

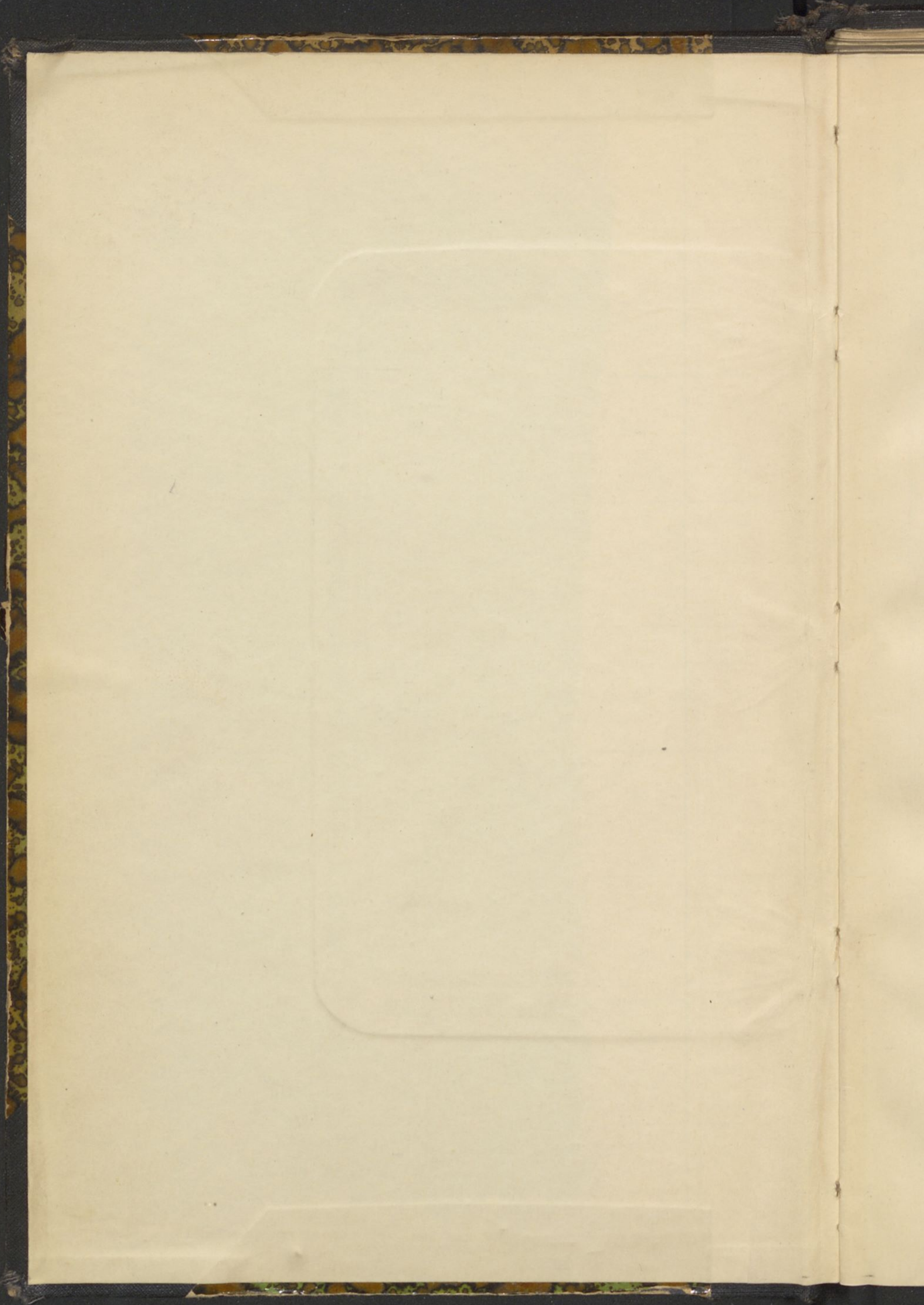
21

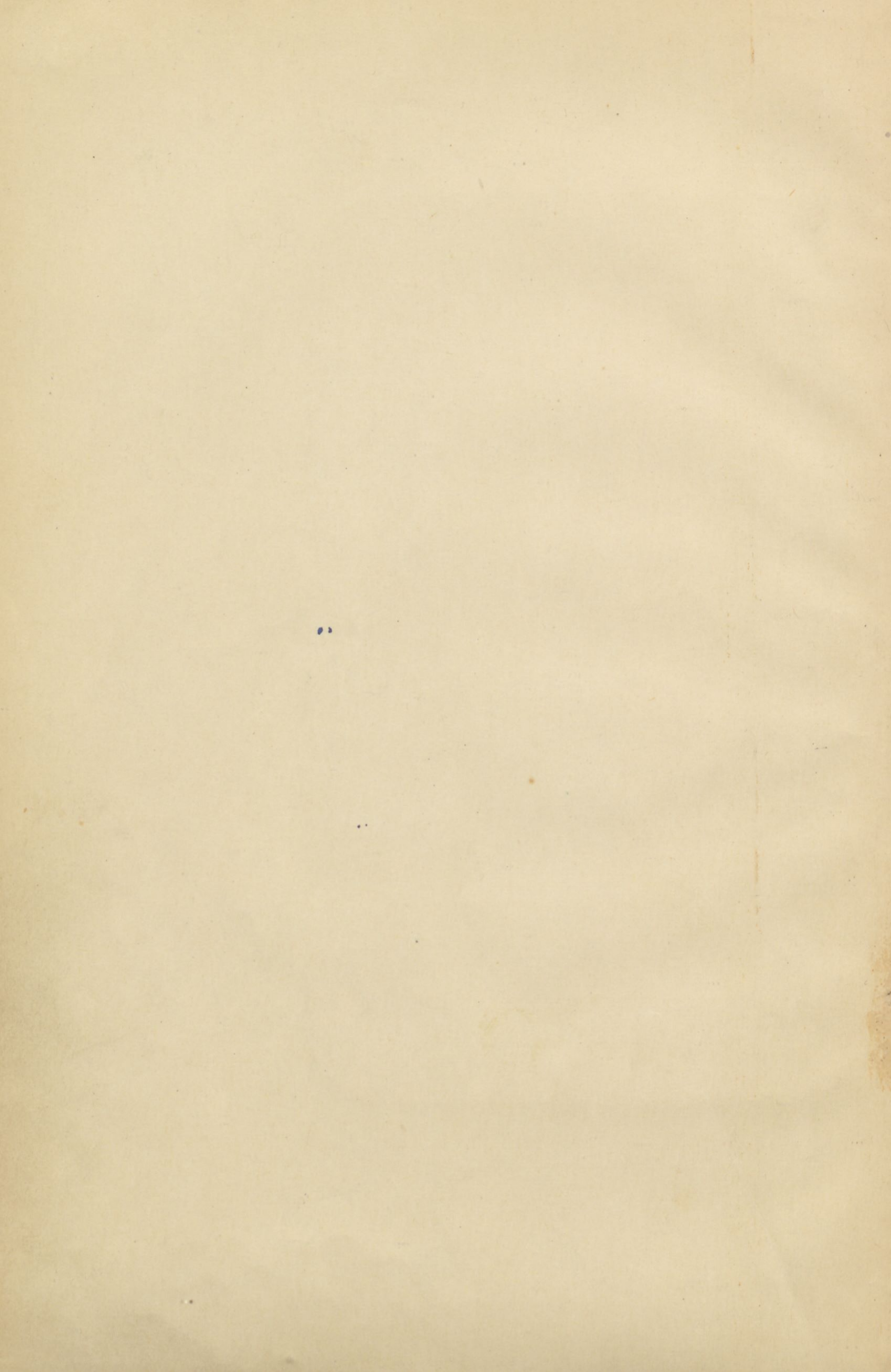
43890

10.

[Handwritten signature]







43890

SPLOŠNA KNJIŽNICA

Zvezek X.

Dr. ALFRED ŠERKO

ŽIVČEVJE ČLOVEKA

II. KNJIGA

FIZIOLOGIJA



V LJUBLJANI 1925

NATISNILA IN ZALOŽILA
ZVEZNA TISKARNA IN KNJIGARNA



LEPOSLOVJE

DRAMA

MLADINSKI SPISI

ZNANOST

STROKOVNE VEDE

UMETNOST

ZAKONI IN
NAREDBE

RAZNI SPISI



ŽIVČEVJE ČLOVEKA

ZA ZDRAVNIKE IN MEDICINCE

PRIREDIL

Dr. ALFRED ŠERKO

PROFESOR NEVROLOGIJE NA UNIVERZI V LJUBLJANI

II. KNJIGA

FIZIOLOGIJA

(z 28 slikami)



V LJUBLJANI 1925

NATISNILA IN ZALOŽILA ZVEZNA TISKARNA IN KNJIGARNA

VSE PRAVICE PRIDRŽANE.

43890



030021179

SPLOŠNA KNJIŽNICA ŠT. X.

VSEBINA.

Uvod.

I. del.

Splošna fiziologija živčevja.

	Stran
A. Kemija živčevja	6
B. Vzdražljivost živčevja	8
Dražljaji	13
I. Fiziološki dražljaji	13
II. Umetni dražljaji	14
Elektrofiziologija	15
Draženje z indukcijskimi toki	17
Draženje s konstantnim tokom	18
Pflügerjev zakon	19
Klinična elektrodiagnostika	23
Patološke reakcije	25
C. Električni pojavi živčevja	27
Akcijski toki	27
Demarkacijski toki	29
D. Funkcija živčevja	31
Refleksi	31
Zavor refleksov	35
Avtomatizmi	37
Zavedne reakcije živčevja	37
Tonus	38

II. del.

Specielna fiziologija živčevja.

1. poglavje.

Fiziologija perifernega živčevja.

A. Cerebrospinalni živci	43
I. Spinalni živci	45
Motorično nitje	45
Vasomotorično in sekretorično nitje	47
Senzibilno nitje	47
Pregled spinalne senzibilne inervacije	49
Pregled spinalne motorične inervacije	51
Nervi cervicales	51
Nervi thoracales	53
Nervi lumbosacrales	54
Patologija periferne inervacije	57

	Stran
II. Cerebralni živci	58
1. Nervi olfactorii	58
2. Nervus opticus	58
3. Nervus oculomotorius	61
4. Nervus trochlearis	62
5. Nervus trigeminus	62
6. Nervus abducens	65
7. Nervus facialis	65
8. Nervus acusticus	67
9. Nervus glossopharyngeus	68
10. Nervus vagus	69
11. Nervus accessorius	71
12. Nervus hypoglossus	71
B. Vegetativni živci	72
I. Simpatični živčni sistem	76
1. Cerviko-kefalni oddelek	78
2. Torako-abdominalni oddelek	79
II. Parasimpatični živčni sistem	82
1. Kranialno avtonomni sistem	83
2. Sakralno avtonomni sistem	87
III. Inervacija vegetativnih organov	88
1. Gladka muskulatura očesa	88
2. Glandula lacrimalis	89
3. Glandulae salivales	90
4. Oesophagus	91
5. Želodec	92
6. Črevo	93
7. Pancreas	95
8. Hepar	95
9. Ledvice	96
10. Sečni mehur	97
11. Seksualni organi	98
12. Srce	99
13. Krvne žile	100
14. Znojnice	101
15. Glandula suprarenalis	102
16. Bronhiji	102
17. Glandula thyreoidea	103
18. Mlečna zleza	103

2. poglavje.

Fiziologija centralnega živčevja.

A. Hrbtni mozeg	104
I. Proge hrbtne mozga	104
1. Centripetalne proge	104
2. Centrifugalne proge	106
3. Intracentalne proge	108

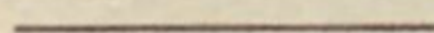
	Stran
II. Centra hrbtnega mozga	108
1. Motorična centra	108
Spinalni refleksi	113
a) Kitni refleksi	114
b) Kožni refleksi	122
2. Vegetativna centra	127
a) Vasomotorična in sekretorična centra	127
b) Centrum srca	130
c) Centra intestinalnega trakta	131
d) Centra uropoetičnih organov	132
e) Centra seksualnih organov	134
f) Centrum ciliospinale	135
B. Možgansko deblo	138
I. Proge možganskega debla	139
1. Centripetalne proge	139
2. Centrifugalne proge	140
3. Intercentralne proge	143
II. Centra možganskega debla	144
Motorična jedra cerebralnih živcev	144
Refleksna centra	150
1. Centra očesnih refleksov	151
2. Centra ekspiracijskih refleksov	152
3. Centrum fonacije	152
4. Centrum sesanja	152
5. Centrum salivacije	152
6. Centrum požiranja	152
7. Centrum bljuvanja	153
Avtomatična centra	153
1. Dihalni centrum	153
2. Centra srca	157
3. Vasomotorični centrum	158
5. Konvulzijski centrum	160
Nucleus associatorius motorius tegmenti	160
A. Tonični refleksi možganskega debla	162
1. Tonični vratni refleksi	162
2. Tonični labirintni refleksi	164
B. Stavni refleksi možganskega debla	165
1. Labirintni stavni refleksi	166
2. Telesni stavni refleksi na glavo	166
3. Vratni stavni refleksi	167
4. Telesni stavni refleksi na telo	168
C. Refleksi možganskega debla na oči	168
1. Tonični refleksi na oči	169
2. Stavni refleksi na oči	172
D. Statokinetični refleksi možganskega debla	172
C. Mali možgani	173
D. Diencephalon	184

	Stran
1. Thalamus opticus	184
2. Hypothalamus	186
E. Bazalni gangliji	189
Corpus striatum	190
Corpus Luysi	197
Substantia nigra	197
F. Možganska skorja	197
Možganska skorja kot receptiven aparat	200
Možganska skorja kot eksekutiven aparat	209
Možganska skorja kot asociacijski aparat	214
Fiziologija govora in pisma	215
Patologija govora in pisma	221
Fiziologija hotnega udejstvovanja	225

III. del.

Zgodovinski pregled	238
-------------------------------	-----

Index.



Predgovor.

Tudi ta drugi del »Živčevja človeka«, ki se peča s fiziologijo, je brez vsakih pretenzij tako glede originalnosti kakor glede izčrpnosti snovi. Namenjena v prvi vrsti slušateljem medicine, prinaša knjiga le temeljna dejstva fiziologije živčevja, ne da bi se spuščala v podrobnosti in ne da bi se sklicevala na literaturo. Vkljub temu mislim, da bo tudi v tej obliki zadostila potrebam, ki jih ima pri študiju nevrofizioloških pojavov študent medicine ravno tako kakor praktični zdravnik nešpecialist. Špecialistom pa ta učbenik, kakor sploh noben učbenik, ni namenjen. Poleg številnih manjših razprav so mi pri sestavi te knjige služili sledeči literarni pripomočki:

BAGLIONI S.: Physiologie des Nervensystems. Wintersteins Handbuch der vergleichenden Physiologie. Bd. IV. Jena 1913.

BORUTTAU H.: Geschichte der Physiologie. Puschmanns Handb. d. Gesch. d. Medizin. Band II. Jena 1903.

BIEDL A.: Innere Sekretion. Wien 1910.

BING ROBERT: Kompendium der topischen Gehirn- und Rückenmarksdiagnostik. Wien 1917.

BOSTROEM A.: Der amyostatische Symptomenkomplex. Berlin 1922.

BRODMANN K.: Feinere Anatomie des Grosshirns. Handbuch d. Neurol. Bd. 1., 1910.

FLECHSIG PAUL: Die Lokalisation der geistigen Vorgänge. Leipzig 1896.

FOERSTER O.: Zur Analyse und Pathophysiologie der striären Bewegungsstörungen. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Bd. 73. Berlin 1921.

GOLDSTEIN KURT: Ueber die Funktion des Kleinhirns. Klin. Wochenschr. III. Jahrg. 1924. Heft 28.

HOFFMANN PAUL: Untersuchungen über die Eigenreflexe menschlicher Muskeln. Berlin 1922.

JAKOB A.: Die extrapyramidalen Erkrankungen. 1923.

- KALISCHER OTTO: Experimentelle Physiologie des Grosshirns. Handbuch der Neurol. Bd. 1. Berlin 1910.
- LANDOIS ROSEMAN: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Wien 1916.
- LEWANDOWSKY M.: Allgemeine Physiologie des zentralen Nervensystems. Handb. d. Neurol. Bd. I. 1910.
- LEWANDOVSKY M.: Experimentelle Physiologie des Rückenmarks und des Hirnstammes. Handbuch der Neurol. Bd. I. Berlin 1910.
- LEWANDOWSKY M.: Experimentelle Physiologie des Kleinhirns. Handbuch der Neurol. Bd. I., 1910.
- LEWY F. H.: Die Lehre vom Tonus und der Bewegung. Berlin 1923.
- LEWY F. H.: Das extrapyramidale motorische System. Klin. Wochenschr. II. Jahrg. 1923. Heft 5 u. 6.
- LIEPMANN H. und KRAMER F.: Normale und pathologische Physiologie des Gehirns. Curschmanns Lehrbuch d. Nervenkrankheiten. Berlin 1925.
- LUCIANI LUIGI: Das Kleinhirn. Leipzig 1893.
- LUKSCH FRANZ: Ueber das Schlafzentrum. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 93. Berlin 1924.
- MAGNUS R.: Körperstellung. Berlin 1925.
- MUELLER L. R.: Das vegetative Nervensystem. 1920.
- MUNK HERMANN: Ueber die Funktionen der Grosshirnrinde. Berlin 1890.
- ROTHMANN HANS: Zusammenfassender Bericht über den Rothmannschen grosshirnlosen Hund. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 93. 1924.
- TIGERSTEDT ROBERT: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Leipzig 1920.

Založništvu izrekam za lepo opremo tudi te knjige najlepšo zahvalo.

Ljubljana, v septembru 1925.

Dr. A. Šerko.

Uvod.

Kot predmet fiziologije je človek fizično bitje, podvrženo vsem zakonom, ki vladajo v svetu materielne razsežnosti. Dasi torej njegova duševnost ne more priti v poštev pri opisu življenskih pojavov njegove telesnosti, ki so predmet fiziologije, vendar tudi fiziologija ne more povsem ignorirati dejstva, da je človek eminentno psihično bitje, ki se zavestno udejstvuje na zunaj.

Dasi je namreč človek kot psihično bitje svet zase, docela različen od vnanje prirode, se tudi kot tak udejstvuje na zunaj le preko svoje telesnosti, kakor dobiva njegova duševnost le preko telesnosti svojo vsebino po starem izreku John Lockeja: »non est in intellectu, quod non fuerat in sensu.«

Duševnost in telesnost človeka sta torej v nekem medsebojnem razmerju: po eni strani je duševnost po svojem bivanju vezana na njegovo telesnost, po drugi strani je pa njegovo fizično udejstvovanje izraz njegove duševnosti. Tudi fiziologija, čije predmet so življenski pojavi človeka kot materielnega organizma, mora vpoštevati to fundamentalno dejstvo.

Vsako psihično bitje se udejstvuje na zunaj le potom gibov in kretenj. Ti gibi in kretnje se izražajo pri človeku ali v splošnem ponašanju in obnašanju, v gestah in v mimiki, ali pa v smotrenem delu, igri in govoru. Delo in govor predvsem sta ona dva faktorja, ki označujeta vidno človeka kot inteligentno bitje. Svoje duševnosti se zavedam sicer neposredno, v psihičnem doživetju samem, na tujo duševnost pa sklepam edinole iz udejstvovanja dotičnega bitja. To udejstvovanje je pa, kakor rečeno, vseskozi motoričnega značaja.

