrr. veje, rami mammarii med., za vime.

Rami cutanei ventrr. v področju nepravih reber se razširijo

v mm. transverzusu in rektusu abdominis kot tudi v m. oblikvusu int. abdominis in oskrbujejo ventralno trebušno kožo do vimena oz. prepucija s senzibilnimi vlakni.

Ledveni živci, nervi lumbales

Število ledvenih živcev ustreza številu ledvenih vretenc. Medtem ko prva 2 do 3 po svoji jačini ustrezajo približno prsnim živcem, pa zadnji naglo pridobivajo na debelosti. Tudi ti se kmalu po izstopu iz hrbteničnega kanala razdelijo na dorzalno in ventralno vejo.

1. Bistveno šibkejše dorzalne veje, rami dorss., inervirajo s svojimi rami medd. hrbtne iztegovavke ledvenega področja, medtem ko rami latt. potekajo med m. longisimusom in m. iliokostalisom do kože in se tu razdelijo na ramus cutaneus med. in lat. Rami latt. oblikujejo torej 1. kožno vejo ledvenih živcev in se razvejičijo kot nn. clunium crann. v koži ledvenega in sprednjega zadnjičnega področja. Pri prežvekovavcih in pri konju se razprostira njihovo kožno področje do iznad kolenskega sklepa.

2. Delno zelo močne ventralne veje, rami ventrr., ledvenih živcev so med seboj spojene v širokopetljast živčni splet, ledveni pletež, plexus lumbalis. Ta je v kontinuirani zvezi s križnim pletežem, plexus sacralis, ki ga na podoben način oblikujejo ventralne veje križnih živcev. Zaradi tega lahko oba pleteža skupaj imenujemo plexus lumbosacralis. Plexus lumbosacralis oskrbuje z živci predvsem zadnji končini.

Ventralne veje dveh ali treh prvih ledvenih živcev: n. iliohypogastricus oz. n. iliohypogastricus cran. in caud. (mesojedi, redko tudi prašič, mali prežvekovavci, konj) in n. ilioinguinalis so povezani s pleksusom lumbalisom samo z zelo tankimi, ne vedno prisotnimi živčnimi konopci, ter se obnašajo v načelu kot prsni živci, vtem ko se razdelijo na ramus med. in lat. Pravi ledveni pletež oblikujejo praviloma med seboj spojene ventralne veje 3 do 4 poslednjih ledvenih živcev.

Ledveni pletež, plexus lumbalis, in njegovi živci zadnjih končin

Ledveni pletež leži, pokrit od m. psoasa majorja in minorja, ventrolateralno od ledvenega dela hrbtenice in oddaja majhne veje psoasovi muskulaturi in m. kvadratusu lumborum. Živci (6 - 7), ki iz njega izhajajo, oskrbujejo na eni strani trebušno steno in dele spolnega aparata ter vimena, na drugi strani pa določena mišična in kožna področja zadnjih končin.

K ledvenemu pletežu štejemo:

1. N. i l i o h y p o g a s t r i c u s. Izvira iz ventralne veje 1. ledvenega živca in stopi med m. psoasom majorjem in m. kvadratusom lumborum pod potrebušnico.

Pri živalih s 7 ledvenimi vretenci (npr. mesojedi) oddaja 1. ledveni živec, n. iliohypogastricus cran. in 2. ledveni živec, n. iliohypogastricus caud., ki se v nadaljnjem poteku vedeta načeloma enako.

Kmalu po svojem izstopu pod potrebušnico se deli n. iliohypogastricus v globinsko vejo, ramus med., ki poteka subperitonealno do dimeljskega področja, in površinsko potekajoči ramus lat. Ta vstopi med trebušne mišice, odda manjše veje m. transverzusu abdominis in m. oblikvusu int. abdominis, oskrbuje pa predvsem m. obliquus ext. abdominis in se nato razdeli v ramus cutaneus lat. in ventr.

Ramus cutaneus lat. oskrbuje kot 2. kožna veja ozko polje kože, ki se razprostira od regije abdominalis lat. do kraniolateralne ploskve kolenskega sklepa, medtem ko poteka ramus cutaneus ventr. najprej ventralno med globinskimi trebušnimi mišicami in njihovimi aponevrozami, nato pa - po oddaji vej m. rektusu abdominis - kot 3. kožna veja ledvenih živcev oživčuje ventralno trebušno kožo, prepucij oz. vime in večinoma tudi kožo na medialni ploskvi stegna.

2. N. i l i o i n g u i n a l i s. Predstavlja nadaljevanje ventralne veje 2. ali 3. oz. 2. in 3. ledvenega živca in se v nadaljnjem poteku vede kot n. iliohypogastricus. Kožno

polje njegovega ramusa cutaneusa lat. se kavdalno priključi na kožno polje n. iliohipogastrikusa ŧeŀ se razprostira kot ozek pas od lakotnice prek sprednje ploskve stegna do lateralne strani kolenskega sklepa. Inervacijsko področje ramusa kutaneusa ventr. se ujema z inervacijskim področjem ustrezne veje n. iliohipogastrikusa. Včasih se vlakna n. ilioingvinalisa izgubijo v m. psoasu maj. in tedaj dozdevno manjkajo.

3. N. g e n i t o f e m o r a l i s (n. spermaticus ext.). Svoje korenine dobi v glavnem iz ventralne veje 3. ledvenega živca in prevzame pri prežvekovavcih in konju tudi večino vlaken L_2 in L_4 ali pa ima, kot pri mački, predvsem vlakna L_4.

Medtem ko se n. genitofemoralis pri človeku praviloma razdeli na ramus femoralis, ki gre skoz lakuno vasorum in stopi na medialno ploskev stegna, in ramus genitalis, ki skoz ingvinalno špranjo poteka k zunanjim spolnim organom, je pri domačih sesavcih pravzaprav izoblikovan samo ramus genitalis.

N. genitofemoralis izvira pri psu iz 3. in 4., pri prašiču pogosto samo iz 4. ledvenega segmenta, in predstavlja pri obeh vrstah živali proksimalno enoten živčni konopec.

Pri psu prebije n. genitofemoralis m. psoas major blizu aorte in poteka, potem ko se večinoma razdeli na dve veji, lateralno od a. iliake ekst. k notranjemu dimeljskemu obroču. Trebušno steno pasira skoz dimeljsko špranjo, pri čemer se pri psu kavdomedialno prilega semenskemu povesmu in pri psici spremlja lig. teres uteri. Pri psih oskrbuje s senzibilnimi vlakni, vtem ko se deli na medialno in lateralno vejo, semensko povesmo, tuniko vaginalis mod, skrotalno kožo in prepucij, pri psici pa kožo osramja in ingvinalne komplekse vimena. Končno oddaja taka vlakna pri obeh spolih tudi kožnemu področju medialno na stegnu, ki ga oživčujeta nn. iliohypogastricus in ilioinguinalis. Dalje oddaja nežne mišične veje m. oblikvusu int. abdominis in m. kremasterju ekst. Pri mački sestoji n. genitofemoralis navadno tudi iz dveh vej, od katerih pa lateralna lahko tudi manjka.

Pri prežvekovavcih in pri konju prevrta n. genitofemoralis m. psoas minor in se nato navadno deli na dve tanki veji, ki potekata pod potrebušnico čez a. in v. cirkumflekso ilium prof.

in n. cutaneus femoris lat. do dimeljskega področja; pri prežvekovavcih se vedeta skrajno variabilno.

Pri konju oddaja kranialna veja veje m. oblikvusu int. abdominis, se pogosto spaja z n. ilioingvinalisom ali pa poteka samostojno do dimeljske špranje. Potem ko je prešla skoz trebušno steno, oživčuje prepucij in skrotum oz. vime in - skupaj z ventralnimi kožnimi vejami obeh prvih ledvenih živcev - kožo medialno na stegnu. Kavdalna veja zapusti trebušno votlino pri žrebcu s semenskim povesmom skoz dimeljsko špranjo, daje veje tuniki vaginalis moda in semenskega povesma ter muskulusu kremasterju ekst. in se razširi kot kranialna veja tudi v prepuciju in koži modnika. Pri ženskih živalih dospe z a. pudendo ekst. v vime.

Pri govedu potekata obe veji, potem ko sta večinoma dobili spojne veje od n. ilioingvinalisa, tesno ob a. iliaki ekst. do dimeljske špranje in se obnašata v svoji končni razdelitvi načeloma kot pri konju.

4. N. c u t a n e u s f e m o r i s l a t. Izhaja iz ventralnih vej 3. in 4., pogosto pa tudi 5. ledvenega živca, stopi med m. psoasom majorjem in minorjem pod potrebušnico in poteka z a. cirkumflekso ilium prof. najprej nekoliko kranioventralno, pri tem pa ga pri govedu in konju prekrižata n. genitofemoralis in n. ilioinguinalis. Ta živec oddaja m. psoasu majorju mišično vejo in končno zapusti trebušno votlino s kavdalno vejo arterije cirkumflekse ilium prof. ter poteka na medialni (konj) oz. kraniolateralni strani (mesojedi, prežvekovavci) m. tenzorja fasciae latae proti kolenskemu sklepu in oživčuje kožo na sprednji, deloma pa tudi na medialni strani stegna in kolenskega sklepa.

5. N. f e m o r a l i s. Je najmočnejši živec ledvenega pleteža, ki izhaja pri psu od L_4 - L_6, pri prašiču od L_5 - L_6, pri govedu od L_4 - L_6 in pri konju od L_3 - L_6. Živec poteka kot močen živčni konopec med m. psoasom minorjem in m. sartoriusom na eni strani ter m. iliopsoasom na drugi strani, pri psu in govedu kavdolateralno, pri konju kranialno od a. iliake ekst., pred vhodom v medenico do lakune vasorum, pri tem pa oddaja veje,

rami musculares, navedenim mišicam.

Po oddaji n. safenusa zapusti n. femoralis kraniolateralno od a. iliake ekst. trebušno votlino skoz lakuno musculorum in vstopi, vtem ko se razdeli na več vej, med m. vastusom med. in m. rektusom femoris v skupino kvadricepsa, ki jo inervira skupaj z m. sartoriusom. Pošilja tudi veje m. pektineusu in m. gracilisu.

Pri stiskanju n. femoralisa v dimljah na sprednjem robu medenice pride do značilne paralize n. femoralisa.

N. saphenus stopi z a. femoralis v stegenski rov in daje veje mm. sartoriusu, pektineusu in gracilisu, razen pri psu, pri katerem je - kot pri človeku - čisto senzibilen živec. Nekako na sredini stegna pride v spremstvu a. in v. safene na površino, prebije medialno stegensko fascijo in odda več stranskih vej. Nato poteka pri psu in konju čez medialno ploskev stegna in goleni, skočnega sklepa in metatarzusa do 1. prstnega sklepa. Pri prašiču in prežvekovavcih pa se končuje proksimalno na metatarzusu. Kmalu po svojem izhodu iz n. femoralisa oddaja n. saphenus vejo sklepni ovojnici femoropatelarnega in medialni sklepni ovojnici femorotibialnega sklepa. Po svojem izstopu iz stegenskega rova postane končno tudi pri kopitarjih čisti kožni živec, ki oddaja močnejše veje predvsem na medialno stran kolenskega sklepa in goleni.

6. N. o b t u r a t o r i u s. Izhaja iz ventralnih vej 4. do 6. (7.) ledvenega živca, je pa tudi spojen z najsprednejšo korenino križnega pleteža in s tem prispeva k oblikovanju pleksusa lumbosakralisa. Živec je pretežno motoričen, srednje jakosti, in poteka poševno v kavdoventralni smeri pri konju med a. in v. obturatorijo vzdolž telesa črevnice do foramena obturatuma in skozenj izstopi iz medenične votline. Deli se na ramus cran. in caud. ter oskrbuje m. pectineus, m. gracilis, mm. adductores in m. obturatorius ext., pri prašiču in prežvekovavcih pa tudi m. obturatorius int. Obračavke stegna torej delno oživčujeta n. femoralis in n. obturatorius.

Križni živci, nervi sacrales

Število križnih živcev ustreza številu križnih vretenc. Ti živci izhajajo tesno združeni iz kavdalnega konca hrbtenjače, potekajo najprej z njo vzporedno v hrbteničnem kanalu in prispevajo tako k oblikovanju kavde ekvine. Že znotŕaj hrbteničnega kanala se razdelijo v dorzalne in ventralne veje.

1. Slabotni rami dorss. zapustijo canalis vertebralis skoz foramina sacralia dorss. in skoz foramen intervertebrale med zadnjim križnim in 1. repnim vretencem. Medtem ko njihovi rami medd. oživčujejo najkavdalnejše zobce m. multifidusa in dorzalne repne mišice, postanejo rami latt. nn. clunium medii, ki se razširijo v koži zadnjične regije, nad kolčnim sklepom in na stranski ploskvi stegna.

2. Znatno močnejši rami ventrr. stopijo skoz foramina sacralia ventrr. oz. med poslednjim križnim in prvim repnim vretencem iz hrbteničnega kanala in oblikujejo skupaj z ventralno vejo poslednjega ledvenega živca križni pletež, plexus sacralis. Najmočnejši so radices plexus prvih 2 do 3 križnih živcev, ki v spoju s koreninami enega do dveh poslednjih ledvenih živcev oblikujejo truncus lumbosacralis ali plexus ischiadicus, iz katerega izhaja posebno močni n. ischiadicus.

Križni pletež, plexus sacralis, in njegovi živci zadnjih končin in medeničnih organov

Križni pletež leži, z izjemo njegovih najprednejših korenin, znotraj medenične votline. Pri kopitarjih je položen neposredno na široki medenični vezi. Samo široka živčna plošča pleksusa ishiadikusa izstopi takoj po svojem izoblikovanju čez telo črevnice skoz spatium ischiadicum majus iz medenične votline in oddaja živce na zunanji strani široke medenične vezi. Semkaj spadajo: nn. glutaeus cran. in caud., n. cutaneus femoris caud. in n. ischiadicus. Iz kavdalnih delov pleksusa sakralisa izhajajo n. pudendus in nn. rectales

caudd. (n. haemorrhoidalis medius in caud.). Nadalje oddaja vsak križni živec ramus communicans medeničnemu delu trunkusa simpatikusa in 2. ter 3. oz. 3. in 4. križni živec veje vegetativnemu medeničnemu spletu, plexus pelvinus.

Iz pleksusa sakralisa se izločijo naslednji živci zadnjih končin in posameznih medeničnih organov:

1. N. g l u t a e u s c r a n. se odcepi kranialno od pleksusa ishiadikusa in poteka z a. gluteo cran. do zadnjične muskulature. Oživčuje m. glutaeus medius in prof. ter m. tensor fasciae latae, kakor tudi m. piriformis mesojedov, piriformisov zobec m. gluteusa mediusa kopitarjev in kranialno porcijo m. gluteusa supf. pri konju.

2. N. g l u t a e u s c a u d. izhaja kavdalno iz trunkusa lumbosakralisa in oskrbuje pri človeku m. glutaeus maximus.

Pri domačih sesavcih je inervacijsko področje njegovih različnih mišičnih vej zelo variabilno.

Tako oskrbuje n. glutaeus caud. pri mesojedih m. glutaeus supf. in kranialno porcijo m. bicepsa femoris kot tudi m. abductor cruris cran. mačke. Pri prašiču oživčuje m. glutaeus supf. in še nerazločno z njim v m. glutaeobiceps spojeno kranialno porcijo m. bicepsa femoris, kakor tudi vretenčno glavo m. semitendineusa. Pri prežvekovavcih oživčuje m. glutaeobiceps in pri konju kavdalno porcijo m. gluteusa supf., m. biceps femoris, do njegove kavdalne končne veje, ki jo oživčuje n. tibialis, kakor tudi vretenčno glavo m. semitendineusa.

3. N. c u t a n e u s f e m o r i s c a u d. se pri kopitarjih ventralno od n. gluteusa kavd. osvobodi od kavdalnega roba pleksusa ishiadikusa, medtem ko izhaja pri mesojedih izolirano iz ventralnih vej 1., 2. in 3. križnega živca.

Živec poteka poševno kavdoventralno proti arkusu ishiadikusu, pri tem pa izmenja vlakna z n. pudendusom in pri konju oddaja tudi nežno vejo vretenčni glavi m. semitendi-

neusa. Pri psu oddaja dalje ramuse perineales za področje anusa.

Glavna veja n. kutaneusa femoris kavd. poteka - pri kopitarjih zunaj po široki medenični vezi, pri mesojedih znotraj po lig. sacrotuberale - kavdalno in dospe v višini sednične grče med m. bicepsom femoris in m. semitendineusom na površino ter se razširi v koži na kavdalnem področju stegna v več vej (nn. clunium caudd.). Ker izhaja n. cutaneus femoris caud. iz enakih segmentov kot n. glutaeus caud., in, v nasprotju s človekom, oddaja mišične veje, ga lahko imenujemo tudi za njegovo kožno vejo.

Direktni podaljšek pleksusa ishiadikusa oz. trunkusa lumbosakralisa oblikuje mogočni n. ischiadicus, ki oskrbuje ves distalni del zadnje končine. Ta živec lahko opišemo v zvezi z orisom majhnih, na področju medenice, anusa in perinealnega področja, kakor tudi na genitalne organe omejenih živcev križnega pleteža. Semkaj spadajo n. pudendus in nn. rectales caudd. (n. haemorrhoidalis medius et caud.).

4. N. p u d e n d u s izhaja pri psu iz 1. do 3., pri mački in prašiču iz 2. in 3., pri prežvekovavcih iz 2. do 4. in pri konju iz 3. in 4. križnega živca in oživčuje notranje in zunanje spolne organe ter danko, kot tudi različne mišice analnega in perinealnega področja ter kožo v področju anusa in presredka, pri čemer obstajajo glede na živalsko vrsto deloma znatne razlike.

Pri psu je n. pudendus razmeroma močen in poteka poševno kavdoventralno proti izhodu iz medenice. Živec leži lateralno od m. kokcigeusa lat. in dorzalno od a. pudende int. in stopi na kavdalnem robu m. gluteusa supf. na površino. Malo pred izstopom na površino ali malo za njim oddaja n. pudendus nn. perineales, od katerih n. perinealis supf. oskrbuje kožo in sluznico anusa, kot tudi kožo presredka. Njegove končne veje inervirajo sramni ustnici kot nn. labiales oz. modnik kot nn. scrotales caudd.

N. perineales prof., ki z več manjšimi vejami izhaja iz

n. pudendusa, inervira mm. ischiocavernosus in bulbocavernosus, kot tudi gladki m. retractor penis in m. urethralis. Na kavdalnem robu m. levatorja ani oddaja n. pudendus kratki n. rectalis caud. (n. haemorrhoidalis medius) za m. sphincter ani ext.

Nadaljujoča se veja n. pudendusa poteka potem, ko se prevrže okrog arkusa ishiadikusa po dorzalni steni penisa poleg a. dorsalis penis kot n. dorsalis penis do prepucija in glansa penisa ter se končuje v njuni sluznici.

Pri psici postane znatno šibkejši konec n. pudendusa n. dorsalis clitoridis.

N. pudendus je torej najvažnejši senzibilni živec organov za oplojevanje in se zato imenuje tudi "sladostrastni živec".

Pri prašiču se od n. pudendusa odcepita ramus cutaneus prox. in dist., ki skupaj z n. kutaneusom femoris kavd. oživčujeta kožo na kavdalnem stegenskem področju, pri čemer distalna kožna veja tudi oddaja n. perinealis supf. Glede na preostalo se n. pudendus obnaša kot pri psu.

Tudi pri govedu oddaja relativno močni n. pudendus ramus cutaneus prox. in dist., ki oživčujeta kožo na zadnji strani stegna, in se pridružujeta na polje n. kutaneusa femoris kavd. Kot pri prašiču, izhaja n. perinealis supf. iz ramusa kutaneusa dist., ki pri samicah tudi pošilja ramus mammarius stegenski četrti vimena.

V nadaljevanju poteka veja n. pudendusa poševno kavdoventralno čez široko medenično vez in for. ischiadicum minus in oblikuje "anastomoze" z močnim n. rektalisom kavd. Potem ko se je prevrgla okrog arkusa ishiadikusa se deli pri biku v n. dorsalis penis in ramus praeputialis et scrotalis. Pri kravi postane nervus dorsalis clitoridis. Veje n. perinealisa prof. se izdvajajo z ramusom kutaneusom proks. od n. pudendusa, pri tem pa lahko pride do spoja z nn. rectales caudd.

N. pudendus pri konju je razmeroma močan. Poteka znotraj

po široki medenični vezi proti arkusu ishiadikusu, izmenja vlakna z n. kutaneusom femoris kavd. in nato sledi arteriji pudendi int. Še znotraj medenice se odcepi skupno deblo živcev, nn. perineales supf. in prof., katerih inervacijsko področje je v načelu enako kot pri psu, pri čemer n. perinealis supf. oddaja pri kobili še vejo, ramus mammarius na vime.

Glavna veja pudendusa zapusti medenico na arkusu ishiadikusu in postane pri kobili n. dorsalis clitoridis, ki oživčuje clitoris in sluznico preddvora nožnice. Pri žrebcu se deli, kot pri biku, v n. dorsalis penis in ramus praeputialis et scrotalis. N. dorsalis penis poteka bolj ali manj vijugavo po dorzalnem žlebu penisa, oddaja številne veje na corpus cavernosum penis in se končuje z nežnimi vejicami v korpusu kavernozumu glandis.

5. Nn. r e c t a l e s c a u d d. predstavljajo najkavdalnejše veje križnega pleteža in so jih doslej skupno imenovali n. haemorrhoidalis caud. Ti živci izhajajo pri prašiču iz 4., pri govedu in konju iz 4. in 5. križnega živca, ali pa se lahko kot pri psu odcepijo od n. pudendusa, s katerim so pogosto spojeni z ramusom komunikansom. Nn. rectales caudd. oskrbujejo zadnji del danke, m. sphincter ani ext. in kožo analnega področja, lahko pa se pri prašiču in govedu razširijo tudi v sosednjih kožnih področjih stegna (pri samicah tudi sramnice). Pri konju oddajajo vrhu tega rami musculares vretenčni glavi m. semimembranaceusa.

H kavdalnim rektalnim živcem lahko končno prištevamo tudi ramus musculi coccygei in ramus musculi levatoris ani. Pri psu izhajata kot samostojni veji od 1. oz. 3. križnega živca, medtem ko se pri prašiču in konju direktno oddajajo nn. rectales caudd. in pri prežvekovavcih izhajata kot enotno živčno deblo bodi iz S_3 in S_4 (do sedaj n. haemorrhoidalis medius) ali iz n. pudendusa ali n. rektalisa kavd.

Celoten distalni del zadnje končine oživčuje n. ischiadicus in njegove veje.

6. N. i s c h i a d i c u s predstavlja direktno nadaljevanje trunkusa lumbosakralisa oz. pleksusa ishiadikusa in je najmočnejši živec telesa. Ta živec pride čez incizuro ishiadiko major na stegno, pri čemer gre pri kopitarjih skozi spatium ischiadicum majus in poteka zunaj po široki medenični vezi med velikim obrtcem in spino ishiadiko kavdalno čez vrat stegnenične glave do incizure ishiadike minor, pri tem pa leži na mišicah, mm. gemelli, in kiti m. obturatoriusa int. (mesojedi, konj).

Pri tem poteku oddaja n. ischiadicus mišične veje m. glutеusu prof., ki pa dobi vlakna tudi od n. gluteusa kran., dvojčici, mm. gemelli, in m. kvadratusu femoris, kot tudi, pri mesojedih in konju, m. obturatoriusu int. Nadalje pošilja veje med m. gluteusom prof. in spino ishiadiko ovojnici kolčnega sklepa.

Pri konju se n. ischiadicus navadno že v višini kolčnega sklepa, pri drugih domačih sesavcih pa nekako na sredini stegna razdeli na oba glavna živca distalnih delov zadnje končine, n. fibularis in n. tibialis. Ta dva sta najprej tesno med seboj spojena in potekata med m. bicepsom femoris in m. semitendineusom v globini zadnjega dela stegna do kolenskega zgiba, kjer se nato končno drug od drugega ločita.

7. Šibkejši n. f i b u l a r i s (peronaeus) c o m m. odda najprej n. cutaneus surae lat., ki stopi med kranialno in kavdalno porcijo bicepsa pod kožo in se v njej razširi lateralno na kolenskem sklepu in goleni. Pri mesojedih odda nadalje ramus muscularis m. abduktorju cruris kavd.

N. fibularis comm. poteka nato čez lateralno stran m. gastroknemiusa k zunanji ploskvi goleni. Tu pride med končnimi vejami kranialne in kavdalne porcije oz. med srednjo in kavdalno končno vejo (konj) m. bicepsam femoris na površino in je nekako na višini mečnične glavice otipljiv. Malo predtem ali potem ko se pojavi na površini goleni, se deli n. fibularis comm. v n. fibularis supf. in prof., ki se glede na vrsto živali nato različno obnašata.

a) n. fibularis supf. poteka pri psu, najprej pokrit z m. fibularisom long., na distalni polovici tibije, vzdolž lateral-

nega roba m. ekstenzorja digitorum longusa, do upogibne strani tarzalnega sklepa. Tu se deli v ramus med. in ramus lat. Medtem ko lateralna veja postane n. digitalis dors. V abaxialis, oddaja medialna veja veje skočnemu sklepu in se nato deli v nn. digitales dorss. comm. II - IV in n. digitalis dors. II abaxialis. Ti dorzalni prstni živci se združijo v višini prvega prstnega sklepa z živci, nn. metatarsei dorss. II - IV, fibularisa profundusa v kratko, skupno živčno deblo, iz katerega končno izhajajo nn. digitales dorss. proprii axiales in abaxiales.

Pri prašiču skoraj vso dorzalno stran zadnje noge oskrbuje n. fibularis supf. Tudi ta se deli na upogibni ploskvi skočnega sklepa v medialno in lateralno vejo, od katerih medialna daje n. digitalis dors. II abaxialis, medtem ko se lateralna veja razdeli v nn. digitales dorss. comm. II do IV, kakor tudi v n. digitalis dors V abaxialis, pri tem pa so variacije pogoste.

Pri govedu oddaja razmeroma močni n. fibularis comm. še pred svojo razdelitvijo v n. fibularis supf. in prof. eno do dve močni veji, rami cutanei, na lateralno ploskev goleni in skočnega sklepa in stopi med m. fibularisom long. in m. ekstenzorjem digiti quarti propr. v globino.

Močnejši n. fibularis supf. poteka vzdolž posebne iztegovavke 4. prsta proti skočnemu sklepu; poleg v. metatarzee dors. lat. poteka čez upogibno stran skočnega sklepa do dorzolateralne ploskve metatarzusa, ki jo oskrbuje s kožnimi živci. Proksimalno na metatarzusu se deli v n. digitalis dors. comm. III in n. digitalis dors. IV abaxialis.

Približno na sredini metatarzusa se od n. digitalisa dorzalisa kom. III odcepi n. digitalis dors. III abaxialis. N. digitalis dors. comm. III se ob medprstni špranji spoji prek ramusa komunikansa z n. metatarzeusom dorz. III in se končuje v nn. digitales dorss. proprii axiales 3. in 4. prsta.

Pri konju se n. fibularis supf. v višini kapituluma fibule odcepi od n. fibularisa kom. in poteka povrhno med m. ekstenzorjem digit. lat. in m. ekstenzorjem digit. longusom po oddaji kožnih vej distalno.

Nad skočnim sklepom oddaja n. fibularis supf. ramus lat. na njegovo zunanjo ploskev, medtem ko nadaljujoča se veja poteka kot ramus dors. čez upogibno stran tarzusa k metatarzusu in se da tukaj vzdolž kite dolge iztegovavke prstov zasledovati do bicljevega sklepa.

b) n. fibularis prof. pri psu oddaja kmalu po svoji izolaciji več mišičnih vej upogibavkam tarzalnega sklepa in dolgim iztegovavkam prstov (m. tibialis cran., m. extensor digit. long., m. extensor digit. lat., m. extensor hallucis longus., m. fibularis long. in m. fibularis brevis). Nato poteka, najprej s temi mišicami pokrit, z a. tibialis cran. do upogibne strani tarzusa in se tu deli na ramus med. in lat.

Medialna veja postane n. metatarseus dors. II, medtem ko ramus lat. odda vejo za m. extensor digit. brevis in se nato razdeli v nn. metatarsei dorss. III in IV. Vsi dorzalni metatarzalni živci se združijo na prvem prstnem sklepu z nn. digitales dorss. comm. II. do IV. n. fibularisa supf.

Pri prašiču oddaja n. fibularis prof. prav tako vejo za kratko iztegovavko prstov in se nato spoji kot n. metatarseus dors. III z n. digitalisom dorzalisom komunisom III.

N. fibularis prof. pri govedu oskrbi najprej vse mišice na kraniolateralni strani goleni (m. tibialis cran., m. fibularis longus, m. fibularis tertius, m. extensor digit. long., m. extensor digiti IV propr.) z mišičnimi vejami in poteka nato kot razmeroma tanek živec v globino med dolgo in stransko iztegovavko prstov proti skočnemu sklepu, ki mu oddaja sklepno vejo.

Ob lateralnem robu dolge kite iztegovavke poteka z le-to pod držki kit čez upogibno stran tarzusa do metatarzusa, kjer najprej odcepi vejico za m. extensor digitalis brevis in nato poteka v dorzalnem žlebu metatarzusa kot n. metatarzeus dors. III do medparkeljne špranje. Tu se najprej spaja prek ramusa komunikansa z n. digitalisom dorzalisom komunisom III, nato pa se razdeli v dva ramusa komunikansa, ki v globini medparkeljne špranje "anastomozirata" z nn. digitales plantares axiales III. in IV. prsta.

Močni n. fibularis prof. pri konju se je že ob spodnjem robu lateralne glave gastroknemiusa ločil od fibularisa kom. in stopi, potem ko se je prebil okrog glavice fibule, med dolgo in stransko iztegovavko prstov v globino, kjer oddaja svoje ramuse musculares kraniolateralnim golenjim mišicam (m. tibialis cran., m. fibularis tertius, m. extensor digit. ped. long. in lat.).

Pokrit z iztegovavkami prstov poteka nato po m. tibialisu kran., ki ga ločuje od a. tibialis cran., do upogibne strani skočnega sklepa, kjer poteka po oddaji več vej na sklepne ovojnice med kito dolge iztegovavke do dorzolateralne strani metatarzusa. Ena izmed sklepnih vej pride z a. tarsi perforans v sinus in oskrbuje s tem tudi distalno vrsto tarzalnih kosti.

Proksimalno ob glavni metatarzalni kosti se deli n. fibularis prof. v medialno in lateralno vejo, od katerih ramus lat. oživčuje kratko iztegovavko prstov in z a. metatarzeo dors. lat. poteka pod kito stranske iztegovavke do žleba med Mt_3 in Mt_4. Kot n. metatarseus dors. lat. poteka nato do lateralne ploskve bicljevega sklepa in tukaj prehaja v n. digitalis dors. lat., katerega končna veje lahko pridejo do koriuma koronariuma in koriuma parietale. Ramus med. daje prav tako veje kapsuli tarzalnega sklepa, poteka pod dolgo kito iztegovavko proti medialni strani in poteka kot n. metatarseus dors. med. med kito iztegovavko in medialno zapiščalnico proti prstom. V višini bicljevega sklepa je prek živčne pentlje v zvezi z n. metatarzeusom plantarisom med. in nato prehaja v n. digitalis dors. med.

8. N. t i b i a l i s je močnejša veja n. ishiadikusa in se pri svojem poteku drži kavdalne in plantarne strani goleni in metatarzusa. Ta živec najprej odda več močnih vej, rami musc. proxx., muskulaturi kavdalne strani stegna (kavdalna porcija m. bicepsa femoris, m. semitendineus, m. semimembranaceus), kakor tudi n. cutaneus surae caud. oz. cutaneus surae caud. lat., ki oskrbuje kožo na kavdalni strani goleni in lateralno na tarzusu in metatarzusu. Dalje oddaja vejo za lateralno ovojnico femorotibialnega sklepa.

N. cutaneus surae caud. se odcepi približno na sredini stegna od n. tibialisa, se pa od njega loči šele v kolenskem zgibu in poteka nato z v. safeno lat. (parva) lateralno čez m. gastrocnemius vzdolž Ahilove kite proti petnični grči oz. kot n. cutaneus surae caud. lat. čez lateralno ploskev tarzusa in metatarzusa proti prstom. Pri psu se lahko odcepi n. cutaneus surae caud. v kolenskem zgibu in n. cutaneus surae caud. lat., od njega ločen, že na sredini stegna stopi med m. bicepsom femoris in m. semitendineusom na površino goleni in se spoji z n. kutaneusom femoris kavdalisom.

V kolenskem zgibu se pogrezne n. tibialis po oddaji ramusov muskularisov distt. v iztegovavke skočnega sklepa in upogibavke prstnih sklepov (m. gastrocnemius, m. soleus, m. flexor digitorum supf. in prof.) kakor tudi v m. popliteus med obema mm. gastroknemiusoma in nato pride, vklopljen od njiju, na medialno stran goleni, kjer med Ahilovo kito in globinsko upogibavko prstov oz. njeno kito poteka k skočnemu sklepu ter se na distalnem koncu goleni razdeli na oba plantarna živca. Ta dva se glede na vrsto živali različno obnašata:

Pri psu je n. plantaris med. šibkejši kot lateralni plantarni živec. Proksimalno na metatarzusu se deli v n. digitalis plantaris II abaxialis in lateralno vejo, ki se razcepi v nn. digitales plantares comm. II, III in IV, ki so spojeni z različnim številom spojnih vej.

Močnejši n. plantaris lat. poteka med obema kitama upogibavkama proti prstom in najprej odda n. digitalis plantaris V abaxialis, kakor tudi ramuse musculares skupnim in posebnim kratkim prstnim mišicam zadnje končine. Nato se deli v nn. metatarsei plantares II, III in IV, ki se nekoliko nad prvim prstnim sklepom spojijo z nn. digitales plantares comm. II, III in IV. Iz teh nato izhajajo nn. digitales plantares proprii axiales in abaxiales.

N. tibialis pri prašiču se razcepi že nekoliko proksimalno od tarzusa v oba plantarna živca, od katerih se n. plantaris med.

razcepi v n. digitalis plantaris II abaxialis in nn. digitales plantares comm. II in III in je prek ramusa komunikansa v spoju z n. plantarisom lat. Ta oddaja ramusa musculares plantarnim prstnim mišicam in se nato deli v n. digitalis plantaris V abaxialis in n. digitalis plantaris comm. IV.

Pri govedu se deli n. tibialis na distalnem koncu goleni v n. plantaris med. in lat. N. plantaris med. poteka, najprej z a. tarzeo med. in nato z a. plantaris med., precej površinsko čez medialno stran skočnega sklepa in poteka nato, ob spremljavi ramusa supf. a. plantaris med., med glavno metatarzalno kostjo in paketom kit upogibavk proti prstom.

Nekoliko pod sredino metatarzusa se deli v n. digitalis plantaris III abaxialis, ki oddaja vejo medialnemu krnjavemu parklju, in n. digitalis plantaris III axialis. Ta se spoji v globini medparkeljne špranje z ramusom komunikansom nervusa fibularisa prof.

N. plantaris lat. poteka po kavdalni strani petnice pod kitami upogibavkami lateralno ter gre z ramusom supf. a. plantaris lat. ob lateralnem robu kit upogibavk distalno. Ta živec oddaja ramus muscularis m. interoseusu mediusu in se deli v spodnji tretjini metatarzusa prav tako v dve veji, ki se nato kot nn. digitales plantares IV axialis in abaxialis enako obnašata kot na medialnem prstu.

Pri konju se n. cutaneus surae caud. lat. nekako za širino dlani nad petnično grčo spoji z vejo n. fibularisa supf., s čimer dobi njegovo kožno področje na lateralni strani skočnega sklepa in metatarzusa do bicljevega sklepa dvojno inervacijo. V področju goleni oddaja n. tibialis različne manjše kožne veje, med njimi ramus cutaneus tarsalis med., ki oskrbuje kožo na medialni ploskvi skočnega sklepa in delno tudi metatarzusa.

Na distalni tretjini goleni se deli n. tibialis na oba plantarna živca, ki z globinsko kito in a. tarsalis med. potekata čez sustentaculum tali do metatarzusa.

N. plantaris med. poteka, spremljan od ramusa supf. a. plantaris med. in a. metatarzee plantaris med., med kitami upogibavkami, medialno zapiščalnico in m. interoseusom distalno in oddaja približno na sredini metatarzusa ramus communicans z lateralnim plantarnim živcem. Ta spojna veja je šibkejša kot na sprednji končini in lahko včasih tudi manjka.

N. plantaris lat. stopi med obema kitama upogibavkama na lateralno stran in oddaja proksimalno na metatarzusu vejo za m. interosseus medius, ki pa sočasno predstavlja tudi skupno začetno vejo za oba globinska plantarna živca, nn. metatarsei plantares lat. in med. Nadaljujoče se deblo lateralnega plantarnega živca spremlja ramus supf. arterije plantaris lat. in poteka v žlebu med kitami upogibavkami ter m. interoseusom k bicljevemu sklepu.

Proksimalno od bicljevega sklepa prehajata plantarna živca v nn. digitales plantares lat. in med. Ta dva se delita v šibki ramus caud. za ostrogo, ramus dors. in močni ramus plantaris. Ramus dorsalis poteka čez a. digitalis lat. oz. med. do dorzolateralne oz. medialne ploskve prsta in se končuje na svitku in kopitni steni z ramusom intermediusom, ki se ne da vedno jasno osamiti. Ramus plant. poteka plantarno od prstne arterije proti kopitu, oddaja svoje veje petni blazinici in ovojnici upogibne kite bicljevega sklepa ter stopi aksialno od kopitnega hrustanca v globino kopita, kjer oskrbuje s senzibilnimi vlakni burzo podotrochlearis, kopitni sklep, corium solеare in, potem ko gre skoz foramen volare, tudi corium parietale. Končno oddata plantarna živca veje tudi ovojnici bicljevega in nadkopitnega sklepa.

Od globinskih plantarnih živcev poteka n. metatarseus plantaris lat. med glavno metatarzalno kostjo in lateralno zapiščalnico distalno, vendar pa se kmalu izgubi v periostu. V redkih primerih stopi za zapiščalnico na površino in poteka nato med njo in v. metatarzeo plantaris supf. lat. do bližine bicljevega sklepa. Močnejši n. metatarseus plant. med. poteka med m. interoseusom mediusom in medialno zapiščalnico distalno,

stopi ob glavici zapiščalnice navzven in se v višini bicljevega sklepa prek tanke zanke spoji z medialno vejo n. fibularisa prof. Njegove končne veje se dajo zasledovati do svitka. V področju bicljevega sklepa in svitka oživčujejo kožo tako veje n. fibularisa prof. kakor tudi veje plantarnega živca.

Repni živci, nervi caudales s. coccygei

Medtem ko se da pri človeku dokazati samo 1 do 2 para repnih živcev, nn. coccygei, ima mačka 7 do 8, pes 5, prašič, govedo, ovca in konj 5 do 6 in koza 4 pare repnih živcev. Ti izstopajo iz konusa medularisa hrbtenjače in potekajo kot živčni trakovi kavde ekvine, ki obdajajo filum terminale krog in krog, skoz hrbteničnì kanal križnice proti repu. Prvi (1.) repni živec izstopi med 1. in 2. repnim vretencem ter se deli, kot tudi naslednji nn. caudales, v dorzalno in ventralno vejo.

Dorzalne in ventralne veje repnih živcev so spojene prek zank med seboj in z ustreznimi vejami zadnjih križnih živcev; ventralne veje oddajajo tudi nežne ramuse komunikanse repnemu delu trunkusa simpatikusa. Na ta način nastane na vsaki strani dorzalni in ventralni živčni pletež, plexus caudalis dors. in ventr., ki spremljata aa. caudales dorzolateralno in ventrolateralno.

Plexus caudalis dors. leži med dolgo vzdigovavko repa in mišicami, mm. intertransversarii, dorzalno od prečnih podaljškov in se da zasledovati do konca repa. Njegove veje oskrbujejo mišice, mm. sacrococcygei dors. in intertransversarii, kakor tudi kožo na dorzalni strani repa.

Živčni konopci pleksusa kavdalisa ventr. so močnejši kot živčni konopci dorzalnega živčnega pleteža. Ti ležijo blizu vretenčnih teles med dolgo povešavko in mm. intertransversarii ter oddajajo veje tem mišicam in koži na spodnji strani repa.

MOŽGANSKI ŽIVCI, NERVI CRANIALES

Splošno

Razlikujemo 12 parov možganskih živcev, nn. craniales, ki jih v rostrokavdalni smeri označujemo z rimskimi številkami I - XII.

I. N. olfactorius, II. n. opticus, III. n. oculomotorius, IV. n. trochlearis, V. n. trigeminus, VI. n. abducens, VII. n. intermediofacialis, VIII. n. vestibulocochlearis, IX. n. glossopharyngeus, X. n. vagus, XI. n. accessorius in XII. n. hypoglossus.

Možganski živci se v mnogih ozirih bistveno razlikujejo od hrbtenjačnih živcev. Medtem ko se nn. spinales glede izvira (segmentalna zasnova, ločene senzibilne in motorične korenine), glede gradbene kakovosti (karakteristična znamenja perifernih cerebrospinalnih živcev) in vsebine vlaken (maksimalno mešanje) v načelu obnašajo vsi enako, kaže 12 možganskih živcev posamič znatne razlike. Tako npr. oba prva možganska živca ne predstavljata po svoji genezi in izgradnji nikakršnih pravih perifernih živcev.

Vohalni živec, n. olfactorius (I), sestoji iz velikega števila snopov živčnih vlaken brez mielinske ovojnice. Ta vlakna spajajo kot nevriti vohalnih celic vohalno sluznico z vohalnim betičem telencefalona. Ti nežni snopiči živčnih vlaken se ne združijo v enoten živčni konopec, temveč potekajo kot samostojne vohalne niti, fila olfactoria, do vohalnega betiča. Zaradi tega danes mnogokrat ne govorimo o vohalnem živcu, temveč o vohalnih živcih, nn. olfactorii.

Vidni živec, n. opticus (II), ne predstavlja nikakršnega pravega perifernega živca, temveč - kot tudi očesna mrežnica - filogenetično izbuhlino stene vmesnih možganov in naj bi se zaradi tega pravzaprav imenoval - kot je to že bilo - fasciculus opticus. Ker pa se je stari naziv "vidni živec" ohranil predvsem na kliniki in v praksi, se fasciculus opticus zopet označuje kot vidni živec, n. opticus.

Preostali, pravi možganski živci (III do XII) se razlikujejo od hrbtenjačnih živcev po tem, da nimajo enotnih živčnih vlaken.

Medtem ko n. trochlearis (IV), n. abducens (VI), n. accessorius (XI) in n. hypoglossus (XII) sprva vodijo samo eferentna, motorična vlakna in ima n. vestibulocochlearis (VIII) kot čisti čutni živec (prav tako kot n. olfactorius (I) in n. opticus (II)) v sebi samo aferentna, senzorična vlakna, sodelujejo pri izgradnji n. trigeminusa (V), n. intermediofacialisa (VII), n. glosofaringeusa (IX) in n. vagusa (X) tako senzibilna ali senzorična kot tudi motorična vlakna. Parasimpatična vlakna imajo: sicer čisto motorični n. oculomotorius (III) kot tudi nn. craniales VII, IX in X. Simpatična vlakna dobijo možganski živci izključno od ggl. cervicale craniale in ta vlakna dosežejo posamezne živce po deloma kompliciranih ovinkih najprej v določeni distanci od površine možganov, večinoma zunaj lobanjske votline.

Za hrbtenjačne živce tako karakterističen izvor z dorzalno in ventralno korenino, kakor tudi razdelitev vsakega posameznega trunkusa n. spinalis v dorzalno in ventralno vejo in s tem vezani princip metamerne razčlenitve njihovih perifernih inervacijskih področij, manjka možganskim živcem. Ti ubirajo pot do periferije tudi neodvisno od poteka krvnih žil in ne kažejo nobene tendence za oblikovanje večjih pletežev.

Možganski živci rabijo, skupaj z večinoma direktno na nje priključenimi čutili, vedno katerimkoli funkcijam celotnega organizma, npr. za orientacijo v prostoru, jemanje hrane, predelavo hrane in potiskanje le-te naprej, za dihanje, krvni obtok, sposobnost izražanja in pri človeku za govor.

Specialni opis

Trije čisto čutni živci: 1. vohalni živec, n. olfactorius (I), 2. vidni živec, n. opticus (II) in 3. slušni in ravnovesni živec, n. vestibulocochlearis (VIII) bodo opisani v zvezi s pripadajočimi čutnimi organi.

Preostalih devet (9) možganskih živcev se da razdeliti v: 1. tri pare živcev očesnih mišic: n. oculomotorius (III), n. trochlearis (IV) in n. abducens (VI).; 2. pet parov živcev škržnih oblokov: n. trigeminus (V), n. intermediofacialis (VII), n. glossopharyngeus (IX), n. vagus (X) in n. accessorius (XI); 3. en par podjezičnih živcev: n. hypoglossus (XII).

Živci očesnih mišic

Živci očesnih mišic inervirajo motorično štiri preme in dve poševni očesni mišici, kakor tudi m. retractor bulbi in skrbijo prek svoje uglašene koordinacije za gibanje zrkla in subtilno soigro obeh očes pri njuni naravnavi v določeno smer pogleda. N. oculomotorius oddaja poleg tega motorična vlakna za m. levator palpebrae superioris in parasimpatična vlakna za gladko muskulaturo šarenice in ciliarnika.

Medtem ko n. oculomotorius in n. trochlearis izhajata iz srednjih možganov, izhaja n. abducens iz podaljšane hrbtenjače.

1. N. oculomotorius (III), očesni gibalni živec, dobi svoja vlakna iz nukleusa motoriusa in nukleusa parasimpatikusa n. oculomotorii, ki oba ležita blizu drug drugega v dorzolateralnem področju tegmentuma mesencephali. Motorično inervira vse zrkelne mišice, mm. bulbi, z izjemo m. oblikvusa dorzalisa in m. rektusa lat. kot tudi lateralnega dela m. retraktorja bulbi. Oddaja tudi vlakna za mišice vek. Parasimpatično oskrbuje prek ggl. ciliare m. sphincter pupillae in m. ciliaris in je tako soudeležen pri krmarjenju pupilarnega mehanizma in akomodacije leče.

Njegova vlakna stopajo v več snopičih na spodnji strani velikomožganskih rokavov v sulkusu n. oculomotorii na površino možganov in se združijo tukaj v relativno močen živec, ki skupaj z n. oftalmikusom in n. abducensom ovit s skupno ovojnico dure poteka rostralno in skoz fisuro orbitalis oz. foramen orbitorotundum zapusti lobanjsko votlino ter vstopi v očnico. Tu se razdeli na ramus dorsalis in ramus ventralis. Pri govedu

je n. oculomotorius močnejši kot pri konju.

Ramus dorsalis sestoji samo iz motoričnih vlaken, ki jih po kratkem poteku odda mm. rektusu dorzalisu, levatorju palpebrae superioris in ratraktorju bulbi. Močnejši in daljši ramus ventralis ima poleg motoričnih tudi parasimpatična vlakna. Motorični del oskrbuje m. rectus med. in ventr. in z močno vejo, ki leži na m. rektusu ventr., m. obliquus ventr. Parasimpatični del ramusa ventr. se spoji prek korenine, radix oculomotoria s. brevis, z ggl. ciliare.

Ggl. ciliare leži na ramusu ventr. n. oculomotorii, tam, kjer se odcepi veja za m. obliquus bulbi ventr.; pri psu in prašiču je velik približno kot proseno zrno, pri konju je rajši nekoliko manjši, pri govedu nekoliko večji in pri mački absolutno in relativno največji. Pri konju in mački je korenina, radix oculomotoria, pogosto tako kratka, da se dozdeva, da je ganglij stopljen z ventralno vejo okulomotoriusa.

Prek te korenine se dovajajo gangliju, ggl. ciliare, preganglionarna, parasimpatična okulomotoriusova vlakna. Postganglionarna vlakna živčnih celic ganglija ciliare pridejo kot nn. ciliares breves do zrkla. Prek radix sensibilis s. longa dobi ggl. ciliare tudi senzibilna in prek radix sympathica simpatična vlakna, ki pridejo iz ggl. cervicala cran. bodi prek n. nazociliarisa ali nervusa canalis pterygoidei in pleksusa pterigopalatinusa, ali pa prek pleksusa kavernozusa do ggl. ciliare in prispevajo k oblikovanju živcev, nn. ciliares breves. Ta vegetativna vlakna rabijo delno tudi za regulacijo tonusa očesnih mišic.

Ker imajo očesne mišice številna mišična vretena, domnevamo, da so v n. okulomotoriusu tudi aferentna, senzibilna vlakna, ki pa nato dozdevno predvsem prek n. oftalmikusa in ggl. trigeminale dospejo centralno.

2. N. trochlearis (IV) izhaja iz nukleusa motoriusa n. trochlearis tegmentuma mesencephali in stopi na površino po oblikovanju križanja trohlearnih živcev, decussatio nervorum

trochlearium, na kavdalnem robu plošče četveroglavičja v področju sprednjega medularnega jadra. To je najšibkejši možganski živec in edini, ki zapusti možgansko deblo na dorzalni strani.

Po svojem izstopu se prevrže v ventrolateralno smer okrog pedunkulusa cerebelarisa rostr. in poteka, po preboju dure rostralno, lateralno od trigeminusovih vej. Pri konju poteka skoz ozek trochlearisov žleb zagozdnice in zapusti lobanjsko votlino skoz foramen trochleare. Pri psu dospe skoz fisuro orbitalis v očnico.

Pri prašiču in prežvekovavcih stopi skupaj z n. okulomotoriusom, abducensom, oftalmikusom in maksilarisom skoz foramen orbitorotundum v očnico, na katere medialni steni poteka direktno do m. oblikvusa dorzalisa. Simpatična vlakna za mišični tonus zgornje poševne zrkelne mišice se nervusu trochlearisu pridružijo od pleksusa karotikusa int. oz. pleksusa kavernozusa, in senzibilna vlakna iz mišičnih vreten naj bi potekala prek n. oftalmikusa.

3. Prav tako čisto motorični n. abducens (VI) inervira m. rectus lateralis in lateralno porcijo m. retraktorja bulbi.

Začenja se v nukleusu motoriusu n. abducentis tegmentuma pontis in stopi ob korpusu trapezoideumu lateralno od piramid na površino. V skupni ovojnici dure poteka z n. okulomotoriusom in n. oftalmikusom skoz fisuro orbitalis (mesojedi, konj) oz. foramen orbitorotundum (prašič, prežvekovavci) v orbito, kjer se deli na krajšo in daljšo vejo, od katerih prva poteka k m. retraktorju bulbi, druga pa k m. rektusu lat. Bržkone se tudi abducensu priključijo simpatična in senzibilna vlakna, ki ubirajo enako pot kot pri obeh dveh drugih zrkelnih živcih.

Živci škržnih oblokov

Skupina živcev škržnih oblokov, nn. branchiales, obsega tiste živce rombencefalona, ki embrionalno oskrbujejo aparat škržnih oblokov, postfetalno pa organe in telesne dele, ki se

razvijejo iz stene škržnega črevesa. Iz tega ozkega odnosa do primarne stene črevesa glave, ki je morfološko in funkcionalno doživela v toku filogenetičnega razvoja tako številne spremembe, je postala do neke mere razumljiva tudi končna mnogoterost funkcij živcev škržnih oblokov.

Medtem ko, v glavnem motorični, živci zrkelnih mišic nekako ustrezajo ventralnim koreninam spinalnih živcev, se dajo večinoma senzibilni živci škržnih oblokov nekako primerjati z dorzalnimi koreninami spinalnih živcev. Kakor pripada vsakemu radiksu dorzalisu hrbtenjačnih živcev spinalni ganglij, tako imajo tudi živci škržnih oblokov svoje, zunaj možganov ležeče senzibilne ganglije. Poleg senzibilnih delov vodijo vsi nn. branchiales tudi motorična in delno tudi parasimpatična vlakna, ki pri teh možganskih živcih potekajo skupaj s senzibilnimi progami, tj. iz možganskega debla praviloma izstopajo kot enotne, mešane živčne korenine.

K prvotnim živcem škržnih oblokov štejemo:

1. N. trigeminus (V) z ggl. trigeminale s. semilunare (Gasseri) je živec 1. škržnega obloka.

2. N. intermediofacialis (VII) z ggl. geniculi je živec 2. škržnega obloka.

3. N. glossopharyngeus (IX) z ggl proximale et distale s. petrosum je živec 3. škržnega obloka.

4. N. vagus (X) z ggl. proximale et distale s. jugulare et nodosum je živec 4. škržnega obloka.

5. N. accessorius (XI) kot motorični del n. vagusa.

1. N. t r i g e m i n u s (V), trivejni živec, stopi na možgansko površino kot najmočnejši možganski živec kavdolateralno na brachia pontis z močnejšo korenino, radix sensoria, in šibkejšo korenino, radix motoria. Obe koreninni potekata, tesno med seboj spojeni, rostralno, pri čemer gresta pri psu skozi canalis n. trigemini skalnice in po kratkem poteku prebijeta duro.

Neposredno po prehodu skoz trdo možgansko opno, toda že znotraj lobanjske votline, je v radix senzorijo vložen močen, sivo rdečkast, predvsem pri človeku polmesečasti ggl. trigeminale s. semilunare (Gasseri), ki je pri konju položen v posebno razločno foso ganglii trigeminalis skalnice. Ggl. trigeminale ima v sebi vse ganglijske celice aferentnih, senzibilnih trigeminusovih vlaken. In ker je n. trigeminus živec glave z največjim senzibilnim inervacijskim področjem, je razumljiva tudi sprva presenetljiva velikost njegovega ganglija. Plexus caroticus int. je prek nežnih niti v spoju z ggl. trigeminale in tako se trigeminusovim vejam pridružijo tudi simpatična vlakna.

Od ggl. trigeminale se odcepijo tri glavne veje n. trigeminusa: a) n. opthalmicus (V′), b) n. maxillaris (V′′) in c) n. mandibularis (V′′′), od katerih vsaka najprej pošilja veje, rami meningei, duri mater. Radix motoria križa ggl. trigeminale medialno in se spoji rostralno od njega z n. mandibularisom, s čimer le-ta postane mešan živec, medtem ko imata n. opthalmicus in n. maxillaris čisto senzibilen značaj.

Kot najmogočnejši senzibilni živec področja glave oskrbuje n. trigeminus največji del kože glave, kot tudi vse sluznice glave (z izjemo žrela in grla) ter korenine zob v zgornji in spodnji čeljusti, medtem ko motorična vlakna n. mandibularisa oživčujejo predvsem žvekalne mišice.

a) n. opthalmicus (V′), očesni živec, poteka najprej tesno spojen z n. maksilarisom skupaj s III. in VI., pogosto pa tudi s IV. možganskim živcem v nožnici dure ob strani mimo hipofize do fisure orbitalis oz. foramena orbitorotunduma, kjer zapusti lobanjsko votlino. Še pred tem se deli na 3 veje in oddaja, očitno tudi pri domačih sesavcih, senzibilna vlakna živcem očesnih mišic.

Tri oftalmikusove veje so: 1. n. frontalis, 2. n. lacrimalis in 3. n. nasociliaris.

1. N. frontalis, čelni živec, poteka kot samostojen živec čez kavdomedialno ploskev piramide očesnih mišic, najprej znotraj in nato zunaj periorbite do dorzalnega roba orbite.

Pri mesojedih, prašiču in prežvekovavcih se prevrže okrog njenega koščenega roba in se razširi v koži in vezivu v srednjem področju zgornje veke in koži čela. Pri konju pa nasprotno stopi skoz foramen supraorbitale na čelno ploskev. Tu sodeluje, skupaj z n. lakrimalisom in vejami n. avrikulopalpebralisa pri oblikovanju pleksusa avrikularisa rostr. Pri prašiču, prežvekovavcih in konju oddaja n. sinuum frontalium, katerega veje vdro skoz eno ali več odprtin v čelno votlino in inervirajo njeno sluznico.

2. N. lacrimalis, solznični živec, poteka pod periorbito lateralno čez očesne mišice do solzne žleze in k zgornjivveki ter oskrbuje kožo in veznico v področju lateralnega očesnega kota. Pri konju je večinoma sestavljen iz dveh vej, pri govedu pa je vedno lahko razlikovati relativno močnejši n. lacrimalis lat. in med., ki pa se še znotraj orbite zopet združita, potem ko sta oddala ramus glandulae lacrimalis. Pri psu je n. lacrimalis zelo nežen živec, ki izhaja iz n. frontalisa in poteka ob lateralnem robu m. rektusa dorz. direktno do solzne žleze.

N. lacrimalis dobi od pleksusa karotikusa int. simpatična in prek n. canalis pterygoidei (Vidijev živec) in ggl. pterigopalatinuma parasimpatična vlakna, ki mu jih dovaja n. zygomaticus prek ramusa komunikansa c. n. lacrimali. Skupaj z ramusom orbitalisom ggl. pterigopalatinuma, oskrbuje n. lacrimalis po opisani združitvi žlezo solznico in Meibomijeve žleze zgornje veke s sekretoričnimi živci.

3. N. nasociliaris, živec za nosno votlino in zrklo, je najmočnejša veja n. oftalmikusa. Najprej leži lateralno od n. optikusa, nato pa poteka prek tega in med snopiči retraktorja bulbi skozi do medialne orbitalne stene in se pri tem razdeli na n. ethmoidalis in n. infratrochlearis. Že pred tem pa je oddal enega ali več živcev, nn. ciliares longi, ki potekajo kot nežni živci z n. okulomotoriusom in n. optikusom do ozadja očesnega zrkla in z nn. ciliares breves prebijejo sklero v bližini izstopa vidnega živca. Njegova vlakna potekajo med horioideo in sklero, pri tem pa pogosto oblikujejo mrežo, do

roba šarenice in oddajajo najnežnejše niti v irisu, m. ciliarisu in kornei.

Pred njegovo razdelitvijo se od n. nazociliarisa nadalje odcepi radix sensibilis gangliona ciliare oz. ramus communicans cum ganglio ciliare. Ta dovaja temu parasimpatičnemu gangliju okulomotoriusa senzibilna vlakna, ki pa potekajo samo skoz ganglij, in dospejo nato vzdolž vidnega živca do očesnega zrkla kot senzibilni deli živcev, nn. ciliares breves.

N. ethmoidalis, živec sitke, se upogne kot direktni podaljšek nazociliarisa medialno in poteka med snopiči vlaken m. retraktorja bulbi do for. ethmoidale. Tu vstopi v lobanjsko votlino in poteka epiduralno do medialnega roba sitkine plošče; le-to prebije skoz večjo odprtino in vstopi v nosno votlino. Oskrbuje vohalno sluznico s senzibilnimi vlakni in se nato deli na ramus nasalis lat. in med. Ramus nasalis lat. se razvejiči v sluznici dorzalnega nosnega prehoda in dorzalne nosne školjke in pri konju oddaja ramuse sinus frontalis v čelno votlino. Ramus nas. med. oskrbuje sluznico v zgornji polovici nosnega pretina kot tudi svoda nosne votline in oddaja pri mesojedih tudi veje, rami nasales externi, za kožo v področju nosnih hrustancev in planuma nasale.