Kakor nobeno bitje se tudi človek ne udejstvuje absolutno spontano, marveč v vsakem slučaju le ali neposredno pod vplivom vnanjih dražljajev ali pa posredno pod vplivom no-

tranjih (psihičnih) doživljajev. V kolikor se udejestvuje človek neposredno pod vplivom zunanjih dražljajev, se udejestvuje podzavedno, reflektorično, povsem kot fizično bitje. Kot psihično bitje pa se udejestvuje človek pod vplivom psihičnih doživljajev: predstav, misli, čuvstev in stremljenj. Ker so pa psihični doživljaji po svoji vsebini docela odvisni od zunanjih dražljajev, so vse akcije človeka tudi kot psihičnega bitja koncem koncev le reakcije na zunanje dražljaje, ki vplivajo ali zamorejo vplivati na človeka kot fizično bitje. Tudi kot udejestvujoče se psihično bitje se poslužuje torej človek fizičnih organov, in sicer takih, preko katerih dobiva impulze iz zunanje prirode, in takih, s pomočjo katerih vpliva na zunanji svet.

Z ozirom na duševnost človeka moramo prištevati k zunanjemu svetu tudi njegovo telo. Kakor dobiva človek nele iz zunanje prirode v ožjem pomenu besede, marveč tudi iz lastnega organizma impulze za udejestvovanje, tako se udejestvuje nele napram zunanji prirodi, marveč tudi napram lastni telesnosti. V tem primeru ima oni del njegove telesnosti, iz katerega dobiva impulze za udejestvovanje, odnosno na katerega je njegovo udejestvovanje naperjeno, značaj zunanje prirode.

Organe, ki so v službi »udejestvovanja« kakega bitja, bodisi da dobiva bitje preko njih vnanje impulze, odnosno njegova duševnost svojo vsebino (receptivni organi = čutila), bodisi da se bitje potom njih aktivno udejestvuje na zunaj (eksekutivni organi = gibala), označujemo kot **animalne organe**.

Animalni organi so k človeški duševnosti v povsem drugačnem razmerju kakor ona skupina organov njegove telesnosti, ki skrbi v prvi vrsti, da se obdrži človek kot živo bitje sploh pri življenju.

Ker se izraža življenje vsakega živega bitja bistveno v snovnem presnavljanju: v asimilaciji in disimilaciji, to se pravi v procesih, potom katerih dobiva živ organizem poleg telesne snovi, potrebne za rast in razvoj, tudi še za življenje potrebno energijo, je naloga te vrste organov predvsem dovoz in produkcija za presnavljanje in za potek presnavljanja potrebnih snovi in odvoz pri presnavljanju nastalih produktov. Ker ti organi niso v neposredni službi človeškega udejestvovanja, marveč le garantirajo obstoj življenja, ki je seveda predpogoj vsakega udejestvovanja, jih označujemo kot **vegetativne organe**.

Animalni in vegetativni organi sestavljajo sicer človeško telesnost, ne predstavljajo pa še človeka v njegovi telesni bitnosti. Človek kot enotno bitje, kot individuum, ni skupek animalnih in vegetativnih organov, marveč je nekaj, kar razpolaga s temi organi, bodisi da dobiva preko njih pobude iz zunanje prirode, bodisi da reagira, poslužujoč se njih, na te pobude s protireakcijami, bodisi da zajema iz njih delovanja za svoje udejstvovanje potrebno energijo. V vsakem primeru stoji človek v svoji bitnosti nad temi organi, kot nekaj enotnega, avtohtonega, kot nekaj, na kar je razen tega po svojem bivanju vezana njegova duševnost.

Vsi procesi, ki se vrše v organih človeškega organizma, so vseskozi fizični in docela različni od pojavov duševnosti. Zunanji svet zamore vplivati le na človeka kot fizično bitje in le kot fizično bitje zamore človek vplivati na zunanji svet. Izključeno je torej, da bi bila bitnost človeka, kot fizično se udeležujočega bitja, njegova duševnost, da bi se duševnost kot taka posluževala organov njegove telesnosti. Med duševnostjo in organi telesa mora posredovati neki psihofizični princip, ki ni sam zopet organ med organi, marveč ki stoji, poslužujoč se organov, nad njimi. Ta psihofizični princip mora po eni strani predstavljati človeka v njegovi fizični bitnosti, t. j. kot bitje, ki se udeležuje strogo po zakonih, veljavnih v fizičnem svetu, po drugi strani pa mora biti poleg tega tudi nositelj duševnosti, to se pravi: fizičnim procesom, vršečim se v njem po zakonih stroge kavzalnosti, morajo odgovarjati v psihičnem svetu duševni pojavi.¹

Ta psihofizični princip človeka je realiziran v njegovem živčevju.

Načelno si mislimo lahko človeka tako organiziranega, da bi mu bilo toliko energije, kolikor jo potrebuje za življensko udejstvovanje, enkrat za vselej dane. Tak človek bi ne potreboval vegetativnih organov, ne pljuč, ne srca s krvjo in žiljem, ne prebavilnih in izločilnih organov in vendar bi vsled tega ne izgubil ničesar na svoji bitnosti. Zaznaval bi s svojimi čutili zunanji svet in svojo lastno telesnost, živel bi svoje duševno življenje, mislil bi in čuvstvoval in stremel in reagiral na vnanje dražljaje s pomočjo svojih eksekutivnih organov. Niti njegova vnanja telesna oblika bi ne bila bistveno izpremenjena. Vegetativni organi torej

¹ Ta postulat je empirične nujnosti, problem sam na sebi je pa vseskozi metafizičnega značaja.

ne tvorijo bistva človeške telesnosti, dasi so pri dani organizaciji za nje obstoj potrebni. Oni so nekaj slučajnega, akcidentelnega, nekaj kar je, kar pa ni nujno, da je.

Isto velja načelno tudi za animalne organe. Lahko si mislimo človeka organiziranega tako, da bi vplivali vnanji dražljaji neposredno, t. j. brez posredovanja perifernih čutil na čutne živce, da bi človek občutil n. pr. svetlobno valovanje etra brez komplicirane armature očesa in zvočno valovanje zraka brez ušesnega aparata itd. Tudi tako organiziran človek bi načelno ne izgubil na svoji bitnosti. Tudi kot tak bi živel duševno življenje in se udeleževal na zunaj, tudi v tem slučaju bi v svoji telesnosti ne bil bistveno izpremenjen.

Pa od človeka si odmislimo lahko tudi še vse eksekutivne organe, ne da bi uničili s tem njegovo bitnost. Tako mišljen človek bi bil golo živčno bitje, ki bi bilo vsled pomanjkanja primernih organov neokretno in izpostavljeno vsem škodljivostim okolice, ki bi pa imelo občutke in bi na njih podlagi doživljalo predstave in misli, čuvstva in stremljenja. Zaznavalo bi vnanji svet in skušalo na vnanje dražljaje reagirati s protiakcijami.

Primislimo obratno takemu golemu živčnemu bitju organe za intenzivnejše dojetanje vnanjega sveta in organe za uspešnejše akcije na zunaj in primislimo mu organe, kojih naloga bi bila to bitje ščititi in mu dovažati potrebno energijo v obliki hrane, pa smo ga izpopolnili v človeka kakor res živi. S tega vidika so torej animalni in vegetativni organi človeške telesnosti pomožna armatura človeka kot čisto živčnega bitja, človek sam pa je v svojem tvarnem bistvu identičen s svojim živčevjem.

Slično misel razvija Wernicke (Grundriss der Psychiatrie 1906. str. 37), ko pravi:

»Stellen wir uns vor — die Schädelkapsel sei abgedeckt, das Gehirn mit sanftem Zuge von der Schädelbasis abgehoben und, ohne Nebenverletzungen zu erleiden, hoch über die Schädelkapsel hinaus erhoben; Blutgefäße, Nerven, Oblongata und Rückenmark sollen bei diesem Dehnungsprozesse keinen Schaden erlitten haben. Dann erst erschiene uns das Gehirn in seiner wahren Gestalt, als das eigentlich empfindende und bewegende Wesen, nur armiert mit einer Maschine, welche zwar die Apparate für die Aufnahme von Empfindungsreizen, für die Ausführung von Bewegungen hergibt, selbst aber im Verhältnis zum Gehirn ein Teil der Aussenwelt ausmacht, nur dass dieser unabtrennbar mit dem Gehirn verbunden ist. — Das Gehirn wäre dann einem Weichtier zu vergleichen, welches mit Fühlfäden, den Sinnesnerven, und mit Fangarmen, den Bewegungsnerven, ausgestattet ist. Dass jene Fühlfäden mit komplizierten Sinnesapparaten, diese Fangarme mit besonderen Bewegungsapparaten, der an ein Knochengerüst befestigten Muskulatur, armiert sind, kann dem Werte des Gleichnisses keinen Abbruch tun.«

Kot tvarna bitnost človeka in kot razpolagatelj z organi, je centralno živčevje istočasno osrednji regulator delovanja poedinih organov z ozirom na druge in z ozirom na njih celo-

kupnost, je ona osrednja vez, ki veže in druži poedine, po svoji funkciji različne organe telesa v individualno, harmonično delujočo enoto, v enovit organizem.

Pri tem pa je znatna razlika med animalnimi in vegetativnimi organi. Oni so kot organi zaznavanja in udejstvovanja direktni organi živčevja, dočim so vegetativni organi v službi celokupne telesnosti. Srce žene kri po vseh delih telesa, preskrbuje jih s kisikom in hrano, ledvice izločujejo disimilacijske produkte celega organizma itd., dočim je uho ali oko v prvi vrsti v službi živčevja, odnosno preko živčevja v službi duševnosti.

Dočim so torej animalni organi funkcionalno v kvalitativnem in kvantitativnem oziru povsem odvisni od osrednjega živčevja, je vpliv tega na vegetativne organe zgolj regulatoričnega značaja. Ta njihova relativna neodvisnost od centralnega živčevja se izraža že v tem, da funkcionirajo vegetativni organi neodvisno od naše volje in da ne dajejo duševnosti nikake vsebine: človek se njih delovanja sploh ne zaveda.

I. del.

Splošna fiziologija živčevja.

A. Kemija živčevja.¹

Ker je vezan vsak življenski pojav na protoplazmatično snov kot na svoj materielni substrat in ker so kemična podlaga vsake protoplazmatične snovi **beljakovine**, je povsem naravno, da sestoji tudi živčevje, v kolikor je nositelj življenskih procesov, v bistvu iz beljakovin, in sicer iz **proteinov** in **proteidov**.

Do sedaj so našli v živčevju dva globulina, en nukleoproteid in tako zvan »nevrokeratin«.

Od obeh v vodi topljivih globulinov koagulira prvi pri 47° C in se da oboriti z majhno množino nevtralnih soli; drugi koagulira pri 70°—75° C in se obori šele z nasičeno raztopino magnezijevega sulfata.

Nukleoproteid vsebuje krog 0.5% fosforja, koagulira pri 55°—60° C in je oboriv z očetno kislino.

Nevrokeratin (v mielinjih tulcih živčnega nitja) je bogat na žveplu.

Poleg beljakovin so najvažnejša sestavina živčne substance tako zvane »možganske masti« (**lipoidi**), ki se kakor nevtralne maščobne kisline tope v alkoholu, kloroformu in benzolu. Delimo jih v sledeče skupine:

1. **Fosfatidi** vsebujejo fosfor in dušik v razmerju 1 P : 1 N in so netopljivi v acetonu. Z ozirom na njih kemično sestavo jih delimo v lecitine in kefaline.

a) »Lecitini« vsebujejo v svojih visoko kompleksnih molekulah nasičeno stearinsko in palmitinsko kislino, nenasičeno oljevo kislino, alicerin-fosforno kislino in bazo holin;

¹ Primerjaj: Fran Bubanović: Kemijski sastav čovječjeg mozga. Liječniški vjesnik 1924 pag. 127.

b) »Kefalini« vsebujejo nasičeno stearinsko in nenasičeno linolno kislino, glicerin-fosforno kislino in aminoetilni alkohol : kolamin.

2. P r o t a g o n vsebuje C, H, N, P in S, se da ekstrahirati iz živčne substance z vročim alkoholom in obori v hladnem alkoholu v obliki rahlega praška, ki sestoji iz mikroskopično majhnih iglastih kristalov. Nahaja se samo v beli substanci (mozgovini). Njegova kemična formula ni znana. Bržkone je zmes različnih lipoidov.

3. C e r e b r o s i d i so označeni s tem, da se da iz njih izolirati ogljikov hidrat »galaktoza«. Iz suhe živčne substance se dajo ekstrahirati s piridinom. Nahajajo se predvsem v beli substanci in ne vsebujejo fosforja.

4. H o l e s t e r i n i se razlikujejo od ostalih lipoidov v tem, da se ne dajo saponificirati. Nahajajo se predvsem v beli substanci in ne vsebujejo niti fosforja niti dušika. Kisik vsebujejo v OH skupini, ki je vezana kakor v sekundarnih alkoholih.

Poleg lipoidov in beljakovin se nahajajo v živčni substanci še »**maščobne kisline**« (stearinske, palmitinske in oleinske) in nevtralne masti (glicerinski ester). Primešane so lipoidom.

Siva substanca živčevja (substantia grisea) vsebuje 83 do 85% vode.

Od ostalih 15% odpade približno:

na beljakovine	8 %
„ lecitine	3 %
„ kefaline	0.7 %
„ cerebroside	2 %
„ holesterine	0.7 %
„ nevrokeratin	0.4 %
„ anorganske soli	0.8 %

Bela substanca živčevja (substantia alba) vsebuje 68 do 73% vode.

Od ostalih 37% odpade približno:

na beljakovine	7.0 %
„ lecitine	5.0 %
„ kefaline	3.5 %
„ cerebroside	5.0 %

na holesterine	5.0%
„ nevrokeratin	3.0%
„ anorganske soli	0.8%

V pepelu živčne substance so našli K, Ca, Fe, Mg v obliki kloridov, sulfatov in fosfatov.

B. Vzdražljivost živčevja.

Fundamentalna lastnost elementov živčevja (nevronov) je njihova vzdražljivost (vzburljivost = Reizbarkeit), to je sposobnost preiti pod vplivom dražljajev (Reize) v fiziološko stanje »vzburjenosti« (Erregung), ki se širi na to od mesta draženja z večjo ali manjšo hitrostjo naprej, prehajajoč v nevronskih verigah iz nevrona v nevron.

Naravni (fiziološki) dražljaji vzburljajo živčevje le na določenih mestih, n. pr. v perifernih čutilih, umetno pa zmoremo vzdražiti živčno substanco na poljubnem mestu.

Ako je priklopljen vzburjeni nevron, kot člen nevronske verige, na nevron višjega reda, učinkuje vzburjenje njegovega nevrita kot dražljaj na celico nevrona višjega reda. Ako pa se razpleta nevrit vzburjenega nevrona v perifernem organu (mišici, žlezi), učinkuje njegovo vzburjenje kot inervacijski impuls.

Živčno vzburjenje, povzročeno po naravnih (fizioloških) dražljajih, se širi v nevronih v določeni smeri in sicer v dendritih celulopetalno, v nevritih celulofugalno. Vzburjenje, nastalo pod vplivom umetnih dražljajev, pa se širi od mesta draženja v obeh smereh: celulopetalno in celulofugalno.¹

V kakih fizioloških procesih se izraža živčno vzburjenje, nam ni znano, subjektivno ga zaznamo v psihičnih doživljajih, objektivno pa v reakciji eksekutivnih organov.

Nekateri avtorji ločijo vzdražljivost živčevja od njegove provodnosti, sklicujoč se na dejstvo, da je n. pr. poškodovan živec na poškodovanem mestu lahko še direktno vzburljiv, da pa ne prepušča (ne vodi) preko tega mesta vzburjenja in obratno, da izgubi n. pr. lokalno s kloroformom, etrom itd., zastrupljen živec na poškodovanem mestu poprej svojo vzburljivost nego provodnost.

¹ To velja samo za periferne živce. V živčnih progah centralnega živčevja se širi tudi umetno vzburjenje samo v eni smeri.

Ker se širi vzburjenje v živcu prav za prav na ta način, da prehaja živec (živčna nitka) postopno od točke do točke v vzburjeno stanje, je v bistvu provodnost identična z vzburljivostjo.

Pojemanje provodnosti v poškodovanem delu živca je direktno odvisno od dolžine tega dela. Čim daljša je poškodovana proga, tem prej ugasne provodnost. Vsled znižane vzburljivosti na poškodovanem mestu se širi živčno vzburjenje preko tega mesta z »dekrementom«, to se pravi: vzburljivost pojema od točke do točke in ugasne slednjič popolnoma.

Identičnost pojmov vzburljivosti in provodnosti se izraža razen tega v dejstvu, da vsi momenti, ki zvišujejo (odnosno znižujejo) vzdražljivost živcev, zvišujejo (odnosno znižujejo) tudi njihovo provodnost.

Živčna nitka je vzdražljiva in provodna le, ako je v neprekinjeni zvezi z intaktno živčno celico. Vsak proces, ki ukine na kakršenkoli način fizično ali fiziološko kontinuiteto živčne nitke, uniči na poškodovanem mestu takoj njeno provodnost. Ne le prerezan, pretrgan ali strt, tudi samo podvezan živec je neprevoden za živčno vzburjenje.

Od svoje celice odločena živčna nitka zapade sekundarni degeneraciji, ki se pojavi nekaj dni po poškodbi in se izraža v tem, da razpadejo nevrofibrile vlakna (aksona) zrnčasto ob istočasnem razkroju mielinjega tulca. (Wallerjev zakon.) Predno pa zapade od svojega centra (celice) odločeni živec (živčna nitka) razkroju in končni smrti, se zviša za nekaj časa njegova vzdražljivost, ki pa pozneje zopet vpade in slednjič popolnoma vgasne. (Ritter-Vallijev zakon.)

Degeneracija odmirajoče živčne nitke se širi od mesta poškodbe v celulofugalni smeri. Istotako se pojavi zvišana vzburljivost najprej na centralnem koncu prekinjenega živca, odkoder se širi proti periferiji. Iste posledice kakor prekinjenje živca ima smrt njegovega centra. Živčne celice so torej trofična centra živčnega nitja.

Po vseobčem zakonu, da zamre prej ali slej vse, kar ne vrši svoje funkcije, pa je odvisna tudi usoda celice od njene nitke. Od svoje nitke več časa trajno odločena celica zapade tako zvani retrogradni degeneraciji, ki se izraža v tem, da njeno telesce nabrekne, da roma njeno jedro proti periferiji in da kaže tigroid protoplazme znake razpada. Večina na ta način retrogradno obolelih celic se sicer prehodno v teku več mesecev zopet opomore, zapade pa, ako je njih nitje trajno prekinjeno, pozneje vendarle atrofiji.

Retrogradna degeneracija se pojavi na psevdounipolarnih (senzibilnih) celicah spinalnih ganglijev, ako je prekinjen njih periferni izrastek (dendrit), dočim degenerirajo funikularne in motorične celice pri destrukciji njihovih nevritov.

Po istem vseobčem zakonu je pa odvisna od usode živca tudi usoda organa, ki je z dotičnim živcem v fiziološkem stiku. Degeneracija motoričnega (sekretoričnega) živca povzroča vedno tudi degeneracijo dotične mišice, oziroma žleze, kakor povzroča n. pr. uničenje ali prekinjenje kusnega živca (glosofaringeja) atrofijo kusnih čašic jezika.

Obratno pa kažejo tudi živci in njihova centra znake regresivnih procesov, ako je trajno uničen njih periferni organ, n. pr. motorični živci in njihova centra po amputaciji udov, nervus opticus po ekstirpaciji zrkla itd.

Ako je živčna nitka (živec) samo poškodovana ne pa od svoje celice (centra) odločena, se prej ali slej opomore. Čas, ki je za to potreben, je v bistvu odvisen od intenzitete poškodbe. Ako je bila poškodba tako intenzivna, da je zapadel živec periferno od mesta poškodbe sekundarni degeneraciji, se izvrši regeneracija na ta način, da izrastejo iz zdravega dela živca nove nevrofibrile v degenerirano progo. Tudi popolnoma od svojega centra odločen (n. pr. prerezan) živec regenerira in postane zopet provoden, ako ostaneta oba krna na prerezanem mestu v kontaktu, ali pa ako vpostavimo kontakt na umeten način n. pr. s šivom. Ako združimo s šivom centralni krn živca s perifernim krnom kakega drugega živca, vrastejo tudi v tega nevrofibrile in ga napravijo provodnega za živčno vzburjenje. Pri tozadevnih poizkusih se je izkazalo, da je irelevantno, ali sta živca, ki jih na ta način umetno sešijemo, fiziološko istovredna ali ne. Centralni krn motoričnega živca požene nove nevrofibrile tudi v periferni krn senzibilnega živca in obratno.