N. infratrochlearis, živec za solzila in medialno steno očnice, poteka kot šibkejša veja n. nazociliarisa vzdolž orbitalne stene do medialnega očesnega kota in oddaja najprej veje veznici, solzni bradavici ter žmurki in žmurkini žlezi. Razširi se tudi v solzni vrečici in solznih cevčicah. Nekoliko nad medialnim očesnim kotom zapusti - pri konju skoz incizuro n. infratrochlearis - očesno votlino in se razvejiči v koži bližu medialnega očesnega kota in na nosnem gredlju. Pri malih rogatih prežvekovavcih oddaja n. infratrochlearis tudi vejo za kožo roženega čepa. Pri konju oddaja po izstopu iz očnice v bližini dostopa do koščenega solznega kanala nežne niti na čelnico, ki oživčujejo kot rami sinus frontalis sluznico na lateralni steni sprednjega odseka čelne votline.

b) n. maxillaris, zgornječeljustni živec, je znatno močnejši kot n. ophtalmicus, s katerim je spočetka spojen. Skupaj z le-tem zapusti lobanjsko votlino skoz fisuro orbitalis oz. foramen orbitorotundum, nato pa poteka ventralno od očesne votline do fose pterigopalatine. Tu se deli v: 1. n. zygomaticus, 2. n. pterygopalatinus in 3. n. infraorbitalis, od katerih poslednji predstavlja direktni podaljšek n. maksilarisa in s tem njegov najmočnejši del. Pri svojem intrakranialnem poteku oddaja n. maxillaris ramus meningeus duri mater in v področju sinusa kavernozusa sprejme simpatična vlakna od pleksusa karotikusa int.

1. Že pred vstopom n. maksilarisa v foso pterigopalatino se odcepi relativno šibki n. zygomaticus, ki prevrta periorbito in se najprej prek spojne veje, ramus communicans cum n. lacrimali, spoji z n. lakrimalisom in temu dovaja iz ggl. pterigopalatinuma izhajajoča sekretorična vlakna solzni žlezi. Poleg tega pa posreduje ta spojna veja n. lakrimalisu tudi senzibilna zigomatikusova vlakna, ki se nato po kratkem skupnem poteku lo-čijo od lakrimalisa, zavijejo v kavdodorzalni smeri in potekajo pod proc. zigomatikusom čelnice kot ramus zygomaticotemporalis. do senčne jame. Tu se spoji ta zigomatikusova veja z vejami n. frontalisa in n. avrikulopalpebralisa v plexus auricularis rostr. in doprinaša k inervaciji kože na sencu in temenu.

Pri psu, ki mu manjka ramus communicans cum n. lacrimali, se od ramusa zigomatikotemporalisa odvaja ramus lacrimalis direktno solzni žlezi.

Pri govedu je posebno močen ramus zygomaticotemporalis, ki izhaja iz združitve n. lakrimalisa lat. in med. Ta poteka kot ramus cornualis ob spodnjem robu kriste frontalis ekst., pokrit s skutularno muskulaturo do zatilnega roba in oskrbuje predvsem kožo roženega čepa. Pri govedu se nadalje izolira nežna živčna nit od zgornjega roba maksilarisovega debla, ki poteka zunaj periorbite do medialnega očesnega kota in tukaj oživčuje solzno bradavičko in solzno vrečico kot n. zygomaticus accessorius.

Nadaljujoča se veja n. zigomatikusa poteka pri kopitarjih

kot tanek živec ventrolateralno od zrkelnih mišic do lateralnega očesnega kota, se prevrže čez spodnji orbitalni rob navzven in se razvejiči kot ramus zygomaticofacialis n. zygomatici v spodnji veki, tarzalni žlezi in majhnem kožnem področju ventralno od spodnje veke.

Pri psu se deli n. zygomaticus kmalu po svojem začetku v ramus zygomaticotemporalis in ramus zygomaticofacialis, ki potekata pod periorbito lateralno od piramide zrkelnih mišic proti zrklu.

Dorzalni ramus zygomaticotemporalis poteka proti solzni žlezi in ji oddaja ramus lacrimalis, nato pa stopi po preboju kavdalnega roba lig. orbitale, medialno od arkusa zigomatikusa na površino in se združi tukaj z vejami n. frontalisa in n. avrikulopalpebralisa v plexus auricularis rostr.

Bolj ventralno ležeči ramus zygomaticofacialis poteka proti lateralnemu očesnemu kotu, prestopi tukaj ventralni orbitalni rob, se razdeli v koži in veznici spodnje veke ter oddaja kono tudi sekretorična vlakna spodnji tarzalni žlezi.

2. N. pterygopalatinus se izolira od spodnjega roba n. maksilarisa in poteka pri kopitarjih vzdolž proc. pterigoideusa zagozdnice in lamine sagittalis nebnice, pri mesojedih pa čez m. pterygoideus, rostralno, pri čemer se razdeli na n. nasalis caudalis, n. palatinus major in n. palatinus minor.

Medialno od n. maksilarisa leži pleksus oz. ggl. pterygopalatinum, ki je z njim in n. pterigopalatinusom spojen z nežnimi nitmi. Pri psu predstavlja ganglion enotno podolžno sploščeno tvorbo, ki leži na m. pterigoideusu med. rostromedialno od n. pterigopalatinusa.

Pri govedu in konju je na močnem n. pterigopalatinusu položen dorzalno nežen živčni splet, plexus pterygopalatinus, v katerem so vključeni dva ali trije manjši gangliji. Tem ganglijem se dovajajo od ggl. geniculi n. intermediofacialisa prek n. petrozusa majorja parasimpatična in od pleksusa karotikusa int. prek n. petrozusa prof. simpatična vlakna. Oba snopiča vlaken

se združita v n. canalis pterygoidei (Vidijev živec), ki ju nato vodi dalje do ggl. pterigopalatinuma. Od tod dospejo ta sekretorična vlakna z vejami n. pterigopalatinusa do žlez nosne in nebne sluznice in prek ramusa orbitalisa, kakor tudi ramusa komunikansa c. n. lacrimali n. zigomatikusa do solzne žleze.

Močni n. nasalis caudalis stopi skoz foramen pterygopalatinum v nosno votlino. Oddaja veje, ki prebijejo lamino sagittalis nebnice in se razširijo v sluznici nebne in zgornječeljustne votline. V nosni votlini se deli v lateralno in medialno vejo.

Ramus med. poteka kot n. septi narium vzdolž lemežnice submukozno rostralno in oskrbuje ventralno polovico nosnega pretina z izjemo njegovega najsprednejšega odseka. Odcepi ramus vomeronasalis za Jakobsonov organ in dozdevno vodi tudi vlakna n. terminalisa. Njegova končna veja dospe skoz nebno špranjo v ustno votlino in oživčuje kot ramus palatinus majhno področje sluznice za zgornjimi sekavci.

Ramus lat. n. nazalisa kavd. oskrbuje sluznico ventralne nosne školjke z izjemo njenega rostralnega konca, kakor tudi sluznico srednjega in ventralnega nosnega prehoda z izjemo nosnega dna.

N. palatinus major vstopi kot srednja veja n. pterigopalatinusa v foramen palatinum caud., poteka z a. palatino major skoz canalis palatinus in oživčuje sluznico trdega neba z izjemo njenega najsprednejšega odseka. Pri tem oblikuje splet, ki opleta a. palatino major in se spoji s spletom nasprotne strani. Oddaja tudi veje, ki prebijajo z arterijskimi vejami koščeni nebni svod in se razvejičijo v sluznici dna nosne votline in sosednjih delov lateralne stene ventralnega nosnega prehoda.

Iz večinoma večjih, tankih vejic sestavljeni n. palatinus minor poteka rostroventralno z a. palatino minor do mehkega neba, katerega sluznico oživčuje na obeh straneh.

3. Močni n. infraorbitalis poteka premo čez foso pterigopalatino in dospe skoz for. maxillare v canalis infraorbitalis, ki ga zapusti skoz for. infraorbitale in se nato takoj kot šopek razdeli v svoje končne veje.

Te oskrbujejo kot rami nasales extt. kožo nosnega gredlja, kot rami nasales intt. kožo in sluznico nozdrvi in vhoda v nosno votlino in kot rami labiales maxillares kožo in tipalne dlake zgornje ustnice. Nadalje oddaja n. infraorbitalis veje, rami alveolares maxillares caudd., medii in rostr., kočnikom, podočnikom in sekavcem zgornje čeljusti.

Rami alveolares maxillares caudd. se odcepijo že v fosi pterigopalatini od debla n. infraorbitalisa, prebijejo zgornjo čeljustnico skoz več nežnih odprtinic in dospejo iz čeljustne votline h koreninam zadnjih kočnikov. Rami alveolares maxillares medii prebijejo steno infraorbitalnega kanala, oskrbujejo sluznico sinusa maksilarisa, kakor tudi alveole sprednjih molarjev in zadnjih premolarjev. Rami alveolares maxillares rostrr. potekajo do zobnic prednjih premolarjev, prebijejo se skoz ozek canalis maxilloincisivus, ki se neposredno pred for. infraorbitale odcepi od infraorbitalnega kanala, kot ramus alveolaris incisivus maxillaris in dospejo tako k alveolam podočnika (caninus) in sekavcev (incisivi). Nad zobnimi koreninami oblikujejo alveolarne veje n. infraorbitalisa v kosti plexus dentales maxillares, od katerih izhajajo rami dentales za korenine in rami gingivales za dlesni.

Iz foramena infraorbitale izstopajoče, pri prašiču posebno močne končne veje n. infraorbitalisa večidel pokriva obrazna muskulatura. Rami nasales extt. se upognejo deloma proti čelu in oskrbujejo predvsem kožo nosnega gredlja in pri konju nosne troblje. Rami nasales intt. potekajo k steni nosnice in k zgornji ustnici in zavijejo z več vejami v nosno votlino, kjer se razvejičijo v sluznici nosnega preddvora in rostralnega konca ventralne nosne školjke. Močni, večinoma bogato razvejičeni rami labiales maxillares se spajajo z ramusom bukalisom dorzalisom n. intermediofacialisa, prebijejo muskulaturo ustnic in se razširijo v koži zgornje ustnice do ustnega kota, pri čemer tudi oddajajo najfinejša živčna vlakna za tipalne dlake.

c) tretja glavna veja n. trigeminusa, n. mandibularis (V‴), spodnječeljustni živec, je najmanj tako močan kot n.

maxillaris. Lobanjsko votlino zapusti pri mesojedih in prežvekovavcih skozi foramen ovale, pri prašiču in konju pa skozi incizuro ovalis foramena laceruma in leži tako neposredno medialno od čeljustnega sklepa. Tu se takoj razdeli na več vej, še prej pa odda znotraj lobanjske votline duri mater ramus meningeus.

Glavne veje n. mandibularisa so: 1. n. masticatorius, 2. nn. pterygoidei, 3. n. buccalis, 4. n. auricolotemporalis oz. temporalis supf., 5. n. alveolaris mandibularis in 6. n. lingualis.

1. Motorični n. masticatorius se odcepi od sprednjega roba n. mandibularisa in se po kratkem poteku deli na n. masseteric us in nn. temporales proff.

Medtem ko n. masseterícus poteka med proc. muskularisom in proc. artikularisom spodnje čeljustnice lateralno in oskrbuje m. masseter, se tanki nn.temporales proff. v loku obrnejo dorzomedialno proti senčni jami in inervirajo m. temporalis.

2. Ventromedialno oddaja n. mandibularis večinoma tanka živca, nn. pterygoideus med. in lat., ki oživčujeta istoimenski mišici, hkrati pa tudi nežno nazaj potekajočo vejo , n. tensoris tympani, ki poteka poleg ušesne troblje v bobnično votlino do m. tenzorja tympani. Od n. tensoris tympani se dalje odcepi n. tensoris veli palatini, ki pa domnevno ne vodi nobenih motoričnih niti, kajti pri trigeminusovih paralizah ni opaziti nikakršne paralize mehkega neba.

Na koncu n. pterigoideusa leži pod n. tensoris tympani majhen, pri konju kot proseno zrno velik, pogosto pa tudi kot pletež oblikovani parasimpatični ggl. oticum, ki je prek finih niti spojen z živci, nn. pterygoidei, buccalis in auriculotemporalis. Pri govedu je ggl. oticum dolg ca 10 mm. Od njega je lahko majhen del oddeljen na ventralni veji n. bukalisa. Ggl. oticum dobi preganglionarna parasimpatična vlakna n. glosofaringeusa (IX), ki mu jih dovajata n. tympanicus in njegovo nadaljevanje, n. petrosus minor. Simpatična vlakna pa dobi od pleksusa karotikusa int. in ga dosežejo prek n. petrozusa prof. minorja.

3. Močni n. buccalis, lični živec, poteka med m. pterigoideusom lat. in m. temporalisom rostralno in dospe med tuberjem maxillare in mišičnim podaljškom mandibule v področje lica, kjer ob spodnjem robu m. depresorja labii mandibularis stopi v služnico lic in le-to oživčuje kot senzibilni živec. S svojimi, od ggl.otikuma dovedenimi vegetativnimi vlakni oskrbuje n. buccalis tudi lične žleze kot tudi žleze lične sluznice.

Pri govedu oddaja n. buccalis ramus parotideus, ki stopi ob spodnjem robu m. maseterja na površino in poteka navzad z duktusom parotideusom k podušesni žlezi slinavki.

4. N. auriculotemporalis, ki je v glavnem senzibilni živec, se odcepi na kavdalnem robu n. mandibularisa in je doslej pri kopitarjih imenovan n. temporalis supf., ker je pri njih avrikularni del, v nasprotju z mesojedi, samo slabo razvit. Ta se prevrže ventralno okrog sklepnega podaljška mandibule in kavdalno okrog njenega zadnjega roba in stopi na površino, pri čemer se razdeli na dorzalno in ventralno vejo.

Pri psu se pojavlja med kavdalnim robom m. maseterja in bazo ušesne školjke, neposredno pred n. avrikulopalpebralisom n. facialisa, n. auriculotemporalis, ki je večidel pokrit s podušesno žlezo slinavko. Deli se na ramus auricularis in ramus temporalis. Prvi poteka ob rostralnem robu hrustančnega sluhovoda dorzalno k ušesni školjki in oskrbuje z nn. auriculares rostrr. kožo na njeni spodnji notranji ploskvi kot tudi na bazi školjke.

Ramus temporalis oddaja najprej n. meatus acustici externi za kožo vnanjega sluhovoda, kot tudi ramus membranae tympani za stratum cutaneum bobniča. Nato pošilja veje, rami parotidei, do podušesne žleze slinavke, ki le-tej dovajajo sekretorična vlakna iz ggl. otikuma. In končno stopi kot ramus malaris pod podušesno žlezo slinavko in poteka, prekrižajoč ramus buccalis dors. n. facialisa, proti ustnemu kotu. Oskrbuje obrazno kožo in tipalne dlake področja lic s senzibilnimi vlakni in oddaja senzibilna vlakna tudi ramusu bukalisu dorzalisu n. facialisa.

Tudi pri kopitarjih oddaja n. auriculotemporalis na vratnem robu spodnječeljustnične veje nn. auriculares rostrr., ki pa so relativno šibkejši kot pri psu in se spajajo s pleksusom avrikularisom rostr. Oživčujejo kožo med čeljustnim sklepom in ušesno školjko in oddajajo veje zunanjemu sluhovodu in bobniču. Prav tako oddaja n. auriculotemporalis veje, rami parotidei, za podušesno žlezo slinavko, ki z vejami n. intermediofacialisa oblikujejo plexus parotideus.

Pri prašiču, prežvekovavcih in konju se glavno deblo n. avrikulotemporalisa oz. n. temporalisa supf., kakor se je imenoval do sedaj, previje okrog kavdalnega roba sklepnega podaljška mandibule in se razdeli, še znotraj podušesne žleze slinavke, v šibkejšo dorzalno in močnejšo ventralno vejo.

Dorzalna veja poteka pri konju kot ramus transversus faciei z istoimensko arterijo ventralno od čeljustnega sklepa, ki mu oddaja veje, proti kristi facialis in oskrbuje kožo v področju čeljustnega sklepa in v dorzalnem masterjevem področju. Pri govedu je ta dorzalna veja zelo slabotno razvita in jo je na površini komaj opaziti.

Ventralna veja se spaja na različne načine, pri konju večinoma še pod sprednjim robom podušesne žleze slinavke kot ramus communicans cum n. faciali z ramusom bukalisom ventr. ali dorz. n. facialis, s čimer se tem motoričnim facialisovim vejam dovajajo senzibilna trigeminusova vlakna, ki oskrbujejo obrazno kožo v diagonalnem polju, ki sega od čeljustnega sklepa do ustnega kota.

Nadaljujoče se deblo n. mandibularisa poteka med m. pterigoideusom lat. in med. proti ustni votlini, pri čemer pri govedu prekriža a. maxillaris medialno, pri konju pa lateralno, medtem ko se a. maxillaris pri psu previje kavdalno okrog n. mandibularisa. Deblo n. mandibularisa se nato deli v n. alveolaris mandibularis in n. lingualis.

5. N. alveolaris mandibularis vodi najprej mešana, po oddaji n. milohioideusa pa samo še senzibilna vlakna.

N. mylohyoideus se odcepi malo pred vstopom n. alveolarisa v canalis mandibulae in poteka ventralno proti medčeljustnemu področju. Ta živec oživčuje m. mylohyoideus in rostralni trebuh m. biventerja mandibulae kot tudi kožo na sprednjem delu medčeljustnega področja.

N. alveolaris mandibularis dospe skoz foramen mandibulae v spodnječeljustnični kanal, kjer oddaja veje, rami alveolares mandibulares caudd., medii in rostrr. kočnikom in ramus alveolaris incisivus mandibularis skoz istoimenski kanal podočniku in sekavcem. Te alveolarne veje oblikujejo pod alveolami plexus dentalis mandibularis, od katerega izhajajo rami dentales mandibulares za zobne korenine in periodoncij, kot tudi veje, rami gingivales mandibulares, za dlesno spodnje čeljusti.

Končna veja n. alveolarisa mandibularisa zapusti spodnječeljustnični kanal skoz foramen mentale ali z več vejami skoz foramina mentalia (mesojedi, prašič) in oskrbuje kot n. mentalis kožo in sluznico spodnje ustnice kot tudi brade.

6. N. lingualis, jezični živec, poteka najprej lateralno od stilohioida in nato stopi na medialno stran m. milohioideusa, kjer se razdeli v ramus supf. ali n. sublingualis in ramus prof. ali n. lingualis propr. Pred tem odda nežne veje, rami isthmi faucium, za sluznico stranskih delov mehkega neba in arkusa glosopalatinusa, ki se spajajo z razvejičenji vej, rami linguales n. glossopharyngei.

N. sublingualis leži med sluznico jezičnih stranskih ploskev in m. stiloglosusom. Ta živec poteka ob spremljavi duktusa mandibularisa, medialno od gdl. sublingualis polistomatike, kateri oddaja veje, do prefrenularnega ustnega dna in se razširi v njegovi sluznici do sekavcev kot tudi v sluznici jezične stranske ploskve in kavuma sublinguale lat.

Močnejša, globinska veja, n. lingualis propr., se previje okrog spodnjega roba m. stiloglosusa in dospe med njim in m. genioglosusom v globino jezične muskulature, kjer oddaja veje, rami linguales, za sluznico jezičnega telesa in jezične konice.

V sprednjem področju jezika se najdejo rami communicantes cum n. hypoglosso.

N. lingualis je pri vrsti važen senzibilni inervator jezika kot tudi sluznice dna ustne votline in istmusa faucium.

Ker pa se zdaj neposredno po oddaji n. alveolarisa mandibularisa spoji chorda tympani, tj. intermediusov del n. intermediofacialisa (VII), z n. lingvalisom, se mu prek ggl. geniculi dovajajo tudi parasimpatična in senzorična vlakna.

Chorda tympani je tanek, strunast živčni konopec, ki izstopi iz fisure petrotimpanike skalnice in poteka medialno od a. maxillaris v rostroventralni smeri do n. lingvalisa. Senzorična vlakna oskrbujejo okušalne brbončice jezične sluznice pred otočkastimi bradavicami, papillae vallatae, in rabijo za prevajanje okusa. Parasimpatična vlakna izhajajo iz nukleusa dorzalisa s. parasimpatikusa n. intermediofacialisa in potekajo kot preganglionarna vlakna skoz ggl. geniculi prek horde tympani in n. lingvalisa do ggl. mandibulare kot tudi do ggl. sublinguale mesojedov.

Ggl. mandibulare leži medialno od gld. sublingualis polistomatike na spodnjem robu n. sublingvalisa sredi nežnega živčnega pleteža, makroskopsko pa večinoma ni vidljiv. Prek njegovega korena, radix sympatica, ali prek horde tympani se mu dovajajo tudi simpatična vlakna iz pleksusa karotikusa ekst. oz. int. Ta vegetativna vlakna ggl. mandibulare oživčujejo gldd. sublinguales in mandibulares kot tudi žile jezika in sluznice dna ustne votline.

Pri psu najdemo na odcepu n. sublingvalisa zelo majhen ggl. sublinguale, medtem ko ggl. mandibulare leži na hilusu spodnječeljustne žleze slinavke in se spaja z zadnjim robom n. lingvalisa prek ramusa komunikansa cum n. linguali.

2. N. i n t e r m e d i o f a c i a l i s (VII) je 2. živec škržnih oblokov oz. 7. možganski živec. Sestoji iz dveh funkcionalno različno vrednih komponent: 1. senzibilnega oz. senzoričnega in parasimpatičnega intermediusovega dela ali n. intermediusa, ki ga tudi smatrajo kot XIII. možganski živec, in 2. motoričnega facialisovega dela ali n. facialisa. Oba dela lahko ločimo medseboj samo na začetnem delu pri govedu, sicer pa samo eksperimentalno.

N. intermediofacialis se začenja v tesnem sosedstvu z n. vestibulokohlearisom (VIII) na zadnjem robu možganskega mosta iz medule oblongate in poteka z njim direktno do meatusa akustikusa int., kjer skoz introitus canalis facialis vstopi v facialisov kanal skalnice. V kanalisu facialisu oblikuje periferno facialisovo koleno, geniculum n. facialis, kjer je v obliki zadebeline vgrajen tudi ggl. geniculi. Skalnico in s tem lobanjsko votlino zapušča skoz for. stylomastoideum.

Ggl. geniculi predstavlja senzibilni oz. senzorični ggl. n. intermediofacialisa, prek katerega gre k podaljšani hrbtenjači najmanj en del okušalnih vlaken, namreč tistih, ki izvirajo iz sprednjih dveh tretjin jezika in ki mu jih dovajata n. lingualis in chorda tympani. Tukaj se ta aferentna intermediusova vlakna predvsem priključijo traktusu solitariusu in s tem končno nukleusu tractus solitarii.

V facialisovem kanalu oddaja n. intermediofacialis:
a) n. petrosus major, ki izhaja na facialisovem kolenu iz ggl. geniculi in vodi eferentna, parasimpatična intermediusova vlakna iz nukleusa dorzalisa s. parasimpatikusa n. intermedii. Najprej poteka skoz canalis petrosus, kjer oddaja spojno vejo k n. timpanikusu, in nato med tubo faringotimpaniko in zagozdnico rostralno proti kanalisu alarisu. Potem ko je sprejel simpatična vlakna n. petrozusa prof. od n. karotikusa int., vstopi kot n. canalis pterygoidei (Vidijev živec) v canalis alaris in dovaja zdaj vegetativno mešana vlakna ggl. pterigopalatinumu.

Znotraj facialisovega kanala oddaja n. intermediofacialis nadalje:

b) n. stapedius za m. stapedius srednjega ušesa

c) vejo za fenestro vestibuli,

č) ramus communicans do n. petrozusa minorja,

d) hordo tympani,

ki poteka skoz cavum tympani med kladivčevim držajem in dolgim krakom nakovalca, zapusti skalnico skoz fisuro petrotimpaniko in se spoji z n. lingvalisom. Chorda tympani kot sestavni del n. intermediusa vodi preganglionarna, parasimpatična vlakna k ggl. mandibulare in aferentna okušalna vlakna v ggl. geniculi.

Po izstopu iz for. stilomastoideuma vodi zdaj izolirani facialisov del n. intermediofacialisa, tj. pravi n. facialis, v bistvu samo še motorična vlakna. Potem ko je že v facialisovem kanalu oddal n. stapedius za istoimensko mišico srednjega ušesa, oživčuje celotno mimično muskulaturo glave (površinsko facialisovo muskulaturo), kakor tudi kavdalni trebuh m. digastrikusa z m. jugulomandibularisom (konj) in m. stylohyoideus (globinsko facialisovo muskulaturo). Vsa motorična vlakna izhajajo iz nukleusa ventr. s. motoriusa n. facialis in dosežejo površino podaljšane hrbtenjače, potem ko so najprej oblikovala notranje facialisovo koleno okrog abducensovega jedra.

Kmalu po izstopu iz foramena stilomastoideuma se odcepi ramus auricularis int. in poteka kavdalno okrog zunanjega sluhovoda k ušesni školjki. Najprej oživčuje majhne mišice na hrbtu školjke in se nato prebije skoz odprtino školjkinega hrustanca v notranjost ušesne školjke. Ramus auricularis int. vodi vlakna n. intermediofacialisa, ki se pri konju malo pred izstopom iz facialisovega kanala spojijo z vlakni ramusa avrikularisa n. vagi. Le-ta izhajajo iz ggl. proximale s. jugulare n. vagusa in dospejo v canalis facialis skoz canaliculus mastoideus. Ta, iz facialisovih in vagusovih vlaken sestavljeni, ramus auricularis int. oskrbuje kožo v področju školjkine baze in na notranji ploskvi ušesne školjke. Pri govedu oživčuje to področje samo ramus auricularis n. vagi. Pri psu pa prebijeta ušesno školjko ramus auricularis int. n. facialis in ramus auricularis n. vagi ločeno.

Od kavdalnega roba n. facialisa se dalje izolira pri psu dvojni n. auricularis caud. in poteka, pokrit z gld. parotis, v kavdodorzalni smeri do zatilnega področja, kjer se spoji z dorzalnimi vejami prvih dveh vratnih živcev v plexus auricularis caud. Iz njega so oživčeni m. cervicoscutularis, obračavke vnic in vzdigavke, sprednja obračavka v prav in male sukavke ušesne školjke, kakor tudi m. styloauricularis, medtem ko senzibilna vlakna 1. in 2. vratnega živca oskrbujejo kožo na hrbtu ušesne školjke. Pri psu izhajajo tudi vlakna na platizmo.

Še pokrit s podušesno žlezo slinavko izhaja na spodnjem robu facialisovega debla tanki ramus digastricus, ki pri konju oblikuje t.i. digastrikusovo zanko, se previje okrog a. auricularis caud. s. magne in se najprej zopet spoji z deblom facialisa. Nato poteka pod podušesno žlezo slinavko ventralno in oživčuje kavdalni trebuh m. digastrikusa s. biventerja mandibulae, kakor tudi m. jugulomandibularis (konj). Nadalje oddaja pri psu samostojno izhajajoči ramus stylohyoideus istoimenski mišici in m. jugulostiloideusu.

Prav tako ventralno izstopajoči rami parotidei oblikujejo z ustreznimi vejami n. avrikulotemporalisa plexus parotideus, ki ga pri govedu oblikujejo delno tudi veje n. avrikulopalpebralisa.

Od dorzalnega roba n. facialisa se odcepi pod bazo ušesne školjke relativno močni n. auriculopalpebralis. Ta se, najprej pokrit z gld. parotis, previje okrog školjkine baze v rostrodorzalni smeri in poteka čez lični lok med m. temporalisom in ušesno muskulaturo do temena. N. auriculopalpebralis se razcepi v ramus auricularis rostr. s. temporalis, ki poteka ob rostromedialnem robu školjkinega hrustanca proti temenu, in ramus zygomaticus, ki poteka čez lični lok do tuberja frontale in k očesnim vekam. Rami auriculares rostrr. kot tudi veje ramusa zigomatikusa se spajajo s trigeminusovimi vejami n. avrikulotemporalisa v plexus auricularis rostr. Trigeminusove veje oživčujejo kožo na senceh, medtem ko facialisovi rami auriculares rostrr. oskrbujejo m. interscutularis, zgornjo, spodnjo in zunanjo obračavko v prav, veliko sukavko in majhne, na sami

ušesni školjki leže̊če mišice. Ramus zygomaticus se spaja v okolici očesnega loka tudi z vejami n. frontalisa in poteka pri psu do mišic nosnega gredlja. Oddaja veje m. frontoskutularisu, kakor tudi m. orbikularisu oculi in m. korugatorju supercilii.

Nasproti izhodišča n. avrikulopalpebralisa izhaja na spodnjem robu n. facialisa ramus colli (z izjemo goveda in ovce, ki jim ta veja manjka). Pri psu pa se ta odcepi od ramusa bukalisa ventralisa. Poteka skoz podušesno žlezo slinavko v kavdoventralni smeri do sulkusa jugularisa in se spaja z vejami ventralnih vej 2. in pogosto tudi še drugih vratnih živcev. Razvejiči se v regiji parotidiki in v regiji intermandibularis ter oživčuje m. auricularis ventr. in, verjetno skupaj z vratnimi živci, obrazno muskulaturo in kožno muskulaturo vratu. Pri govedu izhaja namesto ramusa colli ena veja n. avrikulopalpebralisa za obrazno kožno muskulaturo.

Rostralno se deli deblo n. facialisa v veje, rami buccales, ki se glede na vrsto živali obnašajo različno:

pri psu se razcepi v ramus buccalis dors. in ventr. še pod podušesno žlezo slinavko. Ramus buccalis ventr. poteka, potem ko je oddal ramus colli, vzdolž kavdalnega in spodnjega roba maseterja do incizure vasorum in do področja lica, kjer se spoji z ramusom bukalisom dorzalisom in oddaja različne veje lični in ustnični muskulaturi. Ramus buccalis dorsalis se pojavi izpod sprednjega roba gld. parotis, prečka m. masseter, pri čemer sprejme vase senzibilna vlakna n. avrikulotemporalisa, in se spoji v kavdalnem področju lica z ramusom bukalisom ventr. v plexus buccalis. Njegovi rami buccolabiales se spajajo s končnimi vejami n. infraorbitalisa.

Pri prašiču poteka ramus buccalis ventr. skoz medčeljustje do incizure vasorum in se nato ob sprednjem robu m. maseterja po odcepitvi vej, rami buccolabiales, licu in spodnji ustnici vzpenja dorzalno in se spaja z ramusom bukalisom dorzalisom, ki poteka čez maseter, v plexus buccalis.

Pri govedu poteka znatno šibkejši ramus buccalis ventr., ki

ga večidel pokrivata podušesna žleza slinavka in gld. mandibularis, podobno kot pri psu vzdolž zadnjega spodnjega maseterjevega roba do incizure vasorum, kjer a. in v. facialis stopita med končnimi vejami m. sternomandibularisa na lice in s svojo glavno vejo dospe ob spodnjem robu m. bukcinatorja in m. depresorja labii mandibularis do spodnje ustnice. V večíni primerov oddaja na spodnjem robu m. maseterja do ramusa bukalisa dorzalisa ramus communicans, ki se upogne dorzalno.

Močni ramus buccalis dors. stopi na sprednjem robu podušesne žleze slinavke ventralno od a. transverze faciei na lateralno ploskev maseterja, kjer mu dovaja prav tako močni ramus communicans c. n. facialis nervusa avrikulotemporalisa (n. temporalis supf.) senzibilna vlakna. Ta (ramus buccalis dors.) poteka poševno prek m. maseterja rostralno in oddaja številne nežnejše dorzalne in ventralne veje obrazni muskulaturi in koži. V okolici tuberja malare oblikuje sklenjeno zanko okrog a. in v. facialis in poteka proti zgornji ustnici, smrčku in nosnici. Medtem se razcepi v več vej, ki se delno spajajo z vejami n. infraorbitalisa.

Pri konju se n. facialis, pokrit s podušesno žlezo slinavko, previje pod čeljustnim sklepom okrog kavdalnega roba spodnje čeljustnice na lateralno ploskev m. maseterja, kjer ga je možno skozi kožo otipati in je tudi lahko poškodljiv. Nervusu facialisu - in sicer praviloma njegovemu ramusu bukalisu ventr. - se dovajajo prek ramusa komunikansa cum n. faciali nervusa avrikulotemporalisa, večinoma že za vratnim robom mandibule, senzibilna trigeminusova vlakna. Pogosto pa se oddajajo tudi ramusu bukalisu dorzalisu ali pa obstajajo spoji med njim in ramusom transverzusom faciei.

Do razdelitve facialisovega debla na njegov ramus buccalis dors. in ventr. pride šele na zunanji površini m. maseterja. Ramus buccalis dors. poteka vzporedno s kristo facialis do področja lica in se z enim ali več, individualno močno variirajočimi spojnimi vejami spaja z ramusom bukalisom ventralisom. Na

področju lica se razcepi ramus buccalis dorsalis v močnejšo dorzalno in šibkejšo ventralno vejo. Dorzalna veja poteka z a. labialis maxillaris k mišicam zgornje ustnice in nosa, kakor tudi k m. levatorju labii maxillaris, pri čemer se spaja z vejami n. infraorbitalisa. Ventralna veja pa oskrbuje muskulaturo lica in ustnic.

Ramus buccalis ventr. poteka čez maseterjevo področje nekoliko bolj proti spodnji čeljustnici v področju lica lahko z ventralno vejo ramusa bukalisa dorzalisa oblikuje zanko; večinoma pa se razvejiči enostavno v mišicah lica in spodnje ustnice, pri čemer se spaja ob m. depresorju labii mandibularis z vejami n. bukalisa nervi mandibularis.

3. N. g l o s s o p h a r y n g e u s (IX), živec za jezik in žrelo, predstavlja prvotno 3. živec škržnega obloka. Na različne načine je povezan z n. vagusom (X) in prek tega tudi z n. akcesoriusom (XI). Zaradi tega štejemo te tri možganske živce za "vagusovo skupino".

Tako obsegajo začetna in končna jedra, namreč nn. glossopharyngeus in vagus, v podaljšani hrbtenjači skupno področje. Pa tudi periferno sta oba živca tesno med seboj spojena z različnimi spleti, npr. pleksusom faringeusom, tako da so v njunih inervacijskih področjih delno pričujoče dvojne inervacije. In ker prihaja v nervus vagus malo po njegovem izstopu iz podaljšane hrbtenjače največji del njegovih motoričnih vlaken od n. akcesoriusa (n. accessorius vagi) prispeva končno tudi XI. možganski živec bistveno k oblikovanju "vagusove skupine".

N. glossopharyngeus je mešan živec, ki ima senzibilna oziroma senzorična (okušalna), motorična in parasimpatična vlakna.

Aferentne, oikotropno senzibilne ali senzorične koreninske celice so v ggl. distale s. petrosum n. glossopharyngei, ki je spojen prek nežnih vlaken z ggl. proximale s. jugulare n. vagi. Pri človeku lahko razlikujemo še en manjši, intrakranialni ggl. proximale s. superius n. glossopharyngei, ki se po Freweinu prav tako praviloma pojavlja pri mački, prašiču in prežvekovavcih,

medtem ko pri psu in konju večinoma ni ločen od ggl. distale. V medulo oblongato vstopajoča, celulifugalna vlakna aferentnih koreninskih celic se končujejo s krajšo navzgornjo in daljšo navzdolno vejo v nukleusu senzibilisu s. temporalisu alae cinereae ter tudi v nukleusu tractus solitarii, kakor tudi delno v nukleusu traktusa spinalis n. trigemini. Iz senzibilnih končnih jeder izhajajoči sekundarni nevroni se v načelu obnašajo enako kot centralne trigeminusove poti.

Motorične koreninske celice n. glosofaringeusa ležijo v nukleusu motoriusu n. glossopharyngei, tj. v rostralnem delu nukleusa ambiguusa in oblikujejo s svojimi nevriti pred svojim izstopom notranje koleno, kakor motorična koreninska vlakna vseh živcev škržnega obloka.

Parasimpatična vlakna izhajajo s parasimpatičnimi vlakni n. vagusa iz nukleusa parasimpatikusa n. glossopharyngei et vagi, ki se tudi imenuje nuc. salivatorius caud., in se preklopijo šele v ganglijih, ggl. peripherica, svojega razširitvenega področja, ki so nasuti v poteh posameznih vej n. glosofaringeusa in so delno mikroskopsko majhna.

N. glossopharyngeus izstopa za VIII. možganskim živcem s posameznimi snopiči vlaken, ki se ne dajo ostro ločiti od neposredno kavdalno priključenih koreninskih vlaken n. vagusa, ventrolateralno iz podaljšane hrbtenjače, prebije po združitvi svojih snopičev duro in zapusti lobanjsko votlino skoz for. jugulare (mesojedi, prežvekovavci) oz. for. lacerum caud. (prašič, konj). Na izstopnem mestu iz lobanje leži majhen, navadno slabo ločljiv ggl. distale s. petrosum.

Od ggl. distale n. glossopharyngei poteka tanki n. tympanicus skoz ozko špranjo v bobnično votlino, katere sluznici oddaja nežna vlakna in nato preide v n. petrosus minor. Z njim se spajajo fine vejice n. facialisa in n. petrozusa majorja, ki pomagajo oblikovati plexus tympanicus, skupaj s simpatičnimi živci, nn. caroticotympanici, ki dospejo iz pleksusa karotikusa int. v bobnično votlino.

Plexus tympanicus oddaja ramus tubarius sluznici duktusa faringotimpanikusa, in n. petrosus minor poteka, potem ko je prevrtal steno bobnične votline do ggl. otikuma. N. tympanicus in n. petrosus minor vzpostavljata torej kot t.i. Jakobsonova zanka direkten spoj med ggl. distale n. glossopharyngei in ggl. otikumom, skozi katerega se slednjemu dovajajo parasimpatična glosofaringeusova vlakna. Morda potekajo prek te zanke tudi aferentna okušalna vlakna do podaljšane hrbtenjače.

N. glossopharyngeus dobi neposredno distalno od ggl. distale prek tanke, sive živčne veje n. jugularisa končno tudi postganglionarna, simpatična vlakna ggl. cervicale cran., s čimer IX. možganski živec dobi svojo maksimalno mešanico vlaken.

Nadaljujoče se deblo n. glosofaringeusa poteka rostroventralno kot razmeroma tanek živec kavdoventralno od stilohioida. Rahlo vezivo ga najprej tesno povezuje z n. vagusom in n. hipoglosusom, pa tudi z velikim ggl. cervicale cran. Pri konju je položen v kavdalno steno zračnega mehurja. Potem ko je izmenjal vlakna z ggl. cervicale craniale in vagusom in je medialno prekrižal a. karotiko ekst., se deli deblo n. glosofaringeusa v ramus pharyngeus in ramus lingualis.

Predtem pa oddaja tanek ramus sinus carotici pleksusu karotikusu v področju presoreceptorne cone sinusa karotikusa arterije carotis int. (pes, konj) oziroma odcepa a. occipitalis (prašič, prežvekovavci) in kemoreceptornemu glomusu karotikumu. Aferentna vlakna ramusa sinus carotici vodijo vzdraženja, ki nastanejo pri povečani napetosti sten zaradi povišanja krvnega pritiska oz. pri spremembi krvnega kemizma, do vazomotornih centrov podaljšane hrbtenjače.

Približno na polovični dolžini stilohioida se odcepi ena ali več vej, rami pharyngei, ki potekajo medialno od stilohioida h kavdalni steni žrela in oddajajo veje pleksusu faringeusu. Dalje oskrbuje ramus m. stylopharyngei caud. istoimensko mišico žrelne stene in obstajajo tudi spoji s pleksusom parotideusom.

Močnejši ramus lingualis poteka, večidel pokrit s stilohioidom, med njim in trunkusom lingvofacialisom oz. arterijo

lingualis proti jeziku, oddaja veje žrelu in mehkemu nebu ter se deli v kotu med stilohioidom in epihioidom na dorzalno in ventralno vejo. Pred to razcepitvijo nahajamo pri govedu in ovci relativno velik ggl. lateropharyngeum.

Dorzalna veja oskrbuje sluznico mehkega neba, verjetno pa tudi motorično mm. levator in tensor veli palatini. Ventralna veja poteka do sluznice jezičnega korena, oddaja veje, rami tonsillares, kakor tudi veje za papile valate in foliate in se lateralno na jeziku spaja tudi z n. lingvalisom. Kakor že ime samo pove, obsega inervacijsko področje n. glosofaringeusa predvsem jezik in žrelo.

Njegova senzorična vlakna vodijo od okušalnih brbončic na zadnji tretjini jezika, kakor tudi na zadnjem odseku ustne votline in žrela. Iz prednjih dveh tretjin jezika dospejo okušalni občutki tudi prek n. lingvalisa, horde tympani in ggl. geniculi n. intermediofacialis do podaljšane hrbtenjače. Zaradi številnih spojev med n. glosofaringeusom in n. vagusom obstaja končno tudi možnost, da se okušalni občutki vodijo centralno tudi prek n. vagusa.

Senzibilna vlakna n. glosofaringeusa posredujejo občutke dotika, temperature in bolečine iz področja jezične korenine, mehkega neba, kavdalne in stranske stene žrela in tonzil, kakor tudi iz bobnične votline, notranje strani bobniča in duktusa faringotimpanikusa.

Motorično oživčuje n. glossopharyngeus m. stylopharyngeus caud. in verjetno tudi mm. levator in tensor veli palatini. Ker pa pri oblikovanju pleksusa faringeusa sodelujejo tudi vagusova vlakna, še ni jasno razloženo motorično inervacijsko področje IX. možganskega živca. Večinoma štejejo vagus za najvažnejšega inervatorja farinksove muskulature.

Parasimpatična vlakna n. glosofaringeusa in postganglionarna simpatikusova vlakna, ki mu jih dovaja n. jugularis, oskrbujejo krvne žile in sluznične žleze svojega inervacijskega področja, kakor tudi - prek ggl. otikuma in ramusov parotideusov n. mandibularisa - gld. parotis.

4. N. v a g u s (X), blodni živec, ustreza filogenetično 4. živcu škržnih oblokov. Zavzema poseben položaj, ker ima - poleg vej za škržne obloke - še en ramus visceralis. Le-ta je pri nižjih sesavcih posebno očitno izražen, nahaja pa se tudi pri sesavcih, in sodeluje pri inervaciji večine drobovja. S tem je zagotovljeno n. vagusu najobsežnejše oskrbovalno področje od vseh možganskih živcev.

Po oddaji n. laringeusa rekurensa vodi n. vagus v glavnem samo še parasimpatična in idiotropno senzibilna vlakna za srce, dihalni aparat, vranico, jetra, trebušno slinavko, ledvici, nadobistnici in želodčno-črevesni trakt, z izjemo kolona descendensa in rektuma. Zaradi tega ga štejemo za glavnega reprezentanta kranialno-parasimpatičnega sistema. Zaradi tega vagus pogosto postavljajo kratkomalo kot zastopnika parasimpatičnega sistema nasproti simpatičnemu sistemu. To pa je vsekakor napačno. V resnici je n. vagus kot n. glossopharyngeus maksimalno mešan živec.

Senzibilne koreninske celice n. vagusa ležijo predvsem v ggl. proximale s. jugulare, delno pa tudi v ggl. distale s. nodosum. Medtem ko ggl. proximale po zgradbi in funkciji ustreza spinalnemu gangliju, so v ggl. distale poleg psevdounipolarnih ganglijskih tudi multipolarne, vegetativne celice.

Aferentna koreninska vlakna se delijo po svojem vstopu v podaljšano hrbtenjačo v navzgornje in navzdolnje veje. Končujejo se v nukleusu terminalisu alae cinereae, kakor tudi v nukleusu tractus solitarii in v nukleusu tractus spinalis n. trigemini. Iz teh senzibilnih končnih jeder izhajajoči sekundarni nevroni se obnašajo kot drugi živci škržnega obloka.

Motorična koreninska vlakna n. vagusa izvirajo iz kavdalnega dela nukleusa ambiguusa in oblikujejo pred svojim izstopom iz medule oblongate notranje koleno. Bistveni del svojega motoričnega vlakenskega materiala prevzema n. vagus od kranialnih korenin, radices craniales n. accessorii, ki jih zaradi tega že štejemo k n. akcesoriusu vagi.

Parasimpatične koreninske celice ležijo v zadnjem odseku

nukleusa parasimpatikusa n. glossopharyngei et n. vagi. Njihovi nevriti se končujejo kot preganglionarna vlakna delno v ggl. distale nodosum, večinoma pa šele v intramuralnih ali prevertebralnih drobovnih ganglijih prsne in trebušne votline in se zato navadno odlikujejo po posebni dolžini. Čeprav je n. vagus glavni zastopnik parasimpatičnega živčnega sistema, vodi tudi simpatična vlakna, ki mu jih v področju glave dovaja ggl. cervicale cran. prek n. jugularisa in drugih spojnih vej.

Glede na obsežno področje razprostranjenosti n. vagusa, razlikujemo navadno njegov glavni, vratni, prsni in trebušni del.

a) Glavni del, pars cranialis. K glavnemu delu, pars cranialis, n. vagusa štejemo odsek od izstopa živca do odcepnega mesta n. laringeusa kranialisa.

N. vagus zapusti medulo oblongato ventrolateralno od pedunkulusa cerebelarisa kavdalisa z več snopiči vlaken, neposredno priključen na koreninska vlakna n. glosofaringeusa, od katerega se ne da ostro ločiti. Njegovi snopiči se združijo in sprejmejo vase za njim izhajajoča vlakna korenin, radices crann. n. accessorii. Nato prebijejo duro mater in zapustijo lobanjsko votlino z n. glosofaringeusom skoz foramen lacerum caud. (prašič, konj) oz. foramen jugulare (mesojedi, prežvekovavci).

Znotraj te prehodne odprtine je v deblo n. vagusa lateralno vložen majhni ggl. proximale s. jugulare. Iz njega izhajajo najprej povratni (nazaj tekoči) ramus meningeus za duro mater, in ramus auricularis, ki se skoz canaliculus mastoideus vtisne v facialisov kanal in se neposredno pred izstopom n. facialisa iz foramena stilomastoideuma spoji z njim. Nadalje oddaja ggl. proximale nežne snope vlaken nervusu glosofaringeusu in ggl. distale s. petrozumu (ramus communicans c. n. glossopharyngeo) in prevzame vejo n. jugularisa, ki dovaja vagusu postganglionarna simpatikusova vlakna.

Dalje potekajoče deblo n. vagusa prehaja pri mesojedih po zelo kratkem poteku v sorazmerno velik, vretenast ggl. distale s. nodosum, ki leži kavdalno od a. carotis int. in za ggl. cervicale cran., ki leži rostralno v neposredni soseščini. Ta distal-

ni vagusov ganglij, ki ga najdemo vedno pred odcepom n. laringeusa vklopljenega v živčno deblo, je tudi pri prašiču in malih prežvekovavcih dobro izoblikovan, medtem ko sestoji pri govedu in konju iz difuzno med živčnimi vlakni posejanih ganglijskih celic in je zato makroskopsko komaj viden.

Pri kopitarjih je glavni del vagusovega debla znatno daljši kot pri psu: vendar se da zasledovati približno do razcepišča a. carotis com.

Pri govedu poteka proti vratu brez direktnega dotika z močnim., rostralno od njega položenim ggl. cervicale cran. mejnega konopca, ob sprednjem robu a. occipitalis, ki jo medialno prekriža. Blizu lobanjske baze se odcepi ram. pharyngeus, ki poteka medialno od ggl. cervicale cran. in ln. retrofaringeusa med. do stene žrela. Po oddaji n. laringeusa kranialisa, poteka deblo vagusa medialno ob a. occipitalis in se spaja kavdalno od nje z n. simpatikusom v truncus vagosympathicus.

Pri konju leži deblo n. vagusa najprej med nn. glosofaringeusom in akcesoriusom, nato prekriža n. hypoglossus medialno ter se privije tesno k ggl. cervicale cran., ki se kavdalno prilega a. carotis int., in na kranialni konec mejnega konopca. S tem križa a. occipitalis medialno in nato v višini razcepitve a. carotis comm. odda n. laryngeus cran. in se z n. simpatikusom spoji v truncus vagosympathicus. Že v višini ganglion cervicale craniale je to deblo omogočilo odcepitev ramusa faringeusa, ki prekriža a. carotis int. lateralno. Vsa ta skupina žil in živcev je pri konju vložena v gubo kavdalne stene zračnega mehurja.

Ramus oz. rami pharyngei potekajo v rostroventralni smeri proti kavdalni stranski steni žrela in golta, pri čemer se spajajo z n. hipoglosusom, in oskrbujejo mm. constrictores pharyngis z motoričnimi, žrelno in požiralnikovo sluznico pa s senzibilnimi vlakni. Pri tem se spojijo z vejami n. glosofaringeusa, n. akcesoriusa, n. laringeusa kran. in simpatikusa, kakor tudi l. vratnega živca v žrelni pletež, plexus pharyngeus, ki se pri konju razprostira tudi na sluznico zračnega mehurja.

Od pleksusa faringeusa izhaja ramus oesophageus za vestibulum oesophagi, ki oživčuje prednji dve tretjini ali celo vratno porcijo požiralnika in se da pri konju zasledovati do vhoda v prsno votlino. Pri govedu so rami pharyngei gangliona cervicale cran. posebno močni. Plexus pharyngeus je nadalje spojen z intramuralnimi spleti ganglijskih celic (plexus myentericus in plexus submucosus), ki so vdelani v steno golta med mišičnima plastema in submukozo.

Senzibilno in delno tudi motorično pa stene golta in žrela oživčujeta n. glossopharyngeus in n. vagus.

b) Vratni del, pars cervicalis: vratni del, pars cervicalis, n. vagusa se začenja distalno od ggl. distale s. nodosum oz. ob izhodišču n. laringeusa kran. in sestoji v bistvu iz močnega živčnega konopca, ki je z vratnim delom simpatikusa z vezivom spojen v truncus vagosympathicus. Ta poteka ob dorzomedialnem robu a. carotis comm. do vhoda v prsno votlino, kjer se živca zopet ločita drug od drugega.

Iz ggl. distale n. vagi ali neposredno distalno od njega se odcepi mešani n. laryngeus cran. Ta prekriža medialno a. carotis comm., sprejme vlakna od ggl. cervicale cran. simpatikusa, pošilja vejice kavdalnim konstriktorjem golta in se deli nato v ramus ext. in ramus int.

Ramus ext. poteka kavdoventralno čez m. thyreopharyngeus do m. krikotireoideusa, ki ga oživčuje, in se končuje v okolici ščitnice. Če ramus ext. izhaja direktno iz vagusovega debla - kar se ne dogaja redko -, ga lahko označimo tudi kot n. laringeus medius.

Ramus int. n. laringeusa kran. poteka v kranioventralni smeri do sprednjega roba ščitnega hrustanca in vstopi skoz fisuro tireoideo v notranjost grla, kjer se razvejiči v sluznici grla in jo oskrbuje s senzibilnimi vlakni. Ena izmed teh vej se spaja z n. laringeusom kavd. (ramus communicans cum n. laryngeo caud.). Ramus int. domnevno vodi tudi okušalna vlakna za okolico grlnega poklopca in pliko ariepiglotiko, kakor tudi parasimpatična vlakna za grlne žleze.

Kmalu po svojem začetku odda n. laryngeus cran. nežen snopič vlaken, ki ga dalje proti vratu večinoma dopolni druga korenina iz vagusovega debla in poteka kot n. depressor do vhoda v prsno votlino, se pa navadno po kratkem poteku zopet priključi trunkusu vagosimpatikusu. V okolici aperture thoracis cran. se njegova vlakna spajajo z ggl.ccervicale caud. mejnega konopca in potekajo nato do pleksusa kardiakusa na bazi srca, kjer ob aortnem loku in a. pulmonalis oblikujejo najfinejše živčne mreže. N. depressor vodi aferentna, viscerosenzibilna vlakna, ki pri povišanju krvnega pritiska dovajajo vzdraženja vazomotornim centrom možganskega debla, ki tedaj sprožijo depresorni refleks, s čimer se srce in arterije zavarujejo pred premočno obremenitvijo. N.depressorrvagusa in ramus sinus carotici glosofaringeusa se zato imenujeta tudi "brzdavca krvnega pritiska".

c) Prsni del, pars thoracica: prsni del, pars thoracica, n. vagusa se loči pri psu ob ggl. cervicale caud., pri mački in drugih domačih sesavcih pa že prej, od vratnega dela simpatikusa in vstopi nato pod a. subklavijo v spatium mediastini. Na desni strani se vzpne na sapnik in poteka čezenj in pljučni koren do požiralnika, kjer se razdeli na dorzalno in ventralno vejo. Na levi poteka prsni del dorzolateralno čez a. brahiocefaliko (mesojedi, prašič) oz. truncus brachiocephalicus (prežvekovavci, konj) in aortni lok do bifurkacije sapnika ter se prav tako razcepi na dorzalno in ventralno vejo.

Kmalu po svoji ločitvi od simpatikusa oddaja n. vagus na vsaki strani 2 do 3 veje, rami cardiaci crann., ki potekajo z živci, nn. cardiaci cervicales, gangliona cervicale caudale oz. ggl. cervikotoracikuma s. stelatuma do srca in tukaj skupaj z vejami, rami cardiaci caudd., n. laringeusa rekurensa in živci, nn. cardiaci thoracici, n. simpatikusa oblikujejo plexus cardiacus.

Te parasimpatične in simpatične srčne živčne veje oblikujejo, potem ko so prebile osrčnik in dospele vzdolž velikih arterijskih in venskih debel do baze srca, subepikardialno, predvsem v področju preddvorov, pa tudi prekatov izredno nežno živčno mrežo, v kateri so natreseni številni majhni gangliji.

Vagusovi deli tega živčnega pleteža upočasnjujejo ritem srčne akcije, simpatikusovi deli pa ga pospešujejo.

Nadaljnja veja prsnega dela vagusa je n. laryngeus recurrens, ki se na desni strani odcepi od debla n. vagusa tesno kavdalno od anze subklavije, se previje okrog trunkusa kostocervikalisa (prašič, prežvekovavci, konj) oziroma okrog tega in a. vertebralis (pes) ter nato po ventrolateralni ploskvi trunkusa bikarotikusa (prežvekovavci, konj) in sapnika ter končno ventralno od a. carotis comm. zopet poteka proti glavi.

Na levi strani pa se n. laryngeus recurrens odcepi od vagusovega debla šele nad srčno bazo, se previje kavdalno okrog aortnega loka in poteka medialno od velikih arterijskih debel v rahlem vezivu mediastinalne špranje do vhoda v prsno votlino, od katerega prav tako zopet poteka proti glavi po ventrolateralni ploskvi a. carotis comm.

Oba nn. laringeusa rekurensa dospeta vzdolž sapnika do grla in oživčujeta kot nn. laryngei caudd. vse grlne mišice, z izjemo m. krikotireoideusa, senzibilno pa verjetno tudi kavdalne dele grlne sluznice. Paralize rekurensa dovedejo zaradi večinoma enostranske omlohavitve glasilnih ustnic do klinične slike "žvižge".

Pred svojim izstopom iz prsne votline pa oddaja n. laryngeus recurrens še veje, rami cardiaci caudd., za srčni pletež, veje, rami trachealis, za plexus trachealis caud. v prekardialni mediastinalni špranji in veje, rami oesophagei, do ezofagusa. Prek ggl. cervicale caud. je n. laryngeus recurrens spojen tudi z n. simpatikusom, na vratnem področju pa oddaja na vsaki strani veje, rami trachealis, za plexus trachealis cran. in veje, rami oesophagei, ki oskrbujejo sluznico in muskulaturo sapnika in požiralnika.

Po odcepu n. laringeusa rekurensa se deli vagusovo deblo v področju bifurkacije traheje na levi in desni strani v ramus dors. in ramus ventr. Na pljučnem korenu oddajata obe vagusovi debli veje, rami bronchales, ki skupaj z vejami ggl. cervikotoracikuma in vejami sprednjih prsnih ganglijev mejnega konopca

oblikujejo dorzalno in ventralno od debelnih bronhusov ležeči plexus pulmonalis. Od njega se oskrbujejo bronhiji in pljučne žile.

Na vsaki strani dorzalno in ventralno od požiralnika ter z njim v mediaspinalni špranji proti trebušni votlini potekajoče končne veje n. vagusa so spojene prek spojnih vej in oblikujejo plexus oesophageus. Pred njegovim prehodom skoz diafragmo na hiatusu ezofageusu se združita obe dorzalni in obe ventralni veji v po en močan živčni konopec, truncus vagalis dors. in truncus vagalis ventr., ki nato vstopita v trebušno votlino skupaj s požiralnikom, dorzalno in ventralno od njega.

č) Trebušni del, pars abdominalis: trebušni del n. vagusa bo obravnavan v poglavju o vegetativnem živčnem sistemu.

5. N. a c c e s s o r i u s (XI), zravnji živec, sodi prav tako v skupino živcev škržnega obloka, ker daje motorično glavno vejo n. vagusa in oskrbuje oba potomca muskulature škržnega obloka, m. sternocleidomastoideus in m. trapezius. Njegovo izhodiščno jedro se priključi kavdalno neposredno jedru n. vagusa, razprostira pa se prek podaljšane hrbtenjače kot podolžni celični steber tudi še v vratni del hrbtenjače. Zato lahko razlikujemo nuc. motorius radicis cran. in nuc. motorius radicis spinalis, kakor tudi kranialno in spinalno korenino n. akcesoriusa.

Spinalno začetno jedro se razteguje od 6. do 7. vratnega segmenta in leži med bazo dorzalnega in ventralnega roga. Snopiči vlaken spinalnih korenin, radices spinales, stopajo dorzalno od lig. dentikulatuma na strani iz hrbtenjače in se združijo v živčni konopec, ki je proti glavi vse močnejši. Poteka med dorzalnimi in ventralnimi koreninami vratnih živcev kranialno in vstopi skoz for. occipitale magnum v lobanjsko votlino. Tu se nato združi s kranialnimi koreninami, radices craniales, v n. accessorius.

Radices craniales sestojijo prav tako iz več snopičev. Njihova vlakna izoblikujejo v meduli oblongati notranje koleno, nato pa izstopijo iz medule oblongate, kjer se združijo. Po združitvi vstopijo še pred ggl. proximale v n. vagus kot ramus

int. n. akcesoriusa, medtem ko vlakna spinalnih korenin, radices spinales, oblikujejo ramus ext. n. akcesoriusa.

N. vagus in n. accessorius zapustita lobanjsko votlino v skupni nožnici dure skoz for. jugulare oz. for. lacerum caud. Po svojem izstopu iz lobanje izmenja n. accessorius vlakna z n. glosofaringeusom, n. hipoglosusom in ggl. cervicale cran. in oddaja tudi vejo za plexus pharyngeus.

V krilni jami atlasa se deli ramus ext. n. akcesoriusa v ramus dors. in ramus ventr., ki sta pogosto med seboj spojena z živčno pentljo.

Ramus dors. poteka med m. brahiocefalikusom in m. spleniusom kavdodorzalno. Po oddaji vej m. kleidocefalikusu poteka čez m. splenius do m. trapeziusa.

Ramus ventr. poteka v kavdoventralni smeri proti prsnici in oskrbuje m. sternocephalicus. Pri konju vstopi 5 - 6 cm kavdalno od prehoda mišičnega trebuha v končno kito v m. sternomandibularis in se razvejiči v njem.

Obe končni veji n. akcesoriusa dobita spojne veje od vratnih živcev, predvsem od C_2 in C_3, ki dodajajo domnevno predvsem senzibilna vlakna motoričnim akcesoriusovim vlaknom. Pri konju lahko dobijo akcesoriusova vlakna tudi m. splenius, kot tudi m. serratus ventr. cervicis in kožna vratna mišica.

Živec za mišičje jezika, n. hypoglossus

N. hypoglossus, živec za mišičje jezika, zavzema poseben položaj med možganskimi živci zato, ker je pravzaprav nekoliko modificiran. To je v lobanjsko votlino pritegnjeni in s tem na kavdalni konec hrbtenjače priključeni hrbtenjačni živec, ki pri ribah in amfibijah še povsem kaže značaj hrbtenjačnega živca.

Od pravih hrbtenjačnih živcev se loči predvsem po regresivnem razvoju svojih senzibilnih delov in s tem po svojem, v

bistvu motoričnem značaju. Njegov prehodni položaj med možganskimi in vratnimi živci pa se izraža tudi s tem, da je n. hypoglossus spojen s 1. vratnim živcem prek anze cervicalis in sodeluje tako tudi pri oblikovanju pleksusa cervikalisa ventr.

N. hypoglossus oživčuje samo prave jezične mišice (notranje jezične mišice, m. genio-, stylo- in hypoglossus), medtem ko oskrbuje kratke in dolge podjezične mišice ventralna veja 1. vratnega živca prek anze cervicalis.

Koreninske celice n. hipoglosusa oblikujejo podolgem iztegnjeni nuc. motorius n. hypoglossi pod trigonumom hypoglossi fose romboides in so spojene s kolateralami traktusa solitariusa in traktusa spinalisa n. trigemini, prek katerih se lahko sprožijo refleksni gibi jezika iz ustne in jezične sluznice.

Koreninska vlakna n. hipoglosusa izhajajo v številnih snopičih iz podaljšane hrbtenjače, lateralno od piramide. Pri tem pa se jim pridružijo nežne, od pedunkulusa cerebelarisa kavd. prihajajoče niti, v katere je lahko vključen majhen ganglij ali skupina ganglijskih celic.

Snopiči vlaken hipoglosusove korenine se združijo po preboju dure mater v močno živčno deblo, ki zapusti lobanjsko votlino skoz canalis oz. foramen n. hypoglossi. Poteka med n. vagusom in n. akcesoriusom, - pri čemer oba živca prekriža - rostroventralno in se spoji z ramusom faringeusom n. vagi in z ggl. cervicale craniale, ki mu dovaja simpatična vlakna. Nadalje oddaja spojno vejo, ansa cervicalis, ventralni veji 1. vratnega živca, ki je pri psu relativno močna in praviloma kaže dorzalni in ventralni krak.

Naprej potekajoče deblo n. hipoglosusa nato lateralno preko križa a. carotis ekst. in poteka ob ventralnem robu trunkusa lingvofacialisa in a. lingualis do jezičnega korena. Tu vstopi ob spodnjem robu m. stiloglosusa v jezično muskulaturo, pri čemer se deli na površinsko in globinsko vejo. Medialno od n. lingvalisa potekajoča globinska veja oblikuje blizu jezične konice z lingvalisom pentlji podoben spoj (ramus communicans cum n. hypoglosso nervi lingualis).

VEGETATIVNI ŽIVČNI SISTEM, SYSTEMA NERVOSUM AUTONOMICUM

Vegetativni ali avtonomni živčni sistem predstavlja v veliki meri samostojno delujoči del perifernega živčnega sistema, ki pa je - kot ves periferni živčni sistem - anatomsko in funkcionalno tudi najtesneje povezan s c. ž. s. Sestoji iz finejših in bolj grobih, po vsem telesu razdeljenih živčnih pletežev, v katere so natreseni številni večji in manjši, pa tudi množica mikroskopsko majhnih intramuralnih ganglijev, ki se nato po kompliciranih in nikakor vedno natančno poznanih poteh priključijo c. ž. s. po posredovanju določenih hrbtenjačnih in možganskih živcev.

Kakor je že v začetku omenjeno, predstavlja vegetativni živčni sistem idiotropni del sistema za krmarjenje organizma. Skrbi za harmonično sodelovanje posameznih telesnih delov in s tem združuje v smotrno celoto vse posamezne funkcije notranjih organov, ki so v službi ohranitve življenja. Stara naziva "vegetativni živčni sistem" ali "življenski živčni sistem" sta toliko osnovana, kolikor je ta idiotropna komponenta živčnega sistema pristojna za uravnavanje dihanja, krvnega obtoka, prebave, presnove, sekrecije, gospodarjenja z vodo, telesne temperature, razmnoževanja, torej vseh funkcij, ki same po sebi rabijo za ohranitev življenja.

Ker potekajo ti življenski procesi v določeni meri "sami od sebe", vendar pod kontrolo vegetativnega živčnega sistema tudi pri izklopljeni zavesti, npr. v globoki narkozi, v spanju ali nezavesti, se idiotropni živčni sistem s tem v funkcionalnem oziru odlikuje z določeno samostojnostjo. Zato se imenuje tudi avtonomni živčni sistem.

Ta avtonomija pa nikakor ni absolutna, kajti prek svoje povezave s c. ž. s. je pod kontrolo možganov in hrbtenjače. Tako se da na njo vplivati na številne načine tudi po tej strani, predvsem pri človeku, pa tudi pri naših živalih. Samo zaradi tesnega vzajemnega razmerja z oikotropnim živčnim sistemom

je vegetativni živčni sistem zmogel biti kos eni svojih glavnih nalog: prilagoditi vsakokrat dejavnost notranjih organov stalno menjajočim se potrebam okolja in situacijam v okolju. In na tem vzajemnem odnosu med cerebrospinalnim ali animalnim in vegetativnim živčnim sistemom bazira tudi poznano dejstvo, da se da psihično vplivati na čisto vegetativne procese, kot so srčna akcija, inervacija vazomotorjev, dihanje, dejavnost žlez, sečnika in črevesja, in to z različnimi afekti, kot so strah, veselje, besnost, agresivno razpoloženje. Po drugi strani pa lahko procesi, ki potekajo v vegetativnem živčnem sistemu, in občutja, ki izvirajo iz telesa (npr. lakota, žeja, utrujenost) vplivajo na čustveno življenje in na razpoloženje individua, ali pa določena vzdraženja čutnih organov vplivajo na dejavnost vegetativno inerviranih organov (tonus gladke muskulature, naježitev dlak, sekrecija sline). Posebnega pomena so optična vzdraženja, kajti prek teh se, med drugim, vodijo tudi vegetativni centri v vmesnih možganih.

Vegetativni živčni sistem ne oživčuje samo vsega drobovja in vseh žlez, gladke muskulature in srčne mišice, temveč tudi regulira tonus skeletne muskulature in pritisk v žilnem sistemu. S tem pa vpliva na vse komplicirane življenske procese celotnega organizma. Pri tem ga odločno podpirajo endokrine žleze, ki z vegetativnim živčnim sistemom skupaj oblikujejo funkcionalno enoto, t.i. vegetativni sistem. Vegetativne reakcije zaradi tega lahko nastopajo tudi brez udeležbe aferentnih prog.

Gradbeni elementi vegetativnega živčnega sistema se odlikujejo z različnimi posebnostmi. Tako so vegetativne živčne celice npr. multipolarne in pogosto dvo- ali večjedrne. Med njihovimi, večidel številnimi podaljški, se pogosto ne dajo jasno ločiti dendriti od nevritov in polinevritične celice domnevno niso redke. V nasprotjus cerebrospinalnimi gangliji so živčne celice vegetativnih ganglijev samo pičlo obdane z jasno splošče-nimi pokrovnimi celicami.

Večinoma z medularno ovojnico siromašna in zato siva vegetativna živčna vlakna kažejo na periferiji tendenco po oblikovanju pletežev različnih velikosti. V izvršnih organih se obli-

kujejo njihove nevrofibrile v skrajno nežne nevrovegetativne končne pleteže, ki so vloženi v vodilni plazmodij z jedri. Ali predstavlja na te končne pleteže priključeni, delno celo intraplazmatični Stöhrov terminalni retikulum pravo končno progo vegetativne vodilne proge ali pa umetni produkt, se zdi, da še ni razjasnjeno. Vprašanje, ali gre pri vegetativnem živčnem sistemu morda za sincicialno živčno mrežo, ki izprepleta vse telo in obdaja ter spaja vsa tkiva, bi se danes moglo razjasniti prek izsledkov eksperimentalnih raziskav in patoloških ugotovitev v prid nevronalne zgradbe, ki se pojavlja tudi v idiotropnem živčnem sistemu.

Da se izzovejo visceralni refleksni procesi, imajo vsi vegetativni živci - simpatični kot parasimpatični - v sebi tudi aferentna, viscerosenzibilna vlakna, ki se ne dajo morfološko razlikovati od somatosenzibilnih vlaken. Izhajajo iz receptorjev (npr. Pacinijevih lamelarnih telesc) v stenah drobovja ali gladke muskulature, srčne mišice, kakor tudi v stenah žilja in posredujejo dražljaje pritiska in raztezanja drobovja, kakor tudi žilnega sistema, lahko pa tudi izzovejo občutke bolečine, lakote ali žeje, ali pa odgovarjajo na kemične dražljaje. Celična telesa viscerosenzibilnih nevronov ležijo praviloma v spinalnih ganglijih hrbtenjačnih živcev ali v ganglijih določenih možganskih živcev (ggl. geniculi n. intermediofacialisa, ggl. distale s. petrosum n. glosofaringeusa, ggl. proximale s. jugulare ali ggl. distale s. nodosum n. vagusa).

Pravi "bolečinski živec" drobovja je simpatikus. Bolečine drobovja se večinoma ne dajo točno lokalizirati, temveč imajo tendenco širjenja na večja področja. Od parasimpatičnega sistema sodelujejo pri senzibilni inervaciji notranjih organov predvsem aferentna vlakna n. vagusa in medeničnih živcev, nn. pelvici,iki pa očitno rabijo manj za vodenje bolečin kot pa za posredovanje splošnih občutkov ugodja ali neugodja, kot so apetit, lakota, žeja, sitost, pritisk v sečniku in tiščanje na blato, orgazem itd.

Gradbeni načrt in razdelitev vegetativnega živčnega sistema

Čeprav predstavlja vegetativni živčni sistem zaključeno celoto, se vendar dajo razlikovati trije funkcionalni sistemi: 1. intramuralni, 2. simpatični in 3. parasimpatični sistem.

I n t r a m u r a l n i s i s t e m

Intramuralni sistem se imenuje tudi stenski živčni sistem in sestoji iz najfinejših mrež, plexus enterici, ki so vložene v stene votlih organov (požiralnik, želodec, črevo, sečnik, maternica itd.), in v katere so vloženi številni mikroskopsko majhni gangliji. Plexus enterici ležijo v dveh do treh, med seboj spojenih plasteh kot plexus subserosus, plexus myentericus (Auerbachi) in plexus submucosus (Meissneri) drug vrh drugega in predstavljajo v veliki meri samostojno dejavne refleksne aparate. Ti pleteži dajejo organom, ki jih oskrbujejo, določeno avtonomijo (npr. kontrakcije sveže eksenteriranega črevesja pri klanju). Intra vitam pa so ustrezno potrebam celotnega organizma krmarjeni od simpatikusa in parasimpatikusa, podobno kot srčni sistem za vodenje dražljajev.

S i m p a t i č n i i n p a r a s i m p a t i č n i s i s t e m

Živci in gangliji simpatičnega in parasimpatičnega sistema vzpostavljajo spoj med c. ž. s. in izvršnimi organi. Čeprav sta oba sistema morfološko zelo kompleksno zgrajena, oblikuje vsak od njiju funkcionalno v sebi sklenjeno enoto. V načinu delovanja se oba sistema odlikujeta predvsem po svojem antagonizmu in po farmakodinamično različnem obnašanju, tako da - predvsem iz kliničnih razlogov - večinoma kratkomalo govorimo o simpatikusu in parasimpatikusu. Zato računamo, da je vsak vegetativno oživčeni organ oskrbovan tako od simpatičnih kot tudi od parasimpatičnih vlaken.

Nekaj primerov antagonistične inervacije

Izvršni organ	Vzdraženje simpatikusa	Vzdraženje parasimpatikusa
Srce	pospešitev srčne akcije	upočasnitev srčne akcije
Žile	zožitev	razširitev
Bronhusi	razširitev	zožitev
Žleze slin.	majhna, mukozna sekr.	bogata, serozna sekrecija
Požiralnik	omlahavitev	kontrakcija
Želodec	zaviranje peristaltike in dejavnosti žlez	spodbujanje peristaltike in dejavnosti žlez
Črevo	zaviranje peristaltike	spodbujanje peristaltike
Pancreas	zaviranje sekrecije ?	spodbujanje sekrecije
Jetra	glikogenoliza	izločanje žolča
Ledvice	zaviranje sekrec. seča	spodbujanje sekrecije seča
Sečnik	zadrževanje seča (zaviranje m. detruzorja, kontrakcija m. sfinkterja vesicae)	odstranjevanje seča (spodbujanje m. detruzorja, omlahavitev m. sfinkterja vesicae)
Nadobistnica	izlivanje inkretov	zaviranje izlivanja inkretov
Semenovodi in akcesor. žleze	kontrakcija (ejakulacija)	omlahavitev gladke muskulature
Penis	zožitev žil	razširitev žil (erekcija)
Uterus	kontrakcija	zaviranje uterusne kontrakc.
Clitoris	zožitev žil	razširitev žil (erekcija)
Pupila	razširitev	zožitev
Očesna reža	razširitev	zožitev

Izvršni organ	Vzdraženje simpatikusa	Vzdraženje parasimpatikusa
Solzna žleza	zaviranje sekrecije	spodbujanje sekrecije
M. ciliaris	omlahavitev	kontrakcija
Znojnice	spodbujanje sekrecije	zaviranje sekrecije ?
Mm.arrectores pilorum	kontrakcija	omlahavitev

Antagonistično delovanje simpatikusa in parasimpatikusa se izraža, kot je že rečeno, tudi po njunem različnem farmakodinamičnem obnašanju. Tako vzdražijo npr. adrenalin in druge farmakološko sorodne substance spodbujajoča, kot tudi zavirajoča simpatikusova vlakna, zaradi česar pride do pohitrenja bila, zvišanja krvnega pritiska, razširitve punčice, zaviranja želodčne in črevesne dejavnosti, medtem ko vzdraženje parasimpatikusa z acethylcholinom, pilocarpinom ali physostigminom upočasni frekvenco pulza, krvni pritisk pade in punčica se zoži.

Preveč enostransko poudarjanje antagonizma med simpatikusom in parasimpatikusom pa ni na mestu, saj delujeta oba sistema vedno sočasno. Nahajata se v menjajočem se ravnotežju in je vsako delovanje enega dela spojeno z ustreznimi regulacijami drugega dela. Simpatikus in parasimpatikus sta polno zmogljiva samo pri medsebojni ubranosti svoje dejavnosti in njune različne razmere vzdražljivosti se dajo primerjati z različnimi stopnjami napetosti v obeh vajetih, s katerimi kočijaž spodbuja konja k določenemu cilju.

Splošno - biološki pomen soigre simpatikusa in parasimpatikusa nam pride prav v zavest šele tedaj, če se njune funkcije nanašajo na organizem kot celoto. Medtem ko simpatikus prek pohitrenja srčne akcije, zvišanja krvnega pritiska, intenziviranja dihanja, zvišanja presnove in motoričnih funkcij, razširitve pupile itd. skrbi za zvišanje telesnih zmogljivosti in za pojačeno razvijanje energije in tako uteleša t.i. ergotropni sistem, pa povzroča parasimpatikus upočasnitev srčnega utripanja in dihanja, padec krvnega

pritiska, znižanje presnove, pohitrenje delovanja črevesja in razširitev žil (asimilacija), zožitev pupile in določeno adinamijo skeletne muskulature. Ta torej skrbi za restitucijo, regeneracijo in okrepitev telesnih moči,(mirovanje, spanje) in tako predstavlja "trofotropni sistem". Oba funkcionalno tako različno dejavna sistema se torej vzajemno dopolnjujeta v službi celotnega organizma.

Simpatikus in parasimpatikus sta tako mnogo bolj fiziološka kot anatomska pojma, čeprav se vsaj simpatikus da tudi morfološko pobliže opisati, medtem ko parasimpatikus ne predstavlja nikakršne anatomske enote. Njegova vlakna izvirajo sicer iz samostojnih jeder možganskega debla in hrbtenjače, vendar se nato priključijo določenim možganskim in hrbtenjačnim živcem, tako da se parasimpatikus ne da anatomsko prikazati ali se da le delno.

Specialen opis simpatičnega živčnega sistema

Preganglionarna vlakna simpatičnega sistema se oblikujejo iz nevritov koreninskih celic nukleusa intermediolateralisa v stranskem rogu prsnega in ledvenega dela hrbtenjače. Zaradi tega se simpatični živčni sistem imenuje tudi torakolumbalni sistem. Ta vlakna z mielinsko ovojnico zapustijo hrbtenjačo z ventralno korenino ustreznega spinalnega živca in se izolirajo ob trunkusu nervi spinalis v samostojne snopiče vlaken, ki se nato kot rami communicantes albi priključijo na verigo ganglijev mejnega konopca, truncus sympathicus.

Mejni konopec, truncus sympathicus, leži kot paren živčni konopec na prsnem, ledvenem, križnem in repnem področju ventrolateralno na vretenčnih telesih, v celoti pa se razteza od baze lobanje do repa. Mejni konopec sestoji v glavnem na obeh straneh iz verige simetrično in segmentalno razporejenih, majhnih ganglijskih vozlov, ggll. trunci sympathici s. vertebralia, ki so med seboj spojeni v podolžni smeri z vejami, rami interganglionares, in delno tudi transverzalno, podobno kot vrvna lestev, z vejami, rami transversi. V repnem področju se mejna

konopca končno med seboj spojita večinoma prek ggl. impar. Rami communicantes albi, ki spajajo ganglije mejnega konopca z deblom spinalnih živcev in tako s hrbtenjačo, se delijo relativno pogosto - predvsem v ledvenem področju - na več vej in se tako lahko spojijo ne samo z gangliji mejnega konopca ustreznega segmenta, temveč tudi z bližnjimi višjimi ali bližnjimi nižjimi gangliji ali pa sodelujejo pri oblikovanju vej, rami interganglionares.

Mnoga preganglionarna vlakna se končujejo kot nevriti preganglionarnega nevrona v ganglijih mejnega konopca, v katerih se spojijo z več njegovih celic. Nevriti le-teh nato kot postganglionarna vlakna vzpostavljajo spoj postganglionarnih nevronov z izvršnimi organi. Nevriti preganglionarnega nevrona pa lahko potekajo skoz ggl. trunci sympathici, ne da bi se preklopili, in se njihova preklopitev na postganglionarni nevron opravi šele v enem od perifernih vegetativnih ganglijev, ggll. autonomica s. praevertebralia. Ker so preganglionarna vlakna praviloma speta z več postganglionarnimi vlakni, je število slednjih vedno večje kot je število preganglionarnih nevronov.

Postganglionarna vlakna mejnega konopca, ki so brez mielinske ovojnice, se zopet priključijo večidel kot rami communicantes grisei - bodisi ločeno ali skupaj z rami communicantes albi - spinalnim živcem ustreznega segmenta, s čimer so ti oskrbljeni s simpatičnimi vlakni. S hrbtenjačnimi živci dospejo simpatična vlakna nato v telesno steno in h končinam, kjer oživčujejo žile telesnega debla in končin, kakor tudi skeletno muskulaturo (tonus) in kožo z njenimi mišicami dlačnih mešičkov ter žlezami.

Iz ganglijev mejnega konopca izhajajo nadalje nežni rami vasculares in rami viscerales, ki pa se večinoma po kratkem poteku spojijo v goste živčne splete, plexus autonomici, na ventralni ploskvi hrbtenice ali aorte in njenih vej. V teh živčnih pletežih, ki so za simpatični sistem tako karakteristični, so manjši gangliji, ggll. plexuum autonomicorum, ali pa so spojeni z večjimi gangliji, ggll. autonomica s. praevertebralia. Samostojni simpatični živci (npr. nn. splanchnici, n. vertebralis)

so zategadelj redki; praviloma gre za nežne živčne splete, ki se večinoma prek aortnega pleteža pridružijo arterijam kot plexus periarteriales in tako ubirajo pot do izvršnih organov.

Ti vegetativni živčni pleteži pa ne vodijo samo simpatičnih, temveč večinoma tudi parasimpatična in vedno tudi aferentna viscerosenzibilna vlakna, katerih ganglijske celice ležijo v spinalnih ganglijih, deloma pa lahko ležijo v ganglijih mejnega konopca ali v prevertebralnih ganglijih.

Ker se mejni konopec razteza od glave do repa, razlikujemo na njem navadno: 1. glavni in vratni del, pars cephalica et cervicalis, 2. prsni del, pars thoracica, 3. trebušni del, pars abdominalis in 4. medenični in repni del, pars pelvina et caudalis.

Glavni in vratni del simpatikusa

Glavni in vratni del, pars cephalica et cervicalis, simpatikusa se razlikuje od drugih delov mejnega konopca predvsem po tem, da se ne prilega več hrbtenici neposredno in ne kaže tudi nobene segmentalne razčlenjenosti, temveč poteka po dorzomedialnem robu a. carotis comm., spojen z vezivom z vratnim delom n. vagusa v deblo, truncus vagosympathicus. Namesto majhnih, segmentalnih ganglijev mejnega konopca, nastopata dva večja ganglijska vozla, ggl. cervicale caud. in ggl. cervicale cran., katerima se pridruži pri mesojedih, prašiču in prežvekovavcih majhen ggl. cervicale medium, ki je lahko nakazan tudi pri konju.

1. G l a v n i dd e l, p a r s c e p h a l i c a: sivordečkasti ggl. cervicale cran., oblikuje prednji konec mejnega konopca in predstavlja skupaj s svojimi številnimi živčnimi vejami glavni del simpatičnega sistema. Leži ventralno od zatilnice v najtesnejšem sosedstvu z možganskimi živci IX - XII, ki tukaj izstopajo iz lobanjske votline. Ggl. cervicale cran. je precej velik (konj: 2 do 3 cm dolg, 3 do 7 mm debel; govedo: 2,5 cm dolg), ima nepravilno ovalno do vretenasto obliko in je pri konju skupaj z a. carotis int., ki se ji tesno prilega, ter z nn. vagusom, glosofaringeusom in hipoglosusom vložen v gubo

kavdalne stene zračnega mehurja. Pri govedu in pri psu leži bolj zavaljeni ganglij bliže lobanjski bazi kot pri konju in je manj tesno spojen s sosednjimi živci in žilami.

Živčne veje, izhajajoče iz sprednjega vratnega ganglija, ggl. cervicale cran., vodijo brez izjeme postganglionarna vlakna. Preganglionarni nevroni, ki so vklopljeni pred njimi, s sedežem ganglijskih celic v prvih 4 do 6 (8) prsnih segmentih hrbtenjače, oblikujejo vratni del n. simpatikusa. Od ggl. cervicale cran. izvirajoči postganglionarni snopiči vlaken ustrezajo torej sivim spojnim vejam, rami communicantes grisei, kolikor se spajajo z možganskimi in vratnimi živci in jim dovajajo simpatična vlakna. Večinoma pa sledijo krvnim žilam, predvsem arterijam, vtem ko oblikujejo perivaskularne pleteže, plexus perivasculares.

Ena najmočnejših vej je n. caroticus int., ki izhaja iz prednjega konca ganglija in je pogosto dvojen; vtem ko oblikuje plexus caroticus int., sledi arteriji carotis int. v lobanjsko votlino in tukaj v okolici sinusa kavernozusa oblikuje plexus cavernosus.

Od n. karotikusa int. izhajajo:

a) n. petrosus prof., ki se spoji z n. petrozusom majorjem v n. canalis pterygoidei in s tem dovaja ggl. pterigopalatinumu simpatična vlakna, ki nato z vejami tega ganglija dospejo v očesno in nosno votlino, prek nebnih živcev pa tudi v ustno votlino.

b) nn. caroticotympanici, ki vstopijo v cavum tympani in dovajajo simpatična vlakna n. timpanikusu.

c) n. petrosus prof. minor, ki dovaja simpatična vlakna ggl. otikumu in s tem podušesni slinavki.

č) od pleksusa kavernozusa dospejo s krvnimi žilami fini, perivaskularni pleteži kot vazomotorji v možgane in nežne veje k hipofizi. Plexus cavernosus nadalje oddaja simpatična vlakna vejam n. trigeminusa, živcem zrkelnih mišic, kakor tudi na koren, radix sympathica, gangliona ciliare, prek katerega dospejo

simpatična vlakna do očesnega zrkla in m. dilatatorja pupillae.

Nadaljnji, iz ggl. cervicale cran. izhajajoči živci so:

a) tanki n. jugularis, ki se po kratkem kranialno usmerjenem poteku vejiči na dve veji, od katerih ena poteka do ggl. proximale s. jugulare n. vagusa, druga pa k ggl. distale s. petrosum n. glosofaringeusa. Tako dobita ta dva možganska živca simpatična vlakna. Pri govedu se lahko odvaja tudi vejica k n. akcesoriusu.

b) nn. carotici extt., ki izhajata pogosto tudi kot posamičen živec iz ganglija proti vratu in potekata do vejičenja a. carotis comm. Nato opletata kot plexus caroticus ext. a. carotis ekst. in kot plexus caroticus comm. a. carotis communis. Od teh periarterialnih živčnih pletežev potekajo simpatična vlakna delno prek ggl. mandibulare, delno direktno do velikih žlez slinavk glave in z žilami dospejo končno do skoraj vseh delov glave.

c) rami communicantes grisei k n. akcesoriusu in n. hipoglosusu, kakor tudi k 1. in večinoma tudi 2. vratnemu živcu.

č) rami laryngopharyngei, ki se priključijo pleksusu faringeusu in pri konju tudi pletežu zračnega mehurja.

2. V r a t n i d e l, p a r s c e r v i c a l i s: vratni del, pars cervicalis, simpatikusa oblikuje relativno močen živčni konopec, ki izhaja iz ggl. cervicale caud. in se spaja z n. vagusom v truncus vagosympathicus. Poteka dorzomedialno od a. carotis comm. proti glavi in se nato končuje v ggl. cervicale cran. Ta del sestoji v bistvu iz preganglionarnih vlaken z mielinsko ovojnico, ki predstavljajo v določeni meri bele spojne veje, rami communicantes albi, 4 do 6 (ev. 8) prvih prsnih živcev, ki so združeni v enotno živčno deblo. Vratni del simpatikusa in vagusa sta pri psu tesno, pri mački in ovci pa samo rahlo med seboj spojena, medtem ko sta pri prašiču, kozi, govedu in konju ovita z nežno vezivno nožnico in združena v močno deblo, truncus vagosympathicus.

Čisto morfološko izhaja vratni simpatikus iz prevertebralnega ggl. cervicale caudale. Ta leži na vhodu v prsno votlino, medialno od 1. do 3. rebra in lateralno od sapnika, se pa večinoma staplja s 1. in 2., pogosto pa tudi še s 3. ali 4. prsnim ganglijem mejnega konopca v večji sploščeni ganglijski vozel, ki leži na strani m. longusa colli in se zato imenuje ggl. cervicothoracicum ali - zaradi žarkasto izhajajočih vej - tudi ggl. stellatum.

Ggl. cervicale caud. in ggl. thoracicum I sta pri mački in malih prežvekovavcih vedno, pri prašiču, govedu in konju praviloma in pri psu priložnostno združena v močan ggl. cervicothoracicum.

Pri psu se posebno velik, podolgovat produkt stapljanja prvih treh prsnih ganglijev imenuje, ne povsem konsekventno, tudi ggl. stellatum. Ta leži desno v višini prvega rebra, levo med 1. in 3. rebrom na strani m. longusa colli in je z dvema živčnima trakovoma spojen z ggl. cervicale caud. Ta trakova obdajata a. subklavijo medialno in lateralno kot pentlja in tako oblikujeta anzo subklavijo. Ta ganglij je praviloma torej samostojen, pri srednje velikem psu cca 12 mm dolg in 3 mm debel in leži desno kraniodorzalno ter levo kavdoventralno od a. subklavije na razdelitvi trunkusa vagosimpatikusa. Malo pred kavdalnim vratnim ganglijem je nadalje majhen, makroskopsko večinoma nespoznavni ggl. cervicale medium, vložen v vratni del simpatikusa. Lahko pa tudi na videz manjka.

Ploščati, 3 do 4 mm široki, nepravilno zvezdasti ggl. cervicothoracicum s. stellatum leži pri mački večinoma na višini 1. interkostalnega prostora ob strani na m. longusu colli in je prek obeh živčnih niti anze subklavije v zvezi z vretenastim, približno 2,5 mm dolgim ggl. cervicale medium, ki je pri mački vedno prisoten in leži v področju vhoda v prsno votlino.

Pri malih prežvekovavcih so razmere podobne kot pri mački, vtem ko sta ggll. cervicale caud. in thoracicum I prav tako stopljena v večji, bolj ali manj trikotni ggl. cervicothoracicum s. stellatum. Ta leži medialno od 1. rebra na m. longusu

colli in je prek obeh niti anze subklavije v spoju s 3 do 4 mm dolgim, direktno pred l. rebrom ležečim ganglijem, ggl. cervicale medium.

Pri prašiču in govedu je ggl. cervicale caud. tesno spojen s l. prsnim ganglijem, ggl. thoracicum I, tako da tudi tukaj obstaja ggl. cervicothoracicum s. stellatum, čeprav oba živčna vozla nista medseboj stopljena. Ggl. stellatum leži medialno od l. rebra ventrolateralno na m. longusu colli in se prek anze subklavije spaja z ganglijem, ggl. cervicale medium, ki leži kranialno od a. subklavije in je pri prašiču lahko tudi dvojen.

Konju praviloma manjka samostojni ggl. cervicale medium oz. se dozdevno spaja z ggl. cervicale caud., ki se spoji navadno s l. prsnim ganglijem v ploščat, 3 do 4 cm dolg in 5 do 8 mm širok, sivo rdečkasto obarvan in nepravilno oblikovan ggl. cervicothoracicum s. stellatum. Na levi strani leži ta veliki, večinoma enotni ganglij v področju l. interkostalnega prostora, lateralno na m. longusu colli, medtem ko je na desni strani pogosto razdeljen na dvoje in leži lateralno na sapniku. Ker konju manjka ansa subclavia, izhaja vratni simpatikus direktno iz kranialnega konca ggl. stelatuma.

Od teh 2 do 3 simpatičnih ganglijev v področju vhoda v prsno votlino se odcepijo različni, deloma pre- deloma post-ganglionarni snopiči vlaken, ki večinoma potekajo k sosednjim krvnim žilam in organom kot dobro izolirani živci, ki pa tudi vzpostavljajo spoje s prednjimi segmenti prsnega dela hrbtenjače, kakor tudi z vratnim in prsnim delom mejnega konopca in s kavdalnimi vratnimi živci.

Tako se ggl. stellatum psa oz. ggl. cervicothoracicum drugih domačih sesavcev povezuje na eni strani prek vej, rami interganglionares, z drugimi prsnimi gangliji mejnega konopca in na drugi strani prek vej, rami communicantes albi, s l. do 4. (pogosto tudi do 6.) prsnim segmentom hrbtenjače.

Ggl. stellatum oz. cervicothoracicum oddaja nadalje:
a) sive spojne veje, rami communicantes grisei, prvim 4 prsnim in 8. (7.) vratnemu živcu; b) n. vertebralis, ki z a. in v.

vertebralis poteka skoz canalis transversarius vratnega dela hrbtenice kranialno in oddaja na medvretenčnih odprtinah po 1 ramus communicans griseus za 2. do 6. (7.) vratni živec;
c) živce, nn. cardiaci thoracici s. caudd., ki izhajajo od ggl. stelatuma, anze subklavije in pri psu na levi strani tudi iz ggl. cervicale caud. in kot nn. accelerantes pospešujejo delovanje srca; kakor rami cardiaci n. vagusa vodijo tudi aferentna vlakna; č) eno ali več spojnih vej z n. laringeusom rekurensom; d) veje, rami perivasculares, za sosednje žile v področju vhoda v prsno votlino, posebno za a. subklavijo in s tem za arterije sprednjih končin.

Če obstaja samostojni ggl. cervicale medium (mačka, prašič, prežvekovavci), potem je, na eni strani prek vej, rami interganglionares ansae subclaviae, v spoju z ggl.cervicale caud. oz. z ggl. cervicothoracicum, na drugi strani pa direktno z vratnim simpatikusom, ki poteka kranialno. Poleg tega oddaja nežne snopiče vlaken na plexus perivascularis sosednjih žil in plexus oesophageus cran., kakor tudi na živce, nn. cardiaci cervicales medii, in plexus cardiacus. Pri človeku razlikujemo tudi n. cardiacus cran., ki izvira iz ggl. cervicale cran.

Srčni pletež, plexus cardiacus, oblikujejo nn. cardiaci cervicales in thoracici simpatikusa in rami cardiaci crann. ter caudd. vagusa, pri čemer obstajajo med temi simpatičnimi in parasimpatičnimi srčnimi živci najrazličnejši spoji, in veje srčnega pleteža vodijo zato večinoma tudi oboja vlakna.

Razlikujemo površinsko in globinsko plast srčnega pleteža. Plexus cardiacus supf. nahajamo na konkavni strani aortnega loka in na razcepišču a. pulmonalis, medtem ko je plexus cardiacus prof. položen med aortnim lokom in bifurkacijo sapnika, torej bolj desno. Obe plasti srčnega pleteža sta spojeni med seboj in s tenami preddvorov in prekatov, kakor tudi z aorto ascendens in imata več majhnih, večinoma subepikardialno položenih srčnih ganglijev, ggl. cardiaca.

S srčnim pletežem so v direktni zvezi tudi živčni pleteži, ki spremljajo kot plexus aorticus thoracicus in plexus pulmonalis velike žile in kot plexus coronarius venčne žile. Obstajajo

pa tudi spoji s pleksusom trahealisom in pulmonalisom vagusa.

Prsni del simpatikusa

Prsni del, pars thoracica, simpatikusa predstavlja razmeroma tanek, sploščen živčni konopec, ki izhaja kavdalno iz ggl. cervikotoracikuma oz. stelatuma in iz prsnih ganglijev, ggll. thoracica, ter vej med gangliji, rami interganglionares, ki jih med seboj povezujejo. Poteka po obeh straneh vzdolž sklepov rebrnih glavic, med vretenčnimi telesi in plevro proti trebušni votlini in ima na sklepu rebrne glavice vsakega rebra vložen po en ggl. thoracicum s. vertebrale. Prvi trije oz štirje (pes) prsni gangliji so stopljeni s kavdalnim vratnim ganglijem, ggl. cervicale caudale, v ggl.cervicothoracicum ali, kot pri psu, v ggl. stellatum. Preostali gangliji, ggl. thoracica, so zelo majhni, sploščeni in pogosto makroskopsko nejasno razpoznavni.

Vsak prsni ganglij sprejme eno do tri bele spojne veje, rami communicantes albi, od pripadajočega spinalnega živca in oddaja veje na pleksuse perivasculares interkostalnih žil in na aorto. Od 1. do nekako 6. prsnega vozla se oddajajo veje na srce (rami cardiaci thoracici), na pljuča (rami pulmonales), na požiralnik, sapnik in aorto, na velika venska debla in ductus thoracicus, kakor tudi na thymus pri mladih živalih, ki pa večidel potekajo čez ggl. stellatum oz. cervicothoracicum. Skupaj z vlakni n. vagusa oblikujejo te veje prsnega simpatikusa plexus cardiacus, plexus pulmonalis, plexus aorticus thoracicus in plexus oesophageus caud.

Od 6., 7. ali 8. prsnega ganglija se odcepi n. splanchnicus major, ki najprej poteka medialno od mejnega konopca in sprejme vlakna od vsakega prsnega vozla, z izjemo 2 do 3 poslednjih. Loči se šele na najkavdalnejšem odseku od prsnega dela mejnega konopca in stopi kot zdaj dobro izoliran živec med diafragminima stebričkoma in medialnim robom m. psoasa minorja skoz diafragmo v trebušno votlino in se nato končuje v trebušnih ganglijih, ggl. coeliaca, ali v pleksusu celiakusu. V velikem drobovnem živcu najdemo majhen intermedialni ggl. splanchnicum.

Dva do trije manjši živci, ki pri mesojedih izhajajo iz prvih treh ledvenih ganglijev, pri prežvekovavcih iz ggl. lumbale I in II in pri konju iz 2 do 3 zadnjih prsnih ganglijev in potekajo ločeno od n. splanhnikusa majorja, deloma pa izmenjajo z njim tudi vlakna, se skupaj imenujejo n. splanchnicus minor. Njegove veje dospejo z n. splanhnikusom majorjem v trebušno votlino in potekajo delno k pleksusu celiakusu, deloma pa k pleksusu renalisu. Ena veja n. splanhnikusa minorja se spaja kot ramus renalis direktno s pleksusom renalisom. Če ta veja, kot pri konju, izhaja kot samostojna veja iz zadnjega prsnega ganglija, tedaj se imenuje tudi n. splanchnicus imus.

Nn. splanchnici sestojijo iz preganglionarnih vlaken z mielinsko ovojnico, ki gredo brez prekinitve skoz vertebralne ganglije mejnega konopca in se preklopijo šele v velikih prevertebralnih ali intramuralnih ganglijih. Drobovni živci vodijo tudi aferentna vlakna, ki posredujejo na eni strani občutke in bolečine iz trebušnih organov in na drugi strani oblikujejo aferentni krak visceralnih refleksnih lokov.

Po oddaji drobovnih živcev, nn. splanchnici, se mejni konopec občutno stanjša in vstopi skoz hiatus aorticus diafragme v trebušno votlino; s tem postane pars abdominalis.

Trebušni del simpatikusa

Trebušni del, pars abdominalis, simpatičnega sistema sestoji iz trebušnega podaljška mejnega konopca, iz številnih nežnih živčnih pletežev in iz manjših in večjih prevertebralnih ganglijev. Živčni pleteži so vključeni med mejnim konopcem in trebušnimi organi, gangliji pa so natreseni med pleteži.

Trebušni del, pars abdominalis, mejnega konopca je tanjši kot pars thoracica in je okroglast na prečnem prerezu. Pokriva ga m. psoas minor in leži na telesih ledvenih vretenc. Na vsakem vretencu ima majhen ggl. lumbale. V nasprotju s prsnim delom število ledvenih vozlov močno niha. Ledveni gangliji so med seboj spojeni prek pogosto dvojnih vej, rami interganglionares.

Prek številnih, prav tako variirajočih spojnih vej, rami communicantes, pa so spojeni z ustreznimi ledvenimi živci ter oddajajo veje ledvenim arterijam in venam. Dalje oddajajo močnejše veje, ki potekajo čez v. kavo caud. in aorto abdominalis medialno in oblikujejo plexus aorticus abdominalis, ali pa se kot nn. splanchnici lumbales priključijo direktno na plexus coeliacus in plexus mesentericus cran. Oba ta dva živčna pleteža in njuni gangliji ležijo ventralno na aorti abdominalis, na odcepu a. celiake in a. mezenterike cran. Spojena sta med seboj in s pleksusom aortikusom abdominalisom, prek tega pa tudi s pleksusom mezenterikusom kavd.

Plexus coeliacus z vozli, ggll. coeliaca, in plexus mesentericus cran. s kranialnim mezenterialnim vozlom, ggl. mesentericum cran., sta med seboj združena v večji, enotni vegetativni živčni in ganglijski pletež trebušne votline, ki žarkasto obdaja mezenterialni koren. Zaradi tega so ga stari anatomi poimenovali sončni pletež, plexus solaris, in ga hkrati šteli za "sedež duše".

Na ta sončni pletež, predvsem na plexus coeliacus, se priključijo tudi veje trunkusa vagalisa dorzalisa. Tako vodijo živci trebušnih organov, ki se odcepijo od teh primarno simpatičnih pletežev, poleg simpatičnih tudi parasimpatična vlakna.

Ggll. coeliaca in mesenterica crann. so večja nakopičenja ganglijskih celic, ki ležijo levo in desno od odcepov trebušne arterije, a. coeliaca, in prednje mezenterialne arterije, a. mesenterica cran., ali med obema tema žilama. Med seboj, pa tudi s tistimi na nasprotni strani so spojena z močnimi vejami, rami interganglionares. Lahko pa so tudi na vsaki strani stopljena v enoten, velik trebušni vozel.

Pri konju so ti gangliji praviloma medsebojno stopljeni. Zato je deblo a. mezenterike cran. na vsaki strani obdano z močnim, polmesečnim ganglijskim vozlom. Pri prežvekovavcih ima manjši ggl. coeliacum okroglasto do jajčasto, večji, kavdalno od istoimenske arterije ležeči ggl. mesentericum cran. pa podolgovato obliko. Z živčnimi konopci, ki imajo številne ganglijske celice, sta oba trebušna vozla spojena med seboj in s tistim na

nasprotni strani v vozlast pletež. Pri mesojedih je ggl. coeliacum navadno večji kot ggl. mesentericum cran.; včasih se lahko oba ganglija stopita v enoten živčni vozel. V teh ganglijih sončnega pleteža, predvsem v ggl. celiakumu, se končuje večina drobovnih živcev, nn. splanchnici, kakor tudi rami coeliaci vagusa.

Od centralnega pleksusa solarisa izžareva cela vrsta nadaljnjih živčnih pletežev z natresenimi gangliji, ki se na poti k organom, ki jih oskrbujejo, držijo ustreznih arterij.

S pleksusom celiakusom so v spoju:

a) želodčni pletež, plexus gastricus, ki poteka ob a. gastriki sin. do želodca, in se pri mesojedih, prašiču in konju - ustrezno razdelitvi a. gastrike sin. - razdeli v pleksus gastricus cran. in caud., s katerima se vedno spajajo tudi veje n. vagusa.

Pri prežvekovavcih razlikujemo poleg pleksusa gastrikusa tudi plexus ruminalis dexter in sinister. Plexus ruminalis dexter oskrbuje desno vampovo ploskev in trebušno slinavko ter je v zvezi med dorzalno in ventralno končno slepo vrečo s pleksusom ruminalisom sin. Ta stopi med začetnima slepima vrečama na levo vampovo ploskev in sočasno oskrbuje tudi kapico in vranico.

Plexus gastricus nasprotno oživčuje pri prežvekovavcih kapico, prebiralnik in siriščnik ter se da razdeliti v dorzalni in ventralni pletež;

b) jetrni pletež, plexus hepaticus, ki sledi a. hepatiki comm. in njenim vejam, ter oskrbuje jetra, oddaja pa tudi veje na kurvaturo major želodca in na duodenum, odcepi pa tudi plexus pancreaticus za trebušno slinavko;

c) vranični pletež, plexus lienalis, ki spremlja a. lienalis do vranice, oddaja pa tudi veje na veliko krivino želodca in na pancreas.

Pri prašiču in prežvekovavcih najdemo v poteku a. frenike kavd. majhne vozle, ggll. phrenica, ki so z nežnimi živčnimi nitmi spojeni z ggl. celiakumom.

Plexus mesentericus cran. je v spoju na eni strani s pleksusom celiakusom in na drugi strani s pleksusom aortikusom abdominalisom in opreda deblo ter veje a. mezenterike cran. Od njega oz. ggl. mezenterikuma cran. dospejo simpatično-parasimpatični mešani živci z ustreznima arterijama do tankega črevesa, slepega črevesa, kolona ascendensa, kolona transverzuma in začetnega dela kolona descendensa. Ti črevesni živci se razdelijo z žilami v mezenterialnih ploščah, se delno spajajo med seboj in se končujejo v pleksusu enterikusu (plexus subserosus, myentericus in submucosus) črevesne stene.

Pleksusu mezenterikusu kran. ob strani sta priključena plexus renalis in suprarenalis z aortikorenalnimi gangliji, ggll. aorticorenalia, ki ležijo na odcepiščih aa. renales, in z ggll. renalia, ki so potreseni vzdolž ledvičnih arterij. Na te živčne pleteže se deloma neposredno priključijo nn. splanchnici minores in splanchnici lumbales. Njihova vlakna se razširijo v ledvicah in nadobistnicah, so pa v zvezi tudi s pleksusom ureterikusom, ki opreda sečevod.

Kavdalno prehaja plexus mesentericus cran. v plexus aorticus abdominalis, ki pokriva ventralno ploskev aorte in se spaja s pleksusom mezenterikusom kavdalisom, ki obdaja a. mezenteriko caud. Ta del aortnega pleteža, ki se vključuje med prednji in zadnji plexus mesentericus, se imenuje tudi plexus intermesentericus.

Manjši ggl. mesentericum caud. predstavlja praviloma produkt stopitve levega in desnega živčnega vozla in se prilega deblu a. mezenterike kavd. kranialno ali kavdalno.

Plexus intermesentericus oz. mesentericus caud. in njegov ganglij oddajata vegetativne živčne pleteže, ki pri samcih opredajo kot plexus testicularis a. testicularis (a. spermatica int.) in oskrbujejo moda in nadmodek, medtem ko pri samicah sledijo a. ovariki in oživčujejo kot plexus ovaricus jajčnik, jajcevod in kranialni konec uterusovega roga.

Pripadajoči gangliji lahko ležijo na odcepišču a. testicularis oz. ovarike, ali pa so natreseni v poteku živčnih pleteževv.

Iz pleksusa mezenterikusa kavd. izhajata nadalje plexus colicus sin. za kolon descendens in plexus rectalis cran. za danko. In končno so tudi plexus iliacus int. in ext. ter plexus femoralis, ki sledijo ustreznim arterijam, priključeni na pleteż in ganglij kavdalnega mezenterialnega korena.

Na kavdalnem robu ggl. mezenterikuma kavd. izvirajo živčne veje, ki so pri psu in pri prežvekovavcih na vsaki strani združene v relativno močen, enoten živec, n. hypogastricus, in potekajo brez spremljave žil kavdalno divergentno k dorzolateralni steni medenične votline. Tu se nato retroserozno razcepijo v njegove končne veje in skupaj s parasimpatičnimi nn. pelvici sodelujejo pri oblikovanju medeničnega pleteža, plexus pelvinus.

Medenični in repni del simpatikusa

Medenični in repni del, pars pelvina et caudalis, mejnega konopca stopita dorzalno od a. iliake int. in v. iliake comm. na ventrolateralno ploskev križnice in se pri nadaljnjem poteku obnašata različno glede na vrsto živali, zelo različno pa tudi individualno znotraj iste vrste.

Pri mački poteka medenični del mejnega konopca medialno od foramina sacralia pelvina proti repu. Ima praviloma na vsaki strani 3 majhne vretenaste ali okroglaste ganglije, ggll. sacralia, ki so med seboj spojeni z nežnimi vejami, rami transversi. Prvi in drugi ganglijski par pa se lahko združita v večji, neparni ganglij. Vsi gangliji so prek nežnih drobovnih živcev, nn. splanchnici sacrales, v spoju s pleksusom pelvinusom in prek spojnih vej, rami communicantes, z ustreznimi križnimi živci. Od slednjih oddaja predvsem drugi relativno močen živec, n. pelvinus, k medeničnemu pleteżu.

Repni del se da zasledovati v obliki dveh nežnih živčnih niti, ki sta položeni na obeh straneh a. caudalis mediane in medialno od mišic, mm. sacrocaudales ventrr. medd., do 7. ali 8. repnega vretenca. V teh živčnih nitih nahajamo ustrezno število vloženih parov ganglijev, ki postajajo proti konici repa vse manjši.

Pri psu močno konvergirajo rami interganglionares med poslednjim ledvenim in prvim križnim vozlom medeničnega dela, medtem ko se ggll. sacralia I, vedno, ggll. sacralia II in III pa večinoma stopijo v neparen ganglij. Navadno se dajo tudi pri psu ugotoviti direktni spoji med križnim vozlom mejnega konopca in medeničnim pletežem v smislu sakralnih drobovnih živcev, nn. splanchnici sacrales.

Repni del mejnega konopca se obnaša v načelu kot pri mački, samo da se 5 do 6 ugotovljivih ganglijev, ggll. caudalia, ustreznih segmentov praviloma med seboj stopi.

Pri govedu nahajamo v medeničnem delu mejnega konopca vedno 5 parov ganglijev, ggll. sacralia, ki ležijo vsi v neposredni bližini križnih odprtin, foramina sacralia pelvina, in so zato tudi spojeni prek zelo kratkih spojnih vej, rami communicantes, z ustreznimi ventralnimi vejami križnih živcev. Zdi se, da nn. splanchnici sacrales, ki vzpostavljajo direktne spoje z medeničnim pletežem, pri govedu manjkajo. Medenični gangliji, ggll. pelvina, enega segmenta so večinoma spojeni prek posebnih vej, rami transversi, rami interganglionares pa so pogosto eno- ali obojestransko podvojeni. Razmeroma dolgi ramus interganglionaris med poslednjim ledvenim in prvim križnim vozlom je širok in sploščen, neredko tudi razdeljen na tri dele.

Repni del simpatikusa pri govedu variira individualno zelo močno. V večini primerov se dajo od 4. ali 5. repnega vretenca makroskopsko ugotoviti parni gangliji, ggll. caudalia, ki se med seboj spajajo z nežnimi prečnimi vejami, rami transversi. Neredko se lahko spojijo gangliji 2. ali 3. segmenta v neparen vozel in mejni konopec nato lahko poteka dalje kot enoten snopič vlaken do majhnega neparnega vozla, ggl. impar. Slednji je lahko položen v področju 3., 4. ali 5. repnega vretenca. Distalno od neparnega vozla ali od brezganglijske združitve obeh mejnih konopcev navadno njuna vlakna mrežasto opredajo a. caudalis mediano kot plexus caudalis.

Pri prašiču se medenični in repni del mejnega konopca lahko obnašata podobno kot pri govedu.

Tudi pri konju se da v medeničnem delu mejnega konopca ugotoviti 5 vretenastih ganglijskih parov, ki pa niso spojeni s prečnimi vejami. Na 3. križnem vozlu se mejni konopec na vsaki strani razcepi v lateralno in medialno vejo. Močnejša lateralna veja poteka vzdolž stranske repne arterije, a. caudalis lat., oddaja veje, rami communicantes, vejam križnih živcev in se končno spaja z ventralnimi vejami prvih 5 do 6 repnih živcev. Obe tanjši medialni veji se med medsebojnim približevanjem upogneta medialno in ležita direktno na ventralni ploskvi križnice.

Obe medialni veji, ki se odcepita na 3. križnem vozlu, postaneta nato pars caudalis in potekata bodi ločeno na obeh straneh a. caudalis mediane kot nežne živčne niti, ki imajo v sebi več vozlov, ggll. caudalia, proti koncu repa, ali pa se med seboj spojita ob vključitvi neparnega ganglija, ggl. impar red 2. in 3. repnim vretencem. Od gangliona impar se da na spodnji strani ventralne repne arterije še dalje distalno zasledovati nežna živčna nit, ki ima lahko v sebi nekaj najmanjših ganglijev.

Iz končnih vej živcev, nn. hypogastrici, gangliona mezenterikuma kavd., iz križnih drobovnih živcev, nn. splanchnici sacrales, medeničnega dela mejnega konopca in parasimpatičnih živcev, nn. pelvini, l. križnega živca se izoblikuje razprostranjeni medenični pletež, plexus pelvinus (hypogastricus), ki se retroserozno prilega stranski medenični steni in dankini ampuli. Na vozliščnih točkah tega živčnega pleteža nahajamo natresene številne manjše ali večje ganglije, ggll. pelvina, pri katerih gre večinoma za simpatične, v manjšem delu pa tudi za parasimpatične ganglije.

Od tega simpatično-parasimpatičnega mešanega medeničnega pleteža dobijo vsi medenični organi svoje vegetativno oživčenje prek vrste posebnih živčnih pletežev.

Razlikujemo:

1. Plexus rectales medii. Ti se prilegajo direktno stranski steni danke in oskrbujejo ampulo rektuma.

2. Plexus rectales caudd., ki potekajo k analnemu področju. Oba pleteža regulirata polnjenje in praznjenje danke.

3. Plexus vesicales, ki se dajo razdeliti v plexus vesicalis cran. in caud. Plexus vesicalis cran. je perivaskularni živčni pletež, ki poteka od pleksusa iliakusa int. z a. vesicalis cran. čez stransko vez sečnika do njegovega temena.

Bistveno močnejši plexus vesicalis caud. dovaja sečniku in vratu sečnika simpatična in parasimpatična vlakna (od pleksusa pelvinusa). Oba ta pleksusa uravnavata polnjenje in praznenje sečnika.

4. Plexus deferentialis, ki inervira semenovod.

5. Plexus prostaticus, ki oskrbuje prostato in oddaja živce brecilnega telesa penisa, nn. corporis cavernosi penis, brecilu penisa.

6. Plexus uterovaginalis, ki dospe, delno prek široke maternične vezi, večidel pa retroserozno, do maternice in oddaja vaginalne živce, nn. vaginales, vagini in njenem preddvoru, kakor tudi živce klitorisovega kavernoznega telesa, nn. corporis cavernosi clitoridis.

Specialni opis parasimpatičnega živčnega sistema

Ker so vlakna parasimpatičnega živčnega sistema v glavnem vezana na določene možganske in hrbtenjačne živce, je ta anatomsko le delno predstavljiv. Zato utelešuje parasimpatični sistem še mnogo bolj kot simpatični predvsem funkcionalen pojem.

Po izviru preganglionarnih nevronov navadno delimo parasimpatični živčni sistem v spinalni in kraniosakralni sistem.

S p i n a l n i p a r a s i m p a t i č n i s i s t e m

Spinalni parasimpatični sistem je vezan na celotno hrbtenjačo in zato kaže segmentalno zasnovo. Ganglijske celice preganglionarnih nevronov ležijo v nukleusu intermediomedialisu intermedialnega dela, pars intermedia, in njihovi nevriti zapuščajo hrbtenjačo delno prek ventralnih, delno pa tudi prek dorzalnih korenin

spinalnih živcev. Slednji se lahko že po kratkem poteku v spinalnem gangliju priključijo na postganglionarne nevrone. Njihovi nevriti dospejo v truncus n. spinalis in od tam v vse tri veje hrbtenjačnih živcev. Z ramusom dorzalisom in ventralisom potekajó do muskulature telesne stene in končin, kakor tudi v kožo. Spinalna parasimpatična vlakna regulirajo tonus skeletne muskulature in mišic dlačnih mešičkov in zavirajo sekrecijo žlez znojnic.

V novejšem času so pričeli dvomiti o spinalnem parasimpatičnem sistemu, ker niso predvsem visceralne aferentne proge dorzalnih korenin neoporečno dokazane.

K r a n i o s a k r a l n i p a r a s i m p a t i č n i s i s t e m

Kraniosakralni parasimpatični sistem sestoji iz kranialnega dela, čigar ganglijske celice ležijo v srednjih možganih in podaljšani hrbtenjači, in iz sakralnega dela, čigar živčne celice imajo sedež v 2. do 4. križnem segmentu. Nevriti preganglionarnih nevronov kraniosakralnega sistema so vsi dolgi ali zelo dolgi (npr. n. vagus) in se preklopijo šele v parasimpatičnih ganglijih določenih možganskih živcev, ki so od c.ž.s. relativno oddaljeni, ali v pletežih in drobovnih ganglijih trebušne in medenične votline. Kranialni del oskrbuje s parasimpatičnimi vlakni vse organe glave in organe prsne in trebušne votline, medtem ko sakralni del inervira parasimpatično medenične organe in spolni aparat.

1. Glavni del, pars cephalica, kraniosakralnega parasimpatičnega sistema sestoji iz:

a) parasimpatičnega dela vlaken n. okulomotoriusa, ki se začenja v nukleusu parasimpatikusu n. okulomotoriusa srednjih možganov, in b) parasimpatičnih vlaken nervusa intermediofacialisa, glosofaringeusa in vagusa, ki izvirajo iz jeder, nucc. parasympathici, teh živcev v podaljšani hrbtenjači.

1. Preganglionarna parasimpatična vlakna n. okulomotoriusa dospejo z njegovim ramusom ventr. prek korenine, radix oculomotoria s. brevis, do ggl. ciliare, ki je pri mesojedih in pri prašiču praviloma, pri govedu in kozi pa priložnostno razdeljen na dva vozla. Tu pride do preklapljanja na postganglionarne nevrone, katerih nevriti dospejo prek kratkih ciliarnih živcev, nn. ciliares breves, do zrkla, kjer inervirajo m. ciliaris in m. sphincter pupillae in s tem služijo akomodaciji leče in zoževanju pupile.

Zelo nežni nn. ciliares breves izhajajo iz pleksusa ciliaris, ki pri oblikovanju katerega so poleg eferentnih parasimpatičnih vlaken ganglija ciliare in senzibilnih ter simpatičnih vlaken ustreznih korenin, ki gredo samo skoz ganglij, soudeležena tudi vlakna ggl. pterigopalatinuma ter 1. in 2. veje n. trigeminusa. Ti, glede na vsebino vlaken, mešani nn. ciliares breves prebijejo sklero v okolici izstopa vidnega živca in se razprostrejo med njo in horioideo do irisa, kjer oddajajo nato najprej še vlakna ciliarni mišici, irisu, kornei in konjunktivi bulbusa.

2. Parasimpatična vlakna n. intermediofacialisa oblikujejo vegetativni del n. intermediusa. Gredo skoz ggl. geniculi in nato potekajo:

a) čez hordo tympani do n. lingvalisa in končno dospejo kot preganglionarna vlakna do ggl. mandibulare oz. sublinguale (mesojedi), od koder nato odhajajo postganglionarna vlakna v gld. mandibularis in sublingualis.

b) kot n. petrosus major in - potem ko se ta združi s simpatičnim n. petrozusom prof. - kot n. canalis pterygoidei (Vidijev živec) k ganglionu pterigopalatinumu, v katerem se nato preklopijo preganglionarna vlakna.

Ta parasimpatični ggl. pterygopalatinum leži medialno od n. maksilarisa dorzomedialno na n. pterigopalatinusu in je lateralno pokrit z n. infraorbitalisom, delno pa z n. pterigoideusom lat. N. pterygopalatinus mu dovaja tudi senzibilna vlakna. Pri konju in govedu nastopa namesto ggl. plexus pterygopalatinus z 2 do 3 (4 do 5) majhnimi ganglijskimi vozli, ki so v njem natreseni. Pri prežvekovavcih sedijo ggll. pterygopalatina na n. naza-

lisu kavd. Plexus pterygopalatinus je prek nežnih niti spojen z n. ethmoidalisom, periorbito in pleksusom ciliarisom.