Periferni živci imajo torej veliko regeneracijsko sposobnost, dočim se izpad živčnih celic in degeneracija živčnih prog v centralnem živčevju nikdar ne nadomesti s produkcijo novih. Za te velja zakon: »Kar je enkrat uničeno, ostane uničeno.«

V regeneriranem mešanem živcu se pojavi najprej vzdražljivost in provodnost za senzibilne dražljaje, nato šele provodnost za motorične impulze, in sicer se vrne prej provodnost za fiziološke kakor za umetne dražljaje.

Pod vplivom nekaterih substanc (kloroforma, etra, alkohola, kloralhidrata, kokaina itd.) preide živec v stanje narkoze. Ako je narkotizirana proga živca kratka, izgubi živec na mestu narkoze poprej svojo razdražnost nego provodnost.

Pogoj za učinkovanje narkotičnih substanc je, da so topljive v lipoidih, ki tvorijo nekako izolirajočo membrano krog živčne nitke, zabranjujoč vsem drugim substancam vstop v notranjost živca.

*

Kakor vsak delujoči organ, potrebuje tudi živčevje za svoje funkcije oksidativnih organskih snovi (hraniva), ki jih s pomočjo kisika krvi razkraja, črpajoč iz disimilacijskih procesov za delovanje potrebno energijo. Pri tem oddaja trajno ogljikovo kislino.

V tem pogledu pa obstoje znatne razlike med perifernim in centralnim živčevjem.

Že anatomske dejstvo, da je krvno-žilni sistem perifernega živčevja zelo skromno razvit, dočim ima centralno živčevje, osobito pa njegova siva substanca (serovina) izredno bogato razvito žilje, kaže na to, da je prvo v svoji funkciji od dovoza krvi v vse višji meri neodvisno kot drugo. Presnavljanje se vrši v centralnem živčevju neprimerno hitreje in izdatneje nego v perifernem. Tako je n. pr. uporaba kisika in oddaja ogljikove kisline hrbtne mozga žabe, preračunjena na utežno enoto, 2—3 krat večja nego izmenjava teh plinov v ostalih delih organizma. Možganska skorja mora biti tako rekoč neprestano preplavljena s svežo arterielno krvjo, sicer ustavi v trenutku svojo funkcijo. Totalna kompresija obeh karotid vodi do takojšnje nezavesti, dasi dobivajo možgani še nekaj krvi po vertebralnih arterijah. Istotako nastopi vsled kompresije abdominalne aorte hitro paraplegija (mrtvoudnost) spodnjih ekstremitet, dasi dobiva hrbtne mozeg po prednji in po zadnjih dveh spinalnih arterijah nekaj krvi. (Stensonov poizkus.)

Na drugi strani ohranijo periferni živci svojo vzdražljivost (odnosno provodnost) tudi ako so več ur popolnoma odločeni od vsakega dovoza krvi. Da pa potrebuje tudi periferni živec kisik, je dokazano s tem, da se izrezani »nervus ischiadicus«

žabe zaduši (t. j. izgubi svojo vzdražljivost in provodnost) v kisika popolnoma prosti tekočini že v 3—5 urah.

Izraz te relativne neodvisnosti vzburljivosti in provodnosti perifernega živca od dovoza krvi je njegova relativna neutrudljivost. Dočim duševno delo utruji, se je izkazalo, da zamoremo periferni živec dražiti neprestano ure in ure, ne da bi se znižala njegova vzdražnost odnosno provodnost. Vendar pa kažejo izpremembe akcijskega toka pri trajno draženih živcih, da so tudi ti, dasi zelo v mali meri vendarle utrudljivi, kar je povsem naravno, če pomislimo, da sestojijo tudi živci iz žive snovi in da temelji tudi njih funkcija na življenjskih procesih, kakor funkcija vseh drugih organov.

Za restavracijo utrujene možganske skorje je nujno potrebno spanje, za restavracijo ostalih delov živčevja pa zadostuje daljši ali krajši odpočitek in pa zadostna preskrba z arterijelno krvjo.

Od vsakega dovoza krvi separirano živčevje vstavi prej ali slej svojo funkcijo in zamre, ako je ukinjenje dovoza krvi trajno.

Predno pa vstavijo živčna centra vsled zadužitve svojo funkcijo, preidejo prehodno za kratek čas v stanje zvišane zburljivosti (ekcitacije), ki se izraža na motoričnem polju v obliki krčev, na senzibilnem polju pa v obliki zvišane občutljivosti.

Možganska skorja vstavi, kakor omenjeno, pri krvni zapori momentano svoje delovanje in zamre v teku 10—15 minut. Od avtomatičnih center možganskega debla (oblongate) vstavi najprej svojo funkcijo vazomotorični, nato depresorični srčni in za njim respiratorični centrum. Najvztrajnejša so spinalna vazomotorična centra.

Razdražnost in provodnost živcev je nadalje odvisna od njihove temperature. Toplota vpliva do neke meje svoje intenzitete ugodno na razdražnost (provodnost) perifernih živcev, onstran te intenzitete pa kvarno. Žabji živec izgublja rapidno svojo razdražnost pri temperaturi od 32° C navzgor in postane pri 43° C popolnoma nevzdražljiv. Enako vpliva nizka temperatura. Pri 5° C se zmanjšuje razdražnost vseh živcev in vgasne pri 2° C popolnoma.

Živčno vzburjenje se širi v cerebrospinalnih živcih nepri- merno hitreje nego v vegetativnih: v prvih s poprečno hitrostjo 50 m v sek., v teh pa le s hitrostjo do 1 m.

Dražljaji.

Dražljaji, ki zamorejo vplivati na živčevje so ali naravni (fiziološki) ali umetni (eksperimentalni).

I. Fiziološki dražljaji.

Fiziološke dražljaje delimo v zunanje, notranje in centralne.

1. **Zunanji dražljaji** so oni, potom katerih vpliva zunanji svet na živčevje kakega bitja. Pri človeku in višje organiziranih živalih ne vplivajo navadno neposredno na periferne senzibilne živce, temveč na posebne periferne receptivne aparate (čutila), kjer šele vzbujajo senzibilne elemente živčevja: senzibilno nitje odnosno nevroepiteljske celice.

Zunanje dražljaje delimo v fizikalne in kemične.

K fizikalnim prištevamo valovanje etra kot adekvaten dražljaj vida (retine), valovanje zraka kot adekvaten dražljaj sluha (Cortijevega organa), toplotne žarke kot dražljaj termičnega čuta kože, dotik, pritisk in udar kot dražljaj splošne taktilne senzibilitete, itd.

H kemičnim dražljajem prištevamo kapljivotekoče substance, ki vzbujajo kemičnim potom gustatorično nitje v kusnih čašicah ustne dupline in plinaste substance, ki vzbujajo olfaktorne nevroepiteljske celice gornjega dela nosne dupline.

Vsak zunanji dražljaj mora imeti neko minimalno intenziteto (jakost), pod katero je brez efekta. Onstran neke maksimalne jakosti pa vpliva kvarno na živčevje, odnosno čutila, povzročujoč navadno občutek bolečine.

2. **Notranji dražljaji** so oni, ki se pojavljajo v organih telesa samih in učinkujejo navadno neposredno na senzibilno nitje perifernih živcev. K njim prištevamo trenje sklepnih ploskev, napenjanje kit in mišic pri gibih in kretnjah kot dražljaje za kinestetične občutke, zvišano napetost (tonizacijo) gladke miškulature notranjih organov kot vzrok notranjih senzacij, valovanje labirintne vode vestibularnega aparata itd.

3. **Centralni dražljaji** so oni, ki vplivajo neposredno na centra centralnega živčevja. Najvažnejši so oni potom krvi, odnosno potom v krvi se nahajajočih substanc. Tako vzburja neka minimalna množina ogljikove kisline v krvi neposredno na respiratorični in vazomotorični centrum možganskega debla (oblongate). Kot dražeče substance pridejo nadalje v poštev

predvsem produkti žlez z notranjo sekrecijo (tako zvani hormoni). K centralnim dražljajem moramo prištevati tudi one nam neznane procese možganske skorje, ki vplivajo vzburljivo na kortikalna in subkortikalna motorična centra in ki jim odgovarjajo na strani duševnosti doživljaji zavestne (spontane = hotne) inervacije eksekutivnih organov.

II. Umetni dražljaji.

Umetne dražljaje delimo v mehanične, termične, kemične in električne.

1. **Mehanični dražljaji** (kakor trenje, pritisk, udar, vbodljaj itd.), učinkujejo na živčevje vzburljivo s tem, da ga na draženem mestu strukturelno deformirajo. Deformacija pa se mora izvršiti z neko minimalno hitrostjo in jakostjo, da učinkuje kot dražljaj. Pri manjši jakosti je potrebna večja hitrost in obratno: pri manjši hitrosti večja jakost deformacije živčne strukture. Polagoma stopnjevan pritisk n. pr. ne vpliva vzburljivo na živec, četudi povzroči intenzivno deformacijo.

Ako doseže deformacija neko maksimalno jakost, vpliva kvarno na živec in uniči slednjič njegovo vzdražljivost in provodnost na poškodovanem mestu. Od jakosti poškodbe je odvisno, dali se živec po prenehanju pritiska zopet opomore ali pa zapade sekundarni degeneraciji.

Senzibilno nitje je za pritisk občutljivejše nego motorično.

Kot primer prehodne neprevodnosti živca vsled pritiska nam nudi vsakdanje življenje v pojavu »zaspale noge« pri sedenju s prekrižanimi koleni; kot primer težje poškodbe s sekundarno degeneracijo pa paraliza rok vsled trajnega pritiska na plexus brachialis v pazduhi vsled ekcesivne hoje po berglah.

2. **Termični dražljaji.** Hitro shlajenje živca pod 5°C , ali hitro segretje nad 45°C učinkuje kot dražljaj. Počasna izprememba temperature ne učinkuje vzdražljivo, pač pa zviša ali zniža vzburljivost. In sicer se zvišuje vzburljivost do neke meje pri rastoči in se znižuje pri padajoči temperaturi. Od 5°C navzdol in od 50°C navzgor začne vgašati vzburljivost in provodnost vseh živcev.

3. **Kemični dražljaji.** Kot kemični dražljaji učinkujejo substance, ki izpremene kemično strukturo živca. Tudi ta izprememba se mora izvršiti z neko minimalno hitrostjo, sicer okvari eventualno živec, ne da bi učinkovala kot dražljaj.

Proste alkalije dražijo živce intenzivneje (v znatno manjši koncentraciji) nego kisline. Najenergičnejše draži senzibilno nitje amonijak. Nevtralne soli učinkujejo bolj kvarno nego vzburljivo, istotako organske snovi (alkohol, eter itd.). Alkaloidi znižujejo vzburljivost, eterična olja okvarijo živec, ne da bi ga vzburlila.

4. Električni dražljaji.

V eksperimentalne svrhe se poslužuje splošna nevrofiziologija običajno ishiadika žabe, ki je v organični zvezi z gastroknemijem. Efekt vsakega učinkovitega dražljaja živca je zgib (kontrakcija) obremenjene mišice, ki ga registriramo s pisalnim vzvodom na kimografiju. Kot dražljaj uporabljamo konstanten ali indukcijski tok. Jakost konstantnega toka reguliramo z reostatom, indukcijskega pa z distanco sekundarne tuljave od primarne.

Kot elektrode uporabljamo take, ki izključujejo elektrolitične procese na (golem) živcu in vsled tega polarizacijo. V to svrho armiramo cinkasta konca baterijskih žic z ozko cevko, ki jo napolnimo s koncentrirano raztopino cinkovega sulfata in ki ima na koncu konico iz gnetene gline. Glej sliko 2, str. 21.

Pri draženju položimo elektrodi v večji ali manjši razdalji drugo od druge na živec.

Elektrofiziologija.

Da učinkuje električni tok kot dražljaj na živec vzburljivo, mora imeti

- a) neko minimalno gostoto;
- b) se mora pojaviti z neko minimalno hitrostjo in
- c) mora trajati nek minimalni čas.

Ad a) Ono minimalno gostoto, ki jo mora imeti električni tok, da učinkuje kot dražljaj, imenujemo *spodnjo efektivno gostoto* (Schwellenwert der Stromdichte). Ker je gostota toka pri konstantnem prerezu provodnika (elektrode) direktno odvisna od njegove jakosti, govorimo navadno o *efektivni jakosti* in označujemo kot *spodnjo efektivno jakost* ono, pod katero je električni tok brez efekta.

Veličina spodnje efektivne jakosti toka (Schwellenwert der Stromstärke) je odvisna

- a) od časa vplivanja toka na živec: čim krajši čas vpliva tok, tem večji mora biti njegova spodnja efektivna jakost. Pri trajno sklenjenem konstantnem toku zadostuje že 0.0006 MA za minimalni zgib mišice;
- β) od distance obeh elektrod na živcu. Čim večja je ta distanca, to se pravi, čim večjo progo živca mora pasirati

tok, tem manjša jakost toka, odnosno tem krajši čas vplivanja je potreben, da se živec vzburi;

- 1) od smeri toka: najučinkovitejši je tok, ki teče longitudinalno po živcu (v smeri nevrofibril). Tok, ki teče transverzalno skozi živec, ni učinkovit.

Ad b) Efekt draženja z električnim tokom je odvisen od hitrosti, s katero se izpreminja efektivna gostota toka. Kot dražljaj ne učinkuje absolutna veličina gostote, temveč prememba te veličine od momenta do momenta. Du Bois Reymondov zakon.

Ako stopnjujemo jakost toka polagoma od 0 do neke pozitivne vrednosti, ne učinkuje tok kot dražljaj, četudi doseže njegova jakost (gostota) visoko efektivno vrednost. Tok se mora marveč pojaviti v svoji efektivni gostoti (jakosti) z neko hitrostjo, ki mora biti tem večja, čim manjša je razpoložljiva gostota. Čim hitrejša je ta izprememba, tem manjša jakost toka je potrebna za minimalni zgib mišice. Najhitreje se pojavi tok v vsej svoji efektivni gostoti v momentu sklepa. Isti učinek kakor sklep toka ima tok, čigar naraščanje do efektivne gostote traja samo 0.003 sek. Električni tok pa učinkuje kot dražljaj tudi takrat, ko se njegova gostota (jakost) hitro znižuje in učinkuje najjačje, ako pade jakost hipno od neke pozitivne vrednosti na 0: to je v momentu prekina.

V momentu prekina kakor v momentu sklepa toka je hitrost izpremembe njegove gostote (jakosti) neskončna. Čim strmejši je pa dvig, oziroma padec, njegove gostote, tem učinkovitejši je tok.

Po Du Bois Reymondovem zakonu bi moral biti konstanten električen tok konstantne jakosti (gostote) brez efekta. To pa ne velja brezpogojno. Ako dražimo namreč senzibilni živec z neko zadostno, četudi konstantno gostoto, imamo ves čas draženja in ne samo v momentu sklepa odnosno v momentu prekina, nek občutek, kot izraz dejstva, da se je nahajal živec ves čas draženja v vzbujenem stanju. In ako dražimo motoričen živec z močnim galvaničnim tokom, se pojavi v momentu sklepa v mišici tetanus, ki traja ves čas draženja, vse do prekina.

Ad c) Konstanten električen tok vpliva najjačje v momentu sklepa in v momentu prekina. To velja z omejitvijo, da si sklep in prekin ne sledita prehitro, to se pravi, da traja tok nek minimalen čas. Dolgost tega časa je odvisna od jakosti toka, čim jačji je tok, tem krajši čas trajanja je potreben, da

učinkuje tok kot dražljaj. Hipno se pojavljajoči indukcijski toki srednje jakosti učinkujejo vsled tega le v momentu pojava, ne pa v momentu izgina.

Visoko napeti Teslini toki 10 miliamperske jakosti učinkujejo že, ako trajajo le eno miliontinko sekunde. Toki z večmilionsko frekvenco pa so tudi pri največji jakosti brez efekta.

Dolgost minimalnega trajanja je nadalje odvisna od dolžine proge živca, ki jo mora pasirati tok. Čim daljša je ta proga, tem manjši čas trajanja tokâ je potreben, da vzburi tok živec.

Draženje z indukcijskimi toki.

Ako vzburimo živec z enkratnim indukcijskim dražljajem, preteče od momenta dražljaja pa do začenjajoče se kontrakcije mišice (ki jo registrira vrteči se miografion), nek čas, ki traja poprečno 0.004 sek. Ta čas imenujemo latenčni čas (*latenčno dobo = Latenzdauer*).

Po preteku latenčne dobe se začne mišica krčiti in se skrči maksimalno poprečno v 0.05 sek., nakar se poprečno v 0.07 sek. zopet iztegne. Čas, ki preteče od momenta dražljaja pa do končanega zgiba (izvršene relaksacije) imenujemo *z gibni čas (Zuckungsdauer)*. Zgibni čas traja $0.004 + 0.050 + 0.070 = 0.124$ sek.

Iz difference dolžin latenčnih časov, ki jih ugotovimo, če dražimo živec ponovno, in sicer enkrat v bližini mišice, na to pa v nam znani oddaljenosti od tega mesta, izračunamo lahko hitrost, s katero se širi vzburjenje v živcu.

Ako najdemo n. pr., da se je podaljšal latenčni čas pri drugem draženju, ko sta bili elektrodi 2 cm dalje od mišice nego pri prvem draženju, za $\frac{1}{1500}$ sek., smemo iz tega sklepati, da je rabil impulz za pasažo proge teh dveh cm $\frac{1}{1500}$ sek., to se pravi, da se je širil po živcu s hitrostjo 1500 krat 2 cm = 30 m v sekundi.

Pri ishiadiku žabe znaša ta hitrost 25 m v sek., v motoričnem živcu človeka pa približno 33 m v sek. Hitrost je neodvisna od intenzitete dražljaja, pač pa se zviša pri višji in zniža pri nižji temperaturi živca.

Ako dražimo živec z indukcijskimi toki ponovno tako, da prvi zgib mišice še ni končan ko jo zadene že novi inervacijski impuls, se adira efekt drugega dražljaja k efektu prvega, to se pravi, kontrakcija mišice postane izdatnejša. Sumacija efektov dveh dražljajev, pa nastopi samo, ako si dražljaja ne

sledita prehitro. In sicer mora ležati med 1. in 2. dražljajem časovni interval 0.001 do 0.0005 sek. To dobo imenujemo *refrakterno periodo*. V refrakterni periodi je živec za dražljaje neobčutljiv (nevzburljiv).

Ako dražimo živec s celo serijo ponovnih dražljajev, ki si slede v krajših intervalih nego je čas, ki je potreben, da se mišica pod vplivom enkratnega dražljaja maksimalno skrči (0.05 + 0.004 sek.), preide mišica v *tetanično stanje*, to se pravi, mišica ostané ves čas draženja v skrčenem stanju.

Frekvenca dražljajev, potrebnih, da preide mišica v tetanično stanje, je torej odvisna od hitrosti, s katero se mišica krči. Čim hitrejši so njeni zgibi, tem hitreje si morajo slediti dražljaji, da se pojavi tetanus. Ker se mišica skrči maksimalno poprečno v 0.054 sek., si morajo slediti dražljaji poprečno najmanj s hitrostjo 0.054 sek., to se pravi, mišico mora zadeti 18 dražljajev v sekundi. Ako pa si slede dražljaji v krajših intervalih nego odgovarja refrakterni periodi, so učinkoviti le oni, ki ne padejo v refrakterno periodo.