En del postganglionarnih vlaken gangliona pterigopalatinuma dospe prek n. zigomatikusa in njegovega ramusa komunikansa z n. lakrimalisom do n. lakrimälisa in s tem, ali z ramusom lakrimalisom ramusa zigomatikotemporalisa (pes), do solzne žleze. Drugi del poteka z vejami n. pterigopalatinusa do žlez in žil nosne in ustne votline, predvsem neba.

3. Parasimpatične proge n. glosofaringeusa dospejo, potem ko so šle skoz ggl. distale s. petrosum, prek n. timpanikusa in njegovega podaljška, n. petrozusa minorja, do ggl. otikuma, kjer se kot postganglionarna vlakna končajo. Majhnemu, na korenini n. pterigoideusa ležečemu, pogosto pletežu podobnemu ggl. otikumu dovajata n. mandibularis senzibilna, n. petrosus prof. minor pa tudi simpatična vlakna (senzibilna in simpatična korenina ganglija). Ggl. oticum oddaja postganglionarna parasimpatična vlakna n. pterigoideusu in njegovim vejam, prek spojne veje k n. avrikulotemporalisu rami parotidei pa v podušesno žlezo slinavko.

4. Glede na svoje razprostranjeno področje delovanja najpomembnejši "parasimpatični živec" je n. vagus. Kot je znano, vodi ta X. možganski živec poleg parasimpatičnih najprej tudi še obilo somatomotoričnih in - senzibilnih kakor tudi simpatičnih vlaken. Zato nikakor ni upravičen morebitni kratek sklep: vagus = parasimpatikus. Šele po odcepu n. laringeusa rekurensa v prsnem delu sestoji n. vagus v glavnem samo še iz preganglionarnih parasimpatičnih vlaken.

Medtem ko se torej preganglionarna parasimpatična vlakna nn. okulomotoriusa, intermediofacialisa in glosofaringeusa preklopijo v lastnem, na veje n. trigeminusa priključenem gangliju (ggl. ciliare, ggl. pterygopalatinum in ggl. oticum, od katerih ima vsak po eno parasimpatično, senzibilno in simpatično korenino), pa mesta preklapljanja n. vagusa ne ležijo v ganglijih, ki so priključeni na druge živce, temveč delno v majhnih ganglijih ali kopicah ganglijev znotraj njegovega debla (npr. ggl. distale

s. nodosum) ali njegovih vej, delno pa v prevertebralnih ganglijih in živčnih pletežih prsne in trebušne votline (npr. plexus cardiacus, plexus coeliacus), ali pa celo šele v intramuralnih ganglijih.

Zaradi številnih prepletanj perifernih vagusovih in simpatikusovih vej se preganglionarna vagusova vlakna večinoma priključijo na simpatične živčne pleteže. Tako obeh delov vlaken ni več mogoče ostro ločiti drug od drugega in tudi ganglijske celice postganglionarnih vagusovih nevronov se večinoma ne dajo natančneje lokalizirati.

Trebušni del, pars abdominalis, n. vagusa izhaja iz trunkusa vagalisa dorzalisa in ventralisa prsnega dela. Pri prežvekovavcih se obnaša znatno drugače kot pri živalih z enodelnim želodcem (mesojedi, prašič, konj).

Pri mesojedih, prašiču in konju stopi trunkus vagalis ventr. na kurvaturo minor želodca in se širi s periarterialnimi pleteži a. gastrike sin. kot plexus gastricus cran. na diafragmatski ploskvi želodca. Od njega potekajo rami gastrici in parietales do sprednje stene želodca, ramus pyloricus do okolice vratarja, rami duodenales do dvanajstnika in pankreasa in rami hepatici do pleksusa hepatikusa.

Na splošno močnejši truncus vagalis dors. oddaja največji del svojih vlaken ramusom celiakusom, ki potekajo vzdolž a. gastrike sin. do pleksusa celiakusa in od tod dospejo v spremstvu arterij z vejami simpatikusa do trebušne slinavke, jeter in vranice, kot tudi do tankega in debelega črevesa in do kolona transverzuma. Nadalje oddaja ramuse renales na ledvice in nadobistnico. Z vejami pleksusa intermezenterikusa dospejo vagusova vlakna tudi do pleksusa mezenterikusa kavd., kot tudi do pleksusa testikularisa in ovarikusa, s tem pa do kolona descendensa in kličnih žlez.

Truncus vagalis dors. je prek ramusa komunikansa v spoju tudi z ventralno vagusovo vejo in oddaja želodčne veje, rami gastrici viscerales, na visceralno ploskev želodca, kjer oblikujejo plexus gastricus caud., čigar veje se razširijo predvsem v področju kardije.

Pri prežvekovavcih sta truncus vagalis dors. in ventr. prek ramusa komunikansa spojena že pred njuno razdelitvijo. Ta veja leži praviloma levo od požiralnika. Truncus vagalis dors. oddaja najprej trebušne veje, rami coeliaci, na pleksus in ggl. coeliacum. Iz pleksusa celiakusa izvirajoča vagusova vlakna se v principu obnašajo kot pri drugih domačih sesavcih.

Pri ovci se odcepijo od dorzalnega vagusovega debla:

1. Ramus ruminalis dext., ki poteka skupaj z istoimensko arterijo desne vzdolžne brazde vampa in oddaja več dorzalnih in ventralnih vej na desno vampovo steno.

2. Ramus ruminalis sin., ki dospe ventralno čez sulcus transversus cran. z istoimensko arterijo na levo vampovo steno.

3. Rami atriales ruminis, ki se ventralno razvejičijo v steni vampovega preddvora.

4. Rami omasiales, ki oskrbujejo prebiralnik.

5. Rami ad sulcum ventriculi za želodčni žleb.

6. Ramus omaso-abomasialis sin., od katerega izhajajo rami reticulares caudd. za kapico. Na levi strani se razprostira prek prebiralnika in male kurvature siriščnika do pilorusa. V področju siriščnika se od njega odcepijo rami abomasiales viscerales kot tudi rami pylorici.

7. Ramus ad curvaturam majorem abomasi, ki poteka do velike krivine siriščnika.

Truncus vagalis ventr. oddaja naslednje veje:

1. Rami atriales ruminis.

2. Rami reticulares cran. za sprednjo levo steno kapice.

3. Ramus pyloricus long. za pilorus siriščnika.

4. Rami hepatici et duodenales.

5. Rami ad sulcum ventriculi.

6. Ramus omaso- abomasialis dext., ki poteka do male krivine siriščnika na desni strani čez kapico in prebiralnik in oddaja ramus ad curvaturam minorem abomasi.

Pri govedu so razmerja v principu enaka. Truncus vagalis dors. pa se vendar najprej podaljšuje v močan n. ruminis, ki na desni strani poteka čez vampov preddvor do desnega vzdolžnega žleba in se tukaj - po oddaji ramusa ruminalisa sin. in ramusa lienalisa - razdeli v dorzalni ramus ruminalis dext. in ventralni ramus ruminalis accessorius.

2. Križni ali medenični del, pars sacralis s. pelvina, kraniosakralnega parasimpatičnega sistema sestoji iz preganglionarnih vlaken, ki izhajajo iz 2. do 3. oz. 4. križnega segmenta hrbtenjače. Hrbtenični kanal zapustijo prek ventralnih vej z ventralnimi koreninami določenih spinalnih živcev, predvsem n. pudendusa. Nato se od njih ločijo kot nn. pelvini. Ti se združijo retroserozno z medeničnim pletežem, plexus pelvinus, in se preklopijo na postganglionarne nevrone delno v ganglijih, ggll. pelvina, delno v intramuralnih ganglijih medeničnih organov. Oskrbujejo s parasimpatičnimi vlakni danko, sečnik, maternico, nožnico kot tudi akcesorne spolne žleze in dajejo vazodilatatorje (nn. erigentes) za brecilo penisa in klitorisa.

Centralni deli vegetativnega živčnega sistema

Kakor je že omenjeno, je c.ž.s. direktno ali indirektno vedno soudeležen pri poteku živčnega dogajanja v perifernem vegetativnem sistemu. V centralnih delih vegetativnega živčnega sistema, v hrbtenjači in v možganskem deblu, se vzdraženja iz notranjih organov in s površine telesa integrirajo in aferentni krak vegetativnega vodilnega loka se poveže z eferentnim krakom. S tem je praviloma sploh šele omogočeno uresničenje visceralnih refleksov. Ti primarni centri pa tudi oddajajo vzburjenja naprej na nadrejene vegetativne centre v vmesnih in končnih možganih in lahko od teh sprejmejo impulze.

P r i m a r n i v e g e t a t i v n i c e n t r i

Primarni vegetativni centri oblikujejo najvažnejše refleksne centre vegetativnega sistema. Ležijo v simpatičnih in parasimpatičnih jedrnih področjih intermedialnega dela, pars intermedia, sive substance v hrbtenjači, kakor tudi v parasimpatičnih jedrnih arealih srednjih in rombastih možganov, predvsem podaljšane hrbtenjače.

Refleksi, ki potekajo prek vegetativnih vodilnih lokov, se nasproti oikotropnim refleksom odlikujejo s počasnostjo svojega potekanja in s tendenco h generalizirajoči razširitvi. Koreninske celice preganglionarnih simpatičnih in parasimpatičnih vlaken sprejemajo dražljaje na eni strani s telesne periferije in iz notranjih organov in žil, na drugi strani pa iz nadrejenih, vegetativnih centrov.

Vegetativni vodilni loki, ki potekajo čez hrbtenjačo, se dajo razdeliti na viscero-visceralne in mešane refleksne loke.

Vegetativni vodilni loki, ki potekajo čez možgansko deblo, so zelo kompleksne narave in posamič samo delno poznani. Vedno pa so vezani na vegetativne regulacijske areale in parasimpatična jedrna področja možganskega debla.

Vegetativni regulacijski areali medule oblongate ne vodijo samo različnih, enostavnejših refleksov, kot so npr. solzni refleks, slinski refleks ali refleksne reakcije vestibularnega aparata, temveč tudi kompleksnejša dogajanja, kot dihanje, srčno dejavnost, vazomotoriko in presnovo, pa tudi uigranost visceralnih in somatičnih funkcij, npr. goltanje, kašljanje ali bruhanje.

Tako imenovani dihalni center sestoji iz inspiratoričnega in ekspiratoričnega centra, ki sta zgrajena iz več celičnih skupin, raztresenih po formaciji reticularis medule oblongate. Celice inspiracijskega centra ležijo ventralno in kavdalno v formaciji reticularis, nad olivo, ter aktivirajo kostalno inspiracijsko muskulaturo in diafragmo. Celične skupine ekspiracijskega centra pa ležijo bolj dorzalno in rostralno v formaciji reticularis. Poleg tega, da zavira inspiracijski center - predvsem pri

forsiranem dihanju - oživčujejo ekspiracijsko muskulaturo. Dihalni center vzdražita kemično stanje in temperatura krvi. Motorika dihanja je lahko modificirana zaradi dražljajev, ki izvirajo iz pljuč, srca ali kože. Pri t.i. "samokrmarjenju pljuč" igrajo glavno vlogo aferentna vagusova vlakna, ki izhajajo iz njih.

Vazomotorni center zavzema isto področje formacije reticularis kot dihalni center in sestoji prav tako iz dveh celičnih področij: iz rostrolateralno ležečega vazokonstriktornega in iz kavdomedialnega vazodilatatornega centra. Pri regulaciji tonusa krvnih žil sodelujeta tako, da stopnjevanje vzdraženja enega povzroča zaviranje drugega.

N a d r e j e n i v e g e t a t i v n i c e n t r i

Na dejstvo, da so vmesni možgani, predvsem hypothalamus, sedež najvišjega regulacijskega centra vseh vegetativnih funkcij, ki so v službi ohranitve posameznega osebka kot tudi vrste, smo opozorili že pri opisu hipotalamusa in njegovega odnosa do hipofize. Ta tesna povezava med hipotalamusom in hipofizo omogoča direktno vplivanje določenih jeder hipotalamusa - bodi po nevrosekretorni ali živčni poti - na inkretorni sistem, čigar produkti potem s svoje strani vplivajo zopet na živčna dogajanja delno pospešujoče, delno zavirajoče.

Številna eksperimentalna raziskovanja in študij omejenih patoloških procesov v hipotalamusovem področju so pokazala, da upravljajo vmesni možgani, delno v sodelovanju s hipofizo, naslednje telesne funkcije: presnovo beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov, regulacijo toplote, gospodarjenje z vodo, vazomotoriko, srčno dejavnost, frekvenco dihanja, nastajanje krvi in razmnoževanje. Vmesni možgani tudi sprožajo določene motorične funkcije, kot položaj pri defekaciji in uriniranju, gibe pri žretju in žvečenju, bruhanje, pa celo emocionalno naglašene nagonske načine obnašanja, kot reakcije bega in agresije. Vmesni možgani so na ta način nadrejen, centralni regulacijski organ vegetativnih funkcij. Kot taki, vmesni možgani tudi dušijo ali aktivirajo dejavnost velikih možganov, s čimer le-ti postanejo v določenem smislu izvršni organ vegetativnih centrov v vmesnih možganih.

O progah, ki se spuščajo od vegetativnih centrov vmesnih možganov navzdol do rombastih možganov in hrbtenjače, je še malo znanega. Verjetno doživijo v srednjih in rombastih možganih večkratne preklopitve in potekajo nato v hrbtenjači domnevno večidel difuzno v ventrolateralnem konopcu.

Da je končno tudi skorja velikih možganov direktno ali indirektno soudeležena pri vegetativnih dogajanjih, vemo predvsem iz eksperimentalnih raziskav, npr. številnih poskusov Pavlova in njegove šole o pogojnih refleksih pri psu in iz osebnih skušenj človeka.

V fizioloških razmerah potekajo procesi v notranjih organih večidel nezavedno. Kljub temu lahko tudi živali realizirajo stopnjo napolnjenosti sečnika ali ampule rektuma in kontrakcije muskulature v področju spolnih organov občutijo kot orgazem. Bolečine - v določenih okolnostih tudi zelo intenzivne - izzovejo močno raztezanje ali kontrakcije gladke muskulature votlih organov prebavnega in sečno-spolnega aparata ter žil (npr. različne kolike, porodne bolečine itd.) in se v bistvu prenašajo prek aferentnih simpatikusovih vlaken. Zelo občutljiv za bolečine je domnevno peritonaeum viscerale.

Vodilne proge, ki se vzpenjajo iz hrbtenjače do možganov in ki posredujejo občutke organov, posamično niso pobliže poznane. Verjetno pa potekajo v glavnem v filogenetično starem ventrolateralnem konopcu.

Četudi še malo vemo o lokalizaciji vegetativnih polj skorje, so vendar vse raziskave pogojnih refleksov, kakor tudi skušnje z našimi živalmi, nespodbitno dokazale, da se da na vegetativno dogajanje vplivati tudi s psihične strani in s tem iz možganske skorje (znojenje, driska, razširitev pupile, pohitrenje pulza, povišanje krvnega pritiska ob prestrašenosti). S poskusi draženja v določenih področjih skorje, predvsem frontalnega področja možganov, so lahko izzvali spremembe srčne akcije, razširitev ali zožitev žil, spremembe širine punčice, pobudo za sekrecijo znojnic in prebavnih žlez kot tudi motoriko črevesja in sečnika. Vse te eksperimentalne raziskave, posebno tiste o pogojnih refleksih,

(npr. sekrecija žlez slinavk) so torej pokazale, da vegetativno regulacijo telesnih organov soupravlja tudi skorja velikih možganov.

E N D O K R I N E Ž L E Z E

(Glandulae sine ductibus)

Endokrine žleze ali žleze z notranjim izločanjem so organi, ki se glede na poreklo, zgradbo, položaj in velikost različno obnašajo. V nasprotju z eksokrinimi žlezami imajo skupno značilnost, tj. nimajo odvodnih kanalov (glandulae sine ductibus). Svojih produktov zato ne oddajajo na telesno površino, temveč neposredno v krvne in limfne žile, po katerih se raznesejo po vsem organizmu. Njihovi produkti so specifične snovi določene kemične strukture, ki jih imenujemo inkreti ali hormoni. Le-ti vplivajo na določene celice in tkiva, na druge žleze ali organe in regulirajo ali koordinirajo njihovo dejavnost.

Krmarjenje vegetativnih življenskih procesov in vseh s tem povezanih presnovnih procesov bazira na eni strani na živčnih regulacijskih mehanizmih vegetativnega živčnega sistema in na drugi strani na kemičnih regulacijskih procesih, ki jih posredujejo produkti endokrinih žlez.

Hormoni so torej dražilna sredstva, ki cirkulirajo v krvi in lahko v ustreznih celicah, tkivih in organih že v najmanjših količinah izzovejo povsem določene učinke. Le-ti lahko pospešujejo ali zavirajo funkcijo ali jo spreminjajo. Učinki hormonov so lahko odločilnega pomena za celoten organizem in njegovo obnašanje. Inkreti hormonskih žlez se odlikujejo po specifičnosti svojega učinkovanja.

V posameznih obdobjih življenja lahko različno aktivne žleze z notranjim izločanjem producirajo enega ali več hormonov. Mnogi od njih se odlikujejo po izrazitem ritmu ali periodičnosti svoje dejavnosti. Hormoni razvijajo funkcionalno specifično, ne pa tudi absolutno specifično delovanje glede na vrsto. Čeprav torej vsaka izmed endokrinih žlez na svoj način bistveno doprinaša

k uravnavanju važnih življenskih procesov, pa so te lahko s svoje strani prek t.i. vzvratnega sklopa prav tako pod hormonalnim vplivom.

Vse hormonske žleze so tudi najtesneje povezane z vegetativnim živčnim sistemom. Na eni strani so, seveda, impulzi vegetativnega živčnega sistema, ki spodbujajo produkcijo in izlivanje inkretov, in na drugi strani hormoni, ki vplivajo na reakcijski položaj vegetativnega živčnega sistema. Regulacija vegetativnih življenskih procesov torej predstavlja rezultat nevro-humoralne oz. nevro-hormonalne korelacije. Posrednik med vegetativno-endokrinim in vegetativno-nervnim sistemom je kri.

Humoralne in nevro-vegetativne reakcije so normalno tako tesno izprepletene med seboj, da je pogosto težko ostro razlikovati delovanje posameznih sistemov. Zaradi tega endokrine žleze in vegetativni živčni sistem lahko obravnavamo kot funkcionalno enoto pod pojmom vegetativnega sistema. Posebno izrazito se kaže ta tesna povezanost nervnih in humoralnih funkcij v direktni povezavi določenih jeder hipotalamusa s hipofizo in nevro-sekretoričnimi procesi, ki se tukaj odigravajo.

Prvotno so poleg hipofize, ščitnice, obščitnice, nadobistnice, paraganglijev in epifize šteli tudi thymus k endokrinim žlezam. Ker pa thymus (priželjc) - kot danes vemo - predstavlja pretežno limfatični organ, ga obravnavamo v poglavju o limfatičnem sistemu.

Poleg čisto hormonskih žlez so dejavni pri notranji sekreciji še tudi drugi organi, ki so že opisani z drobovnim sistemom. Tako proizvajajo specifične hormone življenskega pomena tudi Langerhansovi otočki trebušne slinavke, terciarni folikli in corpus luteum ovarijev in Leydigove intersticialne celice moda.

SPECIALNI OPIS

Možganski privesek, hypophysis, glandula pituitaria

Hipofizo smo že kratko obravnavali skupaj z opisom hipotalamusa. Hipotalamus in hipofiza nista v direktni povezavi zgolj anatomsko, kar bi že zadostovalo za "možganski privesek", temveč obstajajo med to endokrino žlezo in nadrejenimi vegetativnimi jedri hipotalamusa tudi funkcionalno tisti tesni vzajemni odnosi, ki so pripeljali do pojma "hipotalamusni-hipofizni sistem".

Razvojno zgodovinsko gledano je bila hipofiza zasnovana iz dveh prvotno ločenih delov: možganskega dela, pars neuralis, in žleznega dela, pars glandularis. Ta dva dela sta se kasneje zlila v enoten organ, vendar se morfološko in fiziološko jasno razločujeta drug od drugega. Možganski del izraste iz dna hipotalamusa v ventralno in postane nevrohipofiza, neurohypophysis. Žlezni del pa nastane iz Rhatkejevega žepa, ki se odveže od svoda embrionalnega ustnega zatona, čigar ektodermalni epitel se razvije v adenohipofizo, adenohypophysis, s tipično endokrino žlezno strukturo.

Glede na razmerja in položaj pri človeku se nevrohipofiza na splošno imenuje zadajšnji reženj hipofize, lobus posterior. To ime pa je pri naših živalih samo delno bolj ali manj upravičeno, npr. pri prašiču in prežvekovavcih. Nevrohipofiza ali zadajšnji reženj je na medianem rezu belkasto sive, pri konju pogosto svetlo rjavkasto obarvana. Sestoji iz goste mreže vlaken, ki je zgrajena iz odrastkov pituicitov (modificirani elementi glije), nežnih vezivnih vlaken in živčnih vlaken brez mielinske ovojnice. Ti predstavljajo večidel nevrite ganglijskih celic določenih hipotalamusovih jeder in pošiljajo tukaj proizvedene nevrosekrete zadajšnjemu režnju.

Možganski del hipofize je s hipofiznim pecljem, lijem, infundibulum, pritrjen na tuber cinereum hipotalamusa. S sulkusom tuberoinfundibularisom ali, kjer ta manjka, z adenohipofizno oblogo lija je omejen proti možganom. V infundibulum, ki se imenuje tudi pars proximalis neurohypophysis, se vtiska različno globoki recessus infundibuli 3. ventrikla, tako da se da razli-

kovati proksimalna pars cava od distalnega kompaktnega dela, pars compacta infundibuli. Ta prehaja brez ostre meje v pars distalis neurohypophysis.

Znatno obsežnejši žlezni del ali adenohipofiza leži pri človeku in prašiču rostralno, pri prežvekovavcih in pri konju pa rostroventralno od nevrohipofize. Pri mesojedih, predvsem pri psu, obdaja adenohipofiza nevrohipofizo krog in krog. Makroskopsko se žlezni del na svežem medianem prerezu razlikuje od zadajšnjega režnja po temnejši, sivo rdečkasti ali lisasti, pri konju večinoma rjavo rdeči barvi. Adenohipofiza se deli na oblogo lija, pars infundibularis, vmesni reženj, pars intermedia, in na prednji reženj, lobus anterior ali pars distalis adenohypophysis.

Obloga lija predstavlja nadaljevanje sprednjega režnja na infundibulum, ki ga v tanki plasti obdaja od vseh strani in se pri tem večinoma razprostira še prek sulkusa tuberoinfundibularisa. Histološko se odlikuje pars infundibularis adenohypophysis predvsem po svojem posebnem, v proksimalni smeri naraščajočem bogastvu žil.

Prednji reženj ali pars distalis oblikuje največji del adenohipofize. Sestoji iz nežnega, z žilami bogatega vezivnega ogrodja, v katero so vložene nepravilno oblikovane epitelne parenhimske celice, nepravilni celični konopci in celične kopice. Ta sestava povzroča tipično sliko endokrine žleze. Gobasto mrežo žil oblikujejo sinusoidne krvne kapilare z endotelnimi celicami. Parenhimske celice prednjega režnja se zelo različno barvajo.

Med prednji in zadajšnji reženj se vtiskuje kot ozek trak vmesni reženj, pars intermedia adenohypophysis, ki sestoji iz posebno strukturiranih celic prednjega režnja, med katere so vložene, pogosto s koloidom napolnjene, cistaste votline. Medtem ko se pars intermedia pri prežvekovavcih in prašiču pritiska samo ob ventralno oz. sprednjo ploskev kavdalnega režnja, obdaja pri mesojedih in konju vso nevrohipofizo.

Med sprednjim in vmesnim režnjem leži pri vseh domačih sesavcih, razen pri konju, hipofizna votlina, cavum hypophysis, ki je napolnjena z rumeno rdečkasto gmoto in v katero pri govedu

štrli od kavdalne stene koničasta Wulzenova hrgica.

Hipofiza kot celota predstavlja dorzoventralno sploščen, gledano z dorzalne oz. ventralne strani pri konju okroglast, pri prežvekovavcih podolžno-ovalen, pri prašiču nepravilno kvadratast in pri mesojedih zavaljeno ovalen organ, ki s svojim lijem, infundibulum, visi med hiazmo optikumom in korpusom mamillare na dnu vmesnih možganov.

In situ je hipofiza vložena v foso hypophysialis turškega sedla, sella turcica, ki je pri konju zelo plitva, pri drugih domačih sesavcih pa poglobljena. Kavdalno je hipofiza prek sedlnega naslona zraščena z dnom fose. Od roba hipofizne jame in od dorzuma sellae preskoči dura mater encephali kot diaphragma sellae direktno na hipofizo, pri čemer se pripne pri konju nekako na polovici višine žleznega telesa, pri drugih domačih živalih in človeku pa na infundibulum in tako omejuje foramen diaphragmatis. Med diafragmo sellae in ostenjem turškega sedla leži venski splet sinusov kavernozusov, ki obdaja hipofizo z dveh strani, deloma pa tudi krog in krog. Pri psu in konju obdaja hipofizo venski splet sinusa cirkularisa ventralnega sinusnega sistema. V slednjega so vdelane veje a. carotis int. Pri mački, prašiču in prežvekovavcih je na tem mestu venski splet mreže, rete mirabile epidurale. Z navedenimi venskimi spleti je spojen tudi žilni sistem hipofize.

Velikost in teža hipofize variirata znatno, ne samo glede na vrsto živali, temveč tudi glede na pasmo, starost in spol. Tako ima npr. govedo absolutno največji možganski privesek, nato sledijo konj, mali prežvekovavci, prašič, pes in mačka.

Po Deckerju znaša dolžina hipofize pri govedu 22 do 25 mm, pri konju 21 do 27 mm, pri ovci 13 do 15 mm in pri prašiču 5 do 8 mm, in teža pri govedu 2 do 4 g, pri konju 1,85 do 2,8 g, pri ovci o,3 do 1,8 g, pri kozi o,3 do o,5 g in pri prašiču o,1 do o,2 g. Latimer je ugotavljal pri psih različnih pasem pri samcih povprečno težo hipofize o,o658 g (povprečna telesna teža 11,oo kg), pri samicah o,o67o g (povprečna telesna teža 8,93 kg), kar jasno kaže na relativno večjo težo hipofize pri samicah.

Do takšne ugotovitve prihaja dozdevno tudi pri drugih živalih. Tudi nevrohipofiza je glede na celotno težo možganskega priveska pri psicah večja kot pri psih. Adenohipofiza je pri nuliparnih, negravidnih psicah večja kot pri psih in gravidnih psicah. Pri laktirajočih živalih so na splošno navedene večje teže hipofize. Prav tako je pri človeku ugotovljena nosečnostna hipertrofija hipofize, ki so jo posamezni raziskovalci opažali tudi pri govedu in konju. Spolne razlike hipofizne teže naj bi bile z rastočo starostjo še izrazitejše. Pri konju je ugotovljeno, da teža hipofize do spolne zrelosti raste, od lo. leta življenja pa zopet pojema med deloma atrofičnimi spremembami parenhima.

O s k r b a z ž i l a m i: kot endokrina žleza je hipofiza bogato vaskularizirana. Dovajanje krvi omogoča a. carotis int. ali pa rete mirabile epidurale in circulus arteriosus cerebri, ki obdaja hipofizni pecelj krog in krog.

Pri psih oddajata možganskemu privesku nežno sprednje in zadnje hipofizne arterije a. intercarotica rostr. in caud., pa tudi aa. communicantes caudd. cirkulusa arteriozusa cerebri. Podobni so odnosi tudi pri konju. Ustrezajoče vene se vlivajo v sinus circularis oz. cavernosus ventralnega sistema krvnic.

Najbolje je raziskan žilni sistem hipofize pri govedu. Prednje hipofizne arterije, aa. hypophysiales rostrr., izvirajo na obeh straneh iz cirkulusa arteriozusa cerebri. Potem ko se razvejičijo, oblikujejo arterijski žilni obroč, ki obdaja pars infundibularis adenohipofize. Od tega obroča odhajajo veje hiazmi opticum, hipotalamusu in distalno na pars infundibularis hipofiznega peclja. Ena veja arterijskega žilnega obroča poteka na obeh straneh lateralno vzdolž hipofiznega peclja in oblikuje na njegovi distalni dorzalni ploskvi pleksus, ki je pod diafragmo sellae spojen z vejami zadnjih hipofiznih arterij. Ta pleksus oddaja fine vejice kompaktnemu delu peclja, pars compacta infundibuli, pa tudi vmesnemu delu, pars intermedia.

Zadajšnje hipofizne arterije, aa. hypophysiales caudd., izvirajo iz rete mirabile epidurale in velike prečne anastomoze, ki lateralne splete spaja na dorzalni strani hipofize. Njene

veje oskrbujejo predvsem kavdalni reženj žleze.

V pars infundibularis adenohipofize vstopajoče veje arterij, aa. hypophysiales rostrr., oblikujejo tenko blazino t.i. specialnih žil adenonevrohipofizialne kontaktne ploskve. Drevesaste, stožčaste ali pentljaste kapilare iz te blazine prodrejo v steno lija nevrohipofize in se nato vlivajo v brezzaklopne vene portalnega venskega sistema hipofize. Ta prevzema tudi odvodne vene kapilarne mreže kompaktnega dela lija, pars compacta infundibuli.

Vene portalnega venskega sistema potekajo do pars distalis adenohipofize in se spajajo z njegovo kapilarno žilno mrežo, ki ji dovajajo kri iz področja lija. Zdi se, da direktna arterijska oskrba prednjega režnja govedu manjka. O smeri strujanja krvi v hipofizi raziskovavci še niso enotnega mnenja.

O ž i v č e n j e: hipofiza se ne odlikuje samo s posebnimi žilnimi razmerami, temveč tudi z bogato in vseskozi specifično oskrbo z živci.

Distalnemu in vmesnemu delu adenohipofize dovaja vratni mejni konopec prek pleksusa karotikusa in n. karotikusa int. obilna simpatična vlakna, ki inervirajo predvsem žilni sistem, mogoče pa tudi žlezno tkivo. Živčna vlakna nevrohipofize pa izvirajo v glavnem iz hipotalamusa in predstavljajo bistveni del sistema hypothalamus - hypophysis.

S i s t e m h y p o t h a l a m u s - h y p o p h y s i s: med hipotalamusom in hipofizo obstajajo najtesnejše zveze, katerih anatomske osnove smo že obravnavali. Na kratko strnjeno, sestojijo le-te iz različnih jedrnih področij hipotalamusa, ki so siromašna z mielinom. To so predvsem jedra iz majhnih celic tuberja cinereuma in jedra iz velikih celic, nuc. supraopticus in nuc. paraventricularis; nadalje so tu vlaknati spoji jeder z infundibulumom in nevrohipofizo, traktusom tuberoinfundibularisom in traktusom supraoptiko - in paraventrikulo - hipofizeusom.

S številnimi morfološkimi in eksperimentalnimi raziskavami

se je izkazalo - najprej predvsem pri psu in mački, nato pa tudi pri vseh preiskovanih živalih in pri človeku -, da ganglijske celice nukleusa supraoptikusa in nukleusa paraventrikularisa producirajo na način endokrinih žlez hormone, katerih nosilne substance se dajo optično prikazati s pomočjo Gomorijeve metode, kot bleščeča modra granula ali kot večja Herringova telesa v nevroplazmi ganglijskih celic in v poteku njihovih živčnih vlaken.

V teh hipotalamusovih jedrih prek nevrosekrecije oblikovani hormoni adiuretin, vasopresin in oksitocin dospejo prek velikokaliberskih vlaken traktusa supraoptiko-hipofizeusa in traktusa paraventrikulo-hipofizeusa, ki potekata po podolžni osi skoz hipofizni pecelj, v nevrohipofizo, kjer se zbirajo in nato po krvni poti oddajo v telo. Vlakna obeh teh, med seboj spojenih živčnih konopcev kažejo pogosto majhne, Gomori pozitivne odebeline v obliki ogrliče ali večje, vozličaste ali režnjaste nabrekline, ki jih imenujemo Herringova telesa.

Tako imenovanih hormonov zadajšnjega režnja ne proizvajajo torej, kot so to mislili prej, pituiciti nevrohipofize, temveč nastanejo kot pravi nevrohormoni v hipotalamusu. Adiuretin deluje zavirajoče na izločanje seča (uničenje nukleusa supraoptikusa dovede hitro do diabetesa insipidusa). Vasopresin zvišuje krvni pritisk, oksitocin pa izziva kontrakcije uterusne muskulature in košarastih celic mlečne žleze ter tako omogoča pritekanje mleka v seskovo cisterno.

Hipotalamus pa je v zvezi tudi z adenohipofizo. Gomori negativni nevriti nežnega kalibra jeder iz majhnih celic v tuberju cinereumu potekajo, križajoč snope vlaken traktusa supraoptiko - in paraventrikulo - hipofizeusa, kot tractus tubero - infundibularis do adenohipofizne kontaktne ploskve hipofiznega peclja, kjer se končujejo z izredno finimi končnimi spleti v okolici kapilarnih pentelj specialnih žil.

Prednji reženj adenohipofize proizvaja gonadotropine: folikulostimulirajoči hormon (FSH), luteinizirajoči hormon (LH) in luteotropni hormon (LTH) prolaktin. Slednji skrbi za sproženje in vzdrževanje proizvodnje progesterona v korpusu luteumu

ter za začetek in vzdrževanje mlečne produkcije. Poleg teh treh pa proizvaja prednji reženj adenohipofize še vrsto drugih hormonov.

K tem drugim hormonom hipofiznega prednjega režnja štejemo: 1. Rastni ali somatotropni hormon (STH), ki ga proizvajajo acidofilne celice prednjega režnja hipofize in ki je nepogrešljiv za normalen potek rasti. 2. Tireotropni hormon (TSH), thyreotropin, ki ga proizvajajo bazofilne celice prednjega režnja hipofize. Njegova produkcija je odvisna od sodelovanja nevroendokrinega refleksnega mehanizma, tj. od živčnega impulza in skorje velikih možganov in zadnjih odsekov hipotalamusa na eni strani ter hormonov ščitnice v krvi na drugi strani. TSH stimulira dejavnost ščitnice in tako indirektno doprinaša k regulaciji telesne toplote. 3. Adenokortikotropni hormon (ACTH), corticotropin, je proizvod bazofilnih celic prednjega režnja hipofize. Deluje predvsem na skorjo nadobistnice s tem, da skrbi za vzdrževanje njenih normalnih gradbenih in funkcionalnih odnosov, kakor tudi za oblikovanje in izločanje hormonov nadobistnične skorje.

Vmesni reženj ali pars intermedia adenohipofize proizvaja melanoforni hormon melanotropin (MSH), ki pri amfibijah vzpodbuja razširjanje pigmentnih zrnc v kromatoforah, pri sesavcih pa domnevno sintezo melanina v pigmentnih celicah. Dražljaj, ki sproži proizvodnjo melanotropina, nastane pod vplivom svetlobe (odvisno od njene intenzivnosti), ki deluje na retino, in teče prek hipotalamične optikusove korenine do hipofize.

Na kratko lahko rečemo: med endokrinimi žlezami zavzema hipofiza nedvomno ključni položaj s tem ko obvladuje tudi funkcijo drugih žlez in organov z notranjo sekrecijo. Po drugi strani pa na njo vplivajo njihovi hormoni. Svojo kompleksno nalogo pa lahko izpolnjuje hipofiza samo v sodelovanju s hipotalamusom, ki predstavlja centralno stikalno postajo za usklajevanje vseh živčnih in hormonalnih regulacijskih procesov.

Ščitnica, glandula thyreoidea

Ščitnica, gld. thyreoidea, leži kavdalno od grla na sapniku, s katerim jo povezuje rahlo vezivo. Sestoji iz levega in desnega režnja, lobus sinister in lobus dexter, ki ležita na stranskih ploskvah sapnika, in mostiča, isthmus, ki obdaja sapnik ventralno ter povezuje stranska režnja med seboj. Z istmusom je pri človeku spojen še lobus pyramidalis, ki poteka proti podjezičnici. Ta neparni reženj se pojavlja razmeroma pogosto tudi pri oslu in muli, redko pa pri prašiču in mesojedih.

Pri človeku in prašiču leži ščitnica zaradi kratkega vratu blizu vhoda v prsno votlino. Oba stranska režnja sta med seboj spojena z močnim istmusom. Tako predstavlja ščitnica enoten, bolj ali manj ščitu podoben organ.

Pri drugih domačih sesavcih je istmus, ki izhaja iz kavdalnega pola levega in desnega režnja, na splošno slabo razvit; lahko ga tudi sploh ni. Pri govedu istmus samo izjemoma manjka (npr. pri starih volih) in ga predstavlja o,3 do 1,5 cm širok trak žleznega tkiva, ki obdaja sapnik ventralno, na višini 1. do 2. sapnikovega obročka. Tudi pri mesojedih ima lahko istmus, če je prisoten, žlezni značaj. Medtem ko pri majhnih psih večinoma manjka, je pri velikih psih širok do 1 cm. Pri konju in malih prežvekovavcih sestoji istmus iz tankega vezivnega konopca. Pogosto - predvsem pri ovci - pa je tudi povsem zakrnel.

Oba stranska režnja, od katerih je levi večinoma nekoliko večji od desnega (samo pri konju je domnevno narobe), sta čvrsta in gladke površine. Edino pri govedu in prašiču sta režnja grajena jasno režnjičasto. Sta rdeče rjave do mesnato rdeče barve.

Embrionalno je ščitnica zasnovana kot eksokrina žleza, katere odvodilo (ductus thyreoglossus) se vliva v ustno votlino ob jezikovem korenu. Normalno odvodilo zakrni, lahko pa se tudi ohrani.

Kot prvotno eksokrina žleza ima thyreoidea lobulirani parenhim, ki je zgrajen iz bolj ali manj kroglastih foliklov,

pokritih z enoslojnim, večinoma kubičnim epitelijem. Svetline žleznih mešičkov so napolnjene z eozinofilnim koloidom, ki vsebuje inkret ščitnice. Intersticialno vezivo je bogato prepredeno s kapilarami, ki obdajajo žlezne folikle kakor mreža.

Velikost in teža ščitnice znatno variirata ne le glede na vrsto živali, temveč tudi individualno, pač glede na pasmo, starost in spol, klimatične razmere in letni čas. Tako so pri psu, govedu, ovci in konju navedene za težje pasme nižje teže ščitnice kot pa za lahke. Pri višinskih govedih je relativna teža ščitnice večja kot pri nižinskem govedu. Podatki o razlikah v teži ščitnice zaradi spola živali niso enotni. Nesporno pa je ščitnica pri samicah težja od ščitnice pri samcih, še posebno, če so bile samice že večkrat gravidne. Domnevno je ščitnica pri kastratih tudi težja od one pri samcih. Nadalje se dozdeva, da teža ščitnice do srednje starosti živali raste in nato postopoma zopet pada. In končno opažamo tudi nihanja teže ščitnice glede na letni čas; tako se na jesen in zimo teža pravilo-ma poveča.

Posebnosti glede na vrsto živali: pri psu sta stranska režnja gladke površine, rjavo rdeče barve in rahlo sploščene, podolžno ovalne oblike. Sapniku se prilegata dorzolateralno v področju prvih 5 do 8 sapnikovih obročkov. Istmus, ki je zlasti pri velikih psih večinoma prisoten, sestoji iz žleznega tkiva. Teža normalnih ščitnic niha med o,56 in 25,3o g in 4o do 4oo mg/kg.

Stranska režnja ščitnice pri mački predstavljata sploščeni, vretenasti, fino lobulirani tvorbi, ki se prilegata sapniku dorzolateralno v področju prvih 7 do lo sapnikovih obročkov in sta med seboj spojeni z 1 do 2 mm širokim istmusom iz žleznega tkiva. Absolutna teža niha med o,19 in 1,45 g.

Ščitnica pri prašiču je enoten ščitast organ temno rdeče barve s hrgasto površino in bolj ali manj očitno režnjičasto strukturo. Sapniku se prilega ventralno. Njen sprednji rob, na katerega se na vsaki strani priključuje kratek, stožčast podaljšek kot nakazilo stranskih režnjev, se večinoma dotika

Narodna in univerzitetna knjižnica LJUBLJANA

ščitastega hrustanca, lahko pa leži tudi v višini 2. do 4. sapnikovega obročka. V tem primeru sega ošiljeni zadnji konec žleze do vhoda v prsno votlino. Priložnostno se da dokazati tudi lob. pyramidalis. Teža ščitnice niha med 12 in 5o g.

Pri govedu se oba nepravilno tri - ali štirikotna, splošča-na in jasno lobulirana stranska režnja ventrolateralno prilegata žrelu in požiralniku in segata rostralno še prek mm. krikofaringeusa in krikotireoideusa. Med seboj sta spojena z 1 do 1,5 cm širokim parenhimatoznim istmusom, ki poteka navadno čez 2. sapnikov obroček. Pri starih volih je istmus lahko vezivne narave ali pa lahko tudi manjka. Pri teletu je žleza sivo rjave do temno rjave, pri odraslih živalih pa svetlo rdečkasto rjave barve. Teža niha med 15 in 42 g.

Pri malih prežvekovavcih sta stranska režnja ščitnice splošče-no vretenaste (ovca) do valjaste oblike (koza), gladke površine in rjavo rdeče barve. Prilegata se sapniku dorzolateralno v področju prednjih trahealnih obročkov. Pri ovci je istmus večinoma slabo izoblikovan ali pa manjka, pri kozi ima le redko žlezen karakter; večinoma manjka. Teža ščitnice znaša pri ovci 4 do 7 g, pri kozi 8 do 11 g.

Pri konju je ščitnica težka 2o do 35 g in sestoji iz obeh stranskih režnjev, ki sta kot sliva velika, na površini gladka, rdeče rjave barve, in vezivnega istmusa. Režnja ležita dorzolateralno na sapniku v področju 2. in 3. sapnikovega obročka, istmus pa izhaja iz njunega kavdalnega pola in je lahko tudi zakrnel.

Oskrba z ž i l a m i: ščitnici se kri dovaja prek ščitnih arterij, aa. thyreoideae, ki praviloma izhajata iz a. carotis communis. Pojavljata se a. thyreoidea cran. in večinoma tudi a. thyreoidea caud. Na splošno močnejša a. thyreoidea cran. obkroži sprednji pol stranskega režnja v kranialno konveksnem loku in nato od ventralne strani z več vejicami vstopi v žlezo. Šibkejša a. thyreoidea caud. pogosto manjka, predvsem pri govedu in kozi.

Pri prašiču sta glavni žili aa.thyreoideae caudd. A. thyreoidea caud. dext. pogosto ne izhaja, kakor leva, iz a. carotis

communis, temveč iz trunkusa tireocervikalisa, ki lahko oddaja tudi a. tireoideo cran. dekstro.

Pri psu oddaja ščitnici a. thyreoidea cran. ramus ventr. in ramus dors. Šibki zadnji ščitnični arteriji izvirata v področju vhoda v prsno votlino, večinoma iz skupnega kratkega debla, ki se odcepi od trunkusa brahiocefalikusa. Lahko pa izvirata tudi iz a. carotis comm., a. subklavije sin. ali trunkusa tireocervikalisa. Nato potekata na obeh straneh vzdolž sapnika proti glavi in končno anastomozirata z ramusom dorzalisom sprednjih ščitničnih arterij, aa. thyreoideae crann.

Zelo variabilne vene se večinoma vlivajo v vv. jugulares intt. Pri psu najdemo poleg v. tireoidee cran. in caud. pogosto tudi ventralno od sapnika proti prsim potekajočo vero, v.thyreoidea ima.

Mezgovnice ščitnice se priključijo na lnn. cervicales proff. ali na ductus trachealis.

O ž i v č e n j e: prek ggl cervicale cran. se dovajajo ščitnici vlakna vratnega simpatikusa in prek n. laringeusa kran. in kavd. vagusova vlakna.

Š č i t n i č n a h o r m o n a: thyroxin in trijodthyronin se kopičita v koloidu žleznih foliklov in po potrebi prehajata v kri. Za njuno proizvodnjo je bistvenega pomena s hrano prejeta količina joda, saj vsebuje ščitnica okrog 2o% v telesu prisotnega joda. Funkcija ščitnice pa je tudi pod vplivom tireotropina, hormona hipofiznega prednjega režnja, ki jo regulira.

Ščitnica krmari predvsem presnovne procese telesa in celic, upravlja oksidacijske procese in promet z energijo. S tem bistveno doprinaša k regulaciji toplote v organizmu. Obvladuje pa tudi gospodarjenje z vodo in solmi v tkivih ter vpliva na rast in razvoj možganov, kakor tudi na funkcijo spolnih žlez.

Hipotireoza vodi zato do kopičenja vode in soli v tkivu in povzroča klinično sliko miksedema, pogosto povezanega z bradikardijo, nizko temperaturo, tolščico in zmanjšano živčno reakcijsko sposobnostjo. Če pride do hipofunkcije ščitnice že med

fetalnim in mladostnim razvojem, tedaj nastopijo motnje v rasti kosti, oblikovanju zob in razvoju možganov in s tem kretenizem.

Hipertireoza povzroča na splošno nasprotne učinke. Zaradi pojačenih disimilacijskih procesov je motena rast v mladosti; pri odraslem pride, navzlic povečanem jemanju hrane, do izgube na teži, telesna temperatura se poviša, nastopa tahikardija in srčna aritmija ter se razvije splošna živčna razdraženost, spojena z eksoftalmusom. To bolezensko sliko imenujemo morbus Basedowi in lahko priložnostno nastopi tudi pri živalih.

Hipo- in hiperfunkcija ščitnice dokazujeta, da hormoni ščitnice bistveno vplivajo na živčni sistem in nevromuskularne procese.

Pri pomanjkanju joda lahko pride - v kombinaciji z drugimi faktorji - pri človeku in živalih do različnih tvorb golše, ki so povezane s pojavi hipo- in hipertireoze, lahko pa so tudi brez simptomov.

Obščitnice, epitelna telesca, glandulae parathyreoideae

Majhne obščitnice, glandulae parathyreoideae, velike kot glavica bucike pa do zrna graha, nosijo svoje ime le deloma upravičeno, kajti svoje prvotno neposredno sosedstvo s ščitnico pogosto izgubijo v teku ontogenetičnega razvoja. Poimenovanje epitelna telesca bi bilo zato primernejše.

Razvojno zgodovinsko se epitelna telesca zasnujejo iz stene III. in IV. škržnega žepka in so tako direktno bližnja zasnovi za ščitnico in priželjc. Epitelna telesca IV. škržnega žepka lahko obrastejo režnji ščitnice in tako pridejo v njihovo notranjost. Zato potomce IV. škržnega žepka na splošno označujemo kot notranja, potomce III. škržnega žepka pa kot zunanja epitelna telesca, čeprav t.i. notranja epitelna telesca ne ležijo vedno v notranjosti ščitnice, ali pa, kot pri prašiču, tudi lahko manjkajo.

Pri mački, psu in malih prežvekovavcih ležijo epitelna telesca IV. škržnega žepka večinoma, pri govedu redko in pri konju samo izjemoma znotraj parenhima ščitnice. Neredko je t.i. not-

ranje epitelno telesce na medialni, k sapniku obrnjeni ploskvi ščitnice, vloženo v njeno vezivno kapsulo. Lahko pa je tudi preloženo k lateralni strani.

Zunanja epitelna telesca, ki se razvijajo skupaj z zasnovo priželjca iz III. škržnega žepka, pa zadržijo svoj prvotni položaj v bližini priželjca (razen pri mesojedih). Pri prašiču in prežvekovavcih se zaradi močnega razvoja vratnega dela priželjca pomaknejo daleč kranialno do bližine razcepa arterije karotis, medtem ko se pri konju (po Grauu, Dollmannu in Meissnerju) z zakrnevanjem priželjca pomaknejo v kavdalno smer, v bližino kavdalnih vratnih bezgavk, lnn. cervicales caudd., pred vhodom v prsno votlino.

Potemtakem bi epitelno telesce pri konju, ki leži ob dorzomedialnem robu, na lateralni ali na medialni ploskvi sprednje polovice ščitničnih režnjev, ustrezalo notranjemu epitelnemu telescu. (To telesce so prej imenovali gld. parathyreoidea ext.). V mnogih primerih pa je epitelno telesce pri konju lahko vloženo tudi v parenhim ščitnice.

Konsistenca svežega epitelnega telesca je mehka do čvrsta. Barva je na splošno svetlejša kot parenhim ščitnice, kaže pa znatne razlike glede na vrsto živali in tudi individualno. Variira med rumenkasto belo, rjavkasto, sivo rdečkasto in rdečkasto rjavo. Na površini so epitelna telesca pri mesojedih in malih prežvekovavcih gladka, pri prašiču in govedu rahlo lobulirana in pri konju fino zrnata. Sveža rezna ploskev skoz epitelno telesce je, v nasprotju z vlažno bleščečo ploskvijo manjših limfnih vozlov, s katerimi se lahko zamenjajo, brez leska in "suha".

Velikost in teža epitelnih telesc nista različni samo glede na vrsto živali, temveč sta močno odvisni tudi od starosti in spola. Pri mladih živalih so epitelna telesca manjša kot pri starejših, pri samicah pa so, predvsem med laktacijo, večja kot pri samcih ali kastratih.

Mikroskopsko so za epitelna telesca, ki so ovita s tanko vezivno kapsulo, značilni gosto zbiti, poligonalni konopci

epitelnih celic in kopice epitelnih celic, ki so vložene v ozko pentljasto mrežo krvnih kapilar, in se samo izjemoma grupirajo v majhne, cistaste votlinice. Dajo se razlikovati glavne celice in oksifilne postranske celice. Tudi v fini zgradbi žleze obstajajo razlike glede na vrsto živali.

O s k r b a z ž i l a m i: epitelna telesca oskrbujejo paratireoidne arterije in vene, aa. in vv. parathyreoideae, ki so majhne stranske veje a. carotis comm. in v. jugularis. Ali pa jih oskrbujejo kranialne tireoidne arterije in vene, aa. in vv. thyreoideae crann.

O ž i v č e n j e: z arterijami se dovajajo epitelnim telescem vlakna simpatičnega sistema brez mielinske ovojnice, ki izvirajo v bližini glave iz ggl. cervicale cran. Parasimpatična vlakna z mielinsko ovojnico lahko dobijo od n. laringeusa kavd.

F u n k c i j a: kakor so pokazale številne klinične in eksperimentalne raziskave, je glavna funkcija epitelnih telesc in njihovega hormona, parathormon, homeostatična kontrola gladine kalcija in fosfatov v serumu. S tem epitelna telesca uravnavajo presnovo kalcija v krvi in tkivih. Pri povečani porabi kalcija (gravidnost, produkcija mleka) mobilizira hormon obščitnic kalcij in fosfor v kostnem tkivu in zato se epitelna telesca povečajo. Poznan je tudi učinek parathormona na nevromuskularno vzdražljivost.

Kljub svoji majhnosti so epitelna telesca življensko važen organ.

Parathyreoidectomia pripelje pri človeku in živalih v večini primerov prej ali slej do smrti ob znakih tetanije.

P o s e b n o s t i g l e d e n a v r s t o ž i v a l i: pri psu leži zunanje epitelno telesce v kranialni polovici ščitničnega režnja na lateralni ploskvi ali direktno na sprednjem polu žleze, lahko pa je na lateralni ploskvi položeno tudi dalje kavdalno, ali pa v redkejših primerih leži na dorzalnem robu ali neposredno kavdalno od zadnjega pola žleze.

To je sploščena, ovalna, rumeno, rumeno rdeče ali rumeno rjavo obarvana tvorba, ki se jasno vzdiguje nad ščitnico, in je pri malih psih velika kot proseno zrno, pri velikih psih pa kot riževo zrno.

Notranje epitelno telesce je praviloma vloženo v parenhim ščitnice, lahko se pogrezne v žlezno tkivo, lahko pa je tudi položeno čisto površinsko na medialni ploskvi ali ob dorzalnem robu žleznega režnja. Po obliki, barvi in velikosti ustreza zunanjemu epitelnemu telescu.

Pri mački se obnašajo zunanja in notranja epitelna telesca na splošno enako kot pri malih psih, samo vnanja ležijo večinoma ob kavdalnem robu ščitničnega režnja.

Pri prašiču se zdi, da notranje epitelno telesce manjka. Zunanje epitelno telesce leži lateralno od razcepa karotide ali v neposredni bližini v maščobi, ali je vloženo med režnjiče kranialnega konca priželjca in ga zato ni lahko najti. Možnost zamenjave z bezgavko, akcesorno ščitnico ali z režnjičem priželjca je velika. Vendar ima epitelno telesce čvrstejšo konsistenco kot ovijajoče ga tolščno ali timusovo tkivo; je sivo rdečkaste do svetlo rdeče barve; površina je granulirana; je večinoma okroglaste oblike, veliko pa je od leče do graha. Njegova teža znaša o,o8 do o,1o g. Pogosto pa je za zanesljivo diagnozo potrebna mikroskopska preiskava.

Pri ovci in pri kozi leži zunanje epitelno telesce na kavdodorzalnem robu gld. mandibularis pod atlasovim krilom ali dorzolateralno, redkeje medialno, od razcepa karotide in je lahko pri mlajših živalih vloženo še v timusovo tkivo. Je svetlo rdeče, sivo rdeče ali rjavkasto obarvano, čokato-ovalne oblike, dolgo od 4 do 8 mm in težko od o,2o do o,23 g. V nasprotju s prašičem se da na splošno lahko najti. Pri ovci lahko najdemo tudi dve ali več zunanjih epitelnih telesc.

Notranje epitelno telesce je večinoma popolnoma vloženo v parenhim ščitnice. Leži v področju kranialnega reženjskega pola, vendar ni makroskopsko lahko razpoznavno, ker mu manjka razločna vezivna kapsula.

Pri govedu leži zunanje epitelno telesce približno kakšnih 3 do 6 cm torakalno od razcepa a. carotis comm., večinoma na njeni dorzomedialni strani, vloženo v ovijajoče ga vezivo. Pri teletu so zunanja epitelna pelesca tesno kavdalno na razcepu karotide, na sprednjem koncu timusa in jih lateralno pokriva gld. mandibularis. Imajo sploščeno okroglasto do ovalno obliko, 5 do 12 mm dolžine in težo o,o5 do o,3o g. Njihova sivo do rdeče rjava barva se razločno odbija od okolice. Na sveži rezni ploskvi so bolj ali manj razločno lobulirana.

Kot kava obarvano notranje epitelno telesce ima kaplji ali kapljici podobno obliko in leži, večinoma v bližini dorzalnega roba, na medialni ploskvi ščitničnega režnja, v njegovem parenhimu, lahko pa je tudi popolnoma obdano od ščitničnega tkiva.

Pri konju so zunanja epitelna telesca po Grauu, Dolmannu in Meissnerju z zakrnevajočim timusom preložena proti prsnici. Tedaj ležijo, večinoma razdeljena na dva ali več vozličev, v bližini kavdalnih vratnih bezgavk, lnn. cervicales caudd., kakih 15 cm pred 1. rebrom, vložena v vezno in maščobno tkivo na sapniku.

Notranja epitelna telesca, izvirajoča iz IV. škržnega žepka, doslej imenovana kot zunanja epitelna telesca, ležijo na ščitničnem režnju bodi na dorzomedialnem ali kranialnem robu ali na kranialni polovici lateralne ali medialne ploskve. Lahko pa so tudi do 1 cm od ščitnice oddaljena in vložena v vezno tkivo. V redkih primerih najdemo v notranjosti ščitnice epitelna telesca, ki jih štejemo za akcesorna epitelna telesca.

Ta "notranja epitelna telesca" na ščitnični površini so sploščeno ovalne, približno kot grah velike tvorbe, rumenkasto bele, svetlo rumene ali rjavo rdeče barve, ki se, če so zrašćena s ščitnico, razločno vzdigujejo od njene površine, ker so od nje ločene z vezivno kapsulo. Njihova teža znaša povprečno o,29 do o,31 g.

Nadobistnica, glandula suprarenalis

Nadobistnici, gldd. suprarenales, ležita, kot njuno ime pove, kot parna organa v neposredni soseščini ledvic. Ležita retroperitonealno, kraniomedialno ali medialno (konj) na sprednjem polu vsake ledvice ter sta z njima povezani z veznim in maščobnim tkivom in žilami, ne da bi funkcionalno imeli kakršnega koli opravila z njo. Ustrezno položaju ledvic leži desna nadobistnica na splošno dalje kranialno kot leva. Še bližje kot do ledvic ležita nadobistnici do aorte abdominalis in do vene kave kavd. Medtem ko se leva nadledvična žleza s svojim medialnim robom prižema k aorti, je desna vezivno spojena z veno kavo; pri govedu je celo zraščena z njeno steno. Zato nadledvični žlezi ne sledita v vsakem primeru premikajočim se ledvicam (potujoče ledvice, leva ledvica pri prežvekovavcih), temveč ostaneta na svojem prvotnem mestu v področju velikih trebušnih žil.

Oblika nadobistnice kaže znatne razlike ne samo glede na vrsto in individuum, temveč večinoma leva in desna nadobistnica tudi nimata enake oblike. Konsistenca nadobistnice je čvrsto-elastična. Njena barva je pri mesojedih rumenkasto bela in zato jo je pogosto komaj možno razločiti od okolnjega maščobnega tkiva; pri prašiču, prežvekovavcih in konju je svetlo do temno rjava. Površina je pogosto bolj ali manj močno brazdasta.

Tipična za nadobistnico je nadalje njena sveža rezna ploskev; večinoma svetlejša, rumeno rjavkasto obarvana in radialno progasta skorja se jasno odbija od navadno temnejše, rdeče rjavo ali rjavkasto obarvane homogene sredice.

Skorja in sredica ne kažeta samo zelo različne fine zgradbe, temveč imata tudi razvojno zgodovinsko čisto različno poreklo. Tudi funkcionalno se razlikujeta po popolnoma različnih področjih nalog, tako da se že govori o dveh, morfološko sicer tesno povezanih, funkcionalno pa popolnoma samostojnih žlezah. Pri nižjih vretenčarjih (npr. selahijah) sta oba dela tudi dejansko zasnovana še kot samostojna organa, ki ju imenujemo supra- in interrenalni organ in ustrezata sredici in skorji nadobistnic pri sesavcih.

Čisto epitelialna skorjina substanca je mezodermalnega porekla in se razvije iz celomnega epitelija embrionalne telesne votline, tj. genetično ji je za podlago enak gradbeni material kot kličnim žlezam, kar s funkcionalnega gledišča ni nebistveno.

Skorja nadobistnice ima zelo značilno fino zgradbo iz radialno razvrščenih epitelnih celic. Na splošno se dajo razlikovati površinska zona arcuata ali zona glomerulosa (prežvekovavci), srednja zona fasciculata in globinska zona reticularis, med katere se spuščajo nežna septa od tanke vezivne kapsule z relativno širokimi kapilarami.

Substanca sredice se - nasprotno - razvije iz prvotno ektodermalne simpatikusove zasnove. Sestoji iz kromafinih celic, ki se s kromovimi solmi obarvajo specifično rjavo, in med katere so natreseni simpatični živčni pleteži, ki vsebujejo ganglijske celice. Kromafine celice oblikujejo klobčiče in mrežaste celične konopce. Obdajajo jih kapilare s široko svetlino, ki se vlivajo v centralno veno, potekajočo skoz sredico v podolžni osi.

Teža in velikost nadobistnic ene vrste znatno kolebata individualno, pač glede na starost, spol, rejno stanje in pasmo. Na splošno je leva nadobistnica težja od desne, pri konju pa se dozdeva, da je večinoma narobe, in pri mački sta obe žlezi približno enako veliki.

Odvisnost nadobistnične teže od spola je očitna, saj je pri samicah vedno višja kot pri samcih in kastratih. Samo pri mačku je lahko nadobistnica težja kot pri mački. Gravidnost in laktacija delujeta na rast nadobistnice pospešujoče. Prav tako na splošno rasteta absolutna in relativna teža nadobistnic s starostjo. Dobro rejene živali imajo relativno nižjo, slabo rejene živali pa višjo težo nadobistnic.

O s k r b a z ž i l a m i: za dotok krvi skrbi več, po Schwarzeju lo do 2o majhnih vej, rami suprarenales, ki se v glavnem odcepijo od ledvičnih arterij, lahko pa se odcepijo tudi od a. frenike in lumbales, od aorte in a. mezenterike cran., pa tudi od suprarenalnih arterij, aa. suprarenales. Potem ko prebijejo vezivno kapsulo, se tanke žile delijo v

najvnanjejših plasteh skorje v debelne žile. Te potekajo paralelno s površino in od njih potekajo nato najnežnejše stranske vejice mrežasto skoz skorjo proti sredici.

Za odtok krvi skrbijo najprej sinusoidne kapilare z izredno tankimi stenami, ki potekajo radialno v center sredice in se tukaj vlivajo v večjo v. centralis, ki poteka skoz medularno substanco v podolžni smeri. Iz nje izhajajoče 1 do 2 (prežvekovavci, konj) ali 5 do 8 (pes) vv. suprarenales zapustijo nadobistnico na hilusu, obrnjenem proti veni kavi. Vlivajo se v veno renalis ali veno kavo kavd., lahko pa tudi v obe žili, pač glede na vrsto živali.

Mezgovnice nadobistnice se priključijo na splošno na lnn. renales oz. lnn. lumbales aortici, lahko pa se vlivajo tudi v druge sosednje bezgavke ali, kot pri govedu, direktno v ledveno cisterno.

O ž i v č e n j e: ker ležita nadobistnici v neposrednem sosedstvu s pleksusom celiakusom in pleksusom mezenterikusom kran., sta tudi nenavadno bogato oživčeni. Vlakna izvirajo iz ggl. celiakuma, drobovnih živcev, nn. splanchnici, pleksusa renalisa in suprarenalisa, kakor tudi iz ggl. mezenterikuma kran. in n. vagusa. Slednji pa funkcionalno ni pomemben.

V kapsuli nadobistnice se da dokazati gost živčni pletež, sestavljen iz vlaken z mielinsko ovojnico in brez nje ter iz razsutih multipolarnih ganglijskih celic. Iz njega prodirajo snopiči živčnih vlaken z nežnimi vezivnimi septi v skorjo, kjer v coni arkuati in retikularis oblikujejo izredno goste mreže.

Akcesorne nadobistnice se pojavljajo kot odcepi tudi pri sesavcih zasnovnega interrenalnega in suprarenalnega organa na različnih mestih trebušne votline. Sestojijo iz celic, bogatih z lipoidi ali iz kromafinih celic, pa tudi iz obeh vrst celic. Nahajamo jih v okolici nadobistnic kot vključke ledvic, v živčnih pletežih pleksusa solarisa, kakor tudi retroserozno vzdolž velikih trebušnih žil.

F u n k c i j a: oba, po svojem izvoru in zgradbi tako različna dela nadobistnice, substanca sredice in skorjina substanca, opravljata tudi čisto različne naloge.

Kromafine celice nadobistnične sredice proizvajajo adrenalin in njegovo predstopnjo, noradrenalin. Sekrecijo hormonov povzročajo živčni impulzi simpatikusa prek drobovnih živcev, nn. splanchnici. Vsebnost obeh hormonov v nadobistnični sredici ni enaka pri vseh živalskih vrstah. Tako prevladuje pri rastlinojedih na splošno adrenalin, medtem ko pri mesojedih prevladuje noradrenalin, ki domnevno povzroča agresivnost.

Adrenalin deluje izrazito vzburjajoče na simpatični sistem, povišuje torej srčno frekvenco, povzroča kratkotrajno povišanje krvnega pritiska, zmanjšuje črevesno peristaltiko, širi zenice, povzroča mlahavost bronhialnih mišic in boljšo prekrvavljenost skeletne muskulature. Simpatični živčni sistem lahko na drugi strani pride prek določenih psihičnih alternacij, kot so strah, obramba ali napadalna pripravljenost, v stanje povišane razdraženosti, s čimer pride po živčni poti do povečanega izlivanja adrenalina v sredici nadobistnice in s tem do insceniranja t.i. reakcije v sili ali reakcije pripravljenosti. Tako pridejo živali v stanje pojačene pripravljenosti energije, ki ga rabijo za uspešen beg ali resen boj.

Adrenalin pa poleg tega posega tudi v presnovo ogljikovih hidratov in je soudeležen pri reguliranju gladine krvnega sladkorja.

Noradrenalin rabi predvsem za regulacijo krvnega pritiska in fiziološke razdelitve krvi v organizmu, učinkuje pa tudi pospešujoče na presnovo.

Nadledvična skorja proizvaja različne hormone, imenovane kortikoidi. Cona arkuata oz. glomerulosa naj bi proizvajala mineralne kortikoide, cona fascikulata glukokortikoide, cona retikularis pa androgene kortikoide.

Fiziološko posebno pomembni so trije hormoni nadledvične skorje: glukokortikoida corticosteron in hydrocortison ali cortisol in kortikoid aldosteron. Delovanje teh hormonov je

mnogostransko in še ni poznano v celoti. Ugotovljeno je, da je nadledvična skorja življensko važna. Živali prej ali slej poginejo, če so jim patološki procesi uničili nadledvično skorjo, ali če smo jim jo odstranili eksperimentalno. Edina izjema pri tem je podgana, ki ima akcesorne nadobistnice. Prizadetost nadledvične skorje povzroča pri človeku morbus Adisoni. Mineralni kortikoidi sodelujejo predvsem pri regulaciji presnove mineralov in gospodarjenja z vodo, glukokortikoidi pri krmarjenju presnove ogljikovih hidratov, pri vzdrževanju normalne osnovne presnove in normalne telesne toplote. Glukokortikoidi razvijajo vrhu tega predvsem v vezivu antiflogistično delovanje, katerega mehanizem še ni razjasnjen.

V coni retikularis proizvedeni androgeni kortikoidi so moški spolni hormoni, ki so v sodelovanju s seksualnimi hormoni kličnih žlez soudeleženi pri oblikovanju primarnih in sekundarnih spolnih znakov in pod določenimi okolnostmi doprinašajo k oblikovanju dvospolnikov. Med skorjo nadobistnic in kličnih žlez vsekakor obstajajo najtesnejši vzajemni odnosi.

Sekretorično delovanje skorje nadobistnic je med drugim prek vzvratnega sklopnega mehanizma krmarjeno od prednjega režnja hipofize in njegovega hormona kortikotropina (ACTH) ter se prilagaja spreminjajočim se potrebam telesa.

P o s e b n o s t i g l e d e n a ž i v a l s k e v r s t e: čokato ovalni nadobistnici pri mački sta svetlo rumenkasto belo obarvani in sta obe približno enake oblike. Sta povprečno 1,o cm dolgi, široki o,7 cm in debeli o,3 cm. Težki sta o,15 do o,16 g. Obe nadobistnici ležita na višini kranialnega pola ledvic. Večinoma se na njima vidi zadrgnina, kot posledica ledvične vene, ki poteka čez njo.

Pri psu ležita prav tako svetlo rumenkasto beli nadobistnici kraniomedialno od ledvic v neposredni bližini velikih debel krvnih žil. Leva se prižema k aorti, desna pa dorzolateralno k zadnji veliki dovodnici. Prek obeh potekata ledvični veni, ki se vanju nekoliko vtisneta. Desna nadobistnica ima obliko rimske enice (" I "), leva pa arabske osmice (" 8 "). Velikost precej močno koleba glede na pasmo. Njuna povprečna dolžina

je od 2,2 do 2,3 cm, širina 1,o cm, debelina o,4 cm in teža o,6 g.

Pri prašiču ležita obe nadobistnici nekako na isti višini, kraniomedialno od hilusa ledvic. Večinoma sta obdani z ledvično maščobo. Sta ozki, podolgovati, šilasti tvorbi, rumeno rjavkaste barve in bolj ali manj trikotnega prereza. Površina je pogosto brazdasta. Njena dolžina znaša 5 do 8 cm, širina 1,3 do 2 cm in debelina o,5 do o,6 cm; povprečno sta težki od 3,1 do 3,2 g.

Pri govedu sta nadobistnici vezivno zraščeni z zadnjo veliko dovodnico, pri čemer desno v. kava popolnoma pokriva. Desna nadobistnica je bolj ali manj srčaste oblike, leži medialno na prednjem polu desne ledvice v višini poslednjega rebra tik za jetri in meji dorzalno na m. psoas minor, medialno na aorto, ventralno pa na v. kavo. Leva nadobistnica leži levo poleg v. kave, večinoma nekaj centimetrov pred kranialnim polom leve ledvice, v višini 1. ledvenega vretenca; je nepravilne bobaste oblike in je s svojo podolžno osjo transverzalno orientirana.

Večinoma rjavkasto obarvana, sploščena in večinoma bolj ali manj brazdasta organa sta lahko pri črno pisanih živalih tudi črno pegasta in sta pri gravidnih kravah znatno svetlejša. Povprečno sta dolga 4 do 6 cm, široka 2 do 3,5 cm in debela od 1,3 do 2,2 cm. Povprečna teža leve znaša 14,2 g in desne 12,8 g.

Rjavo rdeče, na površini gladke nadobistnice malih prežvekovavcev imajo nepravilno ali, predvsem leva, bobasto obliko. Ležita podobno kot pri govedu, samo da je leva manj tesno zraščena z zadnjo dovodnico in je vedno lokalizirana na vlivu leve v. renalis. Večinoma sta vloženi v ledvično maščobo. Leva nadobistnica je vedno nekoliko večja kot desna. Pri ovci znaša povprečna teža leve nadobistnice 1,4 g, desne 1,2 g, pri kozi pa leve o,9 g in desne o,8 g.

Pri konju ležita rumeno rjavo obarvani nadobistnici med kranialnim polom ledvice in hilusom, prižeti ob medialni rob ledvic. Desna nadobistnica je tesno spojena z v. kavo in se dotika dorzalno tudi m. psoasa minorja. Obe sta sploščeni, nepravilno podolžno ovalni tvorbi, katerih desna je bolj ali manj vejičaste, leva pa bolj jezičaste oblike. Leva nadobistnica je povprečno 8,1 cm

dolga, 2,4 do 4,5 cm široka in o,6 do 1,6 cm debela, medtem ko znašajo ustrezne mere pri desni 7,8 cm, 2,o do 5,o cm in o,7 do 1,8 cm. Povprečna teža znaša med 2o in 44 g.

PARAGANGLIJI

Majhni, vozličasti organi, ki so zasnovani skupaj s komponentami simpatičnega in parasimpatičnega živčnega sistema iz nevroektoderma, in so na kraju vsaj delno prevzeli hormonalno funkcijo, se imenujejo paragangliji. Potemtakem razlikujemo simpatične in parasimpatične paraganglije.

Simpatični paragangliji se imenujejo tudi kromafini paragangliji, ker sestojijo, kot sredica nadobistnice, iz kromafinih celic in natresenih simpatičnih ganglijskih celic ter živčnih vlaken, in proizvajajo adrenalin. Sredica nadobistnice se zato imenuje tudi "paraganglion suprarenale".

Pravi, simpatični paragangliji se nahajajo natreseni kot posamezne kromafine skupine celic v ganglijih in živčnih konopcih prsnega in vratnega dela, predvsem pa trebušnega in medeničnega dela simpatikusa. Lahko pa jih najdemo tudi na površini velikih trebušnih žil, nadobistnic in na ledvičnem hilusu. Največji teh paraganglijev je na odcepišču a. mezenterike kavd. ležeči, parni Zuckerkandlov organ ali paraganglion aortae abdominalis, ki se da dokazati tudi pri mesojedih. Po nastopu spolne zrelosti kromafini paragangliji domnevno bolj ali manj zakrnijo.

Kot parasimpatični ali nekromafini paragangliji poimenovane tvorbe so v zvezi z n. glosofaringeusom in n. vagusom in s področji, kjer se razširijo presoreceptorni živci. Sestojijo iz epiteloidnih, nekromafinih celičnih kopic, ki so skoncentrirane okrog gostih žilnih pentelj in so prepredene z nežnimi živčnimi pleteži.

K njim štejemo: 1. Glomus caroticum, karotidno klobko, podolgovato telesce, ki je s prostim očesom ravno še razpoznavno in leži na razcepišču a. carotis comm., in 2. Paraganglion supracardiale ali glomus aorticum na loku aorte.

S karotidnim klobkom, glomus caroticum, je v zvezi ramus sinus carotici n. glosofaringeusa, z aortnim klobkom, glomus aorticum, pa n. depressor n. vagusa. Epiteloidne celice teh nekromafinih paraganglijev delujejo kot kemoreceptorji, ki kontrolirajo kemično kakovost pretekajoče se krvi, s tem da reagirajo na spremembo koncentracije O_2 in CO_2 v krvi, kakor tudi na spreminjanje vrednosti pH. Ta tako izzvana živčna vzburjenja se nato oddajajo prek n. glosofaringeusa in n. vagusa vazomotornemu in dihalnemu centru v možganskem deblu.

Nežna živčna vlakna glomusa karotikuma in glomusa aortikuma oblikujejo hkrati receptorji aferentnih, presoreceptornih vlaken ramusa sinusa karotikusa in n. depressor, ki jih štejemo za "krotivce krvnega pritiska". Ti posredujejo vzdraženje, izzvano zaradi mehaničnega raztezanja žilnih sten, cirkulacijskim centrom medule oblongate. V njih izzovejo impulze, ki prek ustreznih eferentnih prog refleksno krmarijo srčno frekvenco in krvni pritisk, oz. delujejo prek zaviranja srčne dejavnosti v smislu "krotenja" krvnega obtoka.

Tudi pod nekromafinimi paragangliji navedena corpora caudalia v koži repne konice sestojijo v bistvu iz arteriovenoznih žilnih klobčičev, katerih funkcionalni pomen pa še ni razjasnjen.

ČEŠERIKA, EPIPHYSIS, CORPUS PINEALE

Epifiza, corpus pineale, ali češerika je že kratko opisana v zvezi z obravnavanjem epitalamusa.

V dopolnilo bodi omenjeno, da ima govedo med domačimi sesavci največjo, mesojedi pa najmanjšo češeriko. Pri konju in malih prežvekovavcih ima corpus pineale hruškasto obliko; pri govedu in prašiču je podobno pinijinemu češarku; pri mesojedih pa ima lancetasto obliko in galertasto konsistenco.

Epifiza goveda je dolga od 12 do 23 mm, široka od 6 do 7 mm in težka od 0,3 do 0,5 g. Pri prašičih je 2 do 3 mm dolga, 0,1 do 0,2 g težka, in pri mesojedih doseže dolžino največ 2 mm. Razmerja med velikostjo češerike in velikostjo telesa, starostjo in spolom

niso bila neoporečno ugotovljena; tovrstni podatki se deloma močno razlikujejo drugi od drugih. Nasprotno je lahko Heiniger (1965) dokazal, da imajo pineociti dvospolnih prašičev 3 do 4 krat voluminoznejše jedro kot tisti pri živalih normalnega spola.

Češerika je pri konju in govedu rjava do sivo črna, pri mesojedih in prašiču sivo belo obarvana in kaže, predvsem pri konju, s starostjo naraščajočo pegasto, črno rjavo obarvanost. Epifiza goveda je na površini vzdolžno brazdasta in v njenem parenhimu se dajo dokazati gladka in prečno progasta mišična vlakna. S starostjo utegne v tkivu češerike priti do odlaganja fosforno in ogljikovokislih kalcijevih soli (t.i. "možganski pesek") kot tudi pigmentnih in amiloidnih telesc.

V funkcionalnem pogledu je epifiza doživela že najrazličnejše in pogosto najčudnejše razlage. Medtem ko so starogrški naravni filozofi zastopali mnenje, da ta, že zelo zgodaj pozornost zbujajoči organ, regulira psihično ravnotežje, ga je Descartes (1596 - 1650) imel za sedež duše.

Primerjalne anatomske raziskave so potem spoznale češeriko za rudimentarni čutni organ, kot ostanek parietalnega očesa, ki se pojavlja že pri nižjih vertebratih (mnogih ribah, vseh amfibijah in mnogih reptilijah).

Na temelju kliničnih opažanj, predvsem pri primerih pubertas praecox, so nato corpus pineale šteli za endokrino žlezo, ki skupaj s hipofizo in kličnimi žlezami krmari spolno življenje. Pri tem so mislili predvsem na antiestrogena in antiandrogena delovanja. Kasneje je bila razlaga epifize kot endokrinega organa zopet opuščena, češ da niso bili predloženi nobeni odločni dokazi za njeno endokrino dejavnost.

Na temelju novejših raziskav se dozdeva, da ima sedaj češerika zopet značaj hormonske žleze. Proizvajala naj bi hormon melanin. Njegovo proizvodnjo naj bi zavirali svetlobni dražljaji, ki naj bi se prenašali od mrežnice na češeriko prek simpatičnih vlaken. Eksperimentalne raziskave so pokazale, da deluje epifizni hormon melatonin zaviralno na dejavnost kličnih žlez. Ker pa intenzivnejše osvetljevanje očesa ovira proizvajanje melatonina, je razumljivo, da se delovanje kličnih žlez poveča v močneje osvetljenih fazah dneva in leta.

Češerika se zato znova imenuje tudi "biološka ura", ki notranjih izločevalnih procesov organizma ni prilagodila samo letnim, temveč tudi dnevnim nihanjem svetlobe.

Č U T I L A, O R G A N A S E N S U U M

Čutila oblikujejo sprejemne aparate za najrazličnejše fizikalne in kemične dražljaje, ki deluje na organizem iz okolice ali iz telesne notranjosti. Živčna vzdraženja, ki jih izzovejo ustrezni dražljaji v čutilih ali v prostih končičih določenih čutnih živcev, potujejo po aferentnih živčnih progah do centralnega organa, kjer bodi že v hrbtenjači ali v možganskem deblu pride do refleksnega odgovora na vzdraženje. Če pa potujejo vzdraženja naprej k čutnim centrom skorje velikih možganov, lahko povzročijo bolj ali manj zavestne občutke in s tem, pod določenimi okoliščinami, tudi določene zaznave.

Pri živalih smo zaradi tega navezani predvsem na sklepe po analogiji. Ti sicer lahko varajo, pri kritični uporabi pa le lahko bistveno prispevajo k boljšemu razumevanju in k pravilni interpretaciji živalskega vedenja. Kajti iz vedenja živali, predvsem iz njihove bolj ali manj izražene možnosti za učenje, moremo z gotovostjo sklepati, da imajo tudi živali občutke in delajo določene zaznave, in da vsaj višje živali poznajo pri tem vsekakor doživete občutke ugodja in občutke neugodja. Prvi pogoj za takšne študije in sklepanje pa je, da kar najbolj mogoče dobro poznamo anatomske in fiziološke danosti.

Vsekakor oblikujejo čutila, čutni živci in njihove centralne prevodne proge, kakor tudi čutni centri v možganih pri človeku in živalih morfološki substrat za naslednjih pet običajnih čutov: čut vida, sluha, voha, okusa in kožni ali površinski čut. Slednjega lahko razčlenimo nekoliko natančneje v čut za tip, bolečino in temperaturo. K tem pridejo nadalje organski čuti, kot npr. občutek za globino in za ravnotežje.

Glede na bolj ali manj komplicirano zgradbo čutil in glede na njihov funkcionalni pomen, govorimo včasih o višjih (čut vida, čut sluha) in nižjih čutilih (čut voha, okusa in tipa). Taka delitev pa je najbrž umestna le pri človeku in morda pri primatih,

pri večini preostalih živali pa ne. Saj so tako imenovani "nižji čuti" v življenju teh živali navadno čisto drugače pomembni kot pri človeku.

Čutna aparatura je prilagojena življenskemu okolju in načinu življenja posameznih vrst živali. Vse kar živali zmorejo zaznati od svoje okolice in kar nato tudi odreja njihovo vedenje, je odvisno od zgradbe in zmogljivosti njihovih čutil in razvojne stopnje c.ž.s. Funkcionalni pomen posameznih čutil pa je pri različnih živalih zelo različen. Medtem ko je npr. pri pticah in opicah, kot pri človeku, čut vida glavni čut, stopa pri psu, pa tudi pri večini preostalih domačih sesavcev v ospredje čut voha. Pri netopirjih in drugih nočnih živalih pa je najpomembnejši očitno sluh.

S tem ima tudi okolje živali strogo vrstno specifični značaj, tj. k okolju ene živali spadajo samo tiste stvari in pojavi njene okolice, ki učinkujejo na njena čutila, ki jih zato more zaznati in na katere mora reagirati s pomočjo svojih izvršnih organov.

Kolikor mogoče natančno poznavanje čutil in živčnega sistema različnih vrst je zato odločilnega pomena ne samo za raziskovanje okolice, temveč tudi za raziskave živalskega vedenja. Kajti čutila posredujejo vse dražljaje iz okolice in občutki izzovejo reakcijo bega in obrambe, omogočajo iskanje hrane, spoznavanje spolnega partnerja, kot tudi razlikovanje prijatelja od sovražnika. S tem pa omogočajo samoohranitev živali in ohranitev vrste.

Čutila so v bistvu, direktno ali indirektno, potomci primitivne epitelialne telesne prevleke, ektoderma, pri čemer npr. pride do zasnove očesa po ovinku prek nevralne plošče in možganov. Različni pomožni aparati in varovalne naprave čutil pa nasprotno izhajajo iz srednjega kličnega lista, mezoderma, in so lahko znatno večje. S tem se občutljive čutne celice odmaknejo od površine in so zavarovane nasproti neustreznim dražljajem. Pomožni aparati lahko služijo tudi kot neke vrste zatvornic, ki dovoljujejo vstopiti samo določenim dražljajem, ali pa so sposobni adekvatne dražljaje že specifično preoblikovati.

Tako npr. zasnuje očesni optični aparat pred mrežnico končno zaznavno sliko na mrežnico, ki je občutljiva za svetlobo. Na ustre-

zen način je pred notranjim ušesom vklopljen pomožni aparat za prenos zvoka. Pa tudi namestitev organa za voh v nosni votlini in organa za okus v ustni votlini omogoča tema organoma, da lahko adekvatne dražljaje ugodneje sprejmeta in jih sočasno zavarujeta pred drugimi učinki.

Prejemniki ali receptorji za različne fizikalne in kemične dražljaje zunanjega in notranjega sveta, ki jih nato spremenijo v specifične živčne dražljaje, so bodi goli živčni končiči aferentnih cerebrospinalnih živčnih vlaken (npr. bolečinski receptorji) ali posebne čutne celice. Receptorji, ki sprejemajo dražljaje iz okolice, se imenujejo eksteroceptorji, tisti pa, ki posredujejo "poročila" iz notranjih organov in splošne občutke, se imenujejo entroceptorji. Glede na dražljaje, na katere receptorji specifično reagirajo, razlikujemo foto-, fono-, osmo-, kemo-, mehano-, termo- receptorje.

Čutne celice lahko delimo v primarne in sekundarne. Pri primarnih čutnih celicah gre za modificirane bipolarne ganglijske celice, katerih odvodna živčna vlakna ustrezajo nevritom centralnih nevronov. K tem primarnim čutnim celicam spadajo vohalne celice in fotoreceptorji mrežnice. Sekundarne čutne celice pa so specializirane celice različnih oblik, velikosti in razporeda. Opredene ali preraščene so z bolj ali manj kompliciranimi pleteži nevrofibril senzibilnih ali senzoričnih živcev in jim zato manjkajo lastna odvodna živčna vlakna (npr. čutni epitelij notranjega ušesa in okušalne brbončice, kakor tudi različna tipalna telesca in tipalne celice).

Kakor nam je od ljudi znano in kar iz njihovega obnašanja moramo domnevati tudi za živali, se občutki vedno proicirajo na okolico ali nadraženi organ, npr. koža (zakon ekscentrične projekcije). Vsa vzdraženja ne dospejo do čutnih centrov v skorji velikih možganov in s tem v zavest, temveč se na večidel, kakor je rečeno, reflektorno odgovori že v hrbtenjači ali v možganskem deblu.

Receptorji različnih čutnih organov odgovarjajo na splošno samo na čisto določene, tj. njim adekvatne dražljaje (oko na optične, uho na akustične dražljaje). To imenujemo specifična dispozicija čutil. Po zakonu specifične čutne energije Johannesa Müllerja pa se

lahko receptorji pod določenimi okolnostmi vzdražijo tudi od inadekvatnih dražljajev. Tako npr. oko ob udarcu, kljub inadekvatnemu dražljaju, zazna svetlobni blisk, tj. za ustrezni čutni organ specifični občutek. Vendar pa so čutila večinoma tako zasnovana ali od varstvenih naprav tako daleč zavarovana, da praviloma le adekvatni dražljaji lahko oblikujejo občutke, inadekvatni pa le izjemoma.

Organi površinske in globinske senzibilnosti

Površinska senzibilnost posreduje občutke tipa, bolečine in temperature, sprožene z dražljaji, ki učinkujejo direktno na vnanje (koža) in notranje površine telesa (sluznice, serozne opne). Zato ni povsem pravilno, če čut tipa, bolečine in temperature enostavno imenujemo kožni čut, čeprav se morfološko in funkcionalno najizraziteje uveljavljajo prav v področju kože.

Kakor vemo predvsem od človeka, je razdelitev posameznih čutov po zunanji in notranji telesni površini različna. Poleg mest visoke občutljivosti, so tudi taka z manjšo površinsko senzibilnostjo, pa tudi taka, ki so povsem neobčutljiva (predvsem na notranjih površinah). Posebno močno je razvita površinska senzibilnost v področju ustnic, jezika in nosnic, pa tudi na prstnih in podplatnih blazinicah mesojedov in na manj poraščenih kožnih mestih.

Kot receptorji površinske senzibilnosti pridejo v poštev poleg prostih živčnih končičev različna, že kratko omenjena končna telesca (Grandryjeva, Krausejeva, Meissnerjeva, Vater-pacinijeva, Golgi-Mazzonijeva in Ruffinijeva končna telesca), kakor tudi Merkelejeve tipalne celice in živčni končiči v zvezi z dlakami.

S pomočjo teh receptorjev se posredujejo tipalni (dotik in pritisk), temperaturni (toplota in mraz) ter bolečinski občutki. Medtem ko so prej domnevali, da vsako od različnih končnih telesc učinkuje na čisto določene dražljaje in s tem služi za prenos specifičnih čutnih kvalitet, menimo danes na temelju ustreznih opazovanj in raziskav, specialno pri človeku, da so receptorji površinske senzibilnosti funkcionalno nespecifični, oziroma da njihov

funkcionalni pomen, zlasti pri živalih ni dovolj poznan.

Površinske dražljaje prevzemajo bodi sekundarne občutnice pokrovnih epitelijev (Merkeljeve tipalne celice) in končna telesca in jih kot živčna vzdraženja oddajajo nevrofibrilam senzibilnih živčnih celic, ki jih opredajo ali preraščajo ali pa učinkujejo direktno na gola končna razvejičenja senzibilnih živcev.

Taki prosti končiči senzibilnih živcev se po izgubi svojih ovojnic razpustijo v najfinejše snopiče nevrofibril, ki so obdani samo še od tankih plazmatskih ovojnic ter se proti površini razvejičijo v vedno tanjše vejice ali pa tudi lahko oblikujejo fino pentlaste mreže.

Nežne mreže vlaken senzibilnih živcev najdemo predvsem v usnjici in propriji sluznic. Od njih prodrejo posamezne najnežnejše fibrile v globlje plasti epiderme ali v pokrovni epitelij, kjer se ta intraepitelialna vlakna gumbasto odebelijo ali pa se lahko končujejo z majhnimi zankami ali konicami intra- ali intercelularno. Na bazi Merkeljevih tipalnih celic, ki se predvsem pojavljajo v najglobljih epidermalnih plasteh rilčne plošče pri prašiču, se navadno zgostijo v lončku podobne splete.

Najnežnejša živčna vlakna brez mielinske ovojnice pa nahajamo tudi v epitelnih plasteh zunanje koreninske nožnice kožnih in sinusnih dlak, ki jih mrežasto opredajo. Ta vlakna posredujejo najblažje občutke dotika (npr. insektov). Močne, čvrste in trde sinusne dlake, ki so predvsem v področju glave (na zgornji in spodnji ustnici, v okolici nosnic, na zgornji in spodnji veki ali, zgoščene v šope, v področju lic in medčeljustja), so s svojimi bolj ali manj prostornimi krvnimi sinusi v dlačnem mešičku posebno bogato oskrbljene s senzibilnimi vlakni n. trigeminusa. Nahajamo jih pri vseh domačih sesavcih, manjkajo pa človeku. S pomočjo teh močno občutljivih tipalnih organov (ki jih zato imenujemo čutne ali sledilne dlake) domnevno živali v temi lahko zaznajo čvrste zapreke že na določeno razdaljo. Mačka ima šopek takih tipalnih dlak, t.i. karpalnih fibris, ki jih oskrbuje n. ulnaris, tudi nekoliko nad karpusom, medialno na podlahti.

Proste končiče senzibilnih vlaken pa najdemo ne samo v epi-

dermi in epiteliju sluznic in roženice, v koriumu in propriji mukoze, temveč tudi v šarenici in ciliarniku očesa, v piji mater, peri- in epihondriju, v periostu in v sklepnih ovojnicah, kakor tudi v seroznih opnah in okrog žil.

Poleg dražljajev dotika in tipa posredujejo prosti živčni končiči domnevno predvsem občutke bolečine. Po izkušnjah je občutljivost za bolečine izražena zelo različno glede na vrsto živali in tudi individuum. Tako se odlikujejo npr. govedo in ovca po majhni, mačka, pes, prašič, koza in konj pa na splošno po znatni občutljivosti za bolečine, ki individualno koleba in se v zgodnji mladosti večinoma kaže manj jasno.

Tukaj se ne bomo spuščali v posameznosti zelo različno fine zgradbe različnih končnih, betičastih in lamelnih telesc. Na splošno se da reči, da so ti receptorji potisnjeni v vezivno podlago bolj ali manj daleč od površine.

Končna telesca sestojijo iz spremenljivega števila mehurjastih občutnic (sekundarne čutne celice), ki so spahnjene bodisi v majhne, kolutaste (Grandryjeva telesca) ali večje, jelkinim storžem podobne tvorbe (Meissnerjeva telesca) in obdane z nežno vezivno kapsulo. V končna telesca vstopajoča živčna vlakna izgubijo svoje medularne ovojnice in se razdelijo v fine mreže nevrofibril, ki opredajo občutnice, pri čemer se posamezne fibrile končujejo gumbasto ali zankasto. Grandryjeva telesca nahajamo v koži kljuna, v jeziku in na nebu pri pticah, medtem ko nahajamo Meissnerjeva telesca v papilarnem telesu kože pri človeku in domačih sesavcih, predvsem na njihovih brezdlačnih kožnih mestih. Razmeščena so bolj ali manj na gosto po različnih regijah.

Številna betičasta ali lamelna telesca se razlikujejo med seboj predvsem po svoji obliki in velikosti, sicer pa so grajena v bistvu enako. Sestojijo iz cilindričnega ali kroglastega notranjega beta, v katerem se končuje goli osni cilinder senzibilnega živčnega vlakna, in spreminjajočega se števila nežnih vezivnih lamel, ki koncentrično obdajajo notranji bet, in med katerimi nahajamo poke, napolnjene z beljakovinasto tekočino.

Vsi ti receptorji površinske občutljivosti torej niso raz-

deljeni enakomerno po telesni površini in večinoma ne ležijo posamič, temveč v skupinah. To pojasnjuje tudi pri človeku znano dejstvo, da koža ni povsod enako občutljiva za mehanične in termične dražljaje, temveč da se dajo razlikovati v različnih regijah različno na gosto nameščene t.i. točke pritiska, toplote in mraza, medtem ko so med njimi ležeča kožna mesta neobčutljiva za ustrezne dražljaje.

Globinska občutljivost posreduje občutke, ki jih sprožajo fizikalni in kemični dražljaji v notranjih organih, krvnih žilah, seroznih opnah, mišicah, kitah, vezeh in sklepih. Večidel pa rabijo tudi ti občutki, ne da bi prišli v zavest, za reflektorno krmarjenje življenjsko važnih področij. Kot sprejemni organi delujejo delno enaki receptorji kot na telesni površini, deloma pa so v njeni službi tudi posebni receptorji, kot kemo- in presoreceptorji ali mišična in kitna vretena.

Mišična in kitna vretena predstavljajo vretenaste nabuhline na snopičih mišičnih in kitnih vlaken, ki jih obdajajo vezivne ovojnice in jih večinoma oskrbuje več senzibilnih živčnih vlaken. Ta izgubijo po vstopu v vezivno ovojnico svoje mielinske ovojnice in se razdelijo na fina končna razvejičenja, ki posamezna mišična in kitna vlakna opredajo mrežasto, obročasto ali spiralasto. Na pritisk reagirajoča mišična vretena orientirajo živčne centralne organe o kontrakcijskem stanju mišic, medtem ko pošiljajo na vlek učinkujoča vretena v centralno smer sporočila o stopnji raztezanja kit in vezi.

Mišična in kitna vretena torej pošiljajo centralnemu organu skupaj z receptorji sklepnih ovojnic, periosta, fascij itd. informacije o spreminjajočih se stanjih napetosti in o položaju posameznih komponent aktivnega in pasivnega gibalnega aparata. S tem služijo v prvi vrsti koordinaciji gibalnih mehanizmov. Poleg tega pa posredujejo tudi t.i. občutek sile, ki skupaj s sporočili kožnih čutil orientira o konsistenci (trda, mehka, čvrsta, tekoča itd.) otipavanih predmetov in o teži predmetov, ki obtežujejo telo ali ga aktivno dvigujejo.

Kot mehanoreceptorji globinske čutnosti funkcionirajo na-

dalje Vater-Pacinijeva lamelna telesca mezenterija, ki reagirajo na vlek in pritisk in uravnavajo normalno prekrvljenost želodčnega in črevesnega trakta. Pa tudi v steni prebavnega kanala samega se najdejo različni mehanoreceptorji, ki krmarijo želodčno in črevesno motoriko.

Končno spadata k sprejemnim organom globinske čutnosti v širšem smislu tudi glomus caroticum in glomus aorticum kot kemo- in presoreceptorja cirkulacijskega aparata.

Kakor na telesni površini posredujejo pač v prvi vrsti prosti živčni končiči tudi bolečinske občutke iz telesne notranjosti. Kakor v koži, se bolečinska vlakna razdelijo tudi v notranjosti organizma v mreže. Pri tem pa oskrbujejo posamezna vlakna bistveno večja področja kot v koži, kar ima za posledico slabšo možnost lokalizacije globinske čutnosti.

Občutljivi za bolečino so: subkutano in intermuskularno vezivo, periost, kite in vezi, pleura parietalis, peritonaeum (predvsem na korenu oporka), diafragma in krvne žile.

Neobčutljivi za bolečino so: celotni c.ž.s., jetra in velik del sluznic.

Živčne proge srca, želodčno-črevesnega trakta in urogenitalnega aparata, ki posredujejo bolečine iz teh organov (sistemov), so sestavljene iz aferentnih simpatičnih, deloma pa tudi parasimpatičnih vlaken. Vzdražijo se predvsem pri pomanjkanju kisika ali pri raztezanjih in krčenjih. Zelo pogosto lahko sprožijo močne bolečine (npr. kolika). Pri vnetnih obolenjih teh organov lahko pride prek ustreznih segmentov hrbtenjače do bolečih sevanj v kožno področje (Headove cone).

Okušalo, organum gustus

Kot pri površinski senzibilnosti, rabi okus za zaznavanje dražljajev iz okolice - v tem primeru pretežno kemične narave - ki vplivajo direktno na organizem oz. na njegove specifične receptorje: okušalne celice. Pri nižjih živalih se pojavljajo na različnih mestih telesne površine, pri višjih vretenčarjih, pred-

vsem pri domačih sesavcih in človeku pa se omejujejo na ustno in žrelno votlino in na okušalne brbončice, vdelane tukaj v pokrovni epitelij.

Pri odraslih živalih nahajamo okušalne brbončice na gobastih bradavicah, papillae fungiformes, predvsem pa na stranskih stenah špranjastih površinskih uvihanj otočkastih bradavic, papillae vallatae, in listastih bradavic, papillae foliate, jezika. Posamič pa se pojavljajo tudi na mehkem nebu, kavdalni steni žrela, v področju žrela na grlni kroni.

Samo na histološkem rezu razpoznavne okušalne brbončice sestojijo iz podolgovatih, dogastih, zunanjih in notranjih opornih celic, ki so grupirane kot listki cvetnega popka okrog centralno ležečih, vitkih okušalnih celic s podolgovato-ovalnimi jedri. Na prostem koncu okušalnih celic je po en nežni, kutikularni okušalni šilek. Ti štrlijo kot šopek v kotanjo okušalne jamice, ki je prek okušalnega porusa v zvezi z ustno votlino. Dolžina okušalnih brbončic ustreza približno debelosti večslojnega ploščatega epitelija ustne in žrelne sluznice. Bazalni deli okušalnih celic so opredeni s fibrilami senzoričnih okušalnih živcev.

V okolici okušalnih brbončic se izlivajo serozne Ebnerjeve splakovalne žleze, ki naj bi okušalne pore vzdrževale čiste od ostankov jedi.

Odvajajoča živčna vlakna okušalnih brbončic sprednjega jezičnega področja se priključijo na n. lingualis in pridejo nato prek horde tympani in gangliona geniculi nervusa intermediofacialisa do medule oblongate, kjer se pridružijo traktusu solitariusu. Od okušalnih brbončic jezikovega korena in žrela pa vodijo živčna vzdraženja vlakna n. glosofaringeusa čez njegov ggl. distale s. petrosum v centralno smer, kjer se prav tako priključijo traktusu solitariusu.

V nukleusu traktusa solitariusa se okušalne proge preklopijo in spajajo s slinskimi centri medule, kar pri ustreznih okušalnih zaznavah dovede do pojačane sekrecije sline. Od tukaj potekajo dalje centralne okušalne proge domnevno s centripetalnimi proga-

mi tipalnega in temperaturnega čuta jezika do skorjinih področij telesne čutne sfere, predvsem jezične regije. Pri okušalnih zaznavah naj bi bila soudeležena tudi otočkova skorja.

Izkušnje učijo, da igrajo okušalni občutki važno vlogo tudi ob jemanju hrane pri živalih. Pri človeku vemo, da zmorejo okušalni receptorji posredovati samo občutke: sladko, kislo, slano in grenko. Vemo tudi, da počivajo med žvečenjem hrane percipirane kompleksne okušalne zaznave na sodelovanju okušalnih, vohalnih, tipalnih in temperaturnih občutkov.

Vohalo, organum olfactus

Čut voha, ki odgovarja na kemične dražljaje okolice, na t.i. vonjave, rabi za orientacijo v bližnji in daljnji okolici. V živalskem svetu igra zelo različno vlogo.

Za vse tiste živali, ki se v svojem okolju orientirajo s pomočjo čuta vida, npr. ptice, primati, človek itd., je čut voha podrejenega pomena. Zaradi tega jih imenujemo mikrosmatiki. Pri večini sesavcev in pri vseh domačih sesavcih pa je - nasprotno - čut voha najpomembnejši za bližnjo in daljnjo orientacijo. Izjemo pri tem predstavlja v določenem smislu samo mačka. Zaradi tega jih imenujemo makrosmatiki. Pri njih rabi čut voha ne samo za to, da najdejo in spoznajo hrano, temveč tudi za to, da zavohajo plen, da identificirajo spolnega partnerja, prijatelja in sovražnika. Čut voha jim torej v veliki meri rabi za navezavo kontakta z okolico. Morebiti nekoliko sumarične razdelitve na mikrosmatike in makrosmatike pa ne gre vzeti čisto dobesedno, saj je znano, da rabijo mnogi t.i. makrosmatiki (npr. konj ali pes) za orientacijo v okolici poleg čuta voha najmanj v enaki meri tudi oči in sluh.

Sprejemni organ vohalnega čuta je vohalna sluznica, ki pokriva glede na vrsto živali različno velike površine sitkinih in nosnih školjk, kakor tudi ostenje sitke v nosnem ozadju, fundus nasi. Te, z vohalno sluznico pokrite površine oblikujejo t.i. vohalno polje. Le-to zavzema, preračunano na obe nosni votlini,

npr. pri človeku površino 5 cm^2, pri mački 4 cm^2, pri airedale-terierju 83,5 cm^2 in pri nemškem ovčarju 150 do 170 cm^2. Površina vohalne sluznice je pokrita s posebnim čutnim epitelom, večstopničastim vohalnim epitelijem, ki sestoji iz bazalnih celic, iz visoko prizmatičnih, rahlo rumeno rjavkasto pigmentiranih ovalno zrnatih opornih celic, in primarnih občutnic, vohalnih celic, ki so vložene med oporne celice.

Vohalne celice predstavljajo intraepitelialno položene bipolarne ganglijske celice. Odlikujejo se z relativno velikim okroglastim jedrom. Njihov nekoliko močnejši dendrit nosi na svojem gumbastem koncu 6 - 8 najfinejših vohalnih dlačic, ki štrlijo čez epitelno površino. Nežni nevriti vohalnih celic, ki so brez mielinske ovojnice, potekajo skozi bazalno membrano in kot fila olfactoria do sitkine sitaste stene, lamina cribrosa. Skozi njene poram podobne odprtine se nadaljujejo do vohalnega betiča, bulbus olfactorius, kjer se končujejo v vohalnih klobčičih, glomerula olfactoria. Vohalne niti, fila olfactoria, v celoti oblikujejo vohalni živec, n. olfactorius, ki ga na splošno imenujemo I. možganski živec.

V vohalnem epiteliju obeh nosnih votlin je pri človeku ca 20 miljonov, pri psu pa ca 200 miljonov vohalnih celic. V propriji vohalne sluznice nahajamo serozne Bowmanove vohalne žleze, gldd. olfactoriae.

Kakor so pokazale raziskave Neuhausa, lahko zadostuje ena sama molekula vonjalne snovi raztopljena v sekretu vohalne sluznice za vzdraženje ene vohalne celice.

V vohalnem epitelu najdemo tudi gole živčne končiče senzibilnih vlaken n. trigeminusa, ki posredujejo nadaljnje, z zaznavo vonja spojene občutke (npr. rezek občutek, ki ga izzivajo vonjalne snovi določenih kislin) in nato lahko izzovejo določene obrambne reflekse (npr. kihanje, reflektorna ustavitev dihanja).

Ralno-nosni organ, organum vomeronasale (Jakobsonov organ), ki leži pod nosno sluznico na dnu nosne votline na obeh straneh tik ob pretinu, je prav tako pokrit z vohalno sluznico.

Ta - pri govedu in konju približno kot slamnata bilka debela, kavdalno slepo se končujoča sluznična cevka - je zaščitena s hrustančno ali tanko, vomerju pripadajočo ovojnico in je rostralno prek duktusa incizivusa s. nazopalatinusa v zvezi z ustno in nosno, pri konju pa samo z nosno votlino. Svetlina vsebuje serozno tekočino, ki jo proizvajajo predvsem gldd. olfactoriae lastne sluznice.

Jakobsonov organ oživčuje senzibilno ramus vomeronasalis, veja n. septi narium oz. ramus medialis n. nazalisa kavd. N. terminalis pa predstavlja, kot se zdi, senzorični živec Jakobsonovega organa. Ta skrajno nežni živec oblikuje z ramusom vomeronazalisom pleksus, ki vsebuje ganglijske celice in poteka vzdolž baze nosnega pretina proti sitki in vstopi medialno skoz lamino kribrozo v lobanjsko votlino. Tu se priključi medialno na tract. olfactorius in nato ob robu trigonuma olfaktoriuma vstopi v možgane.

Nadaljnji potek terminalisovih vlaken ni natanko poznan. Verjetno se končujejo v arei praecommissuralis.

Pri človeku embrionalno zasnovani, pozneje pa večinoma zakrneli Jakobsonov organ se pri naših domačih sesavcih praviloma pojavlja in predstavlja dozdevno ustno vohalni organ. Pri nižjih vretenčarjih naj bi bil vodno vohalni organ.

Organ vida, organum visus

Na svetlobne dražljaje odgovarjajoči organ vida sestoji iz: 1. čutnega organa, očesa, oculus, ki ga oblikuje zrklo, bulbus oculi, 2. vidnega živca, n. opticus, 3. centralnih vidnih prog in 4. vidnega centra, area optica oz. vidna skorja okcipitalnega režnja velikomožganskih hemisfer, in omogoča bližinsko in daljinsko optično orientacijo v okolju.

Zrklo, ki deluje kot optični aparat, in vidni živec, ki ga povezuje z možgani, sta opremljena pri sesavcih z različnimi varovalnimi in pomožnimi napravami. Tako počiva bulbus oculi v koščeni votlini, očnici, orbita, ki je pri domačih sesavcih

odprta proti senčni jami, na mehki maščobni blazinici corpus adiposum orbitae. Proti možganom obrnjeni ali proksimalni deli zrkla, bulbus, so skupaj z njegovimi mišicami, žilami, živci in žlezami ter z intraorbitalno maščobno blazinico lijakasto obdani s čvrsto vezivno ovojnico, periorbita, ki je pritrjena na robu očesne votline. Sprednji ali distalni del zrkla, ki leži v očesni reži prosto na zunanji površini, je zavarovan z vekama, palpebrae, in sluznico, veznico, tunica conjunctiva. Ta prevlači zadajšnjo ploskev zgornje in spodnje veke in sprednjo ploskev zrkla. Nadalje je zrklo zavarovano tudi s solznim aparatom, apparatus lacrimalis. Solzna tekočina, ki se izloča iz solznih žlez, gldd. lacrimales, v vezničnо ali konjunktivalno vrečko, vlaži sprednjo ploskev zrkla in jo, skupaj z brisalnimi gibi zgornje veke čisti tujkov. Solzna tekočina se zbira v medialnem očesnem kotu in se skozi solzni kanal, ductus nasolacrimalis, odvaja v nosno votlino. Refleksno zapiranje vek varuje oko pred morebitnimi mehaničnimi, optičnimi ali kemičnimi poškodbami.

Med pomožne organe očesa štejemo tudi njegov gibalni aparat, to je zunanje zrkelne mišice, ki premikajo bulbus in ga lahko fiksirajo v različne smeri.

Zrklo predstavlja votla krogla, katere stena je zgrajena iz treh koncentričnih open:

1. Zunanja zrkelna opna, tunica externa s. fibrosa bulbi, je čvrsta fibrozna vezivna ovojnica, ki zrklu zagotavlja njegovo obliko. Sestavljena je iz neprozorne, bele očesne opne ali beločnice, sclera, ki oblikuje njegovo zadajšnjo steno, in iz prozorne roženice, cornea, ki je vložena v bulbusovo sprednjo ploskev.

2. Srednjo zrkelno opno, tunica media s. vasculosa bulbi ali uvea, predstavlja tanka vezivna opna, ki vsebuje žile in pigment in ki ima tudi gladke notranje zrkelne mišice. V kavdalnem delu zrkla oblikuje uvea žilnico, chorioidea; malo pred prehodom sklere v korneo pa se zadebeli v obročasto nabuhlino, žarkovnik, corpus ciliare. Nato se priključi korpusu ciliare in oblikuje na najsprednejšem mestu zrkla osnovo šarenice, iris. Ta obdaja kot pregibljiva zaslonka punčico ali zenico, pupilla.

3. Zelo nežna notranja zrkelna opna, tunica interna bulbi ali mrežnica, retina, predstavlja optično občutljivi del očesa. Razvojno zgodovinsko jo štejemo za specifično modifikacijo embrionalne stene sprednjih možganov. Glede na svojo zasnovo sestoji notranja zrkelna opna iz dveh listov9 zunanjega, enoslojnega lista pigmentnega epitelija, stratum pigmenti, in notranjega, večslojnega živčnega lista, stratum cerebrale. Mrežnico delimo v vidni del, pars optica, ki je občutljiv za svetlobo, in slepi del, pars caeca, ki je optično neobčutljiv. Iz vidnega dela mrežnice, pars optica retinae, izhajajoča aferentna živčna vlakna se združijo na ozadju očesa v discus n. optici (papilla optica) in oblikujejo, po prehodu skoz areo kribrozo sklere, močan snopič vlaken vidnega živca, n. opticus.

Votlina v zrklu je napolnjena z deloma vodenastimi, deloma mehko-elastičnimi, deloma galertnimi (zdrizastimi) mediji, ki lomijo svetlobo in predstavljajo glavno gmoto zrkla; bistveno tudi prispevajo k njegovi obliki, ker so intra vitam stalno pod določenim pritiskom.

Leča, lens, ki jo za zenico pritrjuje zonula ciliaris na ciliarnik, ločuje v sprednjem odseku zrkla ležeče in s prekatno vodico, humor aquosus, napolnjene zrkelne prekate od prekata za steklovino, camera vitrea bulbi, ki zavzema največji del notranjega prostora votle krogle in je napolnjen z zdrizasto steklovino, corpus vitreum. Sprednji zrkelni prekat, camera anterior bulbi, leži med roženico in sprednjo ploskvijo šarenice in prek zenice komunicira z zadajšnjim zrkelnim prekatom, camera posterior bulbi, ki leži med zadajšnjo ploskvijo šarenice in lečo oz. conulo ciliaris.

V sorazmerju s telesno velikostjo ima med domačimi sesavci največji bulbus mačka, nato sledijo pes, ovca, konj, govedo in prašič. Ker so radiji krivin roženice in beločnice različni, zrklo ni čisto okrogle oblike. Pri mesojedih ima zrklo približno kroglasto obliko, medtem ko je pri prašiču višje kot široko in dolgo ter pri konju širše kot dolgo in visoko. Pri kravi je prečni premer zrkla manjši kot vzdolžni premer, pri biku pa sta oba

diametra skoraj enako velika. Zrklo goveda je manjše od konjskega.

Na meji med korneo in sklero poteka okrog in okrog zrkla plitev žleb, sulcus sclerae. Po njem lahko zrklo razdelimo na dva krogelna segmenta zelo različnih velikosti in izbočenosti. Manjši, prednji ali distalni segment ima manjši radius krivine in je zato močneje izbočen. Njegovo steno oblikuje prozorna roženica, cornea, ki omogoča pogled v sprednji očesni prekat in tako tudi dopušča pregled sprednje ploskve šarenice in pupile. Znatno večji zadajšnji ali proksimalni segment ima večji radius krivine in je zato bolj plosko izbočen. Njegova stena je neprozorna (sclera) in ima v sebi najvažnejše dele optičnega aparata.

Orbiti pri večini živali nista orientirani frontalno, temveč bolj ali manj lateralno; zato tudi očesni osi nista približno paralelni , kot pri primatih in človeku, temveč potekata bolj ali manj divergentno. Zaradi tega je binokularno vidno polje u ustrezno zmanjšano in prostorsko gledanje bolj ali manj oteženo.

Divergenca očesnih osi znaša pri mački $2o^{o}$, pri psu glede na pasmo $3o - 5o^{o}$, pri prašiču 66^{o}, pri konju $9o^{o}$, pri ovci $1oo^{o}$, pri govedu $1o4^{o}$, in pri zajcu $17o^{o}$. Zveri torej bolje razpoznavajo oblike, kar tudi potrebujejo za spoznavanje in lovitev plena. Zmeraj od sovražnikov ogroženi rastlinojedi pa imajo možnost, da sočasno pregledajo večji izsek svoje okolice in s tem prej opazijo bližajočega se sovražnika. Tako lahko zajec gleda tudi navzad, ne da bi obrnil glavo.

Zrklo, bulbus oculi

a) zunanja zrkelna opna, tunica externa s. fibrosa bulbi

Zunanja očesna opna, tunica externa s. fibrosa oculi, je čvrsto-elastične konsistence in je zaradi notranjega pritiska v zrklu napeta. S tem zrklo ohranja svojo, glede na vrsto živali, tipično obliko. Je iz gosto zbitega, fibroznega veziva in sestoji iz proksimalne, neprozorne beločnice, sclera, in distalne, prozorne roženice, cornea, ki na sulkusu sklere prehajata druga v drugo. Pri tem navadno sklera, ki se v distalno smer postopoma stanjšuje,

prekriva rob kornee. Ta, pri človeku utoru podoben spoj obeh delov zunanje zrkelne ovojnice se tudi pri živalih imenuje korneoskleralni utor.

Neprozorna, z žilami revna, bela očesna ovojnica, beločnica, sclera, zavzema nekako 4/5 zrkelne površine in sestoji iz čvrstih snopičev, pretežno kolagenih fibril, ki pa so preraščeni tudi z elastičnimi vlakni in pigmentnimi celicami. V področju ekvatorja je sklera tanka, tako da tukaj modrikasto preseva pigment horioidee, v okolici zadajšnjega očesnega pola pa je, nasprotno, posebno debela. Pri prežvekovavcih je sklera zaradi bogatejšega lastnega pigmenta v celoti modrikasto obarvana.

V obrobnem področju roženice je beločnica odebeljena v skleralno nabuhlino, ki je pri mesojedih posebno razločna. Tej se znotraj, malo pred korneoskleralnim utorom, prilega mejni obroček, anulus sclerae, ki sestoji iz cirkularnih, kolagenih in elastičnih vlaken, in je pri prašiču in mesojedih slabo izoblikovan. Med njim in skleralno nabuhlino nahajamo Schlemmovemu kanalu pri človeku ustrezajoči plexus venosus sclerae, ki rabi za odtekanje vodice v prekatih in s tem za regulacijo notranjega zrkelnega pritiska.

V ventro-temporalnem kvadrantu očesnega ozadja je sklera prevrtana s snopiči vlaken vidnega živca ter z žilami in živci horioidee. Tako nastane sitasto preluknjano polje, area cribrosa sclerae. Navzven prehaja sklera v rahlo, z žilami bogato lamino episcleralis in na možganskem polu zrkla je v zvezi z duralno nožnico vidnega živca. Do koder štrli distalni del zrkla v veznično vrečko, je sklera prevlečena z zrkelno veznico, tunica conjunctiva bulbi.

Prav tako čvrsto-elastična, trda prozorna roženica, cornea, je močneje izbočena kot sklera. Prodirajoči svetlobni žarki se lomijo ustrezno kornealni krivini. Roženica je na svojem centralnem vrhu, vertex corneae, nekoliko tanjša kot na svojem perifernem robu, limbus corneae. Medtem ko je notranji okvir kornee pri vseh živalih skoraj okrogel, je vnanja omejitev in s tem zunanja ploskev roženice okrogla samo pri mesojedih in človeku. Pri kopi-

tarjih je roženica (kot zenica) prečno ovalne oz. jajčaste oblike, katere topi pol leži nazalno, šilasti pa temporalno. Kornealni rob je dorzalno in ventralno močneje prekrit s sklero kot pa nazalno in temporalno.

Najmočnejša plast roženice je lastna plast, substantia propria corneae. Sestoji iz več plasti s površino vzporednih lamel, ki so zopet zgrajene iz vzporedno potekajočih fibril, katerih razpored se spreminja od lamele do lamele. Posamezne lamele so med seboj spojene z lepilno snovjo, v kateri ležijo ploščate, s podaljški bogate roženične celice. Te so spojene s svojimi podaljški prek najfinejših kanalčkov sistema tkivnih špranj.

Na svoji prednji površini, facies anterior, je roženica pokrita z večskladnim, toda ne poroženelim ploščatim epitelom, kornealnim epitelijem, epithelium anterius corneae. Le-ta prestopa na anulusu conjunctivae kot edina plast tunike konjunktive bulbusa na korneo. Med proprijo in kornealnim epitelom je ne vedno razločna lamina limitans anterior, medtem ko je lastna plast na zadajšnji ploskvi, facies posterior, prevlečena z relativno debelo, kot steklo bistro, homogeno opno, lamina limitans posterior (Descemetova membrana), in enoskladnim ploščatim epitelijem, endotelom prednjega očesnega prekata, endothelium camerae anterioris.

Če ne upoštevamo nežne obrobne pentljaste mreže na limbusu corneae, ki jo oskrbujejo rami ciliares laminae episcleralis, je roženica brez krvnih žil. Tudi mezgovnice ji manjkajo. Za prozornost roženice pomembno vlaženje in njena prehrana potekata s pomočjo difuzije, prek solzne tekočine in prekatne vodice. Nasprotno pa je roženica bogata s senzibilnimi živci, ki oblikujejo obrobni plexus anularis in od tukaj kot splet prepredajo vse njene plasti.

b) srednja zrkelna opna, tunica media s. vasculosa bulbi

Srednja zrkelna opna, tunica media s. vasculosa bulbi, je nežna, rahlo strukturirana vezivna opna, ki je bogato prepredena s krvnimi žilami, pigmentnimi celicami, elastičnimi vlakni in

živci. Če previdno odpreparirамо sklero, tedaj dobimo na vidnem živcu visečo kroglo, odprto na pupili, ki je podobna temni grozdovi jagodi. Zaradi tega se srednja zrkelna opna imenuje tudi uvea (grozdna opna). To ime je pri vnetnih procesih v njenem področju (uveitis) še splošno v rabi. Bogastvo tunike medije s pigmentom je vzrok za temno notranjost zadajšnjega krogelnega segmenta, ki ga imenujemo temni prekat, camera obscura.

Srednja zrkelna opna se deli na žilnico, chorioidea, ciliarnik, corpus ciliare, in šarenico, iris.

Žilnica, chorioidea, prevlači očesno ozadje kot tanka, zaradi bogastva s pigmentom rjavo črno obarvana opnica, vtisnjena med vidni del mrežnice in sklero. S sklero jo povezuje lamina suprachorioidea. Ta sestoji iz mrež elastičnih vlaken in pigmentnih vezivnih celic, ki so razporejene v nežne, rahlo med seboj spojene lamele in se zaradi njihovega bogastva s pigmentom imenuje tudi lamina fusca sclerae (temno rjava). Med temi lamelami se nahajajo s sokom bogate špranje, spatia perichorioidealia. Čvrstejša povezava horioidee s sklero je samo v področju glave vidnega živca.