Ako dražimo n. pr. živec s hitrostjo 4000 dražljajev v sekundi, znašajo intervali med poedinimi dražljaji $1/4000$ sek. Ako znaša refrakтерна perioda 0.002 sek., učinkuje od 4000 dražljajev samo vsak drugi.

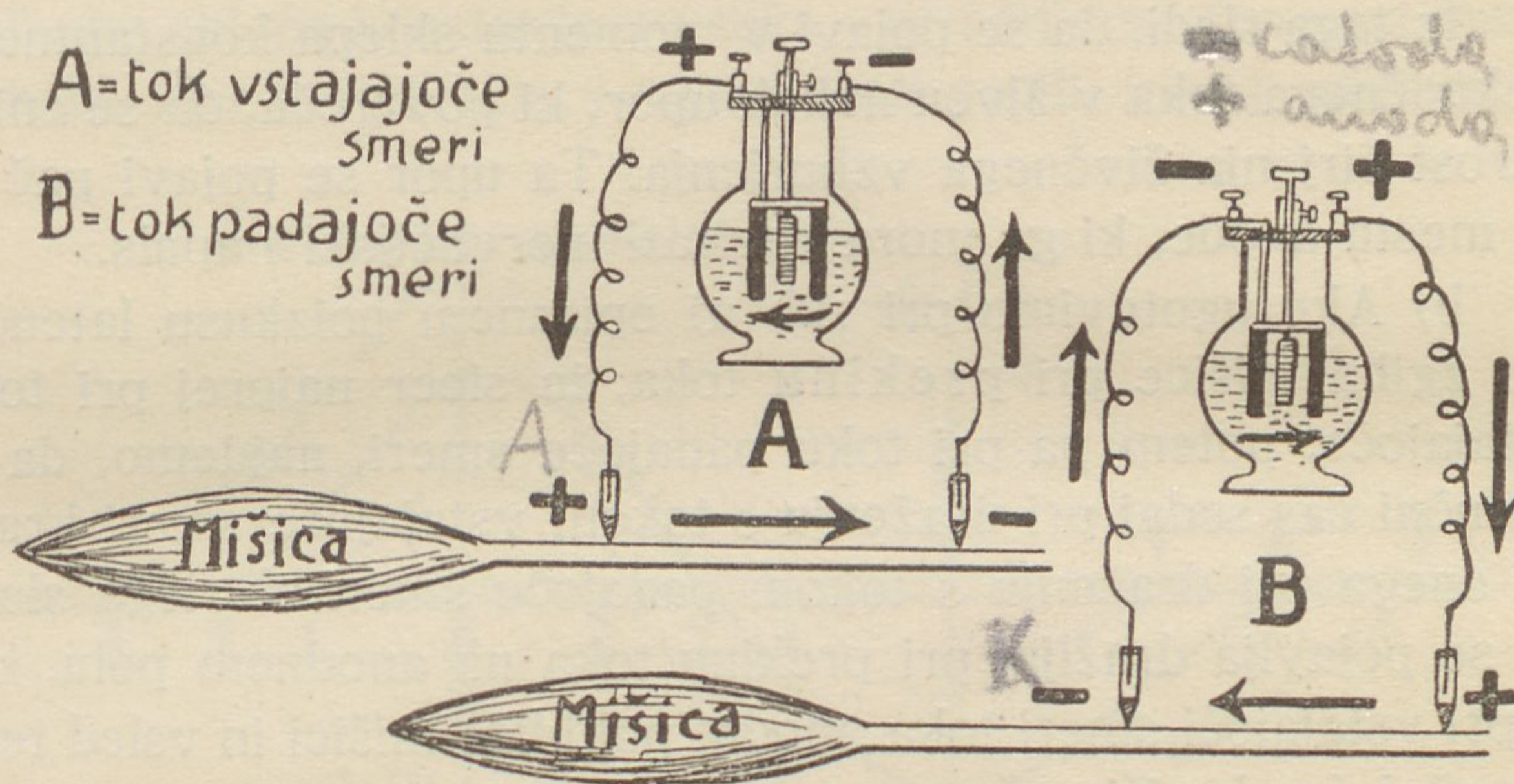
Draženje s konstantnim tokom.

Ker je pri draženju z indukcijskim tokom praktično irelevantno, katera elektroda je anoda in katera katoda, položimo elektrodi navadno v zelo majhni razdalji drugo poleg druge na živec. V momentu sklepa toka v primarni tuljavi se pojavi namreč v sekundarni tuljavi dražeči tok hipno in takoj zopet izgine. Efekt je enkraten zgib mišice. Pri draženju s konstantnim (galvaničnim) tokom dražeči tok ne izgine takoj, marveč šele takrat, ko ga hotoma prekinemo. V momentu prekina se zgane mišica vnovič. V svrhu odgovora na vprašanje, na katerem polu učinkuje pojav in na katerem izgin toka, je potrebno, da položimo elektrodi v večji razdalji drugo od druge na živec. Ako leži pri tem katoda bližje mišici nego anoda, govorimo o toku padajoče smeri: tok teče muskulopetalno (glej sliko 1.). Ako pa leži anoda bližje mišici nego katoda, govorimo o toku vstajajoče smeri: tok teče muskulofugalno. Progo živca, ki leži med elektrodama, imenujemo interpolarno, ono izven elektrod pa ekstrapolarno.

Pflügerjev zakon.

Pflüger je eksperimentiral na prepariranem ishiadiku žabe z ohranjenim gastroknemijem. Z galvanično baterijo je dražil živec in opazoval pri tem zgib mišice. Poizkuse je variral na ta način, da je preminjal smer toka s tem, da je menjaval lego elektrod na živcu. Enkrat je dražil živec s katodo v bližini mišice, z anodo pa na koncu živca (tok padajoče smeri), nato pa s katodo na koncu živca in z anodo v bližini mišice (tok vstajajoče smeri). V obeh slučajih je opazoval

1. kako učinkuje sklep in kako prekin toka in
2. kako učinkujejo različne jakosti toka.



Slika št. 1.

Draženje živca s konstantnim (galvaničnim) tokom.

1. Ako dražimo živec s slabimi toki, se zgane mišica le pri sklepu toka, in sicer egalno pri toku vstajajoče kakor padajoče smeri.

2. Ako dražimo živec s srednje močnimi toki, se zgane mišica pri sklepu in pri prekinu toka, in sicer tako pri toku vstajajoče kakor pri toku padajoče smeri.

3. Ako dražimo živec z močnimi toki, se zgane mišica pri toku padajoče smeri le v momentu sklepa, pri toku vstajajoče smeri pa le v momentu prekina.

Pomen tega zakona nam osvetljujejo sledeča dejstva:

a) Ako položimo elektrodi v veliki distanci drugo od druge na živec in ugotovimo latenčni čas zгиба mišice pri sk l e p u toka, in sicer enkrat pri toku vstajajoče (A — slika 1), drugič pri toku padajoče smeri (B), najdemo, da je latenčni čas pri draženju s tokom padajoče smeri (B) krajši nego pri draženju

s tokom vstajajoče smeri. Iz tega sledi, da se pojavlja dražljaj pri sklepu toka na katodnem polu, ker je pri padajoči smeri toka katodni pol bliže mišici in vsled tega latenčni čas krajši.

Ako izračunamo na podlagi latenčnih časov zgiba mišice, ugotovljenih pri sub a) popisanem poizkusu, hitrost, s katero se je širilo živčno vzburjenje v živcu pri draženju s tokom vstajajoče smeri, najdemo, da je hitrost znatno manjša od one, ki jo ugotovimo, ako dražimo živec na istem mestu (na mestu katode) z enkratnim indukcijskim dražljajem.

Iz tega sledi, da se pojavi v momentu sklepa konstantnega električnega toka v živcu nekak upor, ki povzroča, da se zniža hitrost širjenja živčnega vzburjenja. Ta upor se pojavi pač le na mestu anode, ki ga mora pasirati inervacijski impuls.

b) Ako ugotovimo pri sub a) opisanem poizkusu latenčni čas zgiba mišice pri prekinu toka, in sicer najprej pri toku vstajajoče, potem pa pri toku padajoče smeri, najdemo, da je latenčni čas sedaj pri draženju s tokom vstajajoče smeri krajši od onega pri draženju s tokom padajoče smeri. Iz tega sledi, da se pojavlja dražljaj pri prekinu toka na anodnem polu, ker je pri vstajajoči smeri toka anodni pol bliže mišici in vsled tega latenčni čas krajši.

Ako ugotovimo pri sub b) popisanem poizkusu hitrost, s katero se širi vzburjenje pri draženju s tokom padajoče smeri, najdemo, da je ta hitrost manjša od one, ki jo dobimo, ako dražimo živec na istem mestu (ne mestu anode) z enkratnim indukcijskim dražljajem.

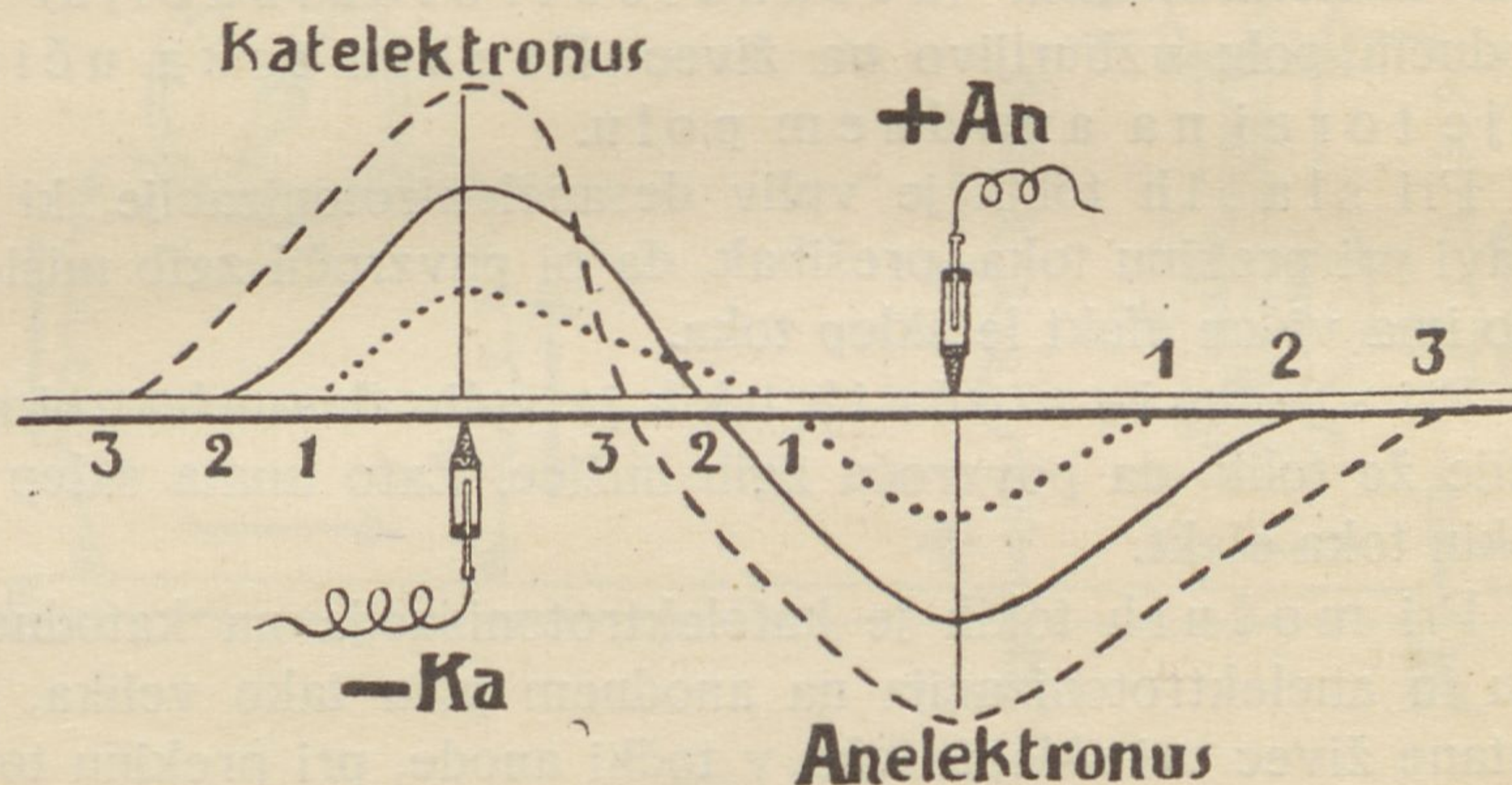
Iz tega sledi, da se pojavi tudi v momentu prekina toka v živcu nek upor, ki povzroča, da se zniža hitrost širjenja vzburjenja. Ta upor se pojavi pač le na mestu katode, ki jo mora pasirati inervacijski impuls.

c) Ako teče po živcu konstanten električen tok, (ki je seveda po Du Bois Reymondovem zakonu brez efekta), in dražimo živec poleg tega z indukcijskim tokom, najdemo, da je zgib mišice, ki ga dobimo, ako dražimo živec v bližini katode, jačji od onega, ki nastopi, ako dražimo v bližini anode in sicer je zgib mišice pri draženju živca v bližini katode jačji nego normalno (t. j. ako ne teče istočasno skozi živec konstanten tok), pri draženju v bližini anode pa slabejši nego normalno.

Stanje zvišane vzburljivosti živca v bližini katode traja le nekaj časa po sklepu toka in preide na to v stanje znižane vzdražljivosti.

Obratno se pojavi v momentu prekina konstantnega toka stanje zvišane vzdražljivosti na anodnem, stanje znižane vzdražljivosti pa na katodnem polu. Tudi to stanje traja le nekaj časa po prekinu toka.

Sklep kakor prekin konstantnega toka povzročujeta torej v živcu izpremembo njegove vzdražljivosti. In sicer pada pod vplivom sklepa konstantnega toka vzdražljivost živca od mesta katode, kjer je največja v smeri proti anodi, kjer je najmanjša.



Slika št. 2.

Kurva fiziološkega elektrotonusa v živcu.

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 = pri slabih električnih tokih | 3 = pri močnih električnih tokih |
| 2 = pri srednje močnih električnih tokih | An = Anoda |
| | Ka = Katoda |

Točko med obema elektrodama, kjer prehaja zvišana vzdražljivost v znižano, imenujemo indiferentno. Indiferentna točka leži pri slabih električnih tokih bliže anodi, pri močnih tokih pa bliže katodi. Močni električni toki znižujejo torej v celoti vzdražljivost živca, dočim jo slabi zvišujejo. (Slika 2.)

Na podlagi teh dejstev si tolmačimo Pflügerjev zakon lahko takole:

1. V momentu sklepa konstantnega toka se pojavi na katodnem polu stanje zvišane vzburljivosti in provodnosti: tako zvani »katelektrotonus«, na anodnem polu pa

stanje znižane vzburljivosti in provodnosti: takozvani »anelektrotonus«.

2. Pojav katelektrotonusa (katelektrotonizacija) na katodnem polu vpliva vzburljivo na živec, dočim pojav anelektrotonusa (anelektrotonizacija) zniža na anodnem polu njegovo provodnost. Sklep toka učinkuje torej na katodnem polu.

3. V momentu prekina toka izgine s katodnega pola katelektrotonus, z anodnega anelektrotonus.

4. Izgin katelektrotonusa (dekatelektrotonizacija) zniža na katodnem polu provodnost živca, dočim vpliva izgin anelektrotonusa (desanelektrotonizacija) na anodnem polu vzburljivo na živec. Prekin toka učinkuje torej na anodnem polu.

Pri slabih tokih je vpliv desanelektrotonizacije, ki se pojavi pri prekinu toka, prešibak, da bi povzročil zgib mišice, zato ima viden efekt le sklep toka.

Pri srednje močnih tokih je vpliv desanelektrotonizacije že tolik, da povzroča zgib mišice. Zato imata sklep in prekin toka efekt.

Pri močnih tokih je katelektrotonizacija na katodnem polu in anelektrotonizacija na anodnem polu tako velika, da postane živec pri sklepu toka v točki anode, pri prekinu toka pa v točki katode neprevoden.

Vzburljenje, nastalo na katodnem polu vsled sklepa toka, ne more pri toku vstajajoče smeri pasirati točke anode, ker je živec postal na tem mestu vsled jake anelektrotonizacije neprevoden. Istotako ne more vzburljenje, nastalo na anodnem polu vsled prekina toka pri toku padajoče smeri pasirati točke katode, ker je postal živec vsled jake dekatelektrotonizacije sedaj na tem mestu neprevoden. Zato ima prekin toka efekt le pri toku vstajajoče smeri.

Stanje zvišane odnosno znižane vzburljivosti in provodnosti živca pod vplivom konstantnega toka označujemo kot fiziološki elektrotonus.

Konstanten električen tok pa povzroča v živcu poleg izprememb v fizioloških tudi še izpremembe v fizikalčnih lastnostih živca.

Ako teče namreč skozi interpolarni del živca konstanten električen tok (takozvani polarizirajoči tok), ugotovimo z galvanometrom tudi v ekstrapolarnih delih živca konstanten tok

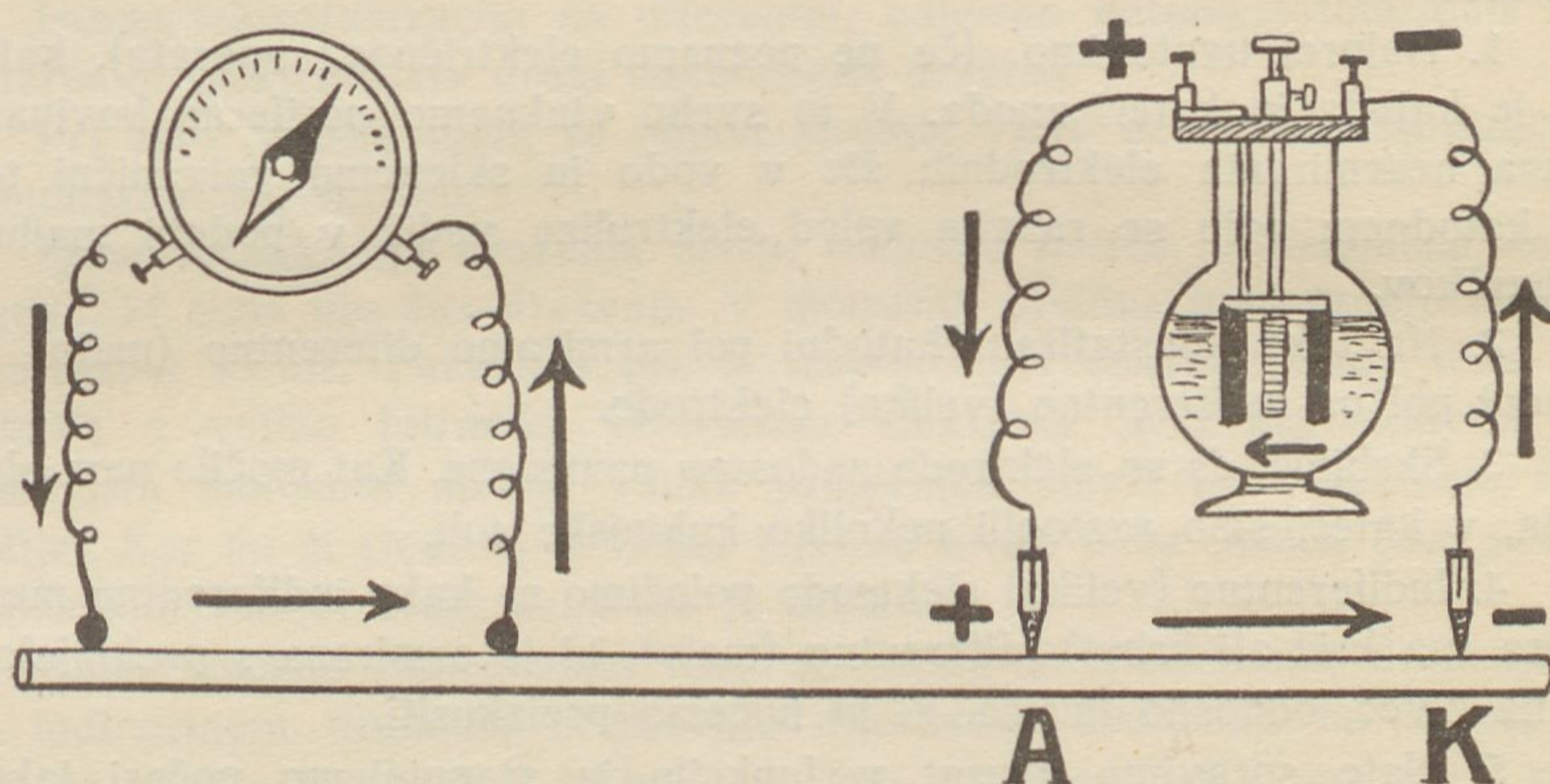
iste smeri. Ta tok traja toliko časa, kolikor časa traja polarizirajoči tok. (Glej sliko 3.)