Najmočnejša plast horioidee je lamina vasculosa. Sestoji iz lamelarnega,,s pigmentnimi celicami preraščenega vezivnega ogrodja, v katero so vdelani gosti žilni pleteži. Pri tem sodelujejo od zunaj navznoter potekajoče arterijske žilne pentlje, ki potem prek lamine horioideokapilaris prehajajo v vene, potekajoče odznotraj navzven. Te se združijo na štirih do šestih mestih vrtinčasto v po eno vrtinčasto veno, v. vorticosa, ki prebijejo sklero v področju nasadišča m. retraktorja bulbi.

Med lamino vaskulozo in mrežnico se vtiskata gosta kapilarna mreža, lamina chorioideocapillaris, in tanka, brezstrukturna opnica, lamina basalis.

Dorzalno od diskusa vidnega živca (papilla optica) se nahaja v horioidei mesojedov, prežvekovavcev in konja trikotno do polmesečasto brezžilno, posebno strukturirano polje, ki se odlikuje s karakterističnimi svetlobnimi in barvnimi efekti in se zaradi tega imenuje tudi tapetum lucidum. Ta manjka prašiču in človeku.

Tapetum lucidum mesojedov sestoji iz več plasti sploščenih celic (tapetum cellulosum), medtem ko je pri prežvekovavcih in pri konju zgrajen iz valovito potekajočih, pretežno koncentrično razporejenih snopičev vlaken (tapetum fibrosum). Ker ima v sebi kristale gvanina, se vpadajoči svetlobni žarki od tapetuma reflektirajo in razstavijo v posamezne komponente (interferenca). Pri tem se pojavi na eni strani na očesnem ozadju, glede na vrsto živali različen bleščeč barvni efekt, in oko se zasveti pri vpadajoči svetlobi v temi; na drugi strani pa se dodatno vzdražijo svetlobo percipirajoče celice v mrežnici. Kajti v področju tapetuma je zunanji list mrežnice brez pigmenta. Živali, ki imajo tapetum lucidum, vidijo zato v mraku in temi bolje, ker zmorejo v oko vpadajočo svetlobo bolje izkoristiti.

Pri mački je polmesečasti ali trikotni tapetum, čigar spodnji rob objema discus n. optici ventralno, rumeno zelenkast ali zlato rumen z modro zelenkastim robom; pri psu je metalno bleščeče zlato zelen s prehodi v sivo modro ali belo (znatne pasemske razlike); pri ovci je temnomoder; pri govedu bleščeče modro zelen do azurno moder in pri konju pretežno spreminjajoče se zelen do modro zelen. Pri konju poteka baza tapetuma luciduma vedno dorzalno od diskusa n. optikusa.

Proti robu postajajo plasti tapetuma postopoma tanjše in zunanji list mrežnice zopet vsebuje pigment. To obrobno področje tapetuma luciduma je temno črno-rjavo obarvano in se imenuje tapetum nigrum. Pri prašiču in človeku nahajamo namesto tapetuma luciduma mejno plast, sestoječo iz mrež elastičnih vlaken.

Ciliarnik, corpus ciliare, predstavlja distalno nadaljevanje horioidee in se vrinja med njo in šarenico. Ciliarnik oblikuje obroček, ki je položen v mejnem področju med zadajšnjim in sprednjim segmentom zrkla in sedi na skleralni nabuhlini. S svojimi podaljški štrli v notranjost zrkla med votlino za steklovino in kavdalnim zrkelnim prekatom; rabi kot obešalna naprava za lečo.

Celotni pregled ciliarnika dobimo, če ga opazujemo iz votline za steklovino, potem ko smo zrklo ekvatorialno prerezali in odstranili steklovino. Začenja se, na meji med vidnim in slepim

delom mrežnice, z nazobčanim robom, ora serrata, ki je pri človeku res nazobčana, pri domačih sesavcih pa rahlo valovita linija; nato se vzpenja kot ciliarni krožec, orbiculus ciliaris, oblikujoč nežne gubice, polagoma do ciliarnikove krone, corona ciliaris.

Orbiculus in corona ciliaris oblikujeta osnovno ploščo ciliarnika, na kateri so ciliarni podaljški, processus ciliares, ki so na koroni ciliaris radialno žarkasto grupirani okrog leče. Ti izhajajo iz nežnih letvic orbikulusa in zrastejo na koroni ciliaris pri psu v 7o - 8o, pri govedu in konju v več kot 1oo samostojnih, sekundarno nagubanih podaljškov, ki segajo do bližine ekvatorja leče. Baza ciliarnih podaljškov, ki so pri mesojedih vitki, pri kopitarjih pa nabuhli, sedi na koroni ciliaris, lahko pa tudi prehaja na zadajšnjo ploskev irisa.

Medtem ko ciliarnik pri mesojedih in človeku oblikuje približno okrogel obroč okrog leče, pa ima pri živalih s prečno ovalno zenico (prežvekovavci, konj) asimetrično obliko, vtem ko je predvsem nazalno, v majhni meri pa tudi ventralno, zožen. Zaradi tega močnega skrajšanja ciliarnika, posebno orbikulusa ciliarisa, ki nazalno skoraj popolnoma manjka, se pomakne pars optica retinae v nazalni polovici zrkla dalje v distalno smer, s čimer se poveča vidno polje teh živali za optične dražljaje, ki prihajajo od zadaj.

V osnovni plošči korpusa ciliare, ki se znotraj prilega skleralni nabuhlini, najdemo gladki m. ciliaris, ki rabi za akomodacijo leče.

Fina zgradba ciliarnika se v principu ujema z zgradbo horioidee. Stroma osnovne plošče, kot tudi ciliarnih podaljškov, pars ciliaris uveae, sestoji iz nežnega, s kolagenimi vlakni in pigmentnimi celicami bogatega veziva, ki je preraščeno s številnimi, radialno potekajočimi in do v podaljške segajočimi krvnimi žilami. Nasprotno manjka povsem lamina chorioideocapillaris, pars optica retinae pa se končuje na ori serati.

Notranjo površino strome omejuje lamina basalis. Na tej je dvoskladna plast epitelija, ki se je razvila iz obrobnega področja

dvolistne očesne čaše in kot pars ciliaris retinae predstavlja proksimalni del slepega dela mrežnice, pars caeca retinae. Globlja, zunanjemu listu očesne čaše ustrezna celična plast oblikuje nadaljevanje pigmentnega epitelija retine. Površinska, iz brezpigmentnih kubičnih ali cilindričnih celic sestoječa plast pa ustreza modificiranemu notranjemu listu očesne čaše. Ta epitelialna prevleka ciliarnih podaljškov naj bi doprinašala k oblikovanju prekatne vodice. Od površinske oz. notranje celične plasti ciliarnega dela retine, pars ciliaris retinae, potekajo vlakna conule ciliaris do lečnega ekvatorja.

Gladki m. ciliaris je pri konju razmeroma slaboten, pri mesojedih pa razmeroma močno razvit. Sestoji iz cirkularno in meridionalno potekajočih mišičnih vlaken, ki so tako vdelana v tridimenzionalno mrežo elastičnih vlaken, da postane ciliarnik enotno delujoč elastično-mišični sistem, čigar naloga je v bolj ali manj izraženi akomodacijski sposobnosti leče. Medtem ko ciliarna mišica pri človeku sestoji pretežno iz cirkularnih vlaken, se pri domačih sesavcih pojavljajo poleg cirkularnih tudi bolj ali manj številna meridionalna vlakna.

Šarenica, iris, oblikuje podaljšanje osnovne plošče ciliarnika in s tem distalni konec srednje očesne opne. Ta se nekoliko proksimalno od korneoskleralnega utora vzdiguje od zunanje zrkelne opne in v ostrem kotu (šarenični kot) sega v votli sistem distalnega zrkelnega segmenta, ki je napolnjen s prekatno vodico.

S svojim prostim robom omejuje šarenica zenico ali punčico, pupilla, in prevzema s tem kot nekakšna vrsta kontraktilnega zastora vlogo očesne zaslonke, ki regulira vpadanje svetlobe. Šarenica se vriva med obsežnejši, med šarenico in roženico ležeči sprednji, in pomembno ožji, med šarenico, lečo in ciliarnikom ležeči zadajšnji očesni prekat. Pri tem se večinoma dotika lečne sprednje ploskve. Oba zrkelna prekata sta spojena drug z drugim prek pupile.

Kakor ciliarnik, sestoji tudi šarenica iz uvealnega in retinalnega dela. Pars iridica uveae daje z žilami bogato šarenično ogrodje (šarenična stroma). To je zgrajeno iz nežnih, pretežno

radialno potekajočih vezivnih vlaken, ter bolj ali manj številnih pigmentnih celic s številnimi rogljiči in ima v sebi po en circulus arteriosus iridis major in minor. Šarenično ogrodje je pri mesojedih zelo rahlo, pri kopitarjih pa kompaktnejše.

Ob margu ciliarisu prehaja ogrodje šarenice direktno v ogrodje ciliarnika, pa se tu prek nežnih pigmentiranih vezivnih tramičev, podaljškov šarenice, spaja tudi s sklero in korneo. Tako oblikuje šarenični kot, angulus iridocornealis. Celoto teh šareničnih podaljškov, ki spajajo bazo šarenice z roženico, imenujemo tudi lig. pectinatum anguli iridocornealis. V področju šareničnega kota se nahajajo med šareničnimi podaljški, sklero in korneo, majhne špranjaste votline, spatia anguli iridocornealis, ali Fontanejevi prostori. Ti komunicirajo s sprednjim zrkelnim prekatom in imajo velik pomen za odvajanje tekočine in s tem za regulacijo pritiska v zrklu.

V bližini marga pupilarisa je v ogrodje vdelan m. sphincter pupillae, ki sestoji iz gladkih cirkularnih vlaken. Pri živalih z ovalno pupilo (mačka, kopitarji) vsebuje mišica zapiravka punčice poleg centralnih, cirkularnih vlaken, tudi periferne sisteme vlaken. Ti se na šilastem polu punčice mrežasto križajo in potem pri intenzivnem vpadanju svetlobe pogojujejo bolj ali manj močno razporkasto zožitev pupile (npr. pri mački).

Sprednja ploskev irisa in šarenični podaljški so pokriti z endotelijem sprednjega očesnega prekata, ki na šarenič nem kotu prestopi na zadajšnjo ploskev roženice.

Facies posterior šarenice pa je pokrita z dvema pigmentiranima skladoma epitelnih celic. Te oblikujejo kot nadaljevanje ciliarnega dela mrežnice, pars ciliaris retinae, distalni del slepega dela mrežnice, pars caeca retinae, in se zato imenujejo pars iridica retinae. Oba dela ustrezata notranjemu in zunanjemu listu roba zrkelne čaše in prehajata na margu pupilarisu drug v drugega.

Na tem prehodnem mestu se lahko pri prežvekovavcih in pri konju oblikujejo t.i. šarenična zrnca, granula iridica, ki štrlijo v zenico predvsem od zgornjega, pa tudi od spodnjega pupilar-

nega roba. Šarenična zrnca so vedno temno pigmentirana. Pri govedu so majhna in kompaktna, pri malih prežvekovavcih in pri konju pa znatno večja, zlasti na zgornjem pupilarnem robu. Pri konju so predeljena z manjšimi, pri ovci in kozi pa z večjimi mehurčastimi votlinicami.

Površinski oz. notranji list šareničnega dela mrežnice, pars iridica retinae, je izoblikovan od visoko prizmatičnih celic, ki so - v nasprotju z ustrezno celično plastjo ciliarnika - gosto napolnjene s pigmentnimi zrnci. Globlji oz. zunanji list pa sestoji iz sklada mioepitelnih celic, katerih del z jedrom je prav tako pigmentiran. Vlaknati, brezpigmentni kontraktilni podaljški mioepitelnih celic se gosto nalagajo drug na drugega in oblikujejo tanko širivko zenice, m. dilatator pupillae, ali Bruchovo membrano šarenice, ki se v radialnem razporedu razprostira po vsej zadajšnji ploskvi šarenice.

Fino uglašena soigra sfinkterja in dilatatorja pupile omogoča pupilarni mehanizem, ki uravnava vpadanje svetlobe v oko. Z zaslonitvijo obrobnih žarkov zaostri sliko, projicirano na mrežnico, sočasno pa tudi ustrezno spremeni obliko pupile.

Pri vseh domačih sesavcih je maksimalno razširjena pupila približno okrogla in ostane taka pri psu in človeku tudi, kadar se močneje zoži. Pri mački oblikuje z direktno osvetlitvijo maksimalno zožena pupila navpično špranjo in pri kopitarjih ozek prečni oval ali podolgovat, prečno postavljen pravokotnik. Šarenično tkivo pri psu in človeku je torej pri pupilarni igri med razširitvijo in zožitvijo krog in krog enakomerno ohlapno ali zategnjeno. Pri živalih s prečno ali vertikalno ovalno zenico pa pride do znatne ohlapitve ali zatezanja šarenice samo vzdolž dolgih strani zenice. Na ozkih koncih ovalne zenice pri mački, prašiču, prežvekovavcih in konju se šarenica pri razširitvi oz. zožitvi skrajša ali podaljša samo minimalno, ker se tukaj periferna vlakna m. sfinkterja pupile škarjasto-mrežasto križajo.

Debelost šarenice je tesno povezana s pupilarnim mehanizmom. Na sprednji ploskvi šarenice se da že pri zožitvi zenice razlikovati centralni nižji anulus iridis minor od perifernega, nabuhle-

ga anulusa iridis majorja. Oba sta s cirkularnim mejnim žlebom bolj ali manj jasno ločena drug od drugega. Pri razširitvi pupile nastopa na sprednji ploskvi šarenice zaradi ohlapitve več koncentričnih nabuhlin in šarenica je sedaj odebeljena, zlasti na svoji bazi.

Barva šarenice, ki podeljuje izrazu očesa njegov poseben karakter, znatno variira glede na vrsto živali in pasmo, pa tudi individualno. Barva je bistveno odvisna od vsebine pigmenta v ogrodju šarenice. Čim gosteje so razporejene pigmentne celice, tem temneje rjavo je obarvana šarenica (govedo, konj). Svetlo rjava ali rumenkasta barva šarenice, kot je predvsem pri psu, prašiču in malih prežvekovavcih, je bistveno odvisna od manjše količine pigmenta. Spreminjajoče se rumena ali rumeno zelena barva šarenice pri mački je posledica raztopljenega pigmenta v celicah šareničnega ogrodja. Modro ali sivo modro obarvanje šarenice najdemo pogosto pri prašiču, kozi, mnogih polarnih psih in pri čisto belih mačkah. V teh primerih manjka pigment ogrodja popolnoma, medtem ko pigment šareničnega dela mrežnice preseva skoz brezbarvne plasti strome.

V albinotičnem očesu manjka pigment tudi v šareničnem delu mrežnice, pars iridica retinae, bolj ali manj pa tudi v plasteh očesnega ozadja. Pri tem pride zaradi presevajočih krvnih žil do poznane rdeče obarvanosti.

Z zgostitvijo fibril v stromi šarenice, ki je revna s pigmentom ali je brez njega, se lahko šarenica obarva pegasto ali totalno belo. Če se najdejo bele pege v rjavi šarenici,,govorimo o brezastem očesu; če je vsa šarenica bela, gre za stekleno oko. Brezasto in stekleno oko se pojavljata eno- ali obojestransko pri konju in neredko pri belo-črno ali rjavo-lisastih pasmah psov (lisaste doge, dalmatinci). Praviloma imata obe očesi enako barvo šarenice. Neenakomerno lisasto ali marmorirano obarvanje šarenice pa niso nikakršna redkost.

c) notranja zrkelna opna, tunica interna bulbi s. retina.

Notranja zrkelna opna, tunica interna bulbi, se večinoma označuje kot mrežnica ali retina. Leži v celoti na srednji očesni opni in pokriva notranjo površino zrkla od pupilarnega roba šarenice do izstopa vidnega živca. Pri tem lahko, kot je že omenjeno, razlikujemo del, ki je za svetlobo občutljiv, pars optica retinae, od dela, ki je neobčutljiv za svetlobo, ali slepi del, pars caeca retinae.

Pars caeca retinae pokriva kot dvojna epitelna plast notranjo površino ciliarnika in šarenice in jo zato razdelimo v pars ciliaris retinae in pars iridica retinae. Oba dela slepega dela mrežnice, pars caeca retinae, sta že opisana skupaj s ciliarnikom in šarenico. Ustrezno njenemu razvoju iz dvolistne stene embrionalne očesne čaše, sestoji tudi vsa gotova mrežnica iz zunanjega in notranjega lista.

Vidni del, pars optica retinae, pokriva celotno očesno ozadje, od nazobčanega roba, ora serrata, do diskusa n. optikusa in je v celoti podložena s horioideo.

Zunanji list retine, ki ustreza pigmentnemu listu očesne čaše, oblikuje enoskladen ploščat do nizko kubičen pigmentni epitelij, stratum pigmenti retinae, čigar celice so prepojene z rjavimi, paličastimi pigmentnimi vložki. Glede na osvetlitev pomaljajo bolj ali manj dolge plazmatske podaljške s pigmentom med paličnice in čepnice notranjega lista. Navzven leži pigmentni epitel retine, ločen s tanko bazalno membrano, neposredno na lamini horioideokapilaris horioidee. V področju tapetuma, kot tudi v albinotičnem očesu, je pigment zunanjega lista močno reduciran ali pa popolnoma manjka.

Notranji list retine, stratum cerebrale, ki se razvije iz živčnega lista očesne čaše, predstavlja specifično predelan del embrionalne možganske stene in kaže tudi temu ustrezno večskladno nežno zgradbo. Stratum cerebrale sestoji iz treh, drug za drugim vklopljenih nevronov, katerih jedrno-plazmatski kompleksi in živčna vlakna so vloženi v oporno ogrodje modificiranih elementov nevroglije.

Te glijine celice, imenovane Müllerjeve oporne celice ali radialna vlakna, potekajo navpično k notranji in vnanji površini skozi vse plasti notranjega lista. Pri tem oddajajo številne, različno oblikovane podaljške med živčne elemente. Proti steklovini na notranji površini mrežnice oblikujejo brezstrukturno notranjo mejno membrano, membrana limitans int. Med zunanjo zrnato in paličasto ter čepasto plastjo pa oblikujejo porozno zunanjo mejno membrano, membrana limitans ext. Poleg Müllerjevih opornih celic se pojavljajo tudi glijine celice z dolgimi podaljški.

Živčne celice stratuma cerebrale oblikujejo tri plasti, ki ustrezajo vsaka po enemu nevronu in so zaradi inverzije očesne čaše tako razporejene, da so svetlobni receptorji obrnjeni od svetlobe, tj. navzven, proti pigmentnemu epitelu, odvodna živčna vlakna pa k svetlobi, tj. navznoter, proti steklovini.

Prvi (I.) nevron oblikujejo bipolarne ganglijske celice, ki so specializirane za občutnice, občutljive za svetlobo, in katerih visoko diferencirani dendriti so preoblikovani v vitke paličice in kijaste čepke. Le-ti prebijejo pore membrane limitans ext. in oblikujejo med njo in pigmentnim epitelom progasto strukturirano plast paličnic in čepnic, ki jo imenujemo tudi "nevroepitelna plast", stratum neuroepitheliale.

Ti palisadasto razporejeni pravi fotoreceptorji, paličnice in čepnice, sestojijo iz tankega zunanjega in bolj ali manj debelega notranjega člena. Vitkejši in daljši zunanji člen paličnic vsebuje v očesu, adaptiranem na temo, vidni purpur, ki pojačuje občutljivost za svetlobo, pri močnejši osvetlitvi pa hitro zbledi. Paličnice, ki jih je veliko več kot čepnic, posredujejo predvsem razlike v svetlobi in so nosivke gledanja v temi. Čepnice pa je treba šteti kot reprezentante gledanja oblik in barv.

Celična telesa oblikujejo z jedri I. nevrona znotraj zunanje mejne membrane različno močno, gosto zbito jedrno ležišče, ki ga imenujemo zunanja zrnata plast. Medtem pa se nežni, kratki nevriti spajajo z dendriti II. nevrona v sinaptične spoje in se pri tem izprepletajo v gosto, vlaknato polsteno zunanjo retikularno plast.

Drugi (II.) nevron mrežnice sestoji prav tako iz bipolarnih živčnih celic, katerih dendriti se začenjajo v zunanji retikularni plasti. Njihova celična telesa in jedra oblikujejo notranjo zrnato plast, njihovi nevriti pa se razvejičijo v notranji retikularni plasti in se pri tem spajajo z dendriti III. nevrona. Ganglijske celice II. nevrona predstavljajo v svoji celoti stratum ganglionare retinae. V notranji zrnati plasti se nahajajo poleg tega še asociacijske celice, horizontalne celice, in t.i. anakrine celice, kot tudi jedra opornih celic.

Tretji (III.) nevron oblikujejo večje in manjše multipolarne živčne celice, ki kot bolj ali manj nepretrgano ležišče tvorijo plast ganglijskih celic mrežnice oz. stratum ganglionare n. optici. Njihovi dendriti izhajajo iz notranje retikularne plasti. Njihovi nevriti pa se zgostijo proti steklovini v plast živčnih vlaken in potekajo iz celotnega področja vidnega dela mrežnice konvergentno k diskusu n. optikusa. Nato gredo skoz areo kribrozo sklere in potekajo dalje proti možganom kot snopiči vlaken vidnega živca. Večje ganglijske celice z več oblikami ležijo bliže na notranji retikularni plasti in rabijo za senzorično vodenje vzburjenj znotraj vidne proge. Znatno številnejše, manjše, okroglaste ganglijske celice ležijo bliže na plasti živčnih vlaken in jih imamo za vegetativne elemente, ki naj bi svetlobne dražljaje posredovali nadrejenim vegetativnim centrom centralne votlinske sivine vmesnih možganov. Proti votlini steklovine je plast živčnih vlaken omejena z membrano limitans interno.

Od zunaj navznoter se torej dajo na vidnem delu mrežnice razlikovati naslednje plasti:

Zunanji list ali stratum pigmenti:	1. plast pigmentnega epitelija	
	2. plast paličnic in čepnic	
	3. membrana limitans ext.	I.
	4. zunanja zrnata plast	nevron
	5. zunanja retikularna plast	
Notranji list ali stratum cerebrale	6. notranja zrnata plast	II.
	7. notranja retikularna plast	nevron
	8. plast ganglijskih celic	III.
	9. plast živčnih vlaken	nevron
	10. membrana limitans int.	

Ker mora v oko vpadajoča svetloba najprej prodreti skoz celotni stratum cerebrale, da bi končno mogla vzdražiti najbolj zunaj ležeče fotoreceptorje (paličnice in čepnice), so notranje plasti mrežnice transparentne in vsa njihova živčna vlakna so brez mielinske ovojnice. Mielinske ovojnice se pojavljajo šele po prehodu skoz areo kribrozo sklere v vidnem živcu. Vegetativna vlakna pa ostanejo brez mielinske ovojnice.

Pri živih živalih je notranji list vidnega dela retine zato prozorna, pogosto rahlo rdečkasto lesketajoča se membrana, ki pa se po smrti skali in potem poprime belkasto sivo barvo. Svojo največjo debelost doseže mrežnica na očesnem ozadju v okolici izstopa vidnega živca, medtem ko se v distalno smer vedno bolj stanjšuje in nato na ori serati nenadoma preide v enoskladen epitelij notranjega lista ciliarnega dela mrežnice.

Discus n. optici opazimo tudi pri oftalmoskopskih preiskavah očesnega ozadja kot sivo- ali rumenkasto belo, na splošno ostro omejeno ploščo s pogosto rdečkasto lesketajočimi se obrobnimi področji. Pri mački leži vidna plošča še znotraj tapetuma luciduma nad njegovo bazo, pri psu v višini baze tapetuma, pri prežvekovavcih in konju ventralno od spodnjega roba tapetuma luciduma. Glede na 4 kvadrante očesnega ozadja je discus n. optici pri mački večinoma v ventralnem nazalnem kvadrantu, pri psu nekako na višini vertikalnega glavnega meridiana in pri prašiču, prežvekovavcih in konju v ventralnem temporalnem kvadrantu.

Pri mački in kozi ima vidna plošča okroglasto, pri psu bolj trikotno, pogosto pa tudi okroglasto ali ovalno in pri prašiču in ovci, govedu ter konju prečno ovalno obliko. Pri človeku razločna vdolbina v centru diskusa n. optici, excavatio disci, je pri domačih sesavcih manj izražena. Nasprotno pa štrli v steklovino pri prežvekovavcih in konju kot ostanek hialoidne arterije, a. hyaloidea, majhen stožčast podaljšek, proc. hyaloideus.

Krvne žile mrežnice, ki so vložene predvsem v plasti živčnih vlaken in so zato vsaj v svojih glavnih vejah tudi oftalmoskopsko dobro vidne, vstopajo in izstopajo v centru ali obrobnem področju (konj, mačka) diskusa n. optici ter so veje a. in v. centralis retinae. Te dospejo malo pred zadajšnjo zrkelno ploskvijo v vidni

živec in potekajo z njegovimi vlakni skoz sitasto področje beločnice, area cribrosa sclerae, v notranjost zrkla in se nato od vidne plošče navzven razdelijo kot rami a. et v. centralis retinae v mrežnici na tipičen način, glede na vrsto živali.

Pri konju je a. centralis retinae slabo razvita in je mrežnica vaskularizirana samo v okolici vidne plošče. Vaskularizira jo venec najnežnejših žil, ki prihajajo od cirkulusa vaskulozusa n. optikusa aree kribroze sklere in prebijajo rdečkasto obarvano obrobno področje vidne plošče. Nato se žarkasto radialno razvejičijo v njenem najbližjem okolišu. Celotna preostala mrežnica je brez žil in jo prehranjuje lamina chorioideocapillaris srednje zrkelne opne.

Pri drugih domačih sesavcih je retina do ore serate oskrbovana s krvnimi žilami, ki potekajo deloma tudi v njenih globljih plasteh. Na splošno se dajo tanjše arterije jasno razlikovati od debelejših ven.

Pri mački ustreza slika žil očesnega ozadja še najbolj sliki žil pri konju, vtem ko rami a. in v. centralis retinae prav tako radialno izžarevajo od roba vidne plošče v mrežnico; so pa manj številni in pomembno močnejši.

Pri psu zbujajo pozornost predvsem tri močne, od nežnejših arterij spremljane venske veje, ki so v obliki obrnjenega ipsilona v zvezi s centrom diskusa n. optikusa. Med njimi izžarevajo številne, znatno finejše vejice žil od roba diskusa radialno v mrežnico.

Pri prežvekovavcih in prašiču vstopajo in izstopajo vse močnejše žile v centru vidne plošče. Pri prežvekovavcih potekajo glavne veje bolj ali manj križasto, pri čemer je pri govedu posebno močna, vertikalno vzpenjajoča se vena večinoma spiralno ovita od nežnejše arterije. Pri prašiču se pojavljajo poleg vzpenjajočih se, druga ob drugi potekajočih večjih ven in arterij predvsem na strani razvejičene zravnje veje.

Na očesnem ozadju se končno nahaja tudi t.i. mesto najboljšega videnja, tj. omejen, specifično predelan okoliš mrežnice, ki

rabi za natančnejšo fiksacijo objekta in s tem predvsem za binokularno gledanje. Pri človeku je to področje rumenkasto obarvano in se zaradi tega imenuje macula lutea.

Pri domačih sesavcih ustrezno mesto ni obarvano, zaradi česar se enostavno imenuje area centralis retinae. Razlikovati je moč areo centralis rotundo, ki se pojavlja pri vseh živalih, in areo centralis striaeformis, ki jo imajo prašič, prežvekovavci in konj. Trakasta centralna cona rabi predvsem za monokularno, okrogla centralna cona pa za binokularno gledanje.

V področju aree centralis rotunde ugotavljamo močno pomnožitev čepnic na škodo paličnic, kakor tudi razmnožitev ganglijskih celic v stratumu ganglionare n. optikusa ter v notranji zrnati plasti. Area centralis rotunda leži nekoliko dorzalno in temporalno od diskusa n. optikusa, medtem ko se area centralis striaeformis direktno priključuje iznad vidne plošče in baze tapetuma v nazalno smer in se razprostira čez vse očesno ozadje. Razpoznati se da pogosto z golim očesom kot svetlejši pas.

d) očesna prekata, camerae bulbi

K notranjim prostorom očesa štejemo oba zrkelna prekata, napolnjena z bistro, vodenasto tekočino, prekatno vodico, humor aquosus. Sprednji prekat, camera anterior bulbi, leži med rožnico, kotom šarenice in sprednjo ploskvijo šarenice. Zadajšnji prekat, camera posterior bulbi, pa je vrinjen med šarenično zadajšnjo ploskev, ciliarnik, conulo ciliaris in lečo. Prednji zrkelni prekat je relativno obsežen in oftalmoskopsko pregleden, zadajšnji pa predstavlja samo obročast, špranjast prostor. Oba komunicirata skozi pupilo drug z drugim. Od stopnje napolnjenosti zrkelnih prekatov je odločilno odvisen notranji pritisk zrkla.

e) leča, lens

Od ektoderma oddvojeni lečni mehurček se razvije v kompaktno, bikonveksno lečo, lens, ki je skoraj krožnega obrisa.

Kot steklo bistra, prozorna lečna substanca, substantia lentis, sestoji iz mehkejše skorje, cortex lentis, in konsistentnejše-

ga jedra, nucleus lentis, ki ima zaradi svoje elastičnosti tendenco, da se leča zaokroži v krogelno obliko. Zaradi vleka conule ciliaris, ki lečni ravnik, aequator lentis, krog in krog pritrjuje na korono ciliaris, se leča vendar bolj ali manj močno splošči in s tem drži v tipični bikonveksni obliki. Prednji, k zenici obrnjeni pol leče, polus anterior lentis, je ravnejši, zadajšnji, k steklovini obrnjeni lečni pol, polus posterior lentis, je močneje izbočen. Pri mesojedih je razlika v izbočenosti med prednjo in zadajšnjo lečno ploskvijo manj izražena kot pri kopitarjih, ker je prednji lečni pol relativno močneje izbočen.

Sprednja lečna ploskev, facies anterior lentis, ki jo oplakuje prekatna vodica, leži neposredno za zenico in se je dotikajo pupilarni robovi šarenice. Zadajšnja lečna ploskev, facies posterior lentis, leži v lečni jami steklovine. V leči ni žil niti živcev. Lečno tkivo se prehranjuje prek prekatne vodice.

Leča je na splošno nastavljena na daljnovidnost. Njeno akomodacijo na kratko razdaljo opravi kontrakcija m. ciliarisa, ki je vdelan v osnovno ploščo ciliarnika. Njegova mišična vlakna potekajo deloma cirkularno, deloma meridionalno (pretežno pri domačih sesavcih). Kontrakcija m. ciliarisa premakne ciliarnik proti sprednjemu zrkelnemu prekatu, s čimer se premer obešalnega aparata zmanjša, ta se približa očesni osi in leča se zaradi svoje prožnosti zaokroži, tj. akomodira.

Dobro razvit je m. ciliaris pri mesojedih, pri katerih je ostro gledanje na kratko razdaljo posebno važno pri lovu plena. Pri kopitarjih, posebno pri konju, pa je samo slabo izoblikovan, kar kaže na to, da je akomodacijska sposobnost za te živali podrejenega pomena.

Lečo ovija brezstrukturna, elastična membrana, lečna kapsula, capsula lentis, ki je na sprednji ploskvi močnejša kot na zadajšnji strani in je z lečno substanco le v rahlem spoju. Pod lečno kapsulo je na sprednji ploskvi enoskladen kubični lečni epitelij, epithelium lentis. Njegove celice postajajo proti lečnemu ekvatorju vedno višje in se nato na zadajšnji ploskvi razporedijo v meridionalne vrste. Končno preidejo v podolžna, na

prečnem prerezu šesterokotna epitelialna lečna vlakna, fibrae lentis. Ta so med seboj spojena z lepilno substanco in se med spreminjanjem lečne oblike vzajemno premikajo. Ta vlakna so razporejena v koncentričnih, čebulnim listom podobnih plasteh. Periferna lečna vlakna imajo jedra in so zaradi svoje skoraj tekoče vsebine mehka, medtem ko imajo tanjša centralna vlakna brez jeder čvrstejšo konsistenco in tako omogočajo nastanek trdnejšega lečnega jedra. S površinsko apozicijo lečnih vlaken pridobiva leča skozi vse življenje polagoma na velikosti.

Ker lečna vlakna nikoli ne obdajo polne polovice leče, se njihovi konci stikajo na sprednjem in kavdalnem lečnem polu ter so tukaj med seboj spojena s pomnoženo lepilno snovjo. Tako nastanejo na obeh lečnih polih po tri šivne črte, radii lentis, ki so razporejene v po eno sprednjo in eno zadnjo, trikrako lečno zvezdo. Prednja lečna zvezda ima obliko narobe obrnjenega, zadnja pa obliko pokončno stoječega ipsilona. Intra vitam sta lečni zvezdi vidni samo pri mladih živalih, ali če se skali lepilna substanca v področju lečnega radiusa, radius lentis.

Obešalno napravo leče oblikujejo nežna, deloma križajoča se, homogena vlakna, fibrae zonulares. Izvirajo na pars ciliaris retinae, se čopičasto razvejičijo in se pritrdijo pred ekvatorjem in za njim na lečni kapsuli. Med njimi nahajamo najfinejše špranje, to so prostori med vlakni lečnega obešala, spatia zonularia, ki med seboj komunicirajo. Celoten obešalni aparat imenujemo lečno obešalo, zonula ciliaris.

f) steklovina, corpus vitreum

Steklovina, corpus vitreum, popolnoma napolnjuje med lečo, conulo ciliaris, ciliarnikom in vidnim delom mrežnice ležeči prekat za steklovino, camera vitrea bulbi. Sestoji iz galertne, z vodo bogate in bistre, prozorne gmote. Njena stroma je zgrajena iz ogrodja zamotano izprepletenih, najnežnejših fibril, ki se na površini steklovine zgosti v steklasto kožico, membrana vitrea. Mreža tega prozornega pleteža vlaken je napolnjena z vodenasto tekočino, vlago steklovine, humor vitreus. Sprednja ploskev steklovine je zaradi leče vdolbena v prednjo vboklino steklovine,

fossa hyaloidea. Skoz sredino steklovine poteka od vidne plošče h kavdalnemu polu leče hialoidni kanal, canalis hyaloideus, z morebitnimi ostanki hialoidne arterije. Ta kanal je posebno razločen pri mesojedih, prašiču in govedu.

Od stanja nabreknjenosti steklovine je močno odvisen notranji pritisk očesa. Steklovina tudi bistveno prispeva k ohranitvi položaja mrežnice. Pri premajhnem pritisku lahko pride do odlupljenja mrežnice, pri povečanem pritisku (npr. glaukom) pa do poškodbe mrežnice in s tem do vidnih motenj.

Vidni živec, nervus opticus

Nevriti strathuma ganglionare n. optikusa (III. nevrona) so brez mielinske ovojnice in se na diskusu n. optikusa zbirajo iz celotnega področja vidnega dela mrežnice. Potem ko se prebijejo skoz sitasto ploščo beločnice, lamina cribrosa sclerae, dobijo, z izjemo vegetativnih vlaken, mielinske ovojnice. Nato potekajo, zbiti v močen trak živčnih vlaken, kot aferentne prevodne proge skoz orbito proti možganom.

Premer n. optikusa se giblje med 5,5 mm pri konju in 2 oz. 1,1 mm pri psu in mački. Kot prosto ležeča možganska proga ima tudi vezivno opno, sestoječo iz ovojnice dure, arahnoidee in pije, ki so med seboj spojene z nežnimi vezivnimi tramički. Od ovojnice pije potekajo med vlakna vidnega živca vezivna septa, ki jih grupirajo v nepopolno ločene snopiče vlaken. Znotraj teh snopičev so posamezna živčna vlakna obdana kot c.ž.s. s celicami glije. V vezivnem konopcu, ki v neposredni bližini bulbusa izžareva od ventralne in kavdalne strani v vidni živec, potekata a. in v. centralis retinae, ki potekata v osi n. optikusa proti bulbusu.

Vidni živec lahko razdelimo v intraokularni del, ki sestoji iz vlaken brez mielinske ovojnice strathuma ganglionare n. optikusa, in orbitalni del, ki ima mielinsko ovojnico. Ta del nato po prehodu skoz canalis opticus končno preide v intrakranialni del in se končuje v križišču vidnikov, chiasma opticum, na možganskem spodku.

Orbitalni del vidnega živca poteka v ploski krivini, položen med snopiče vlaken m. retraktorja bulbi in orbitalno tolščo, proti foramenu optikumu lobanjske baze. Zaradi svojega ukrivljenega poteka lahko sledi premikom zrkla, ne da bi se pri tem pretegnil.

Od ovojnic n. optikusa prehajata dura in pia v področju lamine kribroze neposredno v sklero, medtem ko se arachnoidea pred tem razdeli v posamezne vezivne tramiče.

Zravnji očesni organi, organa oculi accessoria

Zravnji ali akcesorni očesni organi rabijo občutljivemu zrklu na eni strani za varstvo in na drugi strani za gibanje. Semkaj štejemo: očnico, orbita, in očnično tolščo, veke, palpebrae, solzni aparat, fascije in vnanje zrkelne mišice.

a) očnica, orbita

Očesni votlini, v katerih je vloženo zrklo s svojimi mišicami, žilami in živci, sta pri človeku in primatih orientirani frontalno, medtem ko pri domačih sesavcih ležita bolj postrani v obraznem delu lobanje. Medtem ko je očesna votlina pri človeku, prežvekovavcih in konju omejena s sklenjenim koščenim orbitalnim obročem, nahajamo pri mesojedih in prašiču med čelnico in ličnim lokom luknjo, ki jo premosti lig. orbitale.

Pri človeku je vsa očesna votlina obdana s koščenimi stenami, medtem ko imajo domači sesavci samo medialno, dorzalno in nazoventralno koščeno orbitalno steno. V kavdalno smer se očesna votlina neposredno spaja s senčno jamo in foso pterigopalatino.

Orbita je prevlečena z zelo čvrsto vezivno opno, periorbita, ki izhaja iz periosta orbitalnega obroča, se kavdalno lijakasto zožuje in se pritrjuje v okolici foramena etmoideuma, foramena optikuma in fisure orbitalis oz. foramena orbitorotunduma, predvsem pa na kristi pterigoidei. Pod procesusom zigomatikusom čelnice je v periorbito vložen rahlo zvit hrustanec, trochlea, ki rabi kot drsna ploskev kiti dorzalne poševne zrkelne mišice, m. obliquus bulbi dors.

Proti delovanju pritiska in tope sile je zrklo dobro zavarovano s tolščno blazino, corpus adiposum extra- in intraperiorbitale, ki jo nahajamo zunaj in znotraj periorbite v bolj ali manj bogati količini. V to orbitalno tolščo so znotraj periorbite vloženi vidni živec, mišice, živci in žile zrkla; poleg tega napolnjuje tolšča prostor senčne jame med lijem periorbite in m. temporalisom do pod samo kožo.

b) Fascije in mišice očesa

1. F a s c i j e: znotraj periorbite so zrklo, vidni živec in zrkelne mišice obdane z različnimi, tankoopnastimi fascijami.

Razlikujemo: 1. Fasciae orbitales, ki jih imenujemo tudi fasciae musculares, kolikor ovijajo zrkelne mišice, in 2. Vagina bulbi (Tenonova kapsula), ki se kot vagina n. optici nadaljuje tudi na vidni živec.

Fascia orbitalis supf. je izredno tanka opna, ki leži delno znotraj na periorbiti, v celoti obdaja zrkelno mišično piramido in distalno izžareva v obe veki. Retrobulbarno oddaja septa med zrkelno muskulaturo.

Fascia orbitalis prof. se začenja v vekah, delno na kornealnem robu sklere in se nato razcepi v več listov, ki obdajajo kot fasciae musculares posamezne preme in poševne zrkelne mišice.

Vagina bulbi (Tenonova kapsula) predstavlja vezivno drsno ovojnico med zrklom in orbitalno maščobo. V okolici izstopa vidnega živca je zraščena s sklero, proti roženici pa z globinsko orbitalno fascijo, medtem ko jo drugače ločuje od zunanje zrkelne opne spatium episclerale. S tem dobi zrklo podobno gibljivost kot sklepna glavica v svoji ponvici.

Proti možganom se vagina bulbi nadaljuje na vidni živec kot vagina n. optici, pa se kmalu izgubi v njegovi ovojnici dure. Končno prestopi tudi na m. retractor bulbi, ki ga kot fascia muscularis obdaja do foramena optikuma.

2. M i š i c e: od zunanjih zrkelnih mišic so ekstraorbitalne mišice očesnih vek že obdelane v zvezi z obrazno muskulaturo. Za opis so nam torej ostale samo še znotraj orbite ležeče prečno

progaste mišice, ki služijo v bistvu za gibanje zrkla.

Pri človeku in pri vseh domačih sesavcih se pojavljajo 4 preme in 2 poševni zrkelni mišici, ki se dajo dobro izolirati in ki se jim pri živalih pridruži še ena močna mišica, m. retractor bulbi. Intraorbitalno leži tudi m. levator palpebrae superioris.

Štiri preme zrkelne mišice se začenjajo tesno skupaj okrog vidnega živca na robu foramena optikuma in fisure orbitalis. Kot nežno vlaknati ploščati mišični trakovi potekajo dorzalno, ventralno, lateralno in medialno od n. optikusa in m. retraktorja bulbi na ustreznih straneh zrkla. Nato preidejo v po eno ploščato kito. Te so zasidrane v skleri blizu kornee.

Po položaju in poteku imenujemo 4 preme zrkelne mišice: m. rectus dors., m. rectus ventralis, m. rectus lat. in m. rectus med. Vse 4 mišice obdajajo listi mišičnih fascij, fasciae musculares, med njimi ležeče špranje pa napolnjuje orbitalna maščoba.

M. retractor bulbi, ki ga kot plašč obdajajo preme zrkelne mišice, se začenja tudi v okolici foramena optikuma in poteka kot kompaktna mišična piramida, ki zaklepa v sebi vidni živec, na zadajšnjo ploskev bulbusa in se tu končuje s 4 zobci.

M. obliquus ventr. izhaja iz fose muscularis solznice, obdaja zrklo v ploskem loku poševno k zrkelni osi od ventralne strani in poteka ventralno čez m. rectus ventr. do temporalne ploskve zrkla, kjer se vzpenja dorzalno in se končuje pod nasadiščem m. rektusa lat., neposredno poleg kornee na skleri.

M. obliquus dors. se začenja poleg foramena etmoideuma in poteka zunaj periorbite k nazalnemu očesnemu kotu. Tu prebije periorbito pod svodom očesne votline in stopi na kavdalno ploskev trohlee. Postaja kitast in je vložen v kitno ovojnico, vagina synovialis m. obliqui dors., se tu upogne skoraj pod pravim kotom okrog trohlee v temporalno stran in poteka pod končno kito m. rektusa dorzalisa prečno čez zrklo ter se končno pritrdi na sklero pod tanko končno kito m. rektusa lat.

Bledi, tanki m. levator palpebrae superioris se začenja dorzalno od foramena etmoideuma in poteka znotraj periorbite dorzalno

od m. rektusa dorzalisa k zgornji veki, v katero plosko izžareva.

D e l o v a n j e: M. levator palpebrae superioris je vzdigovavka zgornje veke, kot pove že njegovo ime. Preme in poševne zrkelne mišice pa skrbijo s fino koordinirano soigro, v katero je vključen tudi m. retractor bulbi, za to, da se obe očesi reflektorno postavita v vsakokratno smer gledanja.

Pri tem omogočajo preme zrkelne mišice, podprte z ustreznimi deli m. retraktorja bulbi, premikanje zrkla v štirih glavnih smereh. Poševni zrkelni mišici obračata zrklo okrog očesne osi, m. retractor bulbi pa vleče, pri sočasni kontrakciji štirih premih zrkelnih mišic, zrklo navzad v orbito.

I n e r v a c i j a: motorično inervacijo dajejo III., IV. in VI. možganski živec.

M. obliquus dorsalis oskrbuje n. trochlearis (IV.), m. rectus lat. in lateralni del m. retraktorja bulbi n. abducens (VI.) in vse druge v orbiti ležeče mišice oskrbuje n. oculomotorius.

c) <u>Veke, palpebrae, in veznica, tunica conjunctiva</u>

Poleg zgornje in spodnje veke, palpebra superior in palpebra inferior, je pri sesavcih še 3. veka, palpebra tertia, ki je pri človeku reducirana v sluznično gubo, plica semilunaris conjunctivae. Veke so gibljive kožne ali sluznične gube, ki rabijo za varstvo očesa.

Zgornja in spodnja veka se tesno prilegata prosti sprednji ploskvi bulbusa in omejujeta s svojima robovoma očesno režo, rima palpebrarum. Ta se da, zaradi gibljivosti posebno zgornje veke, bolj ali manj široko odpreti ali reflektorno zapreti. Brisalni gibi zgornje veke čistijo sprednjo ploskev zrkla različnih tujkov, a refleks zapiranja vek predstavlja varstveni mehanizem. Gibanja vek pa tudi bistveno prispevajo k zmožnosti mimičnega izraza pri živalih.

Zgornja in spodnja veka prehajata nazalno in temporalno druga v drugo in oblikujeta s spojem vek, commissura palpebrarum med. in lat., zaobljen medialni in šilast lateralni očesni kot, angulus

oculi med. in lat. Domači sesavci navadno pri zapiranju vek v glavnem premikajo zgornjo proti spodnji veki. Medialni in lateralni očesni kot sta pri domačih sesavcih z relativno šibko vezjo, lig. palpebrale med. in lat., pritrjena na podlago. Baza zgornje in spodnje veke je spojena z deloma kitasto vezivno ploščo, septum orbitale, s koščenim orbitalnim obročem.

Zunanjo ploskev zgornje in spodnje veke izoblikuje nežna odlakana koža, v kateri večinoma tiči nekaj grobih tipalnih dlak. Pri odprti očesni reži se oblikuje predvsem v zgornji veki markantna, prečno potekajoča brazda, sulcus palpebralis. Na prostem robu veke, margo palpebralis, je koža omejena s sprednjim robom veke, limbus palpebralis ant., na katerem so bolj ali manj dolge čvrste vejice, cilia. Te so pri domačih sesavcih na zgornji veki znatno daljše kot na spodnji, na kateri se samo pri prežvekovavcih jasno razločujejo od krovnih dlak.

Notranjo ali zadajšnjo ploskev obeh vek pokriva specifična, brezžlezna, bledo rožnato obarvana sluznica, veznica, tunica conjunctiva. Ta se začeńja na zadajšnjem robu veke, limbus palpebralis post., kot veznica vek, tunica conjunctiva palpebrarum, in poteka do zgornjega in spodnjega vezničnega žepiča, fornix conjunctivae superior in inferior. Tu se kot očesna veznica, tunica conjunctiva bulbi, prevrže na sklero in jo oblaga do korneoskleralnega roba. Roženico prevlači samo konjunktivalni epitel. Tunica conjunctiva omejuje vezničnо vrečko, v katero sega prosta sprednja ploskev zrkla. V vezničnо vrečko se vlivajo temporalno v zgornji vezničnі žepič številna odvodila solzne žleze.

Proti robu vek nahajamo tarzalne žleze (žleze v podplatku veke), gldd. tarsales (Meibomove žleze; pri konju 45 - 5o v zgornji in 3o - 35 v spodnji veki). Izlivajo se med sprednjim in zadajšnjim robom veke in kot modificirane lojnice s svojim mazavim sekretom, t.i. očesnim maslom, mažejo robove vek. Tako ne dopuščajo, da bi solzna tekočina brez nadaljnjega tekla čeznje. Tarzalne žleze obdajajoča čvrstejša vezivna kapsula se zgosti v podplatek veke, tarsus, ki zagotavlja robovom veke določeno čvrstino.
V vezivni srednji plasti obeh vek so vložena cirkularno potekajoča

in delno s kožo tesno spojena vlakna prečno progaste zapiravke očesne reže, krožna očesna mišica, m. orbicularis oculi, in pa gladki m. tarsalis, ki poteka vzdolž notranje ploskve do podplatka veke.

Od 3. očesne veke, palpebra tertia, zaznamo pri odprti očesni reži samo ozek, polmesečasti, pri konju večinoma pigmentirani rob, ki štrli v medialnem očesnem kotu v očesno režo, rima palpebrarum. Oblikuje jo skoraj navpično stoječa veznična guba (plica semilunaris conjunctivae), ki ji je v oporo hrustanec, cartilago palpebrae III., in ki se tesno prilega zrkelni sprednji ploskvi. Pri pritisku na zrklo, ali če kontrakcija m. retraktorja bulbi potegne zrklo navzad v orbito, se tretja veka pasivno potisne naprej čez roženico. Zato jo tudi imenujemo žmurka, membrana nictitans.

Deloma iz hialinega, deloma iz elastičnega hrustanca sestoječi hrustanec žmurke ima bolj ali manj sidrasto obliko. Njegovo različno dolgo in, glede na vrsto živali, različno oblikovano držalo sega čez dno veznične vrečke globoko v orbito in je zaradi obdajajoče ga površinske žmurkine žleze, gld. palpebrae tertiae supf.,akcesorne solzne žleze, kijasto odebeljeno. Pri prašiču in tudi pri govedu se javlja poleg te še globinska žmurkina žleza, gld. palpebrae tertiae prof. Odvodila teh žlez se izlivajo na zrkelni ploskvi žmurke, blizu dna veznične vrečke.

Prostemu robu žmurke je v oporo prečna letvica, ki sedi na distalnem koncu žmurkinega ročaja in je sidrasta (prašič, govedo), luninemu krajcu podobna (mesojedi, ovca) ali klinasta (konj).

V medialnem očesnem kotu je pri govedu in konju kot grahovo zrno velika solzna bradavica, caruncula lacrimalis. Gre za nežno odlakano, pigmentirano, plosko gričkasto vzvišino modificirane kože z lojnicami in znojnicami. Pod solzno bradavico je pri psu žleza, gld. carunculae lacrimalis.

d) <u>solzni aparat, aparatus lacrimalis</u>

K solznemu aparatu štejemo obe žlezi, ki proizvajata solzno tekočino: žleza solznica, žmurkine žleze in solzni kanal.

Solzna tekočina, ki vlaži sprednjo ploskev zrkla, se s premiki vek enakomerno porazdeli in varuje zlasti roženico pred izsušitvijo, skrbi pa tudi za čiščenje veznice tujkov. Zbira se v solznem jezercu, lacus lacrimalis, ki obdaja solzno bradavico in se odvaja skoz nosni solzovod, ductus nasolacrimalis, v nosno votlino.

Žleza solznica, gld. lacrimalis, leži znotraj orbite kot sploščeno, režnjasto žlezno telo dorzotemporalno na zrklu in njegovih mišicah, se tesno stiska k zrklu in samo malo štrli naprej proti forniksu konjunktive superior.

Pri govedu se žlezno telo razčleni v debelejši in ožji, tanjši del, ki sta pogosto drug od drugega ločena. Pri mesojedih je nad žlezo solznico orbitalna vez, pri konju pa proc. zygomaticus čelnice, na katerega spodnji strani je plitva fossa lacrimalis.

Številna odvodila, ductuli excretorii (pri konju 12 - 16, pri govedu 6 - 8 večjih in več manjših) se vlivajo blizu forniksa v temporalni polovici konjunktive zgornje veke v vezničnо vrečko. Praviloma serozna žleza solznica ima pri prašiču pretežno mukozni značaj.

Odvodne solzne poti se začenjajo blizu solzne bradavice z dvema razporkastima, kot solzni piki, puncta lacrimalia, imenovanima odprtinama, ki ležita v bližini limbusa palpebralisa post. zgornje in spodnje veke. Obe ti odprtinici prehajata v tankostenski solzni cevčici, canaliculi lacrimales, ki se po kratkem, konvergentnem poteku združita v večinoma neostro omejeno solzno vrečo, saccus lacrimalis. Ta leži v koščenem solznem lijaku, fossa sacci lacrimalis, na orbitalnem robu solzne kosti; na mesto tega sta pri prašiču dve odprtinici, foramina lacrimalia, ki ležita na obrazni ploskvi solzne kosti.

Iz solzne vreče izhajajoči nosni solzovod, ductus nasolacri-

malis, poteka kot tanka, kožnata cevka najprej skoz koščeni solzni kanal solzne kosti, nato v solznem žlebu po notranji ploskvi zgornje čeljustnice in skoz nosno votlino do nosne odprtine. Solzovod kaže v posameznostih znatne razlike glede na vrsto živali.

Pri mački poteka ductus nasolacrimalis neprekinjeno do nosne odprtine. Pri psu kaže nosni solzovod ne samo individualno, temveč pogosto tudi levo in desno znatne razlike. Solzne pike, solzne cevčice in solzna vreča so vedno dobro izoblikovane in vedno se začenja ductus nasolacrimalis v koščenem solznem kanalu solzne kosti. Nato pa poteka kožnati solzni kanal bodi neprekinjeno v sulkusu lakrimalisu zgornje čeljustnice in vzdolž ventralnega hrustanca stranske stene do nozdrvi, kjer se vliva na njegovi lateralni steni ventralno od krilne gube v pigmentiranem sluzničnem delu, ali pa v kožnem delu nosnega preddvora. V približno 30% primerov se odpre kmalu po izstopu iz koščenega solznega kanala pod ventralno nosno školjko v ventralnem nosnem prehodu. Pri psu je distalni izliv solznega kanala zato klinično pogosto sploh nedostopen.

Pri prašiču manjka solzna pika na spodnji veki, ker se ventralna solzna cevčica slepo končuje. Obe, skoz ločeni odprtini solzne kosti potekajoči, solzni cevčici se združita brez oblikovanja razločne solzne vreče v debelostenski solzni kanal. Ta dobi po izstopu iz solzne kosti tanko steno in se vliva postfetalno na kavdalnem koncu ventralne nosne školjke v ventralnem nosnem prehodu. Embrionalno zasnovani distalni končni del kožnatega solznega kanala obliterira, ostane pa ohranjen kot rudiment.

Od prežvekovavcev ima dobro razvito solzno bradavico samo govedo. Je do malega grahovega zrna velika, pigmentirana in gosto odlakana. Njene solzne pike predstavljajo 2 - 3 mm široke odprtine, od katerih potekajo polkrožno usločene solzne cevčice do razločno oblikovane solzne vreče.

Skoraj ravno potekajoči, v začetku pogosto s septumom na dvoje predeljeni solzni kanal leži, po prehodu skoz koščeno cevko solznice, direktno pod nosno sluznico in poteka neposredno pod ventralnim školjčnim grebenom vzdolž zgornje čeljustnice do nozdrvi. Njegov relativno široki izliv leži blizu lateralnega krila

nozdrvi na medialni ploskvi krilne gube ventralne nosne školjke in ga ni lahko najti.

Pri konju oblikujeta solzni piki fini, do 2 mm dolgi, razporkasti odprtini, v kateri se dajo brez nadaljnjega vpeljati tanke sonde. Rahlo usločeni solzni cevki se vlivata v lijakasto solzno vrečo, ki leži najprej pod solzno bradavico in pars palpebralis m. orbikularisa oculi, nato pa v široko izboklem začetnem delu koščenega solznega kanala. Ampulasto razširjeni začetni del kožnatega solznega kanala poteka, pokrit s hrustančno ploščo, v sulkusu lakrimalisu zgornje čeljustnice. Oblikuje ploski, dorzalno konveksni lok dorzalno od ventralnega školjčnega grebena proti zgornjemu robu foramena infraorbitale. Ožji srednji del poteka nato pod sluznico srednjega nosnega prehoda in prehaja oralno od najsprednejšega kočnika v 1 - 2 cm široki končni del, ki se malo pred izlivom zopet zoži na 4 - 5 mm premera. V krilni gubi spodnje nosne školjke oblikuje končni del solznega kanala ventralno konveksen lok in se končno vliva v ventralni kot nosnice v kožnem delu nosnega preddvora z razločno vidno in dobro dostopno okroglasto ali ovalno odprtino.

Zrkelne žile

Krvne žile zrkla se dajo razdeliti v žilnični, mrežnični in vezničnì sistem.

1. A r t e r i j e: med embrionalnim razvojem se kri dovaja zrklu v celoti skoz a. oftalmiko int., vejo a. carotis int. oz. a. carotis cerebralis. Pri človeku ostane ta, vzdolž vidnega živca potekajoča arterija vse življenje glavna žila za oskrbo zrkla. Pri domačih sesavcih pa a. ophthalmica int. zakrni v slabotno žilico, ki oskrbuje samo vidni živec, in na njeno mesto stopi a. ophthalmica ext., ki predstavlja vejo a. maxillaris.

Žilni sistem žilnice vaskularizira horioideo, ciliarnik in šarenico ter sestoji na splošno iz vej a. oftalmike ekst. V okolici aree kribroze prebijejo sklero aa. ciliares postt. breves in v področju proksimalnega, nazalnega in temporalnega kvadranta aa. ci-

liares postt. longae (nasales in temporales). Skupaj z odvodnimi venami oblikujejo veje teh arterij nad lamino horioideokapilaris bolj ali manj arkadasto žilno mrežo horioidee. Stranske vejice zadnjih kratkih ciliarnih arterij, aa. ciliares postt. breves, potekajo tudi k vidnemu živcu in oblikujejo na njegovem izstopnem mestu zrkla circulus arteriosus n. optici (Zinnov žilni venec), ali pa se spajajo, predvsem pri konju, kot episkleralne žile, dorzalno in ventralno tudi s sprednjimi ciliarnimi arterijami, aa. ciliares antt.

Iz kratkih in dolgih ciliarnih arterij izhajajoča glavna debla potekajo vzdolž glavnih meridianov do baze šarenice in oblikujejo tukaj bolj ali manj sklenjen obroč cirkulusa arteriozusa iridis majorja, od katerega izhajajo nežne vejice na šarenico, ciliarnik in na m. ciliaris.

Circulus arteriosus iridis major napajajo tudi aa. ciliares antt., ki potekajo zunaj sklere do korneoskleralnega roba, kjer oblikujejo obročast pletež, ki oddaja poleg vej na veliki arterialni obroč šarenice tudi vejice na obrobne zanke roženice.

Žilni sistem mrežnice je že opisan. Oblikujejo ga, glede na vrsto živali, različno potekajoče vejice centralne arterije mrežnice, a. centralis retinae, ki pri domačih sesavcih prav tako izhaja iz a. oftalmike ekst.

Žilni sistem veznice oblikujejo aa. conjunctivales postt., veje sprednjih ciliarnih arterij in aa. conjunctivales antt., veje nazalnih in temporalnih palpebralnih arterij.