Njegova jakost je odvisna:

a) od jakosti polarizirajočega toka: čim jačji je ta, tem jačji je oni,

b) od dolgosti interpolarne proge: čim daljša je ta, tem jačji je ekstrapolarni tok,

c) od oddaljenosti ekstrapolarnega dela od interpolarnega. Čim bolj se oddaljimo z galvanometrom od interpolarne proge, tem šibkejši tok ugotovimo,



Slika št. 3.
Fizikalni elektrotonus.

Pod vplivom električnega toka se pojavi v ekstrapolarni progi živca električni tok.

d) od lege elektrod polarizirajočega toka: na strani anode je ekstrapolarni tok jačji, nego na strani katode.

Izpremembo električnih (fizikalnih) lastnosti živca pod vplivom konstantnega toka označujemo kot fizikalni elektrotonus.

Fizikalni elektrotonus se javlja samo v z mielinjimi tulci obdanih cerebrosposinalnih živcih, dočim manjka v vegetativnih.

Klinična elektrodiagnostika.

V klinične svrhe nam zadostuje, če vemo pri kateri najnižji jakosti električnega toka reagira živec, odnosno mišica, ki jo hočemo električno preizkusiti in ako vemo, kako reagirata na draženje z različnimi poli.

Elektrodo, s katero dražimo, imenujemo diferentno. Da zvišamo gostoto toka na diferentni elektrodi, ji damo razmeroma majhen prerez, navadno 3 cm². Ž njo dražimo mišico samo (direktno draženje) ali pa njen motorični živec (indirektno draženje).

Diferentna elektroda je armirana s prekinjalom, ki omogoča v vsakem poljubnem trenutku sklep ali prekin toka. Obračalo toka (Stromwender) na aparatu pa omogoča poljubno izpreminjanje diferentne elektrode v anodo ali katodo.

Indiferentno elektrodo, ki ji damo, da znižamo njeno učinkovitost velik prerez, navadno 100 cm², položimo daleč od živca oziroma mišice na kako indiferentno mesto telesa (hrbet, trebuh ali prsi).

Postopanje pri električni preizkušnji periferne živčevja je v bistvu sledeče:

1. Najprej ugotovimo, (če ne poznamo električnega aparata), kateri pol je katoda in kateri anoda. V to svrhu vtaknemo periferna kovinasta konca nearmiranih elektrodnih žic v vodo in sklenemo galvanični tok. Na katodnem polu se razvija vsled elektrolize vodik v podobi majhnih mehurčkov.

2. Na tako konstatirani katodni pol armiramo diferentno (malo), na anodni pol pa indiferentno (veliko) elektrodo.

3. Skrbimo, da so elektrode zadostno namočene. Kot močilo nam služi voda, v kateri smo raztopili nekoliko kuhinjske soli.

4. Indiferentno (veliko) elektrodo položimo na kako indiferentno mesto telesa (na križ ali hrbet), diferentno (malo), ki je armirana s prekinjalom, pa na živec, odnosno mišico, ki jo hočemo preizkusiti.

5. Nato spravimo aparat v funkcijo in stopnjujemo počasi jakost (galvaničnega) toka. Pri tem sklepamo in prekinjamo s prekinjalom električni tok. Ko opazimo prvi zgib mišice, ugotovimo na galvanometru jakost toka. Nato izpremenimo, ne da bi odstranili elektrodo od živca odnosno od mišice in pri odprtem prekinjalu (tako da ni toka v elektrodah) s komutatorjem (obračalom) na aparatu smer toka, (diferentna elektroda s prekinjalom je sedaj anoda), in opazujemo, ako se sedaj pri sklepu ali prekinu toka mišica zgane. Če ne, konstatiramo, da smo dobili prvi (minimalni) zgib mišice s katodo.

6. Na to preizkusimo na isti način poedine mišice, ki jih vživčuje dotični živec in ki so nam najbolj dostopne. Pri tem pazimo še posebej, ali je zgib mišice bliskovit, hipen, ali plazeč se, peristaltičen.

7. Staknemo elektrodi s faradičnim tokom in dražimo najprej živec, nato mišice. Pri tem ugotovimo jakost električnega toka, pri kateri smo opazili prvi (minimalni) zgib mišice. Pri tem je praktično irelevantno, ali je diferentna elektroda, katoda ali anoda. Efekt draženja je normaliter tetanična kontrakcija mišice.

Ako preizkušamo na ta način normalno periferno živčevje človeka, najdemo sledeča dejstva:

1. Pri slabih tokih nastopi prvi zgib mišice, če dražimo s katodo, in sicer v momentu sklepa toka. Pri prekinjenju toka, ali če dražimo z anodo, ne dobimo pri tej jakosti toka nobenega efekta.

Prva reakcija nastopi pri katodnem sklepu (**Ka. sk.**).

2. Pri srednje močnih tokih raste zgib mišice pri katodnem sklepu, poleg tega se zgane mišica, dasi v manjši meri, če dražimo z anodo, in sicer pri sklepu kakor pri prekinu toka.

Druga reakcija nastopi pri anodnem sklepu, odnosno prekinu (**An. sk.**).

3. Pri močnih tokih se zgane mišica tudi pri katodnem prekinu (**Ka. pr.**). Efekt katodnega sklepa je pri tej jakosti toka navadno tetanična kontrakcija mišice. Zadnja reakcija nastopi pri katodnem prekinu (**Ka, pr.**).

Najmanjšo jakost toka za pozitiven efekt potrebujemo torej, ako dražimo s katodo in s sklepom toka. Katelektrotonizacija živca odnosno mišice je najmočnejši dražljaj.

Ako stopnjujemo jakost toka, se pojavi zgib mišice tudi pri sklepu, odnosno prekinu toka z anodo.

Desanelektrotonizacija na diferentni, odnosno katelektrotonizacija na indiferentni elektrodi sta drugi najmočnejši dražljaj.

Pri zelo močnih tokih se pojavi slednjič vpliv desanelektrotonizacije na indiferentni elektrodi.

Efekt faradičnega draženja živca, odnosno mišice, je tetanična kontrakcija, ki traja ves čas draženja. V momentu prekina toka preide mišica v normalno stanje. Faradični tok je izmeničnega značaja: smer toka se menjava z veliko hitrostjo. Diferentna elektroda je enkrat katoda, v naslednjem momentu anoda. Vsaka prememba smeri toka učinkuje kot dražljaj. Ker pa si slede ti dražljaji izredno hitro, nima mišica časa preiti v normalno stanje: efekt draženja je tetanus.

Kakor rečeno razločujemo med direktnim in indirektnim draženjem. Pri indirektnem draženju pritisnemo diferentno elektrodo na živec, in sicer na ono točko, ki leži najbolj površno, (po možnosti neposredno pod kožo odnosno fascijo). Tako je n. pr. N. ulnaris najbolj dostopen draženju v ulnarni kotanji komolčnega sklepa medialno od olekrana, N. tibialis v zakolenu, N. peroneus tik ob glavici fibule itd.

Pri direktnem draženju pritisnemo diferentno elektrodo direktno na mišico. Tudi pri tej metodi dražimo v resnici le živčno vejico neposredno pri njenem vstopu v mišico. Zato ima vsaka mišica neko točko, na kateri je najbolj vzdražljiva.

Pri zdravem živčnem in muskularnem sistemu dobimo z direktnim in z indirektnim draženjem iste efekte. Zgib mišice je v obeh primerih bliskovit in se pojavi le v momentu prekina odnosno v momentu sklepa toka. Konstanten tok neprevelike jakosti je brez efekta. Jakost toka, pri kateri opazimo minimalni zgib mišice, nam služi kot mera živčne vzdražljivosti. Ta zgib dobimo pri zdravem živčevju, kakor rečeno, pri katodnem sklepu. Jakost toka za minimalni zgib mišice varira pri različnih individuih med 0.1—2.0 MA (miliampera).

Patološke reakcije.

Po Wallerjevem zakonu zapade poškodovana ali od svoje celice odrezana živčna nitka sekundarni degeneraciji. Isti efekt ima obolenje živčne celice same. Degenerativno oboleli spino-muskularni nevron reagira na električni tok patološko.

Patološke izpremembe reakcije na električni tok so

1. kvantitativne, 2. kvalitativne, ali 3. kvantitativno-kvalitativne.

1. **Kvantitativne** izpremembe se izražajo v zvišani ali znižani vzdražljivosti živca odnosno mišice na električni tok.

O zvišani vzdražljivosti govorimo, ako reagira živec odnosno mišica na manjšo jakost toka z minimalnim zgibom nego normalno. Navadno je vzdražljivost zvišana tako za faradični kakor za galvanični tok. Zvišana vzdražljivost brez kvalitativnih izprememb je, razen za nekatere bolezni (spasmofilija), značilna za prvi stadij parcijalne degenerativne reakcije pri obolenju spinomuskularnega nevrona.

O znižani vzdražljivosti govorimo, ako reagira živec, odnosno mišica, z minimalnim zgibom šele na večjo jakost toka nego normalno. Brez kvalitativnih izprememb jo najdemo pred vsem pri takozvanih inaktivitetnih atrofijah miškulature, v zvezi s kvalitativnimi izpremembami reakcije pa v prvem stadiju kompletne in v poznejših stadijih parcijalne degenerativne reakcije pri obolenju spinomuskularnega nevrona. Ako pade vzdražljivost na ničlo, govorimo o vgasli vzdražljivosti.

2. **Kvalitativne** izpremembe se izražajo

a) v počasnem, plazečem se zgibu mišice na galvanični tok,

b) v tem, da je anodni sklep, odnosno prekin, učinkovitejši nego katodni sklep, to se pravi, da nastopi minimalni zgib mišice pri draženju z anodnim in ne, kakor normalno, pri draženju s katodnim polom,

c) v tem, da je dražna točka mišice pomaknjena proti enemu njenih koncev.

Te kvalitativne izpremembe reakcije so vedno zvezane s kvantitativnimi izpremembami in v tej zvezi značilne za degenerativne reakcije spinomuskularnega nevrona. (Glej spodaj!) Kot čisto kvalitativne pa moramo označiti sledeče reakcije:

d) **miotonično**, koje bistvo obstoji v tem, da nastopi kontrakcija mišice pri direktnem (v manjši meri tudi pri indirektnem draženju) sicer bliskovito, da pa vztraja kontrakcija po prekinu toka še nekaj časa (10—30 minut);

e) **miastenično**, koje bistvo obstoji v tem, da se mišica na faradično draženje abnormalno hitro vtrudi. Tetanične kontrakcije postajajo na ponovna draženja vedno slabše in slabše in slednjič popolnoma izostanejo. Po kratkem odpočitku pa je mišica zopet normalno vzdražljiva;

f) **nevrotonično**, koje bistvo obstoji v tem, da se pojavi mio-tonični simptom pri indirektnem draženju;

g) **antagonistično**, koje bistvo obstoji v tem, da povzroča ponovno draženje s katodo zvišanje, ponovno draženje z anodo pa znižanje razdražnosti mišice.

3. **Kvantitativno-kvalitativne izpremembe** so značilne za degenerativne reakcije spino-muskularnega nevrona. Le-te delimo v parcijalne in kompletne.

Na višku kompletne degenerativne reakcije je vzdražljivost živca za faradični in za galvanični tok vgasla, istotako vzdražljivost mišice za

faradični tok, dočim reagira mišica na galvanični tok s počasnim, plazečim se zgibom, in sicer na anodni dražljaj prej nego na katodni.

Na višku parcialne degenerativne reakcije je vzdražljivost živca za faradični in galvanični tok normalna ali znižana, istotako vzdražljivost mišice za faradični tok, dočim je vzdražljivost mišice za galvanični tok zvišana. Pri tem je zgib mišice počasen in učinkuje anodni pol jačje nego katodni.

Kompletna degenerativna reakcija je značilna za težka obolenja spino-muskularnega nevrona, ki povzročajo popoln razpad živčnega nitja (nevritov), n. pr. težki vnetni procesi motoričnih center hrbtne mozga, odnosno možganskega debla, težke poškodbe perifernih motoričnih živcev itd. Ako ne pride do regeneracije, vgasne slednjič tudi vzdražljivost mišice za galvanični tok.

Parcialna degenerativna reakcija je značilna za obolenja, ki ne povzročajo popolnega razpada živčnega nitja, marveč le njegovo vodnost in vzdražljivost okvariijo. Sem spadajo pred vsem takozvana revmatična obolenja perifernih motoričnih živcev in pa kronični progresivni procesi v centralnem živčevju. V slednjem slučaju preide parcialna degenerativna reakcija v poznejših stadijih v kompletno, z vgaslo vzdražljivostjo tudi mišice za galvanični tok.

C. Električni pojavi živčevja.

Akcijski toki.

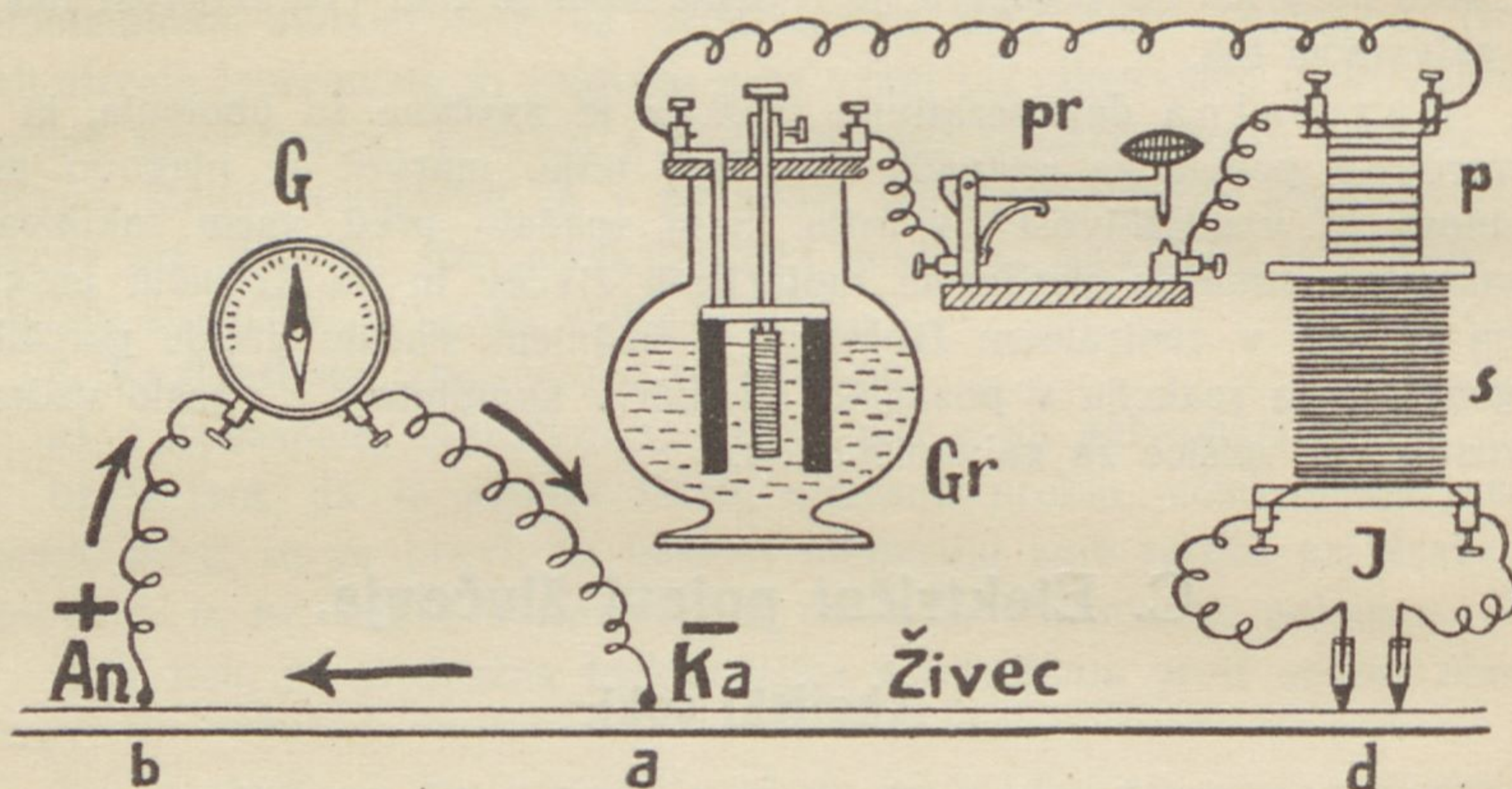
1. Ako zvežemo točki **a** in **b** (slika 4.) nepoškodovanega živca z galvanometrom in vzburimo živec na kakem od teh dveh točk oddaljenem mestu **d** z enkratnim dražljajem na kakršenkoli način (termično, mehanično, kemično ali električno), tako da gre po živcu enkratni inervacijski impuls v mišico, ugotovimo na občutljivem galvanometru električen tok, ki gre v živcu od točke **a** proti točki **b** in takoj nato električen tok, ki gre v obratni smeri: od točke **b** proti točki **a**. Akcijski tok, ki spremlja v živcu potekajoči inervacijski impuls, je torej **d v o f a z e n**. Dvofazen električen tok ugotovimo tudi v mišici v momentu njenega zгиба.

2. Ako zvežemo na prerezanem živcu prerez živca in kako točko njegove površine z galvanometrom in vzburimo živec, ugotovimo na galvanometru enofazen električni tok, in sicer tok, ki gre v živcu od točke površine proti prerezu.

Akcijski tok je izraz dejstva, da je vedno oni del živca, ki se nahaja trenutno v vzburjenem stanju (v stanju funkcije) negativno električen v primeri z ostalim mirujočim živcem. Ker se širi živčno vzburjenje v živcu od mesta draženja je

naravno, da postane najprej točka **a** v primeri s še počivajočo točko **b** negativno električna, da pa postane nekaj momentov kasneje, ko je dospelo živčno vzburljenje do točke **b** in se je točka **a** umirila, točka **b** negativno električna. Posledica tega je dvofazen električni tok, kojega prva faza ima smer **a—b**, druga pa smer **b—a**.

V drugem primeru, ko smo zvezali z galvanometrom prerez živca z njegovo površino, dobimo enofazen električen tok kot izraz dejstva, da je postala pač in taktna površina



Slika št. 4.

Akcijski tok v živcu.

 An = Anoda G = Galvanometer Gr = Grenetov galvanski element I = Indukcijski tok Ka = Katoda pr = Prekinjevalo p = Primarna tuljava s = Sekundarna tuljava

živca (v točki **a**) negativno električna, ko je šel preko nje inervacijski impulz, da pa je ostal prerez živca vsled odmiranja živčne substance na tem mestu nevzburljen, vsled česar je izpadla druga faza akcijskega toka.

3. Ako dražimo živec ponovno tako, da preide mišica v tetanično stanje, ugotovimo z občutljivim galvanometrom, da se pojavlja ob vsakem poedinem dražljaju tako v živcu kakor v mišici dvofazen električen tok. Tetanična kontrakcija mišice sestoji torej iz cele serije posameznih reakcij, dasi jo registrira miografion kot neprekinjen kontinuum ravne črte.

4. Ako se kontrahira mišica pod vplivom fizioloških impulzov (n. pr. volje), nam kaže galvanometer, da se pojavlja

v njej cela serija dvofaznih akcijskih tokov, kojih število znaša 100—150 v sekundi. Iz tega sledi, da je enkratna naravna kontrakcija mišice efekt številnih impulzov, ki si slede s hitrostjo $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{150}$ sekunde.

5. Pri umetnem draženju živca se pojavljajo akcijski toki tako distalno kakor proksimalno od mesta draženja kot izraz dejstva, da se širi vzburjenje vzbujeno z umetnim dražljajem po živcu v obeh smereh, v motoričnem živcu torej muskulopetalno in muskulofugalno.

Akcijski tok se ne sme zamenjati s fizikalnim elektrotonusom, ker nastopi tudi pri mehničnem ali kemičnem draženju živca. On je neposreden izraz kemičnih izprememb, ki se vrše v živcu vzporedno z njegovo fiziološko vzburjenostjo in najzanesljivejši objektivni znak, da se nahaja živec v vzburjenem stanju.

Demarkacijski toki.

Popolnoma intakten (nepoškodovan) in mirujoč živec je brez vsakega toka. Ako pa je živec na kakršenkoli način poškodovan, ugotovimo v njem z galvanometrom električen tok: »demarkacijski tok«.

1. Ako zvežemo svež prerez živca na eni in njegovo nepoškodovano površino na drugi strani z galvanometrom, ugotovimo tudi pri počivajočem (nezburjenem) živcu močan električen tok, ki teče tako, kot da je prerez (poškodovani del) živca negativno električen. (Slika 5. A.)

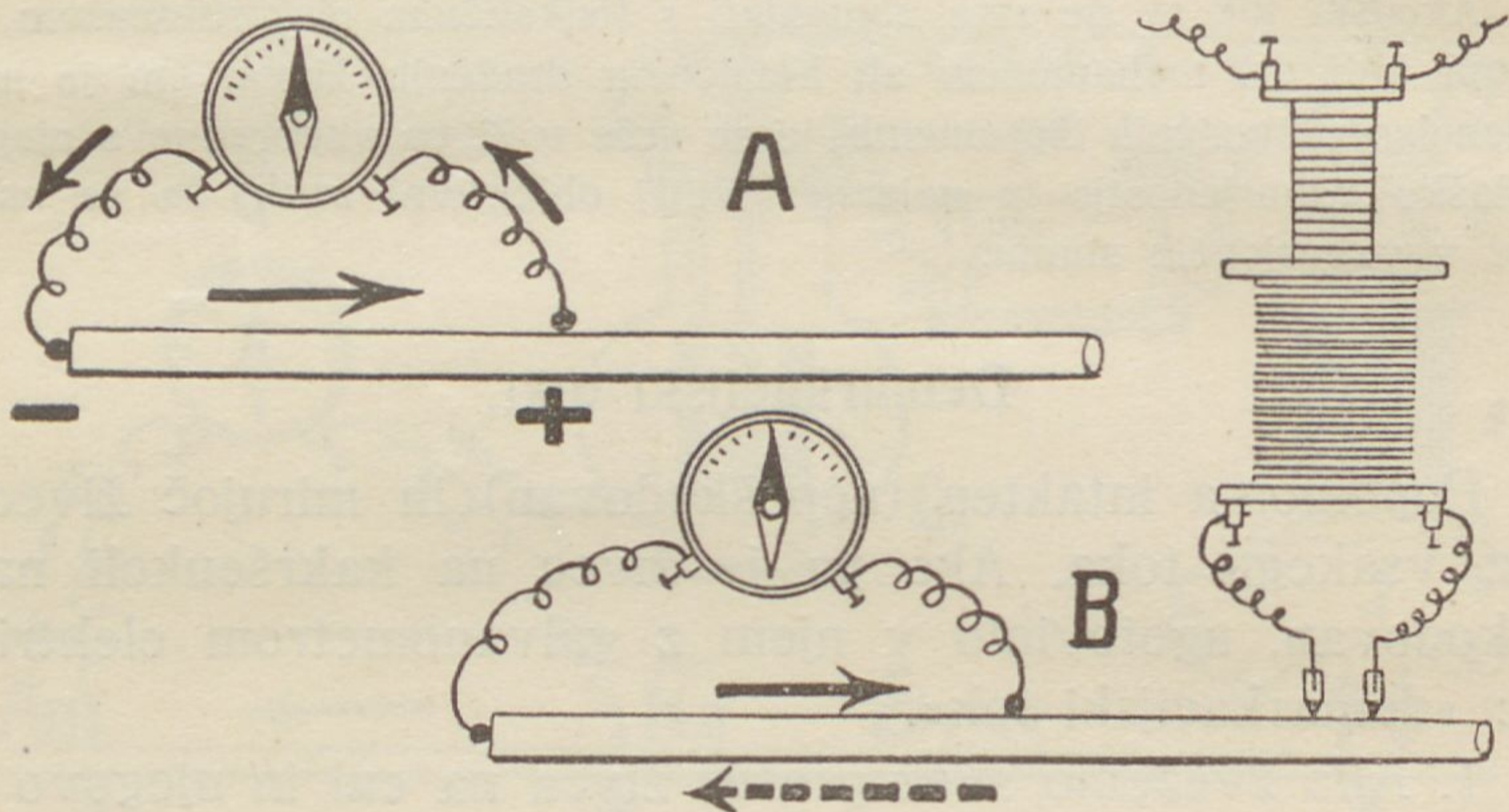
2. Ako dražimo istočasno živec n. pr. z indukcijskim tokom tetanično, ugotovimo na galvanometru, da se je znižala jakost demarkacijska toka odnosno, da je tok popolnoma ugasnil. (Negativni koleb toka.) (Slika 5. B.) Živec je na odmirajočem prerezu nevzburljiv, vsled česar odpade druga faza akcijskega toka. Prva faza, ki ima demarkacijskemu toku nasprotno smer, pa zmanjša njegovo jakost odnosno ga popolnoma paralizira.

3. Z občutljivim galvanometrom se da dokazati, da sestoji negativni koleb demarkacijskega toka iz toliko poedinih kolebov, kolikor dražljajev (indukcijskih sunkov) je zadelo živec. Pri vsakem dražljaju se pojavi v živcu enofazen akcijski tok, ki je demarkacijskemu toku nasprotno usmerjen.

4. Ako dražimo sveže izrezan živec v njegovi sredini z indukcijskimi toki tetanično, ugotovimo negativno kolebanje

toka tako na distalnem kakor na proksimalnem prerezu: dokaz, da se širi vzburjenje v umetno draženem živcu v obeh smereh: centripetalno in centrifugalno.

5. Ako zvežemo na totalno izrezanem živcu oba prereza z galvanometrom, ugotovimo slab električen tok, ki teče v obratni smeri s fiziološko provodnostjo dotičnega živca: v centrifugalnih (motoričnih) živcih v centripetalni, v centripetalnih (senzibilnih) živcih v centrifugalni smeri. (Osni tok = Achsenstrom.)



Slika št. 5.

Demarkacijski toki.

A = Demarkacijski tok v prerezanem živcu

B = Negativni koleb toka

6. Ako zvežemo na totalno izrezanem živcu dve, od sredine (ekvatorja) živca različno oddaljeni točki njegove površine z galvanometrom, ugotovimo slab demarkacijski tok, ki teče tako, kot da je ekvatorju živca bliže ležeča točka pozitivno električna.

Tudi demarkacijski toki so izraz kemičnih procesov v poškodovanem živcu. Dokler je kaka protoplazmatična funkcijska enota (živčna nitka, mišičja vitra, mišica, živec itd.) v vseh svojih delih v istem fiziološkem stanju, v istem kemičnem razpoloženju, ni v njej nikakih električnih potencialnih diferenc. Vsaka alteracija tega kemičnega ravnotežja, bodisi, da se izraža v odmiranju enega dela živčne substance vsled poškodbe, ali pa v tem, da se nahaja en del živčne substance v vzburjenem stanju, pa povzroča diferenco električnega poten-

cijala vsega sistema v tem smislu, da postane odmirajoča ali vznurjena substanca negativno električna napram nepoškodovani odnosno mirujoči. (Hermannova alteracijska teorija.) Demarkacijski toki nastajajo samo v odmirajoči substanci, odmrla (mrtva) substanca je brez tokov.

Ker si sledita obe fazi dvofaznega akcijskega toka zelo hitro, se dasta dokazati samo s hitro reagirajočimi in zelo občutljivimi galvanometri. Kot taka sta v rabi žični galvanometer in kapilarni elektrometer.

Pri žičnem galvanometru (Saitengalvanometer) gre tok po mikroskopično tenki napeti žici, na katero vplivata pola močnega elektromagneta. V momentu, ko se pojavi v žici električni (n. pr. akcijski) tok, odkloni elektromagnet žico v določeni smeri. Odklon žice opazujemo s povečevalnimi stekli.

Pri kapilarnem elektrometru se premika pod vplivom električnega toka v stekleni kapilari živo srebro v določeni smeri.

D. Funkcija živčevja.

Refleksi.

Funkcija živčevja, kot fizične bitnosti živega bitja, obstoji v oddajanju inervacijskih impulzov animalnim (eksekutivnim) in vegetativnim organom pod vplivom zunanjih, notranjih ali centralnih dražljajev.

Za delovanje živčevja so torej nujno potrebni dražljaji. Spontano, samo od sebe živčevje ne more stopiti v akcijo.

Dasi so nam procesi, ki se vrše v delujočem živčevju v bistvu neznan, vendar ni dvoma, da so fizičnega značaja in da velja tudi zanje načelo »o sklenjenosti fizikalne kavzalnosti«.

Vsak proces v živčevju mora imeti svoj vzrok, ki je sam zase zopet kavzalno povzročen itd. v nepretrgani vrsti nazaj. Ker pa živčevje ni univerzum sam zase, je jasno, da je odvisno od ostalega fizičnega sveta tako v svoji eksistenci kakor v svojem delovanju. Vsak živčni proces mora biti koncem koncev povzročen po kakem fizičnem procesu zunanje narave, ker bi visela sicer kavzalna vrsta živčnih procesov, in naj bo še tako dolga, v zraku. Vsakdanja izkušnja pa uči, da so vrste živčnih procesov razmeroma kratke in da se brez novih vnanih dražljajev hitro izčrpajo. Od vseh vnanih dražljajev odrezano živčevje vstavi skoro hipoma svojo animalno funkcijo, kakor bi vstavilo tudi vegetativno, ako bi bilo odrezano od vseh dražljajev (tudi notranjih in centralnih) sploh.

Reakcijo živega bitja na zunanji ali notranji dražljaj imenujemo *r e f l e k s* v širšem pomenu besede. V tem pomenu besede so tudi vse akcije (reakcije) človeka refleksnega zna-

čaja. V ožjem pomenu besede pa razumemo pod refleksom podzavedno reakcijo živčevja na vnanji ali notranji dražljaj.

Če govorimo o refleksu, predpostavljamo torej:

1. Da je učinkoval nek zunanji ali notranji dražljaj, s čimer je že rečeno, da je učinkoval posredno (preko čutila) ali neposredno na senzibilni živec. (Glej stran 13.)

2. Da je prešlo vzbujenje senzibilnega (aferentnega) živca v centralnem živčevju posredno ali neposredno v jedro (celico) aferentnega živca in po njem v eksekutivni organ.

3. Da se je izvršil prehod vzbujenja iz aferentnega (senzibilnega) živca v eferentni (motorični ali sekretorični) živec podzavedno, to se pravi brez posredovanja možganske skorje.

Anatomska podlaga refleksov so tako zvaní živčni refleksi sklopi (nervöser Reflexbogen), ki jih tvorijo po eni strani centripetalni, po drugi strani centrifugalni nevroni. Centripetalne nevrone (aferentne člene refleksnega sklopa) predstavljajo periferni senzibilni živci odnosno v centralnem živčevju centripetalne proge, centrifugalne nevrone (eferentne člene refleksnega sklopa) pa centrifugalni živci odnosno v centralnem živčevju centrifugalne proge.

Fiziološka podlaga refleksov pa so vzbujenja centripetalnih nevronov pod vplivom vnanjih ali notranjih dražljajev, prehajajoča v centralnem živčevju na centrifugalne nevrone. Mesto v centralnem živčevju, kjer preide živčno vzbujenje iz zadnjega aferentnega člena refleksnega sklopa na prvi eferentni člen, označujemo kot refleksni centrum.

Najenostavnejši refleksni sklop sestoji samo iz dveh nevronov: iz aferentnega, ki ga predstavlja senzibilni in eferentnega, ki ga predstavlja motorični (sekretorični) živec. Prehod vzbujenja se izvrši v tem primeru neposredno iz senzibilne nitke v motorično (v hrbtnem mozgu iz zadnje korenine preko refleksne kolaterale v prednjo motorično).

V takih primerih je refleksni pojav (odziv na dražljaj) razmeroma enostaven, tako n. pr. pri kitnih refleksih, ki se izražajo v enkratni kontrakciji mišice, na koje kito smo udarili s perkusijskim kladvicem.

Take reflekse imenujemo »enostavne«.

Pri večini refleksnih sklopov pa je priklopljeno senzibilno nitje perifernega aferentnega živca v centralnem živčevju na vmesne nevrone, po katerih se razširi vzbujenje na številna motorična centra odnosno številne motorične živce. V tem primeru je odziv na dražljaj kompleksen motoričen pojav: več ali manj smotrena kretnja kot izraz kontrakcije številnih mišic in mišičjih skupin.

Take reflekse imenujemo »sestavljene«.

Če se izraža pri sestavljenih refleksih reakcija mišičja v smotreno koordiniranih gibih in kretnjah, govorimo o »urejenih refleksih«, dočim govorimo o neurejenih, če je reakcija mišičja difuzna, nekoordinirana, nesmotrena.

Urejeni kompleksni refleksi so izraz prirojenih (preformiranih) živčnih mehanizmov, ki stopajo pod vplivom vnanjih ali notranjih dražljajev tako rekoč avtomatično v akcijo in igrajo v živalstvu neprimerno večjo vlogo kakor pa pri človeku.

Neurejeni kompleksni refleksi so kot reakcija na neznatne dražljaje znak patološke vzdražljivosti refleksnih center živčevja tako n. pr. pri zastrupljenju s strihninom, pri nekaterih infekcijskih boleznih (tetanus, lyssa itd.).

Refleksne pojave, ki nastopajo na isti polovici telesa, na katero je vplival dražljaj, imenujemo »homolateralne«, one, ki nastopajo na nasprotni polovici telesa, imenujemo »kontralateralne«, one slednjič, ki se pojavljajo na obeh polovicah, imenujemo »bilateralne«.

Refleksni pojavi so do neke meje odvisni od načina draženja aferentnega člena refleksnega sklopa. Fiziološki dražljaji, ki vplivajo na periferne aparate senzibilnega nitja, so učinkovitejši nego umetni dražljaji, ki vplivajo neposredno na dotični senzibilni živec.

Refleksni efekt draženja istega senzibilnega aparata je nadalje odvisen od kvalitete in jakosti dražljaja v tem smislu, da učinkuje n. pr. lahek dotik drugače kakor močan pritisk, vbodljaj drugače kakor kemična snov itd.

Dražljaji, ki so sami po sebi neučinkoviti, postanejo lahko učinkoviti, ako se ponavljajo z neko hitrostjo. Refleksni centrum ima torej sposobnost dražljaje kopičiti (Sumation der Reize). Istotako postane neučinkovit dražljaj pogosto učinkovit, ako vpliva istočasno, čeprav na povsem drugem mestu, drugi

dražljaj in obratno postane pod istimi pogoji učinkovit dražljaj lahko neučinkovit. (Zavor refleksov = Reflexhemmung.)

Refleksne pojave, ki jih lahko samovoljno proizvedemo, zamoremo do neke meje samovoljno preprečiti, n. pr. reflektorično zdehanje, kašljanje, izpraznjenje sečnega mehurja itd. Refleksnih pojavov, kojih proizvodnja ni v območju naše volje, tudi samovoljno preprečiti ne moremo n. pr. reflekse srca; pupile, neba itd. Refleks preprečimo ali s tem, da samovoljno inerviramo antagoniste refleksnega giba ali pa da vplivamo direktno zavirajoče na dotični refleksni centrum.

Čas, ki preteče od momenta dražljaja pa do nastopa reakcije, imenujemo **refleksni čas** v širšem pomenu besede. Refleksni čas v ožjem pomenu besede je pa oni čas, ki ga rabi živčno vzburjenje v centralnem živčevju za prehod iz periferne aferentnega v periferni eferentni nevron (živec). Čim več vmesnih nevronov mora pasirati v centralnem živčevju živčno vzburjenje, tem daljši je refleksni čas. Pri enostavnih refleksi znaša refleksni čas približno 0.001 sek.

Z ozirom na funkcionalni značaj perifernih organov, ki stopajo reflektorično v akcijo, delimo reflekse v motorične in sekretorične. Efekt sekretoričnih refleksov je zvišano ali znižano delovanje žlez. V prvem primeru vpliva dražljaj na refleksni centrum vzburjajoče (ekcitatorko) v drugem pa zavirajoče (depresorko).

Efekt motoričnih refleksov je delovanje mišic. Tudi pri teh vplivajo dražljaji ali vzburjajoče ali pa zavirajoče na refleksni centrum.

Z ozirom na značaj mišičjih kontrakcij delimo motorične reflekse v tonične, klonične in tetanične.

a) **Tonični** refleksi so oni, kojih efekt je zvišanje ali znižanje tonusa (notranje napetosti) gladke ali progaste muskulature. Oni so trajni, to se pravi, njih efekt (zvišani ali znižani tonus) traja toliko časa, kolikor časa traja dražljaj.

Ako je bila posledica zvišanja tonusa kake mišice zgib kakega uda, n. pr. ekstenzija, ostane ud v ekstenziji ves čas trajanja dražljaja.

b) **Klonični** refleksi so oni, kojih efekt je enkratna (klonična) kontrakcija in zopetna relaksacija mišice z enkratnim dvofaznim akcijskim tokom. Oni so hipni, to se pravi, dražljaj učinkuje trenutno v momentu pojava (eventualno tudi v

momentu izgina) in ne da bi se kontrakcija izražala v obliki kretnje.

c) **Tetanični** refleksi so oni, kojih efekt je tetanična kontrakcija mišice ali mišičje skupine v smislu več ali manj smotrene kretnje. Tetanično kontrakcijo spremlja serija dvo-faznih akcijskih tokov.

Značilno za tetanične reflekse je pojav sumacije dražljajev: dražljaji, ki so sami po sebi neučinkoviti, postanejo učinkoviti, ako si slede z neko zadostno hitrostjo.

Z ozirom na dele centralnega živčevja, preko katerih gre refleksi, delimo reflekse v spinalne, oblongatne, cerebelarne, mesencefalne, diencefalne in subkortikalne.

Reflekse, ki so dotičnemu bitju prirojeni in ki se pojavijo ob vsakokratnem dražljaju, imenujemo brezpogojne (unbedingte Reflexe), reflekse pa, ki so priučeni, ki se pojavljajo le pod določenimi pogoji, imenujemo pogojne (bedingte Reflexe).

Pawlow je ugotovil, da nastopi pri psu secernacija sline že pri vohanju hrane, še predno začne žival jesti. Pozneje se asociira vonj hrane z njeno optično predstavo, tako, da se pojavi secernacija sline že pri pogledu živali na hrano. Potom dresura pa se da doseči, da nastopi ta sekretorični refleks tudi na kak akustični dražljaj, n. pr. na določen klic ali žvižg, ki ga je žival večkrat slišala, ko je dobivala hrano in ki se je asociiral z ozmično odnosno z optično predstavo hrane.