2. V e n e: vene zrkla potekajo in se obnašajo na splošno kot ustrezne arterije in se zato imenujejo kot te. Izjemo predstavljajo odvodne glavne veje žilnice, štiri vv. vorticosae, ki nastanejo približno na višini zrkelnega ekvatorja, iz žilničnih ven, ki se iz vsakega od štirih kvadrantov žarkasto stekajo, sprejemajo pa tudi vene šarenice in ciliarnika in se potem ko se prebijejo, prevrtajo skoz sklero, priključijo na plexus ophthalmicus oz. v. oftalmiko ekst. Odtok iz pleksusa venozusa sklere pa omogočajo vv. ciliares antt.

Inervacija očesa in njegovih zravnjih organov

Pri inervaciji očesa in njegovih zravnjih organov so udeleženi II. do VII. možganski živec, kakor tudi veje glavnega dela simpatikusa.

Vidni živec, n. opticus (II), je v bistvu čisto senzoričen živčni konopec in kot tak oblikuje del vidne proge, vodi pa očitno poleg tega še aferentna vegetativna vlakna.

Senzibilno inervacijo očesa in vek oskrbujejo predvsem različne veje n. oftalmikusa. Tako oskrbuje n. frontalis zgornjo veko, n. lacrimalis kožo in veznico v področju temporalnega očesnega kota in n. infratrochlearis veznico, žmurko, solzno bradavico in kožo v področju nazalnega očesnega kota s senzibilnimi vlakni, medtem ko dobi koža spodnje veke svoja senzibilna vlakna od n. zigomatikusa, veje n. maksilarisa. Te različne končne veje n. trigeminusa dajejo substrat za aferentni krak refleksnega loka za zapiranje vek in kornealnega refleksnega loka. Eferentni krak poteka čez n. facialis.

N. nasociliaris, ki prav tako predstavlja oftalmikusovo vejo, oddaja pred svojo razdelitvijo skrajno nežne dolge ciliarne živce, nn. ciliares longi, ki po prevrtanju sklere senzibilno oživčujejo žilnico, ciliarnik in šarenico, kakor tudi roženico s kratkimi ciliarnimi živci, nn. ciliares breves.

Iz ggl. ciliare izhajajoči nn. ciliares breves pa ne vodijo samo senzibilnih, temveč tudi simpatična in parasimpatična vlakna. Medtem ko senzibilna vlakna prav tako izhajajo od n. nazociliarisa in se ganglionu ciliare dovajajo prek njegovega senzibilnega korena, radix sensibilis, gre pri parasimpatičnih za postganglionarna okulomotoriusova vlakna in pri simpatičnih za postganglionarna vlakna ggl. cervicale cran., ki ggl. ciliare dosežejo po različnih poteh prek njegovega simpatičnega korena, radix sympathica.

S pomočjo teh vegetativnih delov vlaken kratkih ciliarnih živcev, nn. ciliares breves, sta krmarjena tako pupilarni refleks kot tudi akomodacija leče, pri čemer aferentni krak refleksnega

loka v obeh primerih poteka čez n. opticus. Parasimpatična okulomotoriusova vlakna posredujejo kot eferentni krak refleksnega loka impulze za kontrakcijo m. sfinkterja pupile in s tem za zožitev pupile, in vzdražijo m. ciliaris h kontrakciji, kar potem vodi do zaokroženja leče in s tem do njene nastavitve na krajšo razdaljo. Simpatična vlakna kratkih ciliarnih živcev, nn. ciliares breves, nasprotno inervirajo m. dilatator pupillae in dajo s tem impulze za razširitev pupile.

Žleze solznice sprejmejo svoja parasimpatična vlakna prek veje n. intermediofacialisa (VII), nervusa petrozusa majorja in gangliona pterigopalatinuma. Le-ta oddaja svoja postganglionarna sekretorna vlakna s posredovanjem nervusa zigomatikusa in njegovega ramusa komunikansa c.n. lacrimali n. lakrimalisu in prek tega žlezi solznici, medtem ko žmurkino žlezo oskrbujejo parasimpatična vlakna n. infratrohlearisa.

Motorično inervacijo zunanjih zrkelnih mišic in mišic vek prevzemajo končno nn. oculomotorius (III), trochlearis (IV) in abducens (VI), kakor tudi n. facialis (VII) za m. orbicularis oculi in m. superciliaris.

Vidna proga in optične refleksne proge

Vidna proga se da razdeliti v periferni in centralni del. K perifernemu delu vidne proge štejemo tri nevrone mrežnice z nevriti 3. nevrona, ki se združijo v vidni živec, oz. stratum ganglionare n. optici.

Potem ko sta oba vidna živca v konvergentnem poteku prešla skoz canalis opticus in sta stopila v lobanjsko votlino, se združita v križanju vidnikov, chiasma opticum, ki pred držajem hipofize oblikuje del dna 3. ventrikla in na vsaki strani oddaja vidno progo, tractus opticus, k vidnemu pomolu vmesnih možganov.

V križanju vidnikov se vlakna vidnega živca pri sesavcih le deloma križajo (ca 7o - 85 %), medtem ko se pri vseh drugih vretenčarjih (vključno ptice) vsa vlakna enega vidnega živca križajo proti nasprotni strani. Tudi pri nižjih sesavcih še znatno

prevladujejo prekrižana vlakna. Število neprekrižanih vlaken je pretežno odvisno od velikosti kota očesne osi. Čim bolj se očesni osi približujeta vzporednemu položaju, tem številnejša so neprekrižana vlakna (človek). Pri tem izhajajo vlakna, ki se križajo v hiazmi, v principu iz nazalne in nekrižajoča se vlakna iz temporalne polovice mrežnice.

Medtem ko torej n. opticus vodi vsa vlakna mrežnice njemu pripadajočega očesa, vsebuje vsak tractus opticus vlakna iz mrežnice obeh očes. Tako npr. posreduje desni tractus opticus vzdraženja, ki izhajajo iz temporalne polovice mrežnice desnega in iz nazalne polovice levega očesa in ki so torej izzvana od svetlobnih dražljajev, ki padajo od leve strani v oko, in obratno. Parcialno križanje vlaken vidnega živca vodi pri sesavcih in človeku med drugim do t.i. konsenzualne reakcije očesa.

Centripetalna vlakna traktusa optikusa se končujejo nad njegovo lateralno korenino v lateralnem kolencu, corpus geniculatum lat., kakor tudi v blazinici, pulvinar thalami, ki je pri domačih sesavcih vsekakor samo slabo izražena. V teh subkortikalnih primarnih vidnih centrih talamusa se končuje periferna vidna proga.

Corpus geniculatum lat. oblikuje stikalno mesto med mrežnico in vidno skorjo in s tem prehodno in verjetno tudi ojačevalno postajo za vse optične dražljaje. Ti pa se zdaj prek centralne vidne proge, radiatio optica, vodijo do vidne škorje možganskega plašča in tu pripeljejo do zavestne vidne zaznave. Poleg tega predstavlja corpus geniculatum lat. tudi en člen optične refleksne proge.

Pri nižjih vretenčarjih oblikuje pravi vidni center t.i. tectum opticum srednjih možganov, ki ustreza sprednjima dvema gričkoma pri sesavcih. Nasprotno pa pri sesavcih prevzemata sprednja grička, colliculi rostrales, krova srednjih možganov z nadaljnjim razvojem neopaliuma vedno bolj še tudi vlogo stikalnih in koordinacijskih mest optične refleksne proge.

Centralni del vidne proge sesavcev izhaja potemtakem kot

4. nevron iz ganglijskih celic korpusa genikulatuma lat. in poteka kot tract. geniculo-occipitalis od korpusa genikulatuma lat. do skorje okcipitalnega režnja. Ta sistem vlaken imenujemo vidno žarkovje, radiatio optica (Gratioletovo vidno žarčenje) in poteka, pahljačasto se šireč, skoz najkavdalnejši del notranje kapsule do vidnega področja okcipitalnega režnja, area optica s. striata lobi occipitalis.

Draženje fotoreceptorjev mrežnice lahko sproži tudi vrsto refleksov, ki so v službi optične orientacije (akomodacija, nastavitev pupile, naravnanje očes, refleksni gibi glave in vratu), in lahko tudi vplivajo na vedenje.

Prevodne proge, ki so osnova za optično sprožljive reflekse, se imenujejo optične refleksne proge.

Kot aferentni krak prevodnega loka pridejo v poštev:

1. Tisti del iz korpusa genikulatuma lat. izstopajočih vlaken, ki se ne konča na optični radiaciji, radiatio optica, (kakšnih 30 %), temveč se kot tractus geniculotectalis prek brahiuma coliculi rostr. končuje v sivini prednjih dveh gričkov, ali pa po križanju v komisuri caud. poteka k t.i. pupilarnemu centru v centralni sivini srednjih možganov.

2. Razvojno zgodovinsko stari tractus retinotectalis, katerega vlakna zapustijo tractus opticus kot medialna korenina in dospejo med korpusom genikulatumom lat. in med. direktno do kolikulusa rostr. in k pupilarnemu centru. Od njih se odcepi nežen snopič vlaken, ki kot t.i. bazalna optična korenina, radix optica basalis, obdaja možganski rokav in se končuje v bazalnem nukleusu, nuc. basalis tractus optici.

3. Fibrae occipitotectales, ki areo striato povezujejo z rostralnima gričkoma, colliculi rostrales.

Sivina sprednjih gričkov, pupilarni center centralne votlinske sivine in nucc. basales tractus optici, tj. tista področja sivine, v katerih se končujejo aferentni sistemi vlaken optičnih refleksnih prog, se spajajo prek različnih stikalnih nevronov z motoričnimi in parasimpatičnimi jedri okulomotoriusa, pa tudi z

jedri formacije retikularis tegmentuma in prek medialnih vzdolžnih snopičev, fasciculi longitudinales, z jedri n. trohlearisa in abducensa, kakor tudi s hrbtenjačo.

V rostralnih gričkih se prek aferentnih sistemov dovedeni dražljaji dalje integrirajo s proprioceptivnimi vzburjenji, dovedenimi prek traktusa nukleotektalisa in traktusa spinotektalisa iz zrkelnih in tilnikovih mišic in oddajajo ustrezajoče impulze prek traktusa tektobulbarisa in tektospinalisa kot tudi traktusa tektoretikularisa motoričnim koreninskim celicam srednjih možganov in rombencefalonu kot tudi hrbtenjači. Po teh poteh so krmarjeni: nastavitev očes v smer pogleda, akomodacija leče in gibi z glavo in telesom, ki rabijo za optično orientacijo, ali ki bazirajo na optičnih vtisih.

Uravnavanje zenične širine je odvisno predvsem od intenzivnosti svetlobe, vpadajoče v oko, in od dražljajev, ki se prek aferentnih refleksnih prog dovajajo koordinacijskim centrom srednjih možganov, lahko pa na njo psihično vplivajo afekti (strah, bes, intenzivna bolečina).

Eferentni krak parasimpatične refleksne proge za zožitev pupile poteka od nukleusa parasimpatikusa n. okulomotoriusa prek ggl. ciliare do m. sfinkterja pupile.

Razširitev pupile pa se - nasprotno - izvede prek simpatične refleksne proge. Njena aferentna vlakna potekajo prek medialne korenine traktusa optikusa direktno ali indirektno do pupilarnega centra. Njen eferentni krak pa poteka od tod najprej prek descendentne proge pupilarnega centra do centruma ciliospinale vratno-prsne odebeline hrbtnega mozga in nato prek ggl. stelatuma, vratnega dela simpatikusa, ggl. cervicale cran. in korenine, radix sympathica, gangliona ciliare končno doseže m. dilatator pupillae. Do psihogene razširitve pupile pa pride tudi pri splošni simpatikusovi tonizaciji, pogojeni afektno (strah, bes).

Posebna vloga pripada t.i. hipotalamični optikusovi koreninni, radix optica hypothalamica. Ta sestoji iz vlaken brez mielinske ovojnice, ki naj bi predstavljala v snopiče združene nevrite vege-

tativnih ganglijskih celic stratuma ganglionare n. optici. Ti nežni snopiči vlaken se odcepijo dorzalno od križišča vidnikov, prevrtajo sivo končno ploščo, lamina terminalis grisea, in se končujejo delno v nukleusu paraventrikularisu in infundibularisu stene 3. ventrikla, delno pa potekajo skoz infundibulum v zadajšnji reženj hipofize.

Po tej poti lahko svetlobni dražljaji vplivajo direktno ali indirektno prek posredovanja hipofize na celotni vegetativni sistem. Hipotalamična optikusova korenina igra torej bistveno vlogo pri krmarjenju različnih življenskih procesov prek učinkovanja svetlobe (dnevni ali letni ritem, presnova, zorenje kličnih žlez, periodičnost spolnega življenja).

Organ za ravnotežje in sluh

Organum vestibulocochleare

Organ za ravnotežje in sluh (organum statoacusticum) predstavlja - kakor se že iz njegovega poimenovanja vidi - dvojni čutni organ, katerega sprejemni aparati so medsebojno kombinirani na najožjem prostoru - pri sesavcih v skalnični piramidi senčnice. Slušni organ, uho, auris, ki odgovarja samo na akustične dražljaje okolice, tj. na zvočne valove različnih intenzivnosti in frekvenc, posreduje zavestne občutke (šume, tone). Dražljaji (težnost, privlačnost zemlje), delujoči na organ za ravnotežje, pa se kot taki ne realizirajo; v ustreznih regulacijskih centrih pa se registrirajo in v obliki enostavnih ali sestavljenih refleksov preklopijo na motorične centre in proge, ki rabijo za ohranitev ravnotežja in lege telesa v prostoru.

Vendar pa organ za ravnotežje in sluh anatomsko oblikujeta enotno celoto, ki jo čisto na splošno opisujemo z označbo "uho" in se da pri sesavcih razčleniti v vnanje, srednje in notranje uho.

K vnanjemu ušesu, auris externa, štejemo prosti uhelj z ušesnimi mišicami, ki ga premikajo, in scutulum ter vnanji sluhovod. Le-ta se navezuje na uhelj, vodi v globino in ima deloma

hrustančno, deloma koščeno steno.

Srednje uho, auris media, ki je z bobničem ločeno od vnanjega ušesa, sestoji iz ušesne votline, slušnih koščic in slušne troblje z zračnim mehurjem, ki se pri ekvidih navezuje na njo.

Notranje uho, auris interna, utelešuje pravi statoakustični čutni organ in sestoji na eni strani iz preddvora z mešičkom, utriculus, vrečico, sacculus, in ločnimi kanali, tj. organa za ravnotežje, in na drugi strani iz polžka, ki se priključuje vrečici, tj. slušnega organa.

Ta dvojni čutni organ oskrbujeta tudi dve živčni veji: vestibularni aparat ali organ za ravnotežje oskrbuje ramus vestibularis, ductus cochlearis ali slušni organ pa ramus cochlearis VIII. možganskega živca, n. vestibulocochlearis.

Na končna jedra n. vestibulokohlearisa v meduli oblongati se priključujejo nato ustrezne centralne prevodne proge, ki vzpostavljajo po deloma kompliciranih poteh zveze s slušno sfero v skorji velikih možganov in s centri za regulacijo ravnotežja v možganskem deblu, malih možganih in hrbtenjači.

Oba ta dva čutna organa sta za sporazumevanje z okolico življenjskovažnegapomena,pri čemer pa zmogljivost slušnega organa, kakor je znano, močno variira glede na vrsto živali. Medtem ko zmore človek v mladosti slišati tone s frekvenco nihajev od 16 - 2oooo Hertzov (število nihajev v časovni enoti) in mu zgornja meja tonskih frekvenc v starosti pade na 5ooo Hz, pa leži zgornja slušna meja pri miši pri 3oooo Hz, pri psu med 3oooo in 4oooo in pri mački pri 5oooo Hz.

Vnanje uho, auris externa

Uhelj, auricula, ki deluje kot lijak za prestrezanje zvokov, je pri domačih sesavcih - v nasprotju s človekom - gibljiv in omogoča živalim akustično orientacijo brez obračanja glave. Oba uhlja se lahko gibljeta neodvisno drug od drugega in se sočasno postavita v različne smeri. Igra z uhljema prispeva tudi bistveno k sposobnosti mimičnega izražanja pri živalih.

Oblika in zgradba uhlja naših živali zato močno odstopata od človekovega uhlja. Kljub temu pa se za človekov uhelj skovana nomenklatura lahko uporabi tudi za uhelj domačih živali.

Glavne razlike med uhljem človeka in uhljem domačih šesavcev sestojijo 1. v tem, da namesto oblike školjke nastopa pri živalih oblika trobe, katere sprednji rob zadnjega proti bazi praviloma presega, in da je ušesni hrustanec trobasto ali lijakasto zvit; 2. v tem, da rob školjke ni nagrebenan, temveč je izvlečen v konico in je scapha plosko razširjena, in 3. v tem, da je vsa ušesna školjka glede na vrsto živali in pasmo različno bogato obraščena z dlako.

Medtem ko je ušesna školjka pri vseh divjih živalih in tudi pri prednikih naših domačih sesavcev izoblikovana kot gibljivo, od površine glave štrleče prestrezalo zvokov, tj. stoječi uhelj, pa se pojavlja pri različnih pasmah domačih živali (pes, prašič, ovca, koza, kunec) tudi viseči uhelj, ki se bolj ali manj plosko prilega glavi ob strani.

Osnovo ušesne školjke oblikuje elastični uhljev hrustanec, cartilago auriculae, ki ji podeljuje tudi glede na vrsto in pasmo tipično obliko. Hrustanec daje osnovo in s tem oblikuje prosti del ušesne školjke, oblikuje izbočeni hrbet školjke, dorsum auriculae, in konkavno notranjo ploskev ali čolnič, scapha, kakor tudi ostri rob školjke. Na slednjem lahko razlikujemo sprednji, nazalni ali medialni, in zadajšnji, temporalni ali lateralni rob, ki na konici uhlja, apex auriculae, prehajata drug v drugega. Ves ta prosti rob je istoveten z zavojem, helix, pri človeku. Namesto enotnega markantnega kraka, crus helicis, pri človeku, nahajamo pri živalih na dnu sprednjega roba školjke dve tanki hrustančni letvici, ki ju označujemo kot crus helicis med. in lat. Pri psu in prašiču lahko poleg tega razlikujemo še crus helicis dist. Anthelix, heliksu nasprotna vijuga manjka, ali je - najočitneje pri psu, prašiču in govedu - v področju školjkinega lijaka naznačen v obliki nizke prečne letvice, ki ji na hrbtišču školjke ustreza od ušesnih mišic premostena fossa anthelicis. O vdolbinici čolnička, cymba conchae, ki je pri človeku tako karakteristična, je pri

živalih komaj možno govoriti.

Proti dnu školjke segata sprednji in zadajšnji rob školjke drug nad drugega in tako oblikujeta ventralni kot trobe. Pri tem je koža na sprednjem školjkinem robu podložena z, glede na vrsto živali, različno oblikovano hrustančno ploščo kozla, tragus. Na zadajšnjem školjkinem robu pa je tragusu nasprotna vzpetina, antitragus.

Antitragus se razvejiči pri psu, prašiču in konju v medialno in lateralno vejo. Med tragusom in antitragusom je različno globoka incisura intertragica, ki ji na površini ustreza ventralni kot trobe.

V področju tragusa in antitragusa se zvije školjkin hrustanec v lijakasto školjko uhlja, concha auriculae. Njen lumen, cavum conchae, ki se proti glavi vse bolj oži, prehaja nato v svetlino hrustančnega vnanjega sluhovoda, meatus acusticus ext. cartilagineus. Ta je pri mesojedih in pri prašiču relativno dolg in oblikuje, predvsem pri psu, očitno koleno. Njegove hrustančne stenske elemente oblikujeta polprstanasti hrustanec, ki predstavlja nadaljevanje školjkinega hrustanca, in samostojni kirasirski hrustanec. Polprstanasti hrustanec je prstanasto zvita, toda ne v prstan sklenjena hrustančna plošča, ki je pri govedu na sprednjem robu razdeljena na dva režnjasta podaljška.

Na prehodu konhe auriculae v polprstanasti hrustanec leži topokotno upognjena in bolj ali manj izbočena zadnjica ali dno ušesne školjke, eminentia conchae, ki leži lateralno na m. temporalisu in ima v svoji notranjosti tukaj nekoliko razširjeno votlino, cavum conchae.

Spodnji rob polprstanastega hrustanca je s kirasirskim hrustancem, cartilago auricularis, v vezivno-elastični povezavi. Ta predstavlja samostojen hrustančni prstan, ki pri prašiču, prežvekovavcih in konju ni povsem, pri mesojedih pa je popolnoma sklenjen in sedi bazalno na obrobku porusa akustikusa ekst. senčnice.

Lateralno na polprstanastem hrustancu nahajamo pri konju posebno dolg in vitek, pri govedu pa kratek in čokat koničasti podaljšek, ki se kavdolateralno prilega kirasirskemu hrustancu. S kratkim hrustancem, ki izhaja iz njegove baze in poteka v kavdodorzalni smeri, omejuje koničasti podaljšek odprtino, ki rabi n. avrikularisu int. za prehod. Pri psu in prašiču je proc. styloideus samo naznačen, ali pa povsem manjka.

Hrustančno ogrodje ušesne školjke je na svojem prostem delu zunaj in znotraj prevlečeno z odlakano kožo. Med kožo in školjčni hrustanec se vtiskajo na ušesno školjko nasajene ušesne mišice.

Zunanja školjčna koža je, glede na vrsto živali in pasmo, kratko in gosto ali - predvsem pri mnogih pasmah psov - dolgo in bogato odlakana in vodi večje žile in živce ušesne školjke. Koža je lahko močneje (npr. pri konju), pogosto pa tudi manj pigmentirana (npr. mesojedi, prašič, prežvekovavci) kot sicer.

Notranja školjčna koža je prav tako različno bogato odlakana in nosi daljše, grobe zaščitne dlake, tragi, ki v okviru možnosti preprečujejo vdor tujkov v vnanji sluhovod. Proti konhi avrikule postajajo dlake nežnejše in redkejše. V votlini, cavum conchae, nahajamo samo malo nežnih dlačic z znojnicami in relativno velikimi lojnicami. Notranja školjčna koža oblikuje različne, od prečne letvice, imenovane anthelix, proti konici uhlja potekajoče vzdolžne gube in proti konhi nepravilne prečne gube. Ta koža je na splošno malo pigmentirana ali pa sploh ni.

Koščeni zunanji sluhovod, meatus acusticus ext. osseus, je, glede na vrsto živali, zelo različno dolg. Pri mački in pri psu oblikuje samo koščeni prstan v zunanji steni bobničnega dela skalnice, ki pa je pri psu lahko raztegnjen v kratko cev. Pri malih prežvekovavcih in pri konju gre vedno za kratke, iz stranske lobanjske stene nekoliko štrleče koščene cevke. Pri govedu in posebno pri prašiču pa je koščeni zunanji sluhovod dolg, ozek koščen rov, ki je bolj ali manj popolno vdelan v sosednje lobanjske kosti. Nagnjenost in smer poteka koščenega sluhovoda

sta v tesnem odnosu do položaja ušesne školjke. Pri stoječem ušesu pada sluhovod ventromedialno, pri visečem ušesu pa je nagnjen navzven in navzdol.

Koščeni sluhovod se končuje znotraj na bobničnem obročku, anulus tympanicus, ki je proti bobnični votlini zaprt z bobničem, membrana tympani. Pokrit je z nežno modificirano kožo, ki je brez dlak in večinoma brez pigmenta. V njenem koriumu je, glede na vrsto živali, različno razdeljena zaloga lojnic in apokrinih znojnic, ki proizvajajo sekret, ušesno maslo, cerumen, ki ima v sebi maščobe in pigment.

Okrog baze ušesne školjke in med njo ter ščitkom, scutulum, nahajamo bolj ali manj bogato maščobno blazinico, corpus adiposum auriculae, ki gibljivost proste školjke bistveno olajšuje.

Ušesna muskulatura in inervacija kot tudi ščitek, scutulum, ki rabi za nasadišče ali izhodišče posameznim ušesnim mišicam, so že opisani v 1. zvezku.

Bobnič, membrana tympani

Bobnič je na anulusu timpanikusu razpeta kožnata membrana, ki zunanji sluhovod zapira navznoter, bobnično votlino pa navzven; s tem ločuje vnanje od srednjega ušesa. Prenaša skoz sluhovod dovedene zvočne valove na slušne koščice, ki jih nato dalje oddajajo notranjemu ušesu.

Bobnič sestoji iz treh plasti: 1. brezdlačna, brezžlezna in brezpigmentna kožna plast, stratum cutaneum, ki ji manjka papilarno telo; 2. vezivna, brezžilna posebna plast, stratum proprium, ki je zgrajena iz radialne in cirkularne plasti vlaken, stratum radiatum in stratum circulare, in 3. brezžlezna sluznična plast, stratum mucosum, bobnične votline, ki je večidel pokrita z enoskladnim ploščatim epitelijem.

Posebna plast je pritrjena prek anulusa fibrokartilagineusa na koščeni obroček, anulus tympanicus. Na dorzalnem delu ima anulus luknjo, ki se pri govedu in konju nadaljuje kot daljša, pri

drugih domačih sesavcih pa kot krajša ali samo nakazana zareza, na koščeni sluhovod in je zaprta z ohlapnim delom bobniča, pars flacida (Shrapnellova membrana). Preostali, togo napeti del bobniča se imenuje pars tensa. Bobnič kot celota je, glede na vrsto živali, različno nagnjen poševno ventromedialno in je s svojim napetim delom, pars tensa, topostožčasto izbočen v bobnično votlino. Na t.i. bobničevem popku, umbo membranae tympani, je držaj kladivca pritrjen v posebni plasti.

Pri psu kaže, na splošno žličasti in vedno zelo poševno postavljeni bobnič glede oblike in velikosti znatne pasemske razlike. Pri mački je bobnič lateralno iztegnjen v konico, pri prašiču je skoraj okrogel, pri ovci podolgovat in ozek in pri govedu praviloma precej prečno ovalen. Nepravilno ovalen bobnič pri konju je lahko debel o,2 mm in oblikuje s transverzalno ravnino glave kot 45°, z osjo sluhovoda pa kot 30°.

Srednje uho, auris media

Srednje uho oblikuje bobnična votlina, cavum tympani, ki leži v bobničnem delu skalnične piramide, med zunanjim in notranjim ušesom. K srednjemu ušesu štejemo nadalje slušne koščice, ossicula auditus, ki rabijo za prenašanje zvoka in prečkajo bobnično votlino od bobniča do notranjega ušesa. Prek ušesne troblje, tuba auditiva, je cavum tympani v zvezi z žrelno votlino in s tem z okolico.

Bobnična votlina, cavum tympani, je razdeljena na tri dele: 1. dorzalni epitympanicum, 2. srednji, večji del votline zavzemajoči mesotympanicum in 3. ventralni, buli timpaniki ustrezajoči hypotympanicum. Največji del ostenja oblikuje pars tympanica skalnične piramide. Samo medialna stena spada k skalničnemu delu, pars petrosa.

Svod bobnične votline, paries tegmentalis, omejuje recessus epitympanicus z bolj ali manj razločno pars cupularis, ki reprezentira epitympanicum. Medialna stena srednjega dela bobnične

votline, mesotympanicum, se imenuje tudi paries labyrinthicus, ker oblikuje sočasno lateralno steno skalničnega dela, ki ima v sebi notranje uho in ker je tukaj labirint v zvezi s srednjim ušesom.

Medialna stena bobnične votline ima v bistvu gladko površino, ki kot t.i. brdo, promontorium, nekoliko sega v notranjost. Na njenem zgornjem robu nahajamo nazodorzalno položeno, s plošči-co stremenca zaprto ovalno okence, fenestra vestibuli s. ovalis, in kavdoventralno odtod okroglo okence, fenestra cochleae s.rotunda, ki ga zapira membrana tympani secundaria.

Pri oblikovanju zadajšnje stene, paries mastoideus, sta pri domačih sesavcih udeležena tako pars mastoidea kot tudi pars tympanica. Sprednja stena se imenuje paries tubarius, ker se tukaj v bobnično votlino izliva z bobničnim ustjem, ostium tympanicum tubae auditivae, koščeni del slušne troblje, pars ossea tubae auditivae; ta je pri domačih sesavcih žlebast in poteka medialno od proc. muskularisa, ki je pri prežvekovavcih in konju posebno dobro razvit. Celotno sprednjo steno oblikuje pars tympanica.

Dno in največji del stranske stene bobnične votline oblikuje pri domačih sesavcih bulla tympanica, ki utelešuje hypotympanicum. Bulla tympanica predstavlja, glede na vrsto živali, zelo različno oblikovan koščeni mehur s tanko steno, ki obdaja bodi enotno ali predeljeno votlino.

Pri mesojedih oblikuje bulla tympanica velik, površinsko gladek, polkroglast mehur, ki presega lobanjsko bazo ventralno in katerega enotno votlino pri mački deli horizontalni koščeni pretin, ki izhaja na sprednji steni, na dorzalno in ventralno e-tažo, ti pa med prostim robom pretina in labirintovo steno, paries labyrinthicus, medsebojno komunicirata. Pri psu se vtiska v sicer prav tako enotno bobnično votlino, v katero se kupolasto boči promontorium, septum, ki izhaja od nazolateralne stene in ki je na svojem prostem robu opremljen z majhnimi stožčastimi konicami.

Prašič ima relativno ozek cavum tympani in močen, stožčast

bobnični mehur, bulla tympanica, ki lobanjsko bazo močno presega in ki je s spongioznimi koščenimi prečkami razdeljen v veliko število majhnih celic, cellulae tympanicae.

Tudi govedo ima močno, toda bilateralno kompřimirano bulo timpaniko, ki znatno presega bazo lobanje in se odlikuje z močnim, oroventralno usmerjenim proc. muskularisom. Bulla tympanica je razdeljena na večje in manjše celice, cellulae tympanicae. Mali prežvekovavci pa imajo - nasprotno - nepredeljeno, enotno bulo timpaniko z gladkimi stenami.

Pri konju se na notranji steni relativno ploske bule timpanike, ki samo malo presega bazo lobanje in se odlikuje z markantnim proc. muskularisom, pojavljajo nizke, radialno okrog anulusa timpanikusa razporejene kostne lamele. Le-te omejujejo vzdolž cele zunanje in ventralne stene mehurja vdolbinice, bobnične celice, cellulae tympanicae.

Pri človeku so, v dno bobnične votline pogreznjene, cellulae tympanicae zelo majhne in prava bulla tympanica manjka. Nasprotno pa je proc. mastoideus, ki je prek recesusa epitimpanikusa in antruma mastoideuma v zvezi z bobnično votlino, pnevmatiziran in gosto prepřežen z zrak vsebujočimi mastoidnimi celicami, cellulae mastoideae. Lateralna stena bobnične votline je izoblikovana skoraj izključno od bobniča in se zato imenuje paries membranaceus.

Celotna bobnična votlina z vsemi svojimi dodatnimi prostori (cellulae tympanicae in mastoideae) je oblečena z izredno nežno, specifično sluznico, ki jo večidel pokriva enoskladen, ploščat, delno pa tudi migetalčen epitel in v njej so lahko vloženi limfni vozlički. Ta sluznica pokriva tudi slušne koščice in njih mišice ter sodeluje pri oblikovanju vezi slušnih koščic.

Pri svojem izstopu iz lobanjske votline gre n. intermediofacialis skozi skalnico, pri čemer pride tudi v tesnejši kontakt z bobnično votlino. Skupaj z n. vestibulokohlearisom pride v meatus acusticus int., kjer se od VIII. možganskega živca loči in vstopi v canalis facialis. Ta poteka - potem ko se skoraj pravokotno kolenčasto upogne - rostralno od preddvora skoz skalnični

del, pars petrosa, proti bobnični votlini, v katero štrli kot nabuhlina (prominentia canalis facialis), dorzalno od preddvorovega okenca, ali se v njo tudi odpira. Med bobničnim in bradavičastim delom skalnične piramide poteka nato canalis facialis v kavdolateralno smer dalje in se končno izteka v foramen stylomastoideum na površini lobanje.

Med svojim potekom v kanalisu facialisu oddaja n. intermediofacialis različne nežne živčne veje. Od gangliona geniculi, ki leži na facialisovem kolenu, se odcepi n. petrosus major, ki zapusti skalnico skoz canalis petrosus medialno od koščene slušne troblje, odpošilja pa tudi vlakna na plexus tympanicus. V področju fose muscularis minor, v kateri se začenja m. stapedius, se odcepi n. stapedius, ki oskrbuje to majhno mišico. V bližini kolena n. facialisa se izolira tanka chorda tympani, ki najprej poteka v facialisovem kanalu, ki pa ga nato pred notranjim koncem vnanjega sluhovoda zapusti, vstopi v bobnično votlino, gre skozi njo med dolgim krakom nakovalca in držajem kladivca in nato iz nje izstopi skoz Glaserjevo špranjo, fissura petrotympanica.

Skoz ozko špranjo (canaliculus n. tympanici) vstopi v bobnično votlino končno iz gangliona distale (petrosum) n. glosofaringeusa izhajajoči n. tympanicus, poteka v plitvem žlebu, sulcus promontorii, čez promontorium dorzalno in se spoji ob oblikovanju pleksusa timpanikusa z živcem, n. petrosus minor.

Slušne koščice, ossicula auditus, so gibljivo med seboj spojene in oblikujejo med bobničem in preddvornim okencem razpeto verigo, ki prenaša na perilimfo preddvora in polžka zvočne valove, povzročene z nihaji bobniča. Sestojijo iz: 1. kladivca, malleus, 2. nakovalca, incus, 3. lečaste koščice, os lenticulare, in 4. stremenca, stapes.

K l a d i v c e, m a l l e u s, je s svojim dolgim, tankim držajem, manubrium mallei, zasidrano v stratum proprium bobniča. Iz njega izhaja v topem kotu nekoliko zažeti vrat, collum mallei, ki spaja ročaj kladivca z debelo, zaobljeno glavo, caput mallei. Glava kladivca nosi dve, z grebenom ločeni sklepni ploskvici za

artikulacijo z nakovalcem. Na vratu kladivca sedi lateralno kratek podaljšek, proc. lat., ki ga lig. mallei lat. povezuje z anulusom timpanikusom. Na meji med ročajem in vratom kladivca se medialno nahaja proc. muscularis za nasadišče kite mišice napetovavke bobniča, m. tensor tympani. Glava kladivca leži z nakovalcem v recesusu epitimpanikusu in jo z njegovim krovom spaja lig. mallei sup. Na sprednji ploskvi vratu kladivca sedi proc. rostralis, ki je z lig. mallei rostr. pritrjen na steno recesusa epitimpanikusa.

N a k o v a l c e, i n c u s, leži skupaj z glavo kladivca v recesusu epitimpanikusu, na katerega stene je obešeno prav tako z nežnimi vezmi. Sestoji iz čokatega telesa, corpus incudis, ki je spojeno prek sklepa, articulatio incudomalleolaris, z glavo kladivca, in iz dveh podaljškov, imenovanih kraka. Kratki krak, crus breve, leži skoraj horizontalno in je - kot tudi telo nakovalca - z nežno vezjo (lig. incudis) pritrjen na steno epitimpanikuma. Dolgi krak, crus longum, je navzdol in nekoliko v medialno upognjen ţnippţupsuvzzyezgocşpnjen z nasproti ležečim vratom kladivca. Pri govedu je kratki krak daljši in pri konju znatno močnejši kot dolgi krak. S koncem dolgega kraka je v sindezmatičnem stiku spojena zelo majhna, okroglasta lečasta koščica, os lenticulare.

S t r e m e n c e, s t a p e s, je s svojo glavico, caput stapedis, sklepno spojeno z lečasto koščico (articulatio incudostapedia). Na obeh krakih, crura, sedi baza stremenca, basis stapedis, ki je vložena v okence preddvora in je z lig. anulare stapedis pritrjena na njegov rob. Med krakoma in bazo stremenca se razpenja kožica stremenca, membrana stapedis.

Slušne koščice in bobnič oblikujejo funkcionalno enoto, t.i. zvočni prevodni aparat, ki je ustrezno dopolnjen z obema majhnima mišicama bobnične votline.

Napetovavka bobniča, m. tensor tympani, leži v kadunjastem žlebu, fossa muscularis major, v rostromedialnem kotu bobnične votline, dorzalno od ustja tube. Končuje se s pravokotno upognjeno sloko kito na proc. muskularisu kladivčevega ročaja. Ima piramidasto ali bolj okroglasto (mesojedi) obliko in je predvsem pri

prašiču, ovci in konju močno prežet z maščobo. M. tensor tympani oživčuje vzvratno potekajoča veja n. pterigoideusa, n. tensoris tympani, in tako je oživčen z vejo n. trigeminusa. Z njegovo kontrakcijo se bobnič napne in povleče proti notranjosti bobnične votline, sočasno pa se njegove nihajne amplitude pridušijo.

Mišica stremenka, m. stapedius, izhaja med okencem preddvora in facialisovim kanalom v fosi muskularis minor ali, kot pri prašiču, v samem facialisovem kanalu. To je majhna, toda močna mišica, katere kita se pripenja na glavico stremenca. Oživčuje jo n. stapedius n. facialisa. Kontrakcije m. stapediusa premaknejo bazo stremenca v poševen položaj in s tem zvišajo napetost v nihajnem sistemu. S tem je olajšan prenos višjih frekvenc. Njen normalni tonus pa - nasprotno - deluje pridušujoče na nihajni sistem srednjega ušesa.

Obe ti dve reflektorno delujoči mišici bobnične votline rabita torej na eni strani za prilagoditev slušnega organa intenzivnosti zvoka, po drugi strani pa prevzemata tudi določene varstvene funkcije nasproti nefiziološkim vplivom zvoka.

Ušesna troblja, tuba auditiva (Eustachii), spaja bobnično votlino z žrelno votlino in rabi za regulacijo pritiska v srednjem ušesu. Rabi pa tudi za odtok sekretov, ki izvirajo iz vrčastih celic migetalčnega epitelija v področju ustja slušne troblje in iz mešanih, tubuloznih žlez, ki se pri mesojedih in malih prežvekovavcih tukaj pojavljajo.

Tuba auditiva sestoji iz koščenega dela, ki se vliva z ustjem, ostium tympanicum, v bobnično votlino, in iz hrustančnega dela, ki se mu priključuje proti žrelu. Pars ossea tubae auditivae predstavlja pri človeku zaprto koščeno cev. Pri domačih sesavcih pa je to koščen žleb, ki je vtisnjen na ventromedialni strani proc. muskularisa bobničnega dela, pars tympanica, in ki se šele na priključnem hrustančnem delu, pars cartilaginea tubae auditivae, zapre v cev.

Hrustanec ušesne troblje, cartilago tubae auditivae, se najprej prilega bazi lobanje in sestoji iz dveh hrustančnih listkov,

ki sta zakrivljena v ventrolateralno odprt žleb. Ta pa je pokrit pri mesojedih, prašiču in prežvekovavcih z zaprto, toda bilateralno komprimirano, na prerezu špranjasto sluznično cevjo. Ta poteka, podprta s trobljinim hrustancem, v nazoventralni smeri k dihalnemu žrelu, pharynx respiratorius, in se na njegovi stranski ali zadajšnji steni vliva z ustjem, ostium pharyngeum tubae auditivae. Ušesna troblja se zato imenuje tudi tuba pharyngotympanica.

Žrelno ustje, ostium pharyngeum, je pri psu zelo ozko in leži poleg podolžne nabuhline, ki jo oblikuje konec trobljinega hrustanca, dorzolateralno na steni dihalnega dela žrela. Pri prašiču in prežvekovavcih pa se vliva tuba auditiva bolj kavdodorzalno v žrelno votlino.

Sluznica slušne troblje, tunica mucosa tubae auditivae, je pokrita z dvo- ali večskladnim migetalčnim epitelom, ki ima v sebi bolj ali manj obilo vrčastih celic. V njeni propriji so mukozne in mešane žleze, glandulae tubariae, kot tudi bezgavke, lnn. tubarii, ki se pri prašiču in prežvekovavcih na žrelnem ustju lahko zgostijo v mandelj ušesne troblje, tonsilla tubaria.

Lateralno se ušesni troblji pri mesojedih in konju prilegata m. levator in m. tensor veli palatini, pri prašiču in prežvekovavcih pa samo m. levator veli palatini.

Pri konju so razmere posebne, ker se trobljina sluznica - kot pri vseh ekvidih - iz kavdoventralno razporkasto odprtega žleba trobljinega hrustanca izbuhne v zračni mehur, diverticulum tubae auditivae. Tu naj še opozorimo na klinično važno dejstvo, da se tanki steni medialnega zatoka zračnega mehurja neposredno prilegajo v žlebasti, v lumen segajoči gubi, a. carotis int. in paket IX. do XII. možganskega živca, kot tudi ggl. cervicale cran. simpatikusa. Ostium pharyngeum tubae auditivae predstavlja pri konju na stranski steni dihalnega žrela ležečo, relativno veliko, razporkasto odprtino, katere stena je zaščitena s široko hrustančno ploščo.

Notranje uho, auris interna

Notranje uho se razvije iz labirintnega mehurčka, ki se odveže od ektoderma in se nato sekundarno obda s prvotno hrustančno in nato koščeno labirintovo kapsulo.

Zato sestoji: 1. iz membranoznega, komplicirano sestavljenega votlega organa, ki ima v sebi tako receptorje za čut ravnotežja kot tudi za čut sluha, kožnatega blodnjaka, labyrinthus membranaceus, in 2. iz koščene kapsule, ki jo oblikuje najtrši del skalnične piramide, pars petrosa, tj. koščenega blodnjaka, labyrinthus osseus.

Med tema deloma ležijo s periostom pokriti in z vodenasto tekočino, perilimfo, napolnjeni perilimfatični prostori, ki so spojeni prek dveh vodovodov, aquaeductus vestibuli in aquaeductus cochleae, z leptomeningealno votlino, cavum leptomeningicum, lobanjske votline.

a) koščeni blodnjak, labyrinthus osseus

Koščeni blodnjak, labyrinthus osseus, sestoji iz centralnega votlega prostora, preddvora, vestibulum, kateremu so kavdodorzalno priključeni koščeni polkrožni kanalčki, canales semicirculares ossei, in rostroventralno polžek, cochlea. V preddvoru ležita mešiček, utriculus, in vrečica, sacculus, v koščenih polkrožnih kanalih polkrožni vodi, ductus semicirculares, in v polžku polžkov vod, ductus cochlearis, kožnatega blodnjaka.

Koščenemu labirintu se proti lobanjski votlini priključi pri domačih sesavcih kratek notranji sluhovod, meatus acusticus int. V fundusu meatusa akustikusa int. nahajamo, dorzalno in ventralno od kriste transverze, vstopne odprtine za n. intermediofacialis in n. vestibulocochlearis. Area n. intermediofacialis (introitus canalis facialis) leži rostrodorzalno, area cochleae za ramus cochlearis pa rostroventralno od kriste transverze. Area vestibularis superior s. utriculoampullaris in area vestibularis inferior s. saccularis, ki rabita za vstop v notranje uho vlaken ramusa vestibularisa n. vestibulokohlearisa,

ležita kavdodorzalno oz. kavdoventralno od kriste transverze.

Preddvor, vestibulum, je pri govedu in konju približno za grahovo zrno velika votlina, katere medialna stena pomaga oblikovati dno notranjega sluhovoda in katere lateralna stena meji na bobnično votlino. Na medialni steni preddvora nahajamo fino preluknjana kostna polja, sitaste pegice, maculae cribrosae, ki rabijo vlaknom n. vestibulokohlearisa za predor. Tu je tudi nizka, v lumen štrleča kostna letvica, crista vestibuli, ki deli samo po sebi enotno preddvorno votlino na dve vdolbini. V manjši, bolj rostralno ležeči okroglasti vdolbini, oblasti vdolbinici, recessus sphaericus, je vrečica, sacculus, medtem ko večja, ovalna, kavdodorzalno ležeča vdolbina, recessus elipticus, skriva mešiček, utriculus.

Pod oblasto vdolbinico in nekoliko pred njo ležeča jamica, ki prevzema spodnji konec duktusa kohlearisa, se imenuje vhod v polžek, recessus cochlearis.

Votlina vestibuluma je prek preddvornega okenca, ki je s ploščico stremenca zaprto, na eni strani v zvezi z bobnično votlino, komunicira pa na drugi strani tudi s preddvornim hodnikom, scala vestibuli, polžka in s koščenimi polkrožnimi kanalčki skozi medialno, lateralno, dorzalno in ventralno ležečo odprtino njene zadajšnje stene. Končno pa obstaja še tudi zveza z lobanjsko votlino skoz ozek kanal, aquaeductus vestibuli, ki se kavdodorzalno od notranje slušne odprtine, porus acusticus int., med skalničnim in bradavičastim delom vliva v lobanjsko votlino in ima v sebi ductus endolymphaticus.

Koščeni polkrožni kanalčki, canales semicirculares ossei, so trije polkrožno potekajoči, kavdodorzalno od preddvora v skalnici ležeči rovi, ki se na vestibulumu začenjajo delno z ampulastimi razširinami, koščenimi skulicami, ampullae osseae.

Razlikujemo: 1. prednji ali transverzalni kanal, canalis semicircularis ant., ki stoji približno pravokotno in prečno na sagitalno ravnino, 2. zadajšnji ali sagitalni kanal, canalis semicircularis post., ki je postavljen nekoliko sagitalno in se

kavdomedialno priključi na prvega, in 3. lateralni ali horizontalni kanal, canalis semicircularis lat., ki se v približno horizontalnem položaju potiska naprej lateralno proti medialni steni bobnične votline.

Vsak polkrožni kanal ima dva kraka, crura ossea, ki se bodi z ampulasto razširino ali brez nje posamič ali po združitvi dveh krakov polkrožnega kanala, skupaj vlivata v preddvor. Tako se združita rostralni krak sagitalnega in medialni transverzalnega polkrožnega kanala v skupni in brez ampule vlivajoči se crus osseum commune, medtem ko se kavdalni krak horizontalnega polkrožnega kanala prav tako brez ampulaste razširine, kot crus osseum simplex izolirano priključi na preddvor. Temu nasprotno se lateralni krak transverzalnega in rostralni krak horizontalnega polkrožnega kanala priključita direktno drug poleg drugega kot tudi kavdalni krak sagitalnega kanala kot crura ossea ampullaria s po eno ampulo na vestibulum.

Položaj posameznih polkrožnih kanalov je povsem odvisen od drže, v kateri se glava normalno nosi, in kaže zato, glede na vrsto živali, določene razlike. V bistvu so polkrožni kanali razporejeni tako, da je lateralni kanal pri - za vrsto živali - tipični drži glave orientiran horizontalno, sprednji in zadajšni kanal pa v ravninah, pravokotnih k temu, tj. transverzalno oz. sagitalno.

Polžček, cochlea, je izoblikovan iz koščenega kanala, ki se spiralasto vije okrog osnega vretena in se začenja ventrolateralno v preddvoru in opiše pri malih prežvekovavcih 1 $^{1}/_{4}$, pri konju $2^{1}/2$, pri mesojedih in človeku približno 3, pri govedu $3^{1}/2$ in pri prašiču skoraj 4 vijuge, ki so z vmesnimi stenami koščene kapsule ločene druga od druge. Prva vijuga je v začetku rahlo esasto zvita (najizraziteje pri mesojedih) in s tem potiska naprej promontorium na medialni steni bobnične votline.

Polžkovo vreteno ali tulec, modiolus, je os, okrog katere se vije koščeni polžkov kanal, canalis spiralis cochleae, navzgor do polžkove konice, cupula cochleae. Modiolus predstav-

lja stožčast stebriček iz spongiozne kostne substance, katerega baza, basis modioli, je pri domačih sesavcih orientirana vedno dorzomedialno in nekoliko kavdalno, in katerega konica gleda lateralno in nekoliko rostralno. Vreteno oblikuje torej notranjo steno polžkovega spiralnega kanala, canalis spiralis cochleae, medtem ko njegovo zunanjo steno pri odraslih živalih predstavlja večinoma del kostne mase skalničnega dela, pars petrosa, ki se ne da izolirati.

Od polžkovega vretena štrli tanka, prav tako spiralno potekajoča, pravokotno na os vretena stoječa koščena lamela, zavojita ploščica, lamina spiralis ossea, v koščeni kanal polžka, ne da bi dosegla njegovo zunanjo steno in konico polžka. Ta spiralna lamela se začenja med preddvornim in polžkovim okencem, se proti konici vretena vse bolj oži in se končuje s kaveljčkom, hamulus laminae spiralis. S tem se votlina kanalisa spiralisa kohlee razdeli na dva hodnika, ki na zunanji steni in na kupuli kohlee med seboj komunicirata: 1. v preddvoru začenjajoči se preddvorni hodnik, scala vestibuli, in 2. bobnični hodnik, scala tympani, ki se na polžkovem okencu spaja z bobnično votlino. Scala vestibuli leži nad, scala tympani pa pod lamino spiralis oseo in je od bobnične votline ločena z drugotno opno, membrana tympani secundaria, polžkovega okenca.

Na konici modiolusa se nahaja majhna lijakasta votlina, v kateri prehajata oba hodnika drug v drugega in ki jo imenujemo polžkova luknjica, helicotrema. Ta votlina oblikuje v bližini promontoriuma kupolasto konico polžka, cupula cochleae, in ima na splošno eliptično obliko. Njena podolžna os stoji pri prašiču in govedu pravokotno, pri mesojedih vzporedno z osjo modiolusa, medtem ko ima helicotrema pri malih prežvekovavcih in konju bolj kroglasto obliko.

V modiolusu nahajamo najnežnejše kostne kanalčke, od katerih leži canalis spiralis modioli na bazi lamine spiralis osee in ima v sebi ggl. spirale cochleae. Njegove bipolarne ganglijske celice pošiljajo svoje periferne podaljške h Cortijevemu

organu, medtem ko se njihovi centralni nevriti zberejo kot vlakna ramusa kohlearisa n. vestibulokohlearisa v paralelno k modiolusovi osi potekajočih vzdolžnih kanalih, canales longitudinales modioli, in se prevajajo proti možganom.

Tulec, modiolus, je pri mesojedih visok in ozek, pri ovci in konju kratek in širok, medtem ko zavzemajo prašič, koza in govedo v tem oziru srednji položaj. Zaradi tega je polžek pri mesojedih stebričast, pri prašiču, kozi in govedu stožčast in pri ovci ter konju polkroglast. Odlitek koščenega polžkovega kanala ustreza na hrbtu ležeči hišici vinogradniškega polža.

Kožnati labirint, labyrinthus membranaceus

Kožnati labirint, labyrinthus membranaceus, je kompliciran, v koščeni labirint vdelan, tankostenski sistem votlin, ki pa svoje koščene kapsule ne napolnjuje povsem. Povsod tam, kjer se kožnati labirint ne prilega neposredno periostalni prevleki notranjih sten koščene kapsule labirinta, se vrivajo perilimfatični prostori, spatia perilymphatica, ki so napolnjeni s perilimfo. Ti prostori so delno prepreženi z nežnimi vezivnimi konopci, ki spajajo zunanjo steno kožnatega in notranjo steno koščenega labirinta in tako so perilimfatični prostori na videz predeljeni.

Stena kožnatega labirinta sestoji iz tanke vezivne proprije, bazalne membrane in obloge iz vedno enoskladnega epitelija, ki se tam, kjer so čutni živci v zvezi z njo, preobrazi v specifični čutni ali nevroepitel. Votline kožnatega labirinta so napolnjene z endolimfo.

Kožnati labirint je sestavljen iz: 1. preddvornega ali vestibularnega aparata, ki ima v sebi receptorje za čut ravnotežja in s tem predstavlja organ za ravnotežje, in 2. iz nanj priključenega kožnatega polžkovega voda, ductus cochlearis, v katerega je vgrajen specifični čutni epitel za zaznavanje sluha, in ki zato predstavlja najvažnejši del slušnega organa.

1. Organ za ravnotežje, pars statica labyrinthi, vestibularni aparat: sestoji iz obeh, v vestibulum koščenega labirinta ležečih preddvornih vrečk, mešička, utriculus, in vrečice, sacculus, pri čemer utriculus zavzema eliptično vdolbinico, recessus ellipticus, sacculus pa oblasto vdolbinico, recessus sphaericus, preddvora, kot tudi iz treh na utriculus priključenih kožnatih polkrožnih vodov, ductus semicirculares, s kožnatimi skulicami, ampullae membranaceae.

Medtem ko so duktusi semicirculares in utriculus pritrjeni z nežnimi vezivnimi prečkami perilimfatičnih prostorov na stene koščenega labirinta, je sacculus spojen s steno preddvora prek vezivne plošče. Utriculus in sacculus sta med seboj spojena prek ozkega voda, ductus utriculosaccularis, od katerega se odcepi ductus endolymphaticus, ki poteka skoz aquaeductus vestibuli do pod duro lobanjske votline, kjer se pri človeku razširi v endolimfatično vrečo, saccus endolymphaticus. Ductus in saccus endolymphaticus naj bi rabila za resorpcijo endolimfe.

Trije zelo ozki polkrožni vodi, ductus semicirculares, ležijo in se vedejo kot ustrezni koščeni polkrožni kanali in zato lahko tudi razlikujemo ductus semicircularis ant., post. in lat. S svojim konveksnim robom se kožnati vodi držijo za stene svoje koščene kapsule. Sicer pa jih obdajajo relativno široki perilimfatični prostori, katerih rahlo ogredje je spojeno z membrano proprijo duktusa semicirkularisa. Kožnati polkrožni vodi so vsi pokriti z enoskladnim, ploščatim do kubičnim epitelom.

Od kožnatih polkrožnih vodov kažeta samo lateralni krak duktusa semicirkularisa ant. in rostralni krak duktusa semicirkularisa lat. kot tudi kavdalni krak duktusa semicirkularisa post. pred svojim priključkom na utrikulus kožnato skulico, ampulla membranacea, ki jih označujemo kot ampulla membranacea ant., lat. in post.

Tam, kjer se vlakna ramusa vestibularisa n. vestibulokohlearisa priključijo na steno ampule, se membrana propria dviguje v grebenasto, v lumen štrlečo letvico, crista ampullaris, ki jo pokriva visoko prizmatičen nevroepitel. Ta sestoji iz vitkih,

na bazi razširjenih opornih ali nitastih celic in med nje vrinjenih čutnih ali dlačnih celic, ki nosijo na svojem prostem polu šop zlepljenih trdih čutnih dlačic. Cristae ampullares nosijo stožčasto, v lumen štrlečo progasto strukturirano galertno kapo, cupula, v katero štrlijo šopki stereocilij dlačnih celic, ki so opredene z brezmielinskimi vlakni ramusa vestibularisa.

Gibanja endolimfe polkrožnih vodov, kakršna nastanejo pri spremembah položaja glave, povzročajo premikanje in spremembo oblike kupule, s tem pa tudi ustrezen premik čutnih dlačic in draženje dlačnih celic.

Na medialni steni preddvornih vrečk, utrikulusa in sakulusa, je opredeljena, ovalna, ploska vzvišina, pegica mešička, macula utriculi, in pegica vrečice, macula sacculi, ki sta prav tako pokriti z nevroepitelom. Ta kaže v principu enako fino zgradbo kot čutni epitel ampularnih krist, cristae ampullares. Šopki dlak čutnih celic tičijo v ploski, galertasti pokrivni plasti, v katero so vloženi majhni, prizmatični kristali ogljikovokislega apna, statolithi ali ravnotežni kamenčki, statoconia, in ki se zato imenuje statolitna membrana ali kožica ravnotežnih kamenčkov, membrana statoconiorum. Statolitna membrana je specifično težja kot endolimfa, zaradi česar vodijo pozitivne ali negativne progresivne pospešitve do sprememb pritiska in tega v membrani in s tem do vzdraženja čutnih celic.

Funkcija: vestibularni aparat je visoko diferenciran čutni aparat za vzdrževanje ravnotežja. Od njega izhajajoča vzdraženja uravnavajo tonus muskulature, ki obvladuje držo glave in telesa glede na delovanje sile teže, in krmarijo reflektorne premike muskulature za obdržanje ali ponovno vzpostavitev normalne drže telesa in glave, in ki so spojeni z vsako aktivno ali pasivno spremembo položaja glave in telesa. Obenem pa tudi kompenzatorno uravnavajo položaj očes glede na položaj telesa v prostoru.

Inervacija: senzorična vlakna, ki oskrbujejo nevroepitel ampularnih krist kot tudi pegice mešička in vrečice, maculae utriculi in sacculi, izvirajo iz preddvornega ali ravnotežnega živca, n. vestibularis, ki se sedaj imenuje kot del VIII. mož-

ganskega živca, pars vestibularis n. vestibulocochlearis. Na dnu notranjega sluhovoda leži ggl. vestibulare, ki ga oblikujejo bipolarne ganglijske celice. Tu se deli pars vestibularis n. vestibulocochlearis na dve veji: pars superior in pars inferior s po enim delom gangliona vestibulare.

Pars superior vstopi skoz areo vestibularis sup. v predvor in se deli na n. utriculoampullaris, ki oddaja n. utricularis, in nn. ampullares za sprednjo in lateralno ampulo, kakor tudi n. saccularis. Pars inferior uporablja areo vestibularis inf. za vstop v preddvor in se deli na n. ampullaris post. za ampulo duktusa semicirkularisa post. in n. saccularis. Oddaja tudi spojno vejo na ramus cochlearis n. vestibulocochlearis. Te majhne intravestibularne živce oblikujejo periferni podaljški bipolarnih ganglijskih celic gangliona vestibulare, medtem ko se njihovi centralni nevriti združijo v pars vestibularis VII. možganskega živca.

2. Slušni organ, pars auditiva labyrinthi, kožnati polž, ali polžkov vod, ductus cochlearis, je prek duktusa reuniensa v zvezi s sakulusom vestibularnega aparata. Polžkov vod, ductus cochlearis, predstavlja cev, ki se vije spiralno okrog modiolusa koščenega polžka in je na prečnem prerezu trikotna. Začenja se v vestibulumu s preddvornim slepim koncem, caecum cupulare, ter ima v sebi čutni epitel za slušne zaznave. Na svoji poti do konice polžka spremljata ductus cochlearis dorzalno in ventralno po en relativno širok, nepretinjen perilimfatični kanal, bobnični hodnik, scala tympani, in preddvorni hodnik, scala vestibuli.

Nad skalo tympani ležeča, tudi membrana spiralis imenovana ventralna stena duktusa kohlearisa, timpanalna stena polžka, paries tympanicus ductus cochlearis, sedi na tanki vezivni plošči, osnovni plasti, lamina basilaris, ki je razpeta med prostim robom lamine spiralis osee in zunanjo steno polžka oz. lig. spirale cochleae in nosi spiralni organ, organum spirale ali Cortijev organ, ki rabi za pretvorbo zvočnih valov v živčna vzburjenja.

Dorzalno steno polžkovega voda, paries vestibularis ductus cochlearis, oblikuje tanka opna, membrana vestibularis (Reissnerjeva membrana), ki sočasno predstavlja razmejitev nasproti skali vestibuli.