Na takih pogojnih refleksih sloni sploh vsa dresura živali, sloni pa deloma tudi vzgoja človeka.

Zavor refleksov.

Omenili smo že, da postane učinkovit dražljaj lahko ne-učinkovit, ako vpliva istočasno kak drugi dražljaj na kak drugi senzibilni ali senzorični živec. Tudi zamoremo nekatere reflekse aktivno (zavedno) preprečiti. Take in slične pojave označujemo kot r e f l e k s n e z a v o r e (Reflexhemmungen).

Ako zavremo (preprečimo) kak refleks s tem, da inerviramo aktivno antagonista dotične mišice, govorimo o mehnični (periferni) zavori. Ako pa leži vzrok izpada refleksa v refleksnem centru samem, govorimo o nervozni ali centralni zavori.

Zavor refleksov nastopi navadno takrat, kadar zadeneta refleksni centrum dva različna dražljaja, ki se vsled inter-

ference vničujeta. In sicer se pojavi interferenca dražljajev v centralnem živčevju na tako zvani sinapsi, t. j. tam, kjer se razpleta nevrni aferentnega nevrona krog celice eferentnega nevrona. Lahko si mislimo, da loči razpletke nevrni na eni in celico na drugi strani koloidna membrana, ki propušča istočasno samo istovrstne, dočim zabranjuje ali vsaj otežuje prestop nasprotujočih si dražljajev v celico. Pri tem je irelevantno, ali je došel refleks zavirajoči dražljaj (impuls) na sinapso po perifernem senzibilnem živcu ali po intercentralni živčni progi. Centralno živčevje je namreč tako organizirano, da so njegova centra po živčnih progah v medsebojni zvezi (odvisnosti). Niže ležeča (spinalna) stoje pod vplivom višje ležečih (oblongatinih, cerebelarnih itd.), ta zopet pod vplivom subkortikalnih in kortikalnih. In sicer vplivajo višje ležeča centra na nižje ležeča ali v ekcitatorenem ali v depresorenem smislu. Na tem dejstvu temelji možnost hotnega zaviranja refleksov. Impulzi možganske skorje, dotekajoči hrbtne mu mozgu po kortikospinalnih progah, interferirajo na sinapsi refleksnega centra z dražljajem, prihajajočem po senzibilnem živcu iz periferije in vplivajo s tem zavirajoče na potek refleksa.

Vpliv možganske skorje na podrejena motorična centra pa se ne javlja samo pri hotnem teženju, marveč je trajen, toničen, kar postane očitno, ako ta vpliv (n. pr. vsled prekinjenja kortikospinalne proge) preneha. Posledica je namreč hiperrefleksija prizadete muskulature. Periferni dražljaji pasirajo neovirano sinapso in povzročajo maksimalno ekcitacijo refleksnega centra.

Z refleksno zavoro v zvezi, dasi od nje v bistvu različna, je tako zvana »i n d u k c i j a«.

Vsak učinkovit dražljaj vzburi v centralnem živčevju enega ali več živčnih center ob istočasnem omamljenju drugih center. Isti dražljaj vpliva torej na neka centra vzburlajoče, na druga pa istočasno zavirajoče. Ta pojav označujemo kot »s i m u l t a n o i n d u k c i j o«. Normalno povzroča reflektorično vzburljenje kake mišice (protagonista) istočasno zavoro njenega antagonista, to se pravi, z začinjajočo kontrakcijo protagonista se pojavi relaksacija antagonista (R e c i - p r o č n a i n e r v a c i j a).

Obratno se pojavi po prestanku dražljaja v draženem centru refrakturna perioda: centrum preide v stanje omame, dočim se pojavi v vsled dražljaja omamljenih centrih stanje vzburjenosti. Tak pojav označujemo kot »sukcesivno indukcijo«.

V ekstremitetni muskulaturi so refleksni pojavi, ki se izražajo v lokomocijskih kretnjah, navadno bilateralni: kontrankcijo fleksorjev ene (n. pr. desne) strani spremlja kontrakcija ekstenzorjev druge (leve) strani ob istočasni zavori njihovih antagonistov. Vsled sukcesivne indukcije preidejo na to centra fleksorjev desne strani v stanje referakturne periode, ekstenzorji pa v stanje ekcitacije, v levi ekstremiteti seveda ravno obratno.

Avtomatizmi.

Od refleksov v ožjem pomenu besede moramo razločevati podzavedne odzive (reakcije) organizma na centralne dražljaje, t. j. na dražljaje, ki vplivajo neposredno (brez posredovanja centripetalnih živcev) na centralno živčevje. (Glej stran 13.)

V kolikor regulirajo živčna centra delovanje notranjih, življenskim procesom služečih organov pod vplivom substanc, nastalih kot produkt življenskih procesov v organizmu samem, jih imenujemo avtomatična. Glavna avtomatična centra, ki regulirajo dihanje in obtok krvi, stoje pod vplivom v krvi krožeče ogljikove kisline. Pa tudi druge substance kakor tudi zvišana ali znižana temperatura krvi zamorejo vplivati na avtomatična centra.

Zavedne reakcije živčevja.

Funkcija živčevja više organiziranih živali, osobito človeka, se ne izčrpava v podzavednih reflektoričnih odnosno avtomatičnih reakcijah na zunanje in notranje odnosno centralne dražljaje, marveč se izraža poleg tega še v pojavljanju psihičnih doživljanj.

Psihološki značaj teh doživljanj je odvisen od specifične energije center možganske skorje, ki preidejo pod vplivom dražljajev v stanje vzburjenja.

Vzburjenje psihosenzoričnih center se nam javlja n. pr. v obliki občutkov (predstav), vzburjenje psihotimičnih v obliki

čuvstev in stremljenj, vzburjenje asociacijskih v obliki mišljenja in sklepanja, vzburjenje psihomotoričnih v obliki hotnih, zavestnih impulzov t. j. aktov volje.

Ako spremlja v danem primeru reakcijo kakega bitja na zunanji ali notranji dražljaj psihični doživljaj hotenja (volje), ne govorimo več o refleksih, marveč o zavednih dejanjih.

Pa človek ne reagira na vsaki dražljaj z inervacijo eksekutivnih organov, se ne odzivilje aktivno vedno v obliki gibov in kretenj. Efekt nešteti dražljajev se izčrpava tako rekoč v psihičnih doživljajih, ki ne vodijo do hotnih motoričnih reakcij.

Mogočni zvočni dražljaji lepe melodije vzburjajo preko psihoakustičnega centra še druga centra (psihosenzorična, psihotimična, asociacijska) možganske skorje, kojih vzburjenje se izraža predvsem na strani duševnosti v obliki čuvstev in misli, dočim je vidni efekt le nezaten: reflektorična inervacija mimične miškulature (izraz obraza) eventualno odmev čuvstev v inervaciji krvnih žil in srca.

Po drugi strani pa je večina dejanj človeka zavednih in hotnih, povzročenih po vzburjenju psihomotoričnih polj možganske skorje. Pa tudi za človeka velja dejstvo, da agira v vsakem slučaju neposredno ali posredno pod vplivom dražljajev, to se pravi, da so njegove akcije koncem koncev le reakcije, kakor vsakega drugega živega bitja.

Tonus.

Ako obesimo obglavljeno žabo tako, da ji vise zadnje noge vertikalno navzdol in prerežemo na eni strani N. ischiadicus, vidimo, da postane noga te strani v miškulaturi in sklepih ohlapnejša in da visi nižje nego ona neoperirane strani. Isti efekt ugotovimo, ako prerežemo zadnje korenine lumbalnih živcev.

Pri človeku opazujemo nekaj sličnega pri obolenju zadnjih korenin (n. pr. pri tabes dorsalis) ali pri vnetnih procesih prednjih stebrov hrbtne mozga (poliomyelitis). Tudi v teh primerih so mišice, ki zajemajo v obolelih segmentih inervacijsko nitje, mehkejše, ohlapnejše, brez izražene plastike in se dajo lažje pasivno iztegniti nego normalne. Vsled pomanjkljive fiksacije s strani miškulature so tudi sklepi ohlapni in mahedravi.

Mišičje se nahaja torej v normalnih razmerah trajno v stanju neke notranje napetosti, ki je neodvisna od zavedne (hotne) inervacije, ki ne izgine popolnoma tudi ne v najglobljem spanju in ki povzroča, da ostanejo sklepi tudi pri popolnoma mirujoči muskulaturi in vkljub trajno vplivajoči težnosti na ude, v vsakokratni poziciji do neke meje fiksirani.

To trajno, od zavedne inervacije neodvisno notranjo napetost mišice označujemo kot njen **tonus**.

Tonus mišice je v bistvu neodvisen od njene dolžine: tudi relaksirana mišica ima lahko isti tonus kakor tetanično kontrahirana. V obeh primerih je tonus ona notranja napetost, ki fiksira nekako mišico v njenem vsakokratnem kontrakcijskem stanju. Dočim klonična odnosno tetanična inervacija izpreminja dolžino mišice, povzročajoč gibe dotičnega sklepa, je efekt tonične inervacije vztrajanje mišice (odnosno dotičnega sklepa) v enkrat zavzeti poziciji. Tonična inervacija je statična v nasprotju s kinetično, ki izteza in krči mišice in giba s tem ude.

Značilno za tonično inervacijo je, da ne povzroča v mišici oksidacijskih procesov, da torej ne trati energije, kar se izraža tudi v tem, da je tonično inervirana mišica brez akcijskih tokov. Pač pa povzroča vsaka izprememba intenzitete tonične inervacije v mišici oksidacijske procese, ki jih spremljajo akcijski toki.

Na podlagi teh dejstev je mnogo fiziologov mnenja, da je tonična kontrakcija mišice bistveno različna od tetanične (klonične) in sicer tako glede inervacije kakor glede procesov, ki se vrše pri tem v mišici sami.

Glede slednjih so nekateri mnenja, da povzroča tonična inervacija kontrakcijske procese v sarkoplazmi, dočim jih povzroča kinetična v fibrilah mišičje vitre. To mnenje se opira med drugim na dejstvo, da so kontrakcije rdečih mišic, ki vsebujejo mnogo sarkoplazme, počasnejše nego kontrakcije belih.

Glede inervacije pa zastopajo nekateri mnenje, da je tonus odvisen od simpatičnega odnosno od parasimpatičnega sistema t. j. od živčnega nitja, ki spremlja krvne žile v muskulaturo, oziroma, ki se pridruži via rami communicantes grisei cerebrospinalnim živcem. Ne da se tajiti, da je statična inervacija

progaste (skeletne) miškulature nekako sorodna inervaciji gladke miškulature notranjih (vegetativnih) organov in dejstvo je, da povzroča prekinjenje simpatika hipotonijo. Ta hipotonija pa ni intenzivna in tudi ne trajna. Po drugi strani pa se ne sme prezreti dejstva, da povzroča prekinjenje zadnjih korenin spinalnih živcev istotako kakor obolenje (izpad) motoričnih celic prednjih stebrov hrbtne mozga trajno in intenzivno hipotonijo prizadete miškulature, iz česar sledi, da je tonus mišičja reflektoričnega značaja.

Kot dražljaji zamorejo priti v poštev tako proprioceptivni kakor eksteroceptivni, t. j. notranji, pojavljajoči se v mišicah samih, in zunanji, vplivajoči na senzibilno nitje kože. Vsekako so tudi pri tonični inervaciji udeležena spinalna motorična centra bodisi na ta način, da oddajajo trajno lahke impulze, kojih efekt je tonična kontrakcija, bodisi da izpreminjajo potom inervacijskih impulzov samo intenziteto te kontrakcije.¹

Odprto je pri tem še vprašanje ali leže refleksna centra v hrbtnem mozgu samem, ali v kranialnih delih živčevja, to se pravi: ali se izvrši prehod iz aferentnih nevronov v eferentne v hrbtnem mozgu ali v možganih.

Klinična izkušnja uči, da povzroča obolenje malih možganov izraženo hipotonijo, ne da bi bili pri tem kitni refleksi bistveno izpremenjeni; pri obolenju palida (globus pallidus) pa opazujemo splošno hipertonijo (rigor) miškulature pri normalnih kitnih refleksih. Iz tega sledi, da hipertonija ni identična s hiperrefleksijo in da potekajo tonični refleksi vsaj deloma čez omenjene dele kranialnega živčevja. Hiperrefleksija bi bila potemtakem posledica izpada piramidne inervacije, hipertonija pa posledica izpada ekstrapiramidnih prog (rubro- in tektospinalne). Obratno povzroča izpad spinocerebelarnih odnosno cerebelospinalnih progovnih sistemov hipotonijo.

Klinično se izraža tonus miškulature med drugim tudi v zvišanem uporju napram pasivnemu izteganju mišice. Ta upor

¹ F. H. Lewy: Die Lehre vom Tonus u. der Bewegung. Berlin 1923. pravi: Tonus je elastično stanje napetosti mišice z zelo majhno uporbo energije in majhnim oksidativnim presnavljanjem in pri uporabi običajne aparature brez dvofaznih akcijskih tokov. Pač pa spremlja izpremembo tonične napetosti akcijski tok. Za pojavljanje in za graduelne izpremembe tonične napetosti so pa potrebni reflektorični impulsi.

se pojavlja posebno, ako iztezamo mišico previdno, polagoma. Pri hiperrefleksiji konstatiramo sicer tudi neki upor pri pasivni ekstenziji, ta upor se pa pojavi, če skušamo mišico sunkoma iztegniti. S tem izprožimo namreč reflektorične kontrakcije v smislu kitnih refleksov, ki se javljajo v obliki upora.

Razločevati moramo torej med »spazmi« pri hiperrefleksiji vsled izpada piramidnih prog in »rigorjem« (hipertonijo) vsled izpada ekstrapiramidnih prog.

II. del.

Specialna fiziologija živčevja.

1. poglavje.

Fiziologija perifernega živčevja.

Periferni živci posredujejo med perifernimi organi telesa in centralnim živčevjem (= centripetalni živci) in obratno: med centralnim živčevjem in perifernimi organi (= centrifugalni živci).

1. **Centripetalne živce** delimo v senzibilne, senzorične in reflektorične.

a) **Senzibilni živci** se razpletajo v koži in v sluznicah, v seroznih mrenah in opnah, v sklepih in kitah, v gladkih in progastih mišicah, ter posredujejo splošne občutke.

Dražljaji, ki zamorejo vplivati na senzibilno nitje, so:

- α) ali dražljaji zunanjega sveta, kakor n. pr. pritisk nas obdajajočih teles, vpliv toplotnih žarkov in zračnih tresljajev, električnih tokov itd.;
- β) ali dražljaji, ki se pojavljajo v telesu samem, kakor n. pr. pri natezanju kit, pregibanju sklepov, kontrakcijah in relaksacijah mišic itd.;
- γ) ali dražljaji, ki povzročajo občutek bolečine, kakor n. pr. patološki procesi na površini ali v notranjosti telesa, nasilne poškodbe itd.

Klinična nevrologija deli vse občutke, nastale pod vplivom zunanjih ali notranjih dražljajev, v pet kategorij, in sicer:

- občutke dotika (taktilne),
- občutke temperature (termične),
- občutke bolečine (dolorične),
- notranje občutke (senzacije),
- občutke lege in gibanja (kinestetične).

Prve tri kategorije prištevamo k površni, zadnji dve pa k globoki občutnosti.

- b) **Senzorični živci** so v zvezi s specifičnimi čutili ter posredujejo višje občutke (vida, sluha, voha in okusa);
- c) **Reflektorični živci** se razpletajo v različnih perifernih organih (v labirintu, v žlezah, v gladkih in progastih mišicah, v koži itd.) ter posredujejo podzavedne reakcije organizma na notranje ali zunanje dražljaje. (Refleksi.)

2. **Centrifugalne živce** delimo v motorične, sekretorične in depresorične.

- a) **Motorični živci** se razpletajo v gladkih in progastih mišicah, dovajajoč jim iz centralnega živčevja inervacijske impulze;
- b) **sekretorični živci** se razpletajo v žlezah, dovajajoč jim sekrecijske impulze;
- c) **depresorični živci** vplivajo zavirajoče (hemmend) na delovanje gladke in progaste muskulature in na sekrecijo žlez.

Nekateri fiziologi so mnenja, da so živci vseh kategorij funkcionalno enakovredni: indiferentni provodniki živčnega vzburjenja brez specifičnih kvalitet, to se pravi, da so procesi, vršeci se v motoričnih, sekretoričnih, senzoričnih itd. živcih, isti in da temelji funkcionalna različnost živcev na specifičnosti živčnih center, v katerih izvirajo odnosno v katerih se razpletajo. Drugi pa so nasprotno mnenja, da pripada specifičnost ne samo živčnim centrom, marveč tudi perifernim živcem, da je torej živčno vzburjenje n. pr. v motoričnem živcu kvalitativno različno od onega v senzibilnem ali sekretoričnem. Dejstvo je, da imajo funkcionalno različni živci v nekem pogledu tudi različne lastnosti. Tako so n. pr. senzibilni živci občutljivejši za narkotika (eter, kloroform) in za visoke temperature kakor motorični.

Z ozirom na organe, ki jih vživčuje, delimo periferno živčevje v cerebrospinalo (animalno) in vegetativno.

A. Cerebrospinalni živci.

Cerebrospinalni (animalni) živci služijo inervaciji animalnih organov, to je

- a) čutil, preko katerih dobiva duševnost človeka svojo vsebino, in
- b) skeletne muskulature, s pomočjo katere se človek udeležuje na zunaj.

Delimo jih v centripetalne (senzibilne, odnosno senzorične in reflektorične) in centrifugalne (motorične in depresorične).

Centripetalni cerebrospinalni živci vodijo živčno vzbujenje, nastalo pod vplivom zunanjih ali notranjih dražljajev v centralno živčevje, v tako zvana primarna senzibilna odnosno senzorična centra. V le-teh začenejo nevroni višjega reda, ki odvajajo živčno vzbujenje subkortikalnim odnosno kortikalnim centrom.

Obolenje centripetalnih cerebrospinalnih živcev povzroča izpad dotičnih občutkov odnosno refleksov in ako je izpad senzibilne inervacije trajen tudi atrofično opustošenje dotičnih čutnih aparatov.

Centrifugalni cerebrospinalni živci dovajajo skeletni muskulaturi inervacijske impulze iz centralnega živčevja. Skupine celic v centralnem živčevju, kojih nevrini sestavljajo motorične živce, označujemo kot motorična jedra. Centralne impulze jim dovajajo centrifugalne proge, prihajajoče iz kortikalnih in subkortikalnih center velikih možganov, in sicer dobivajo po kortikospinalnih odnosno kortikobulbarnih progah hotne impulze, kojih efekt so zavedne akcije, po subkortikalnih progah (tractus rubrospinalis odnosno rubrobulbaris) pa podzavedne impulze, kojih efekt so avtomatične akcije.

Razen tega stoje motorična jedra pod vplivom perifernih dražljajev, ki jim jih dovajajo centripetalni živci in kojih efekt so cerebrospinalni refleksi.

Obolenje motoričnih živcev, njih jeder ali centralnih motoričnih prog, povzroča motnje v motorični inervaciji. Popoln izpad motorične inervacije povzroča »paralizo«, njeno oslabiljenje pa »parezo« dotične mišice.

Paralize (pareze), nastale vsled obolenja motoričnih živcev samih, imenujemo periferne, one, nastale vsled obolenja motoričnih jeder, imenujemo nuklearne, one pa, ki nastopijo vsled obolenja centralnih motoričnih prog, imenujemo supranuklearne.

Periferno ali nuklearno paralitična mišica je funkcionalno popolnoma mrtva, atonična, brez kitnega refleksa in zapade, ako je paraliza trajna, prej ali slej degenerativni atrofiji. Na električni tok reagira kvantitativno in kvalitativno patološko (EaR).