Zunanja stena polžkovega voda, paries externus ductus cochlearis, je prek blazinasto odebeljene vezi, lig. spirale cochleae, čvrsto zraščena s periostom koščene polžkove kapsule. Na bazalnem grebenu, crista basilaris, je lig. spirale cochleae spojen tudi z osnovno plastjo, lamina basilaris. Spiralna vez oblikuje letvičasto vzvišino, spiralno štrlino, prominentia spiralis, ki štrli v svetlino duktusa kohlearisa, in v kateri poteka štrleča žila, vas prominens. Nad prominencijo spiralis nahajamo v najvrhnejših plasteh spiralne vezi močno vaskularizirano področje, žilni trak, stria vascularis, katerega kapilare se vrivajo delno v visoki cilindrični epitel s pigmentom. V področju strije vaskularis naj bi se izločala endolimfa.

Oba hodnika, bobnični in preddvorni, sta pokrita z enoskladnim ploščatim do nizko kubičnim epitelom, ki prevlači tudi dorzalno steno polžkovega voda vzdolž membrane vestibularis.

Na lamini basilaris duktusa kohlearisa sedi visoko specializirani nevroepitel Cortijevega spiralnega organa, organum spirale, ki zavzema celotno ventralno steno polžkovega voda med lig. spirale cochleae in lamino spiralis oseo.

Na prostem robu koščene spiralne lamele je periost odebeljen dorzalno v rob spiralne koščene plošče, limbus laminae spiralis osseae, katerega zgornji podaljšek oblikuje kot labium limbi vestibulare nasadišče krovne kožice, membrana tectoria, in katerega spodnji podaljšek leži kot labium limbi tympanicum na bazalni plošči proti modiolusu.

Galertna, progasto strukturirana krovna membrana, membrana tectoria, pokriva čutne celice Cortijevega organa, pri čemer se dotika nežnih čutnih dlačic. Labium limbi vestibulare pokriva enoskladen, kubičen do cilindričen epitel, ki omejuje sulcus spiralis int., ki leži med membrano tektorijo in spiralnim orga-

nom in s svojimi prostimi celičnimi vrhovi štrli kot letvica v njegovo svetlino (t.i. "slušni zobčki", dentes acustici).

Spiralni organ, organum spirale (Corti), sestoji kot cristae ampullares in maculae utriculi et sacculi iz čutnih, dlačnih ali slušnih celic in iz opornih celic, ki te celice vzdržujejo v njihovem položaju in so ojačene s tonofibrilami. Slušne celice nosijo na svoji prosti površini nežne čutne dlačice, ki niso med seboj zlepljene. Pod membrano tektorijo oblikujeta dve oporni celici, spremenjeni v stebričasti celici, s svojima močnima, kot strešno sleme drug nasproti drugemu nagnjenima opornima stebričkoma iz tonofibril, notranji ali Cortijev predor.

Dlačne ali slušne celice sedijo aksialno in periferno od Cortijevega predora in zato razločujemo notranje in zunanje dlačne celice. V položaju jih fiksirajo notranje in zunanje oporne celice, t.i. falangalne ali Deiterjeve celice. Te so prav tako ojačene s tonofibrilami in oblikujejo s svojimi glavnimi ploščami in stebričastimi celicami rešetkasto preluknjano krovno membrano, t.i. mrežasto kožico, membrana reticularis Cortijevega organa. Skoz njene pore štrlijo dlačice ali slušne celice na površino. Na prečnem prerezu skoz spiralni organ se nahaja aksialno od Cortijevega predora samo ena slušna celica, medtem ko se periferno od njega priključijo 3 do maksimalno 5 zunanjih slušnih celic. Znotraj celotnega duktusa kohlearisa so notranje in zunanje slušne celice razporejene v spiralasto potekajoče vrste. Pri človeku naj bi bilo približno 3500 notranjih in blizu 12000 zunanjih slušnih celic.

Periferni sklep Cortijevega organa oblikujejo visoko prizmatične Hensenove celice, katerim se priključujejo približno kubične Claudiusove celice. Te vzpostavljajo spoj s pokrovnim epitelom vezi, lig. spirale cochleare, in hkrati oblikujejo dno sulcusa spiralisa ekst.

Inervacija: Pravi slušni živec je n. cochlearis ali pars cochlearis n. vestibulocochlearis. Potem ko pridejo njegova vlakna skozi tractus spiralis foraminosus areae cochleae v

notranjem sluhovodu, vstopijo kot močan, vrvasto spiralno zasukani živčni konopec v modiolus in se nato na bazi lamine spiralis osee ustrezno njenemu poteku radialno in pahljačasto razdelijo v posamezna vlakna z mielinsko ovojnico in snopiče vlaken. Pri teh živčnih vlaknih gre za centralne nevrite bipolarnih ganglijskih celic, ki ležijo ob nasadišču spiralne lamele v eni vrsti kot posamezne celice ali celične skupine v kanalisu spiralisu modioli in v celoti predstavljajo ggl. spirale cochleae. Periferni podaljški teh ganglijskih celic, ki imajo najprej prav tako mielinsko ovojnico, potekajo pahljačasto, ob oblikovanju pleksusa na spodnji strani lamine spiralis osee, k ustnici timpanalnega roba, labium limbi tympanicum. Tukaj izgubijo svoje mielinske ovojnice, gredo skozi foramina nervosa laminae basilaris in opredajo slušne celice po prečkanju Cortijevega predora.

Pars cochlearis n. vestibulocochlearis pri sesavcih pa tudi ne vodi samo senzoričnih vlaken, ki izvirajo iz Cortijevega organa. Pač pa so v njem tudi vlakna, ki prihajajo prek spojne veje z n. vestibularisom od vestibularnega aparata, tj. od kriste ampularis kavdalnega polkrožnega kanala in od sakulusa. Ta vlakna se ločijo od n. vestibulokohlearisa šele v rombastih možganih. To je nadaljnji dokaz za to, da predstavljata celotni kožnati labirint in s tem tudi n. vestibulocochlearis razvojno zgodovinsko enoto.

Funkcija: Zvočni valovi, ki jih prestreže uhelj in ki se prenašajo prek bobniča in slušnih koščic na preddvorno okence, povzročajo v perilimfi skale vestibuli nihaje, ki se prenašajo na lamino basilaris in membrano vestibularis. S tem pride v nihanje tudi membrana tectoria, ki je prek labiuma limbi vestibulare spojena z obema membranama. Valovita gibanja pokrovne membrane se prenašajo na čutne dlačice slušnih celic in ti mehanični dražljaji izzovejo končno adekvatna vzburjenja v čutnih celicah Cortijevega organa.

Žilje srednjega in notranjega ušesa

Srednje uho je vaskularizirano z vejo kavdalne utripalnice uhlja, a. auricularis caud., oz. kondilarne arterije, a. condylaris (prašič), tj. z a. stilomastoideo, ki vstopi skoz istoimensko odprtino v canalis facialis in prek njega dospe v bobnično votlino.

Notranjemu ušesu dovaja kri a. labyrinthi, ki predstavlja vejo arterije možganskega spodka, a. basilaris cerebri, ali kavdalne utripalnice malih možganov, a. cerebelli caud. Z n. vestibulokohlearisom dospe skoz notranji sluhovod v preddvor in se tu razdeli v veje, rami vestibulares, in ramus cochlearis. Odvodne vv. labyrinthi zapustijo skalnico prav tako skoz meatus acusticus int. in se vlivajo na splošno v bazalni sistem krvnic.

N. vestibulocochlearis (VIII)

Čisto senzorični n. vestibulocochlearis (VIII) se začenja z dvema koreninama, radix vestibularis in radix cochlearis, tesno za n. intermediofacialisom (VII) iz podaljšane hrbtenjače in poteka lateralno neposredno k porusu akustikusu int. V notranjem sluhovodu se oba dela ločita in vstopita kot pars vestibularis in pars cochlearis v notranje uho. Ta dva dela n. vestibulokohlearisa se pogosto enostavno imenujeta n. vestibularis in n. cochlearis.

Medtem ko poteka pars cochlearis kot enoten živčni konopec do modiolusa in se od tukaj, ob vključitvi gangliona spirale cochleae, priključi na Cortijev organ, se pars vestibularis deli na pars superior in pars inferior, v katera je vložen po en del gangliona vestibulare (pars superior in pars inferior). V preddvoru oddajata oba dela več majhnih živcev, ki oskrbujejo s senzoričnimi živci grebene v skulici, cristae ampullares, in pegice mešička in vrečice, maculae utriculi in sacculi. Bipolarne živčne celice gangliona vestibulare in gangliona spirale cochleae dobavljajo vlakenski material preddvornega dela, pars vestibularis, in polžkovega dela, pars cochlearis n.

vestibulocochlearis, in hkrati oblikujejo prvi nevron aferentnega prevodnega loka, prek katerega dosežejo specifični dražljaji možgane in se tukaj v ustreznem končnem jedru rombastih možganov preklopijo na centralne prevodne proge vestibularnega in kohlearnega dela, partes vestibulares et cochleares n. vestibulocochlearis.

a) centralne vestibularne proge

Čeprav je o centralnih vestibularnih progah že bilo razpravljano v zvezi z orisom prevodnega nauka rombastih možganov, naj bodo tukaj še na kratko opisane.

Aferentna koreninska vlakna vestibularnega dela, pars vestibularis, vstopajo kot radix vestibularis tesno rostralno od vlaken kohlearnega dela,ppars cochlearis n. vestibulocochlearis, dorzalno v corpus trapezoideum in potekajo med korpusom restiforme in traktusom spinalisom n. trigemini direktno k njihovim, v lateralnem kotu rombaste jame, fossa rhomboidea, v t.i. arei vestibularis ležečim končnim jedrom (nuc. vestibularis rostralis (Bechterew), nuc. vestibularis spinalis (Roller), nuc. vestibularis med. (Schwalbe), nuc. vestibularis lat. (Deiters)), v katerih se bodi končujejo, ali katerim oddajajo samo kolaterale. En del pa dospe direktno v male možgane (t.i. direktna senzorična malomožganska proga), ali kot tractus spinalis n. vestibularis k dorzalnim jedrom medule.

Centralne vestibularne proge, ki izhajajo iz končnih jeder, potekajo:

1. Kot tractus vestibulocerebellaris, delno direktno, delno prek korpusa restiforme, v male možgane, s katerimi je vestibularni aparat v najtesnejših odnosih, v službi orientacije v prostoru, statike in regulacije ravnotežja.

2. Kot tractus vestibulolongitudinalis k medialnemu podolžnemu snopiču, od katerega se odvajajo kolaterale na motorična jedra živcev za zrkelne mišice, živce škržnih oblokov in hrbtenjačnih živcev, kot tudi nacnuc. ruber (tractus vestibulo-

rubralis) in ploščo četveroglavičja (tractus vestibulotectalis).

3. Kot tract. vestibuloreticularis k jedrom, nuclei reticulares, kjer lahko pride do preklopljenja na tract. reticulospinalis.

4. Kot tract. vestibulospinalis od Deiterjevega vestibularnega jedra direktno do motoričnih koreninskih celic hrbtenjače.

5. Kot tract. vestibulothalamicus in tract. vestibulopallidalis do jeder vmesnih možganov in k palidumu.

Dražljaji, ki jih vestibularni aparat oddaja naprej na centralni organ, izzovejo tam impulze, ki s pomočjo centralnih vestibularnih prog reflektorno korigirajo motnje v ravnotežju ali motnje v stalnosti pogleda.

b) centralna slušna proga

Centralni nevriti bipolarnih ganglijskih celic v spiralnem ganglionu polžka, ggl. spirale cochleae, se priključijo kot vlakna kohlearnega dela, pars cochlearis n. vestibulocochlearis, pod slušno hrgico, tuberculum acusticum, na trapezoidno telo in se končujejo kot aferentna koreninska vlakna delno v nukleusu kohlearisu ventr., delno v nukleusu kohlearisu dorz. tuberkuluma akustikuma. V teh končnih jedrih kohlearnega dela, pars cochlearis, se začenjajo drugi nevroni in s tem centralna slušna proga.

Iz nukleusa kohlearisa ventr. izhajajoča vlakna tvorijo corpus trapezoideum in potekajo k nukleusu dorzalisu in ventralisu trapezoidnega telesa iste ali nasprotne strani, pri čemer se križajo v šivu, raphe. Oblikujejo t.i. ventralno pot centralne slušne proge, lahko pa se tudi priključijo direktno lateralni zanki, lemniscus lat., nasprotne strani. Ta sestoji iz vlaken tretjega nevrona, ki ima svoj začetek v jedrih trapezastega telesa.

Od ganglijskih celic nukleusa kohlearisa dorz. izhajajoči nevriti uberejo drugo, tj. dorzalno pot centralne slušne proge. Potekajo medialno čez corpus restiforme direktno pod dnom fose romboidee kot striae medullares proti mediani ravnini. Tu se v šivu, delno površinsko, delno globlje, križajo proti nasprotni strani in se nato priključijo na kontralateralni lemniscus lat., ali pa na nasprotna stranska trapezasta jedra. T.i. dorzalna slušna proga pa lahko poteka tudi po isti strani.

Vlakna lateralne zanke potekajo rostralno do srednjih možganov, se lahko v nukleusu lemniskusa lat. še enkrat preklopijo in se končujejo bodi v zadnjih dveh gričkih četveroglavičja ali prek ročaja kavdalnih gričkov, brachium colliculi caud., v korpusu genikulatumu med.

Od kavdalnih gričkov, colliculi caudd., in od nukleusa lat. zanke, nuc. lemnisci lat., se vzpostavijo spoji za vodenje refleksov k motoričnim jedrom očesnih mišic do formacije reticularis kot tudi do fascikulusa longitudinalisa med. in s tem tudi do motoričnih koreninskih celic hrbtenjače, s čimer se izzovejo t.i. slušni refleksi.

Od korpusa genikulatuma med. nato končno izvira projekcija vzburjenj, izhajajočih od slušnega organa prek radiacije akustike proti arei akustiki skorje velikih možganov, kjer pride nato do zaznave slišanega.

K A Z A L O

Adenohipofiza 65,214,215
Adenohypophysis 65,214,215
Adhaesio interthalamica 67
Adrenalin 233
Adiuretin 219
Aequator lentis 269
Akomodacija leče 269
Aksoplazma 26
Ala cinerea 81
Aldosteron 233
Ampulla membranacea 3o5
- ossea 3o1
Angulus iridocornealis 26o
- oculi 276
Anthelix 289
Antitragus 29o
Anulus sclerae 254
- tympanicus 292
Aparat, solzni 251,278
- vestibularni 288,3o4,3o5
Apparatus lacrimalis 251,278
Apertura mediana ventriculi IV
(foramen Magendii) 82,83,85
- lateralis ventriculi IV
(foramen Luschkae) 82,83,85
Apex auriculae 289
Aquaeductus cochleae 3oo
- mesencephali (Sylvii)
11,66,67,71,8o,81,83
- vestibuli 3oo,3o1
Arachnoidea 31,85,87,88
Arbor vitae 75
Archencephalon 9
Archipallium 16,49
Area centralis retinae 268,
271,281
- - rotunda 268
- - striaeformis 268
- cochleae 3oo
- cribrosa sclerae 254,267
- n. intermediofacialis 3oo
Area olfactoria 5o
- optica 25o
- praecommissuralis 53,57,58
- subcallosa s.adolfactoria 53
- vestibularis 81
- - inf.s.sacc ularis 3oo
- - sup.s.utriculo-
ampullaris 3oo
Arteria, Arteriae
- auricularis caud. 311
- basilaris cerebri 93,311
- carotis cerebralis 94,96
- - communis 94,96
- - int. 93,94,96,1o2
- centralis retinae 266,267
- cerebelli caud.95,311
- cerebri 94,95,96
- chorioidea caud. 95
- - rostr. 95,96
- ciliaris post.brevis 28o
- - - longa 281
- comitans 93
- communicans caud. 95,96
- - rostr. 94
- condylaris 97,311
- corporis callosi 94,95,96

Arteria, Arteriae
- ethmoidalis 94,96
- hyaloidea 266
- hypophysialis 217
- intercarotica caud. 94,96
- intercostalis dors. 92
- - suprema 92
- labyrinthi 95,311
- lumbalis 92
- maxillaris 97
- occipitalis 93,95,97
- ophthalmica ext. 94,96,28o
- - int. 94,28o
- parathyreoidea 233
- radicularis 92,93
- sacralis int. 92
- spinalis 92,93,95,96
- stylomastoidea 311
- sulcocommissuralis 93
- thyreoidea 223
- vertebralis 92,93
Ascensus medullae spinalis 32, 35,36
Astrocit 19
Atrofija, Guddenova 28
Auricula 288
Auris externa 287,288
- interna 288,3oo
- media 288,293
Axon 21

Basis encephali 44
Beločnica 251,253,254
Betič, vohalni 13,45,49,5o
Blazina pomola 66
Blazinica 284
Blodnjak, koščeni 3oo
- kožnati 3oo,3o4
Bobnič 288,292
Brachium colliculi caud. 7o
- - rostr. 7o
- conjunctivum 7o,74,8o
- pontis 73,74,75,8o
Bradavica, gobasta 247
- listasta 247
- otočkasta 247
- solzna 277
Bradavičica 65
Brazda, Ammonova 12
- ločna zadnja 12
- mediana dorz. 32
Brbončica, okušalna 26,247
Brdo 294
Brst, okušalni 25
Bulbus medullae spin. 72,77
- oculi 25o,253
Bulla tympanica 294

Caecum cupulare 3o7
Calamus scriptorius 8o
Camera bulbi ant.,post. 252,268
- obscura 256
- vitrea bulbi 252,27o
Canales longit. modioli 3o4
- semicirculares ossei 3oo,3o1
Canaliculus lacrimalis 278
Canalis centralis 3o,37,38,39
- hyaloideus 271
- spiralis cochleae 3o2,3o3
- - modioli 3o3
Capsula externa 61
- extrema 61
- interna 61,62
- lentis 269

Cartilago auriculae 289
- auricularis 29o
- palpebrae tertiae 277
- tubae auditivae 298
Caruncula lacrimalis 277
Cauda equina 32,34
Caudex 43
Cavum leptomeningicum 31,4o, 82,83,85,86,87,3oo
- subarachnoideale 31,4o
- subdurale 85
- tympani 293
Celica, Celice
- anakrina 265
- bobnična 295
- Claudiusova 3o9
- čutna 241,3o6
- Deiterjevega tipa 2o,3o9
- dlačna 3o6
- drsna 7
- ependimska 7
- falangalna 3o9
- ganglijska 2o
- Golgijevega tipa 2o
- Hensenova 3o9
- Hortegova 19
- kromafina 233
- Merkelejeva tipalna 243
- Müllerjeva oporna 264
- nevroglia 18
- okušalna 246
- satelitska ali trabantska 19
- Schwanova 22
- slušna 3o9
- vohalna 249
- zrnata 19
- živčna 2o
Cellulae mastoideae 295
- tympanicae 295
Center, vidni 25o
Cerebellum 1o,11,41,43,73,74
Cerebrum 13,41,44,48
Cerumen 292
Cev, epifizna 15,67
- medularna 7
- nevralna 14
Cevčica, solzna 278
Chiasma opticum 44,45,64,271,283
Cholesteatom 6o
Chorda dorsalis 9
- tympani 161,163,296
Chorioidea 251,256
Cilia 276
Ciliarnik 256,257
Cilinder, osni 21
Circulus art. cerebri 94,99,1oo 217
- - iridis 26o,281
- - n. optici 281
Cisterna subarachnoidealis 88
Claustrum 61,63
Cochlea 3oo,3o1,3o2
Colliculus caud. 7o
- facialis 8o
- rostr. 7o
Columna fornicis 57
Commissura alba 38
- caudalis 11
- fornicis s. hippocampi 53,57
- grisea 38
- habenularum 66
Commissura hippocampi 12
- palpebrarum 275
- rostralis 12,15,52

Commissura superior 15
Cona, Headova 246
- obrobna 39
Concha auriculae 29o
Confluens sinuum lol
Conus medullaris 32
Cornea 251,253,254
Cornu Ammonis 12,13,55,56
- dorsale 38
- laterale 38
- ventrale 38
Corpora caudalia 237
Corpus adiposum orbitae 25o
- - extraorbitale 273
- - intraperi-
orbitale 273
- amygdaloideum 51,59,61,63
- callosum 12,16,43,52
- cerebelli 76
- geniculatum 66,67,7o,284
- mamillare 11,57,65
- medullare cerebelli 75
- pineale 11,66,237
- restiforme 75,79
- striatum 12,49,61
- trapezoideum 73,78
- vitreum 252,27o
Cortex lentis 268
Corticosteron 233
Corticotropin 22o
Cortisol 233
Crista ampullaris 3o5
- statica 26
- vestibuli 3ol
Crus cerebri 11
- fornicis 57
Crus helicis 289
- s. pedunculus cerebri
44,62,7o
Culmen 75
Cupula 3o6
- cochleae 3o2
Cymba conchae 289
Čepnica 264
Češerika 66,237
Čolnič 289
Črv 16,17,44,74
Čut bolečine 242
- temperature 242
- tipa 242
Čutila 239
Deblo, možgansko 12,41,44
- prečnika 52
Declive 75
Decussatio pyramidum 78
Degeneracija, retrogradna 28
- Wallerjeva 28,29
Del bobniča, ohlapni 293
- limbični 5o
- mrežnice slepi 252,263
- - vidni 252,263
- vmesni 38
Dendrit 21
Dentes acustici 3o9
Deuterencephalon 9
Diencephalon lo,11,14,41,44,64
Discus n. optici 252,257,266
Diverticulum tubae auditivae 299
Dlačica, vohalna 249
Dlaka, čutna 243
- sinusna 243

Dlaka, sledilna 243
Dno, rombasto lo
Dorsum auriculae 289
- sellae 94
Drevesce, končno 21
- življensko 75
Ductus cochlearis 3oo,3o4,3o7
- endolymphaticus 3o1,3o5
- nasolacrimalis 251,278
- reuniens 3o7
- semicircularis 3oo,3o5
- utriculosaccularis 3o5
Dura mater 85,89
- - spinalis 31

Ectomeninx 84
Eksteroceptor 241
Eminentia conchae 29o
- decussata 41
- medialis 8o
- nuclei vestibularis 81
- olivaris 79
Encephalon 9,3o,41
Endocranium 85
Endolimfa 3o4
Endomeninx 84
Endorhachis 31,84
Endothelium camerae ant. 255
Entroceptor 241
Epifiza 11,15,66,237
Epinevrij 23
Epiphysis 11,15,66,237
Epitelij, vohalni 249
Epithalamus 11,66
Epithelium anterius corneae 255
- lentis 269
Epitympanicum 293
Excavatio disci 266

Facies lentis ant., post. 269
Falx cerebelli 9o
- cerebri 9o
Fascia orbitalis 273
Fasciculus cuneatus 4o,79
- gracilis 4o,79
- opticus 45,144
Fastigium 75
Fenestra cochleae s. rotunda 294
- vestibuli s. ovalis 294
Fibrae arcuatae spf. 79
- lentis 27o
- zonulares 27o
Fibrise, karpalne 243
Fila olfactoria 249
Filum olfactorium 22,45,49,144
- radiculare 34
- terminale 32,36,89
Fimbria hippocampi 55,59
Fissura lateralis cerebri(Sylvii)11
- longitudinalis cerebri 43
- mediana ventralis 32
- parafloccularis 77
- petrotympanica 296
- praeculminata 77
- praepyramidalis 77
- prima 76
- pseudosylvia 46,51
- sylvia s. lat. cerebri 51
- transversa encephali 43,91
Flocculi 15,17,76
Folium cerebelli 44,74
- vermis 75

Foramen interventriculare
(Monroi) 12,58,6o,67,83
- Luschkae 83
- Magendii 83
Foramina lacrimalia 278
Formacija, hipokampusova 54,55
Formatio reticularis 39,2o9
Fornix 53,55,57,58
- conjunctivae 276
Fossa hyaloidea 271
- hypophysica 65
- intercruralis 71
- lateralis cerebri 52
- rhomboidea 71,79,8o
- sacci lacrimalis 278
Frenulum veli medullaris 81
Funiculus dorsalis 33,4o
- ventrolateralis 33,4o

Ganglij, bazalni 61
- debelni 61
- spinalni 34,1o6
- trebušni 194
Ganglion aberans 34,1o5
- aorticorenale 198
autonomicum s. praevertebrale 187
- cardiacum 193
- caudale 2oo
- cervicale caud. 175, 188,191
- cervicale cran. 172,188
- - medium 191
- cervicothoracicum s. stellatum 175,191,192,194
- ciliare 147,189,2o4
Ganglion coeliacum 194,196
- distale s. nodosum 172
- - - petrosum 167,168
- geniculi 162,296
- impar 2oo,2o1
- lateropharyngeum 17o
- lumbale 195
- mandibulare 161,2o4
- mesentericum cran. 196
- oticum 157,2o5
- pelvinum 2oo,2o1,2o8
- phrenicum 197
- proximale s. jugulare 1 167,171,172
- pterygopalatinum 2o4
- renale 198
- sacrale 199,2oo
- spinale 34,1o6
- spirale cochleae 3o3,31o
- sublinguale 161
- thoracicum 194
- trigeminale s. semilunare 15o
- trunci sympathici 186
- vestibulare 3o7
Geniculum n. facialis 162
Genu corporis callosi 52
Glandula caruncule lacrimalis 277
- lacrimalis 251,278
- olfactoria 249
- palpebrae tertiae 277
- parathyreoidea 225
- pituitaria 214
- suprarenalis 23o
- tarsalis 276
- thyreoidea 221

Glandulae tubariae 299
Glaukom 271
Glia 8
- celica 7
Glioblast 7
Gliom 2o
Globus pallidus 61,63
Glomus aorticum 236,246
- caroticum 236,246
Gmota, sredsrednja 11,67
Gonadotropin 219
Granula iridis 26o
Granulacija Pachioninijeva 88
Granulatio arachnoidealis 88
Grba črva 76
Grbica, siva 64
- slušna 81
Griček, ganglijski ali progasti 12,49
- sprednji 7o
- zadnji 7o
Griseum 2o
Guba, možganska ventralna 9
Gumbek, končni 24,26
Gyrus ambiens 51
- callosus 57
- cinguli 54
- dentatus 55,56
- diagonalis 5o,53
- fornicatus 54
- genualis 55
- involutus 56
- olfactorius 5o
- parahippocampalis 54,55
- paraterminalis s. subcallosus 53
- sagittalis 51
Gyrus semilunaris 51
- splenialis 55
- supracallosus 54
-
Habenulae 11,65
Hamulus laminae spiralis 3o3
Helicotrema 3o3
Helix 289
Hemisfera 48
- malomožganska 74
Hemisphaerium 43,44
- cerebelli 44,74
Hipertireoza 225
Hipotireoza 224
Hippocampus 12,55,56
Hodnik, bobnični 3o3,3o7
- preddvorni 3o1,3o3,3o7
Hormon, adenokortikotropni (ACTH) 234
- folikulostimulirajoči (FSH) 219
- luteinizirajoči (LH) 219
- luteotropni (LTH) 219
- melanotropni (MSH) 22o
- somatotropni (STH) 22o
- tireotropni (TSH) 22o
Hrbet sedla 94
- školjke 289
Hrbtenjača 9,3o
- podaljšana 1o,11,78
Hrgica, Wulzenova 216
Hrustanec, kirasirski 29o
- polprstanasti 29o
- uhljev 289
Hribček 75
Humor aquosus 252,268
- vitreus 27o

Hydrocortison 233
Hypophysis 44,65,214
Hypothalamus 11,64
Hypotympanicum 293

Incisura intertragica 29o
Incus 296,297
Induseum griseum c. callosi 54,57,58
Infundibulum nevrohipofize 11,65,214
Insula (Reillii) 13
- cerebri 52
Introitus canalis facialis 3oo
Intumescentia cervicalis 31
- lumbalis 31
- thoracalis 31
Iris 251,256,259
Isthmus gyri cinguli s. fornicati 55
- rhombencephali 1o,75

Jadro, mozgovno sprednje 74,81
- - zadajšnje 11,75,77,81
Jama, rombasta 71,75,8o
Jedro 2o
- bledo 61
- lečasto 61,62
- lupinsko 61
- mandljasto 61
- repato 61
Jezerce, solzno 278
Jeziček 76
- malih možganov 75

Kamenčki, ravnotežni 3o6
Kanal, centralni 3o,37,38,39
- ločni 288
- polžkov 3o2
- solzni 251
Kanalčki, polkrožni koščeni 3oo,3o1
Kápsula, lečna 269
- notranja 61,62
- zunanja 61
Kaveljček 3o3
Kladivce 296
Kljun možganskega prečnika 52
Klobko, karotidno 236
Kolence, lateralno 284
- medialno 67,7o
- stransko 66,7o
Koleno, facialisovo 162
- prečnika 52
Komisura 52
- hippocampi 16
- prednja 12,52
- rostralis 16
- zadajšnja 11
Konica, polžkova 3o2
- uhlja 289
Konopec, mejni 7,186
Korenina, dorzalna 34
- ventralna 34
Kortikoid 233,234
Kosmiček 76
Kosmički 15,17
Koščica, lečasta 296
Koščice, slušne 293,296
- ušesne 288
Kot, očesni 275
- šarenični 26o

Kozel 29o
Kožica, krovna 3o8
- mrežasta 3o9
- osnovna 22
- ravnotežnih kamenčkov 3o6
- steklasta 27o
Krak, obokov 57
Krilo, sivo 81
Križanje piramid 78
- vidnikov 44,45,64,283
Križišče, piramidno 3o
- vidnikov 271
Krogla, bleda 63
Krona, ciliarnikova 258
Krov mosta 73
- srednjih možganov 11,7o
- 3. ventrikla 11
Krožec, ciliarni 258
Krvnica 91
- možganska 1oo
- vretenčna 98

Labyrinthus membranaceus 3oo, 3o4
- osseus 3oo
Lacuna lat. 1o1
Lacus lacrimalis 278
Lamina basalis 256
- basilaris 3o7
- chorioidea ependymalis 59
- chorioideocapillaris 256
- episcleralis 254
- fusca sclerae 256
- limitans posterior (Descemetova membrana)255
Lamina quadrigemina 67,7o
- spiralis ossea 3o3
- suprachorioidea 256
- tecti 69
- - s. quadrigemina 11, 44,81
- tectoria 1o,11
- - ventriculi III 6o
- - - IV 81,82
- terminalis 12
- - grisea 45,52,53, 6o,67
- vasculosa 256
Leča 252,268
Lemnocit 22
Lens 252,268
Leptomeninx 31,85,86,89
Ligamentum denticulatum 35,86
- medianum ventr. 86
- orbitale 272
- pectinatum anguli iridocornealis 26o
- spirale cochleae 3o7,3o8
- suspensorium arachnoideale 87
- suspensorium durae matris 9o
- - longum 9o
- - trans. 9o
Lij 64,214
Lijak, solzni 278
Limbus corneae 254
- palpebralis 276
Lingula cerebelli 75
Liquor cerebrospinalis 19,31,58, 6o,83,84,85
List, črvov 75
Listi malih možganov 44

Lobulus centralis 75
- medianus 77
- paramedianus 77
- quadrangularis 77
- simplex 77
Lobus ansiformis 76,77
- flocculonodularis 76
- hippocampi 55
- limbicus 53
- olfactorius 13,49
- piriformis 16,5o,51,53
Locus coeruleus 8o
Luknjica, polžkova 3o3
Lupina 63
Lymphonodi tubarii 299

Macula cribrosa 3o1
- lutea 268
- sacculi 3o6,311
- statica 26
- utriculi 3o6,311
Makroglia 19
Malleus 296
Margo palpebralis 276
Maslo, očesno 276
Maslo, ušesno 292
Meatus acusticus ext.cart.29o
- - - osseus 291
- - int. 3oo
Medulla oblongata lo,44,72,77,78
- spinalis 9,3o
Mehur, očesni 9,lo
- zračni 299
Mehurček, hemisferni lo
- labirintni 3oo
- sinaptični 24

Melanin 238
Melatonin 238
Membrana, Bruchova 261
- gliae perivascularis 19
- limitans 19,264
- mejna 19,264
- nictitans 277
- reticularis 3o9
- spiralis 3o7
- statoconiorum 3o6
- tectoria 3o8
- tympani 292
- - secundaria 294,3o3
- vestibularis (Reissner-jeva membrana) 3o8
- vitrea 27o
Meninges 84
Meninx 3o,41
- primitiva 84
Mesencephalon 9,lo,41,44,69
Mesotympanicum 293
Mešiček 288,3oo,3o1,3o5
Metathalamus 11,67
Metencephalon lo,41,44,72,73
Metoda, Gomorijeva 2lo
Mikroglia lo
Mišica nategovavka bobniča 297
- očesna krožna 277
- stremenka 298
- zrkelna poševna 274
- - prema 274
Mitohondrij 24
Modiolus 3o2,3o4
Monticulus 75
Morbus Adisoni 234
- Basedowi 225

Most 11,17,44,73
Mozeg, hrbtni podaljšani 14,41
44
Mozgovina malih možganov 75
Možgani 9,3o,41
- girencefalični 43
- hemisferni 43
- končni 1o,14,15,41,
44,48
- lisencefalični 43
- mali 1o,11,15,41,43,73,74
- neparni 6o
- novi 17
- prednji 9,41
- rombasti 9,1o,41,71
- srednji 9,1o,14,41,44,69
- veliki 13,41,44,49
- vmesni 1o,14,41,44,64
- vohalni 16,45,49
- zadnji 9,1o,14,41,44,73
Mreža, čudežna 94
- osnovna Heldova 24
Mreževina 39
Mrežnica 252,263
Musculus, Musculi
- ciliaris 258,259
- dilatator pupillae 261
- levator palpebrae sup.274
- obliquus 274
- orbicularis oculi 277
- rectus 274
- retractor bulbi 274
- sphincter pupillae 26o
- stapedius 296,298
- tensor tympani 297
Myelencephalon 1o,14,41,44,
72,77
Nabuhlina, ledvena 31
- prsna 31
- vratna 31
Nadobistnica 23o
Nakovalce 296,297
Neencephalon 17
Neopallium 16,49,51
Nervus, Nervi
- abducens 45,148
- accelerans 193
- accessorius 45,79,177
- alveolaris mand. 159,16o
- ampullaris 3o7
- auricularis caud. 164
- - rostr. 159
- auriculopalpebralis 164
- auriculotemporalis 158
- axillaris 114
- branchiales 148
- buccalis 158
- canalis pterygoidei 151
155,189,2o4
- cardiacus cervicalis
medius 193
- cardiacus thoracicus
s. caudalis 193
- caroticotympanicus 189
- caroticus ext. 19o
- - int. 189
- caudalis s. coccygeus
33,143
- cervicales 33,1o8
- ciliaris brevis 147,152,
2o4,282
- - longus 151,282
- clunium cran. 126

Nervus, Nervi
- cochlearis 3o9,311
- corporis cavernosi clitoridis 2o2
- corporis cavernosi penis 2o2
- craniales 45,1o5,144
- cutaneus antebrachii cran. 114
- cutaneus antebrachii lat. 115,116,117
- cutaneus antebrachii med. 113
- cutaneus brachii lat. 115
- cutaneus femoris caud. 132
- cutaneus femoris lat. 129
- cutaneus surae caud. 139,14o,141
- cutaneus surae lat. 136
- depressor 175
- digitalis plant. 142
- dorsalis clitoridis 134
- - penis 134,135
- erigentes 2o8
- ethmoidalis 151,152
- facialis, ramus cut. colli 11o
- femoralis 129
- fibularis (peronaeus) com. 136

Nervus, Nervi
- fibularis prof. 136,137,138
- - supf. 136,137
- frontalis 15o
- genitofemoralis 128
- glossopharyngeus 45,79,167
- glutaeus caud. 132
- - cran. 132
- haemorrhoidalis caud. 135
- hypogastricus 199
- hypoglossus 45,79,178
- iliohypogastricus 127
- ilioinguinalis 127
- infraorbitalis 155
- infratrochlearis 151,152
- intercostales 124
- intercostobrachialis 115,125
- intermediofacialis 45,162,296
- intermedius 162
- interosseus antebrachii 118
- ischiadicus 136
- jugularis 19o
- lacrimalis 151
- laryngeus 174,175,176
- - reccurens 171,176
- lingualis 16o
- lumbalis 33,126
- mandibularis 156
- massetericus 157
- masticatorius 157
- maxillaris 153
- meatus acustici ext. 158
- medianus 117

Nervus, Nervi
- mentalis 16o
- metatarseus dors.lat.139
- musculocutaneus 113
- mylohyoideus 16o
- nasalis caud. 155
- nasociliaris 151,282
- obturatorius 13o
- oculomotorius 45,71,146
- olfactorius 45,144,249
- ophthalmicus 15o,282
- opticus 45,64,144,25o, 252,271,282
- palatinus major 155
- - minor 155
- pectoralis (thoracicus) caud., cran. 114
- pelvicus 199
- pelvinus 199,2o8
- perinealis prof. 133,135
- - supf. 134,135
- petrosus major 162,2o4
- - prof.minor 189
- phrenicus 112
- plantaris 14o,142
- pterygoideus 157
- pterygopalatinus 2o4
- pudendus 133
- radialis 115
- rectalis caud. 134
- retroauricularis 11o
- ruminis 2o8
- saccularis 3o7
- sacralis 33,131
- saphenus 13o

Nervus, Nervi
- septi narium 155,25o
- sinuum frontalium 151
- spinalis 33,1o5,1o6
- splanchnicus imus 195
- - lumbalis 198
- - major 194
- - minor 195
- - sacralis 2oo
- stapedius 163,296,298
- sublingualis 16o
- subscapularis 114
- supraclavicularis 111
- suprascapularis 113
- temporalis prof. 157
- tensoris veli palatini 157
- - tympani 157,298
- terminalis 155,25o
- thoracicus 33,124
- - lat. 115
- - longus 115
- thoracodorsalis 115
- thoracoventralis 114
- tibialis 139
- transversus colli 11o
- trigeminus 45,73,149
- trochlearis 45,71,147
- tympanicus 168,296
- ulnaris 121
- utricularis 3o7
- utriculoampullaris 3o7
- vaginalis 292
- vagus 45,79,171,2o5
- vertebralis 1o8,192
- vestibularis 311

Nervus, Nervi
- vestibulocochlearis s. statoacusticus 45,288, 3o7,3o9,311
- zygomaticus 153
Neurohypophysis 65,214
Neurophagia 2o
Nevrit 2o
Nevroblast 7,21
Nevroencicij 24
Nevroglia 18,19
Nevrohipofiza 65,214
Nevrolem 22
Nevron 21,24,27
- aferentni ali senzibilni 27
- amputacijski 29
- stikalni 27
Nit, Reissnerjeva 39,68
- vohalna 144
Nitka, končna 32
Nodulus 76
Noga rombencefalona 72
Noradrenalin 233
Nucleus, Nuclei 2o
- ambiguus 171
- caudatus 58,61,62
- dorsalis s.thoracicus 39
- habenularis 66
- lentiformis 61,62
- lentis 269
- parasympathicus 2o3
- paraventricularis 218,219
- ruber 71
- supraopticus 218,219
Obešalo, lečno 27o
Obex 82
Obok 57
Obroček, bobnični 292
Obščitnica 225
Oculus 25o
Očnica 25o,272
Odprtina, slušna 3o1
Okence, okroglo 294
- ovalno 294
Oko 25o
- parietalno ali temensko 15
Oksitocin 219
Okušalo 246
Oligodendroglia 19
Oliva 72,79
Operculum 13
Opna, drugotna 3o3
- možganska,čvrsta 89
- - nežna 31,85,86,89
- zrkelna notranja 263
- - srednja 251,255
- - zunanja 251,253
Ora serrata 258
Orbiculus ciliaris 258
Orbita 25o,272
Organ, Cortijev 25,26,3o3,3o7,3o9
- ependimalni 68
- nosno-ralni 249
- parependimalni 68
- slušni 3o7
- spiralni 3o7
- subfornikalni 68,69
- subkomisuralni 68
- vida 25o
- za ravnotežje 3o5

Organ za ravnotežje in sluh 287
- Zuckerkandlov 236
Organa oculi accessoria 272
- sensuum 239
Organi globinske senzibilnosti 242
- očesni zravnji 272
- površinske senzibilnosti 242
Organum gustus 246
- olfactus 248
- spirale 3o3,3o7,3o9
- statoacusticum 287
- subcommissurale 68
- subfornicale 69
- vasculosum hypothalami 68
- - laminae termin. 69
- vestibulocochleare 287
- visus 25o
- vomeronasale 249
Os lenticulare 296
Ossicula auditus 293,296
Ostium pharyngeum tubae audit. 299
- tympanicum tubae audit. 294,298
Otok 13,52
Ovojnica, endonevralna 23
- mielinska 23
- možganska 3o,41
Ovojnice c.ž.s. 84
Ožina romþencefalona 1o,75

Pachymeninx 31,85,89
Pajčevnica 85,87
Palaeencephalon 17
Palaeopallium 16,4o,43
Palička 264
Pallidum 61,63
Pallium 13,43,49
Palpebra 251,275
- tertia 275,277
Papilla foliata 247
- fungiformis 247
- optica 252,256
- vallata 247
Paraflocculi 16,76
Paraganglij 236
Parathormon 227
Paries labyrinthicus 294
- mastoideus 294
- membranaceus 295
- tegmentalis 293
- tubarius 294
Pars auditiva labyrinthi 3o7
- caeca retinae 252,263
- ciliaris retinae 263
- cupularis(bobnična vot.)293
- flacida (bobniča) 293
- limbica (možgani) 5o,51,53
- optica retinae 252,263
- septalis (možgani) 51
- statica labyrinthi 3o5
- tensa (bobniča) 293
Pecelj, vohalni 5o
Pedunculi cerebellares 73,74, 75,79,8o,81
Pedunculus cerebri 11,16,65
- olfactorius 5o
Pega, statična 26
Pegica mešička 3o6,311
Pegica, sitasta 3o1
- vrečice 3o6,311

Perilimfa 3oo
Periorbita 251,272
Pero, pisalno 8o
Pes hippocampi 13
- rhombeńcephali 72
Pia mater 31,85,86,87
Pika, solzna 278
Piramida 72,78
- črva 76
Plast, klična 6
Plast, osnovna 3o7
Plašč, možganski 13,43,49
Pleteż, jetrni 197
- križni 126,131
- ledveni 126,127
- nadlahtni 111,112
- sončni 196
- srčni 193
- vranični 197
- želodčni 197
- živčni 1o7
Plexus aorticus abdominalis 196,198
- - thoracicus 193,194
- auricularis caud.,rostr.164
- autonomici 187
- brachialis 111,112,194
- buccalis 165
- cardiacus 175,193,194
- caroticus ext. 19o
- - int. 189
- caudalis 2oo
- chorioideus 58,59,67, 82,83,87
- coeliacus 194,196
- colicus sin. 199
Plexus coronarius 193
- deferentialis 2o2
- dentalis maxillaris 156
- entericus 183,198
- femoralis 199
- gastricus 197,2o6
- hepaticus 197
- hypogastricus 2o1
- iliacus 199
- intermesentericus 198
- ischiadicus 131
- lienalis 197
- lumbalis 126,127
- lumbosacralis 126
- mesentericus caud. 198,199
- - cran. 196,198
- myentericus 183
- oesophageus 177,194
- ophthalmicus 19o
- ovaricus 198
- pancreaticus 197
- parotideus 159,164
- pelvinus 132,199,2oo,2o8
- periarterialis 188
- perivascularis 189
- pharyngeus 173
- prostaticus 2o2
- pterygopalatinus 2o5
- pulmonalis 177,193,194
- rectalis 199,2o1
- renalis 195,198
- ruminalis 197
- sacralis 126,131
- solaris 196
- submucosus (Meissner) 183
- testicularis 198

Plexus tympanicus 169
- uretericus 198
- uterovaginalis 2o2
- venosus orbitalis 1o3
- - sclerae 254
- - vertebralis 98
- vesicalis 2o2
Plica encephali ventralis 9
Ploskev, lečna 269
Plošča četveroglavičja 11,16, 44,67,81
Plošča, krilna 8
- krovna 4.prekata 81
- motorična končna 26
- nevralna 6
- notranja 66
- osnovna 8,258
- vidna 266
- zaključna 12,45,49,52,53 6o,67
Ploščica, zavojita 3o3
Pobočje 75
Podplatek veke 276
Poka, prečna 94
Pokrovček 13
Pol, lečni 269
Polje, predkomisuralno 53,57,58
- trikotno petlje 7o
- vohalno 5o,248
Polobla, malomožganska 44
Polus lentis 269
Polž, kožnati 3o7
Polžek 288,3oo,3o1,3o2
Pomol, vidni 11,64,65
Pons 11,17,44,73
Popek, bobnični 293
Porus acusticus int. 3o1
Pramožgani 9,17
Prečnik, možganski 12,16,43,52
Preddvor 3o1
Predor, Cortijev 3o9
Prejemnik 241
Prekat, četrti 11,8o,81
- neparni 6o
- očesni 268
- stranski 58,82
- temni 256
- tretji 11,67,82
- za steklovino 27o
- zrkelni 252
Pretin glije 32
- prozorni 53
Privesek, možganski 44,65,214
Processus ciliaris 258,263
- hyaloideus 266
Proga, vidna 44,7o,71,283
- vlaknata 71
Prolaktin 219
Prominentia spinalis 3o8
Promontorium 294
Prosencephalon 9,41
Prostor, epiduralni 85
- Fontanejev 26o
- ledveno-križni 36
- parasinoidalni 1o1
- Virchov-Robinov 19, 86,1o3
Psalterium 57
Pulvinar thalami 66,284
Puncta lacrimalia 278

Purpur, vidni 264
Putamen 61,63
Pyramis 76,78

Radiatio corporis callosi 52
- optica 284,285
Radius lentis 27o
Radix dorsalis(n.spinalis) 34
- oculomotoria s. brevis 2o4
- ventralis(n.spinalis) 34
Ramus auricularis rostr. 164
- buccalis 165
- buccolabialis 165
- colli 165
- communicans albus 1o8 186
- - griseus 22,1o8,187
- digastricus 164
- parotideus 164
- pharyngeus 173
- stylohyoideus 164
- vascularis 187
- visceralis 187
- zygomaticus 164
Ravnik, lečni 269
Receptor 241
Recessus caudodorsalis ventriculi IV 81
- cochlearis 3o1
- elipticus 3o1,3o5
- infundibuli 12,67
- lateralis ventriculi IV 8o,81,82
- opticus 12,67
Recessus pinealis 12,68
- sphaericus 3o1,3o5
- suprapinealis 12,67
- tecti ventriculi IV 75,76,81
Rep, konjski 34
Resice, arahnoidealne 84
Rete mirabile epidurale 94,97, 1o2,216
Retina 252,263
Reža možganov, podolžna 43
- - , prečna 43
- očesna 275
Reženj, hruškasti 5o,51
- petljasti 76,77
- vidni 15
- vohalni 13,49
Režnjič, četverokotni 77
- osrednji 75
Rhinencephalon 45,49
Rhombencephalon 9,1o,41,71
Rima palpebrarum 275
Rob, nazobčani 258
- veke 276
Ročica, mostna 73,74
Rog, Ammonov 12,55,56,58
- hrbtenjače dorzalni 38
- - stranski 38
- - ventralni 38
Rokav, malomožganski 73,74,75
- mostni 75,8o
- možganski 11,16,44,62, 65,7o,71
- povezujoči 7o,8o
- spojni 74
- sprednji 7o
- zadnji 7o

Rostrum corporis callosi 52
Roženica 251,253,254

Sacculus 288,3oo,3o1,3o5
Saccus endolymphaticus 3o5
- lacrimalis 278
- vasculosus 15
Scala tympani 3o3,3o7
- vestibuli 3o1,3o3,3o7
Scapha 289
Sclera 251,253,254
Scutulum 287,292
Sedlo, turško 91,216
Sella turcica 91,216
Septum pellucidum 53,58
Sinapsa 24,25
Sinus basilaris 1o2,1o3
- cavernosus 94,96,1o2
- circularis 1o2,1o3
- columnae vertebralis 98
- communicans 1o1
- durae matris 1oo
- interbasilaris 1o3
- intercavernosus 96,1o2
- occipitalis 1o1,1o2
- petrosquamosus 1o2
- petrosus 96,1o1,1o3
- rectus 1oo,1o1
- sagitalis dors. 1oo
- sigmoideus s. condylaris 1oo,1o2
- temporalis 1o2
- transversus 1oo,1o1,1o2
- venosus 91
- vertebralis 98

Sistem, ergotropni 185
- hypothalamus-hypophysis 218
- intramuralni 183
- parasimpatični, kranio-sakralni 2o3
- parasimpatični, spinalni 2o2
- simpatični ali torako-lumbalni 186
- trofotropni 185
- živčni animalni 5
- - avtonomni 5
- - periferni 1o4
- - simpatični 186
- - vegetativni 4,5,18o
Sivina 9,2o,37,58
Skulica, koščena 3o1
- kožnata 3o5
Sluhovod, notranji 3oo
- zunanji 287
- - koščeni 291
Sluznica, vohalna 248
Snopič, Burdachov 4o
- Gollov 4o
- klinasti 79
Snov, bela 37,4o
- luknjičava kavdalna 71
- siva 37,38
- zdrizasta 39
- želatinozna 79
Solzovod, nosni 278
Spatia perilymphatica 3o4
- zonularia
Spatium anguli iridocornealis 26o

Spatium epidurale 31,85,89
- interarcuale lumbosacrale 36
- perichorioideale 256
Splenium corporis callosi 52,54,55
Spleti, žilni možganskih prekatov 83
Spodek, možganski 43,44
Spoj,beli 38
- sivi 38
- vek 275
- hipokampusov 12
Spongioblast 7
Sprimek med talamusoma 67
Srp velikih možganov 9o
- malih možganov 9o
Stadij, Marchijev 28
Stapes 296,297
Statoconia 3o6
Statolithi 3o6
Steber oboka 57
- Stilling-Clarkejev 39
Steklovina 252,27o
Stopalo 13
Stratum cerebrale retinae 252,263,265
- ganglionare n. optici 265
- ganglionare retinae 265
- neuroepitheliale retinae 261
- pigmenti retinae 252,265
Streha četrtega prekata 81
- srednjih možganov 69
Stremence 296,297
Stria habenularis thalami 66
- medullaris - 66
Stria olfactoria 5o
- vascularis 3o8
- terminalis 58,59,65
Striae medullares 11
Struna, hrbtna 9
Substantia alba 37,4o
- gelatinosa centralis 39
- grisea 37,38,79
- lentis 268
- perforata caud. 71
- - rostr. 5o
Sulcus cinguli 56
- cruciatus 46
- genualis 51
- hemisphaericus 1o,12
- hypothalamicus 1o,11,64
- intermedius dors. 38
- lateralis dors. 38
- - ventr. 38
- limitans 8,1o,11,64,8o
- - trigoni lemnisci 7o
- medianus 8o
- - dors. 32
- palpebralis 276
- parapyramidalis 78
- sclerae 253
Sulcus splenialis 51
- terminalis 12,59
Sveženj, dorzalni 4o
- ventrolateralni 4o
Svod bobnične votline 293
- možganski 53
Systema nervosum autonomicum 118o
- - peripheric um 1o4

Šarenica 251,256,259
Ščitek 292
- embrionalni 6
Ščitnica 221
Šilek, okušalni 247
Širivka zenice 261
Školjka uhlja 29o
Šotor, koščeni nad m. možgani 41
- kožnati nad m. možgani 41,9o
Špranja, Glaserjeva 296
Štrlina, spiralna 3o8

Taenia chorioidea 6o,65
- rhombencephali 82
- thalami 6o,65
Tančica, obrobna 7
Tapetum lucidum 256
- nigrum 257
Tarsus 276
Tectum mesencephali 69
- opticum 69
Tegmentum mesencephali 11,7o
- metencephali 73
- pontis 73
- rhombencephali 72
- ventriculi IV 81
Tekočina, cerebrospinalna 31
Tela chorioidea ependymalis 82,83
- - prosencephali 59,6o,87
- - rhombencephali 73,82,87
Telencephalon 1o,15,41,44,48
Telencephalon impar 12,48
- medium 12,48,6o
Telesce, betičasto 25
- epitelno 225
- Golgi-Mazzonijevo 242
- Grandryjevo 242,244
- končno 25,242,244
- Krausejevo 242
- lamelarno 25
- lamelno 244
- Meissnerjevo 242,244
- mrežasto 25
- pentljasto 25
- Ruffinijevo 242
- tipalno 25
- Vater-Pacinijevo 242
Telo, črtasto 6o,61
- Herringovo 219
- mandljasto 51,59,63
- trapezasto 73,78
- vrvasto 75,8o
Telodendron 2o
Tentorium cerebelli membranaceum 41,9o,91
- - osseum 41
Thalamencephalon 11,64,65
Thalamus 11,64,66
- opticus 64,65
Thyreotropin 22o
Thyroxin 224
Točka mraza 245
- pritiska 245
- toplote 245
Tonsilla tubaria 299
Torus hemisphaericus 12
Tractus opticus 44,64,66,7o,71,283

Tractus peduncularis transversus 71
- pyramidalis s. corticospinalis 78
Tragus 29o,291
Trak, dorzalni 33
- mejni 65
- resave kožice 65
- rombastih možganov 82
- ventrolateralni 33
- vidnega pomola 65
Trakec, mozgovni 11,66
- vohalni 5o
Trigonum lemnisci 7o
- n. hypoglossi 8o
- n. vagi 81
- s. tuberculum olfactorium 5o
Trijodthyronin 224
Trikot, vohalni 5o
Troblja, slušna 288,293,298
Trochlea 272
Truncus corporis callosi 52
- encephali 12,41,43,44
- lumbosacralis 131
- n. spinalis 7,34
- sympathicus 186
- vagalis 177
- - dors. in vent. 2o6,2o7
- vagosympathicus 173, 174,188,19o
Tuba auditiva (Eustachii) 293,298
Tuber cinereum 64
- vermis 76
Tuberculum acusticum 81
- faciale dors. 8o
- - ventr. 78
- hippocampi 51,55
- Rolandi (s.cinereum) 79,8o
Tulec 3o2,3o4
Tunica conjunctiva 251,254,275,276
- externa s. fibrosa bulbi 251,253
- interna bulbi s. retina 252,263
- media s. vasculosa bulbi 251,255
Uhelj 287,288
Uho, notranje 288,3oo
- srednje 288,293
- vnanje 287,288
Umbo membranae tympani 293
Uncus 55
Utor, korneoskleralni 254
Utriculus 288,3oo,3o1,3o5
Uvea 251,256
Uvula 76
Uzdica 11,66
Vagina bulbi (Tenonova kapsula)273
- n. optici 273
Vas prominens 3o8
Vdolbinica čolnička 289
- eliptična 3o1,3o5
- oblasta 3o1,3o5
Veja, spojna bela 1o8
- - siva 1o8
Vejice 276
Veka 251,275

Velum medullare caud. 11,75,77, 81
- - rostr. 74,81
Vena, Venae
- azygos 99
- basivertebralis 99
- centralis retinae 266,271
- cerebelli 100
- cerebralis dors. 102
- cerebri 100
- - magna 101
- - ventr. 102
- chorioidea 101
- ciliaris ant. 281
- corporis callosi 101
- diploicae 100,101
- durales 100
- emissaria fissurae orb. 102
- - foraminis jugularis 102
- encephali 99
- ethmoidalis 100
- hrbtenjačna 98
- iliacae communes 99
- intercostales supremae 99
- labyrinthi 100
- lumbales 99
- meningica 101
- možganska 99
- nervomedullares 98
- occipitalis 99
- ophthalmica ext. 100
- parathyreoideae 227
- radiculares dorss. 98
- - ventrr. 98
Vena, Venae
- sacrales latt. 99
- sacralis media 99
- spinales 98
- suprarenales 232
- thyreoidea ima 224
- vertebrales 99,102
- vorticosae 256,281
Ventriculus impar 10,60
- lateralis 58,82
- quartus 11,71775,80,81,82
- terminalis 40
- tertius 11,60,67,82
Vermis 16,44,74
Vertex corneae 254
Vestibulum 300,301
Vez, Brocova diagonalna 50,53
- Büngnerjeva 29
- nazobčana 86
- obešalna 90
Vezica medularnega jadra 81
Veznica 251,254,275,276
Vhod v polžek 301
Vijuga, lističasta 74
- paraterminalna 53
- vohalna 50
Villi arachnoideales 84
Vlaga steklovine 270
Vlakno, ependimsko 18
- koreninsko 34
- lokasto 79
Vod, polkrožni 300,305
- polžkov 300,304,307
Vodica, prekatna 252,268
Vodnica 88
Vodovod, možganski 11,66,67,81

Vohalo 248
Votlina, bobnična 293
- leptomeningealna 4o
- subarahnoidealna 4o
- ušesna 288
Vozel, trebušni 196
Vozlič 76
Vreča, endolimfatična 3o5
- solzna 278
Vrečica 288,3oo,3o1,3o5
Vrečka, preddvorna 3o5
Vreteno, kitno 25,245
- mišično 25,245
- polžkovo 3o2
Vzpenjanje hrbtenjače 36
Vzpetina, navzkrižna 41

Zaklep 61,63
Zakotje češerike 68
- lija 67
- nad češeriko 67
- stransko 81
- vidno 67
Zapah 82
Zapiravka punčice 26o
Zatrep 75
Zavoj uhlja 289
Zažemek, Ranvierov 22,26
Zenica 251,259
Zobčki, slušni 3o9
Zona arcuata 231
- fasciculata 231
- glomerulosa 231
- marginalis 7,39
- nuclearis 6
- reticularis 231
Zona terminalis 39,4o
- ventricularis 6
Zonula ciliaris 252,27o
Zrklo 25o,253
Zrnce, šarenično 26o
Zrno, pajčevnično 88
Zvezda, lečna 27o

Žarkovje prečnika 52
- vidno 285
Žarkovnik 251
Žep, Rhatkejev 214
Žepič, veznični 276
Žilnica 85,251,256
Živec, Živci
- blodni 171
- čelni 15o
- drobovni 195
- hrbtenjačni 33,1o5,1o6
- jezični 16o
- križni 33,131
- ledveni 33,126
- lični 158
- medrebrni 124
- možganski 45,1o5,144
- očesni 15o
- - gibalni 146
- preponski 112
- prsni 33,124
- repni 33,143
- sitke 152
- sladostrastni 134
- solznični 151
- spodnječeljustni 156
- škržnih oblokov 148
- trivejni 149

Živec, Živci
- vidni 64,144,25o,252,271
- vohalni 144
- vratni 33,1o8
- za jezik in žrelo 167
- za mišičje jezika 178
- za nosno votlino in zrklo 151
- za solzila 152
- zgornječeljustni 153
- zravnji 177

Živčnina, siva 54
Žleb, mediani 8o
- mejni 8o
- obpiramidni 78

Žleza, Meibomova 276
- solzna 251
- solznica 278
- tarzalna 276
- vohalna Bowmanova 249
- žmurkina 277

Žleze, endokrine 212
- splakovalne Ebnerjeve 247

Žmula, poloblasta 12
- prèčnikova 52,54,55

Žmurka 277
Žvižga 176

Narodna in univerzitetna knjižnica LJUBLJANA

NARODNA IN UNIVERZITETNA
KNJIŽNICA
0000004952O

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

452573