Supranuklearno paralitična mišica funkcionalno ni mrtva, ker je intakten njen živec s svojim motoričnim jedrom. Ker dobiva to jedro neprestano impulze po senzibilnem nitju živca mišice same in po senzibilnem nitju drugih perifernih živcev, je njen tonus neizpremenjen, njen kitni refleks pa vsled izpada zavornih vplivov na njen motorični centrum (jedro) s

strani centralne proge ojačen. Mišica ne zapade degenerativni atrofiji in reagira na električni tok kvalitativno normalno. Ker povzroča, vsled obstoječe hiperrefleksije, vsak poizkus mišico pasivno iztegniti, reflektorične kontrakcije, se čuti pri pasivnem izteganju v paralitični mišici nek upor (spasmus). Zato označujemo take paralize tudi kot »spastične«.

I. Spinalni živci.

Vsi spinalni živci (31—32 po številu) so mešani, t. j. sestojе iz centripetalnega in centrifugalnega nitja. Centripetalno nitje poteka preko spinalnega ganglija in se zariva kot zadnja korenina (radix posterior) v hrbtni mozeg. Centrifugalno nitje izvira v prednjih stebrih hrbtne mozga in se pridruži kot prednja korenina (radix anterior) spinalnemu živcu.

Dejstvo, da vodijo zadnje korenine centripetalno, prednje pa centrifugalno nitje spinalnih živcev, označujemo kot »Charles Bellovo pravilo«.

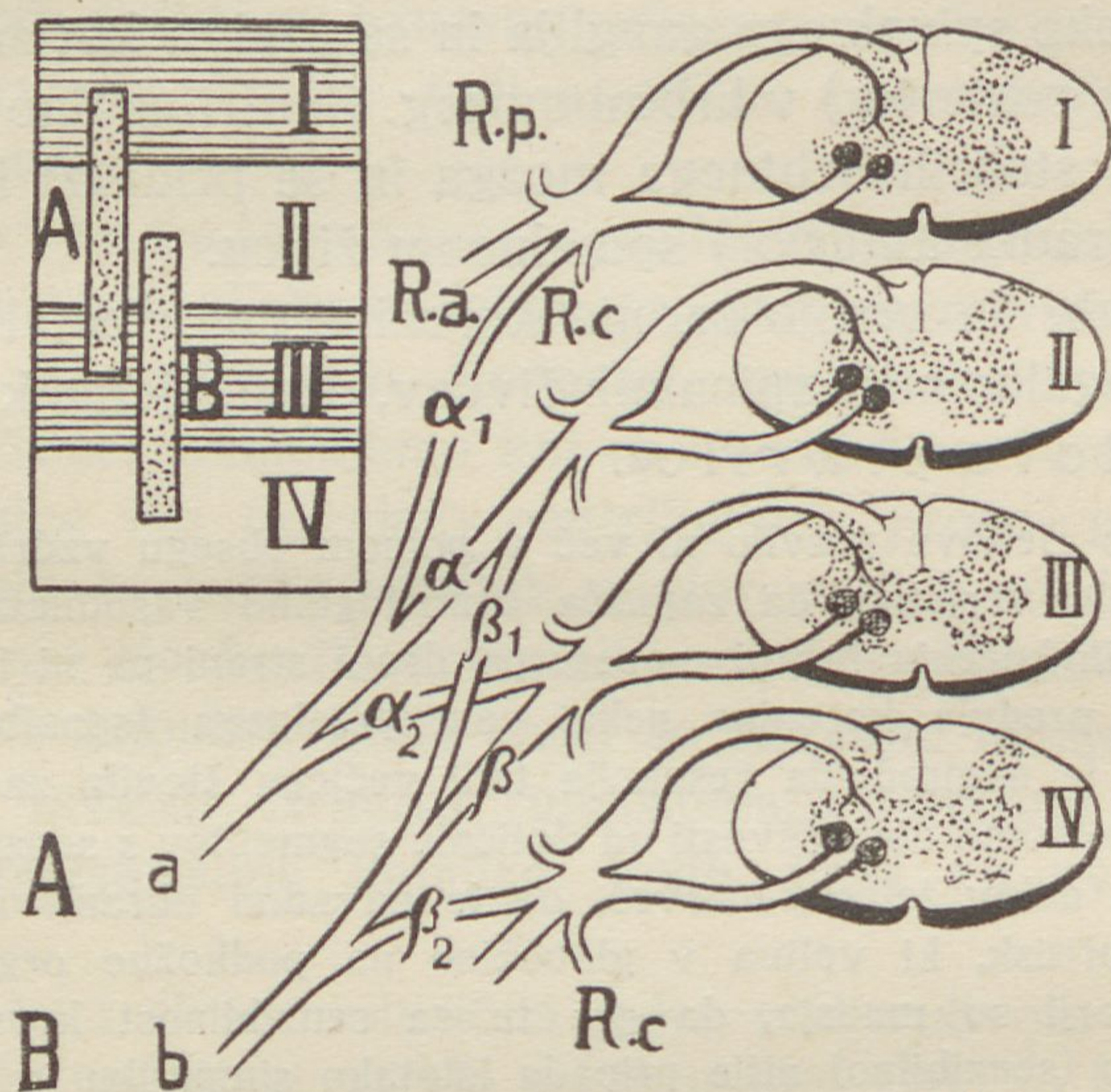
Charles Bellovo pravilo ni več v polnem obsegu vzdržljivo. Po eni strani je zelo verjetno, da zapušča centrifugalno vasodilatatorično nitje preko zadnjih korenin hrbtni mozeg, po drugi strani pa ni izključeno, da vodijo tudi prednje korenine nekaj centripetalnega (senzibilnega) nitja. Izkazalo se je namreč, da resekcija tudi večjega števila zadnjih korenin ne vniči popolnoma občutljivosti od dotičnih segmentov s senzibilnim nitjem oskrbovanih delov telesa, marveč, da je navadno ohranjena občutljivost za močan pritisk, ki vpliva v globočino na podkožne organe (mišice). Novejši avtorji so mnenja, da gre tu za senzibilnost krvnih žil, kojih centripetalno (senzibilno) nitje pripada istotako simpatiku in vstopa preko prednjih korenin v hrbtni mozeg.

Od tega (eventualnega) simpatičnega centripetalnega nitja prednjih korenin je strogo ločiti one poedine periferne izrastke psevdounipolarnih celic spinalnih ganglijev, ki se ne pridružijo perifernemu živcu, marveč zavijejo via radix anterior nazaj v hrbtenični kanal. Kakor vsak drugi organ, tako so namreč tudi motorični živci in njih prednje korenine inervirani po senzibilnem nitju. Motorični živci dobivajo to nitje v svojem poteku proti periferiji od sosednjih senzibilnih živcev, prednje korenine pa direktno iz dotičnega spinalnega ganglija. Draženje prednje korenine povzroča vsled tega iz istega vzroka bolečino kakor draženje kakega drugega periferne organa. Ta takozvana »rekurentna senzibilnost« (rückläufige Sensibilität) prednjih korenin izpade, ako prerežemo zadnjo korenino dotične segmentne višine.

Motorično nitje.

Kakor bomo čuli, dobiva prvotno vsak mišičji prasegment (miomer) inervacijsko nitje iz odgovarjajočega nevralnega segmenta (nevromera). Ker pa vsebuje v razvitem organizmu

po eni strani vsaka mišica elemente več zaporednih miomerov, po drugi strani pa so elementi vsakega miomera v več mišicah, mora zajeti motorični živec, ki vživčuje kako mišico, nitje iz vseh onih segmentov, ki odgovarjajo miomerom, iz katerih se je mišica razvila in obratno: vsak nevromer mora oddati del svojega nitja vsem onim motoričnim živcem, ki vživčujejo mišice, vsebujoče elemente istega metamera. To mešanje nitja se izvrši v spinalnih prepletih.



Slika št. 6.

Radikalna motorična inervacija.

A in *B* = Dve mišici, odnosno (levo zgoraj) njuni jedri v hrbtnem mozgu
a in *b* = njuna motorična živca
 I—IV = Zaporedni nevralni segmenti
R. a. = Ramus anterior
R. c. = Ramus communicans
R. p. = Ramus posterior

Spinalni motorični centrum mišice *A* leži n. pr. v 2. segmentu, sega pa navzgor v prvi, navzdol pa v tretji segment. (Glej sliko 6.)

Spinalni motorični centrum mišice *B* leži v 3. segmentu, sega pa navzgor v drugi, navzdol pa v četrti segment.

Živec *a*, ki preskrbuje mišico *A*, mora zajemati glavni del svojega nitja via radix anterior iz drugega segmenta, vsebovati pa mora tudi nitje iz prvega in tretjega. To nitje mu dovajata veji α_1 in α_2 .

Živec *b*, ki preskrbuje mišico *B*, zajema glavni del svojega nitja iz tretjega segmenta, razen tega pa vsebuje tudi še nitje iz drugega in četrttega segmenta, ki mu ga dovajata veji β_1 in β_2 .

Po drugi strani je pa posledica spinalnih prepletov klinično važna razlika med radikularno in periferno motorično inervacijo.

Kakor je razvidno iz tabele (stran 112), zajema *M. quadriceps femoris* motorično nitje ravno tako v drugem, tretjem in četrtem lumbalnem segmentu kakor *M. adductor brevis* in *M. gracilis*. In vendar vživčuje prvo mišico *N. femoralis*, drugi dve pa *N. obturatorius*. Pri obolenju hrbtnege mozga odnosno prednjih korenin omenjenih segmentov izpade funkcija vseh treh mišic, dasi jih vživčujeta dva različna živca, pri obolenju enega imenovanih dveh živcev pa izpade le funkcija one mišičje skupine, ki jo živec vživčuje, dasi imajo vse tri mišice svoja motorična centra (jedra) v isti segmentni višini hrbtnege mozga. Ako ugotovimo tedaj v danem slučaju paralizo kake mišičje skupine, ki jo vživčuje isti periferni živec, govori to za obolenje živca, ako pa ugotovimo paralizo mišic iste segmentne (radikularne) inervacije, govori to za obolenje hrbtnege mozga. V obeh primerih so pa mišice atonične, njih kitni refleksi vgasli, električna reakcija patološka.

Periferna motorična inervacija je razvidna iz pregleda na strani 51.

Vasomotorično in sekretorično nitje.

Razen motoričnega zapušča s prednjimi koreninami tudi še vasomotorično in sekretorično nitje hrbtnege mozga. To nitje se po kratkem poteku odcepi kot *ramus communicans albus* od spinalnega živca, razpletajoč se nato krog multipolarnih ganglijskih celic simpatičnih ganglijev vertebralne verige. Nekaj nevrinov teh celic se pridruži kot *ramus communicans griseus* nazaj spinalnemu živcu, spremljajoč ga na to v njegovem prepletanju v spinalnih prepletih in nadaljnjem poteku proti periferiji.

To nitje pripada torej simpatiku in vživčuje gladko muskulaturo krvnega žilja in znojnice kože. (Glej simpatični živčni sistem.)

Senzibilno nitje.

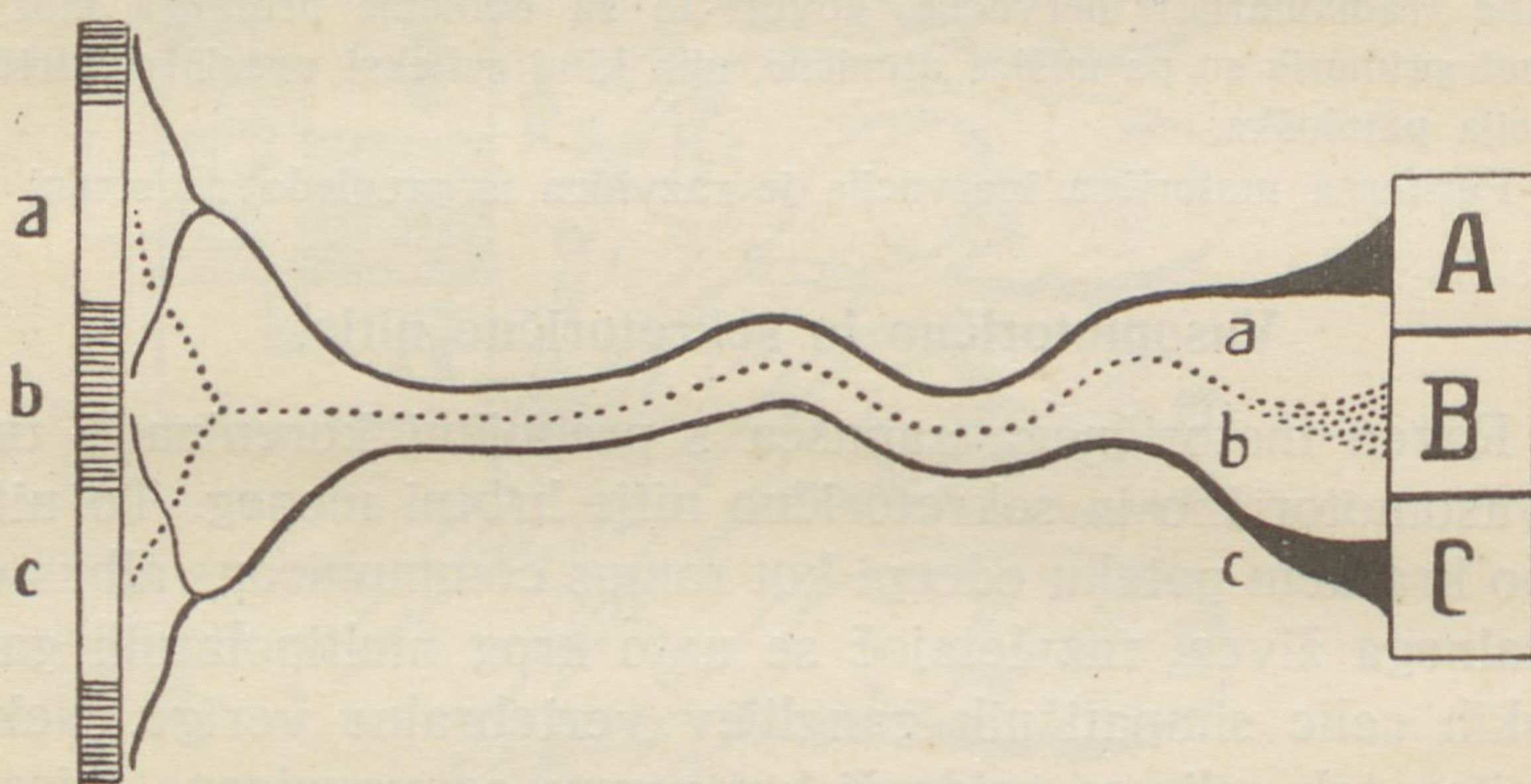
Nitje zadnjih korenin spinalnih živcev sestoji iz nevrinov psevdounipolarnih celic spinalnih ganglijev, dendriti (periferni izrastki) teh celic pa se razpletajo kot senzibilni živci po periferiji telesa.

Načelno odgovarja vsakemu nevrinalnemu segmentu (= spinalnemu gangliju) določen enoten, zvezan areal površine telesa (dermatomer), ki dobiva iz onega svoje nitje.

Dermatomeri tvorijo ob trupu horizontalno potekajoče paralelne, takozvane radikularne pasove, ki se vijejo okrog

telesa. Na ekstremitetah pa imajo ti pasovi longitudinalen potek, kar je povsem naravno, ako pomislimo, da so ekstremitete prvotno horizontalni izrastki ventralne stene trupa.

Vsled prepletanja spinalnih živcev v spinalnih prepletih se meša senzibilno nitje poedinih nevromerov (spinalnih ganglijev) tako, da vodi en periferen živec nitje različnih spinalnih ganglijev in obratno, da oddaja en spinalni ganglion nitje različnim perifernim živcem. To je vzrok, da dobiva isti dermatomer senzibilno nitje po različnih perifernih živcih in da oddaja isti živec nitje različnim dermatomerom.



Slika št. 7.

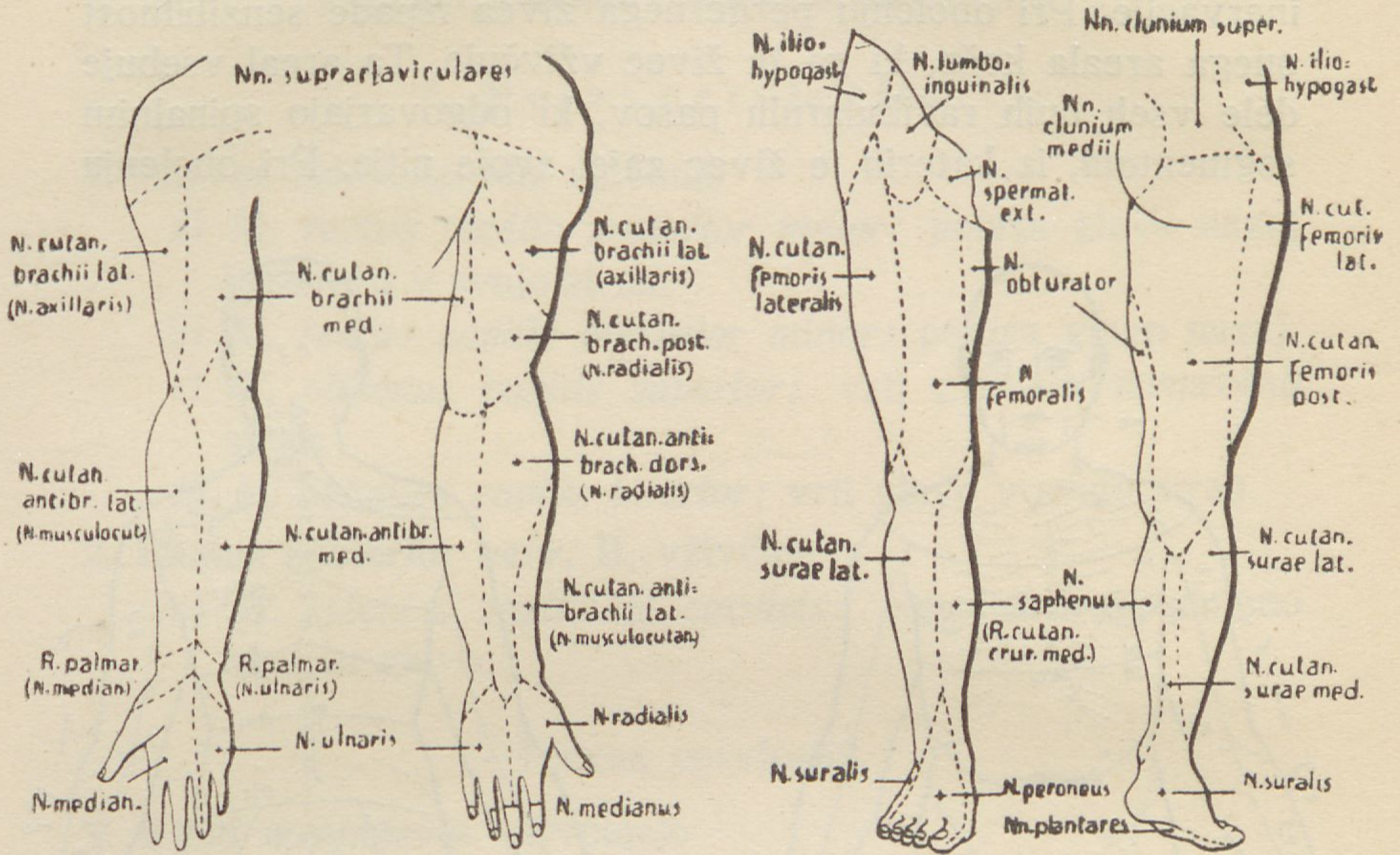
Radikalna senzibilna inervacija kože.

A, B, C = Trije nevralni segmenti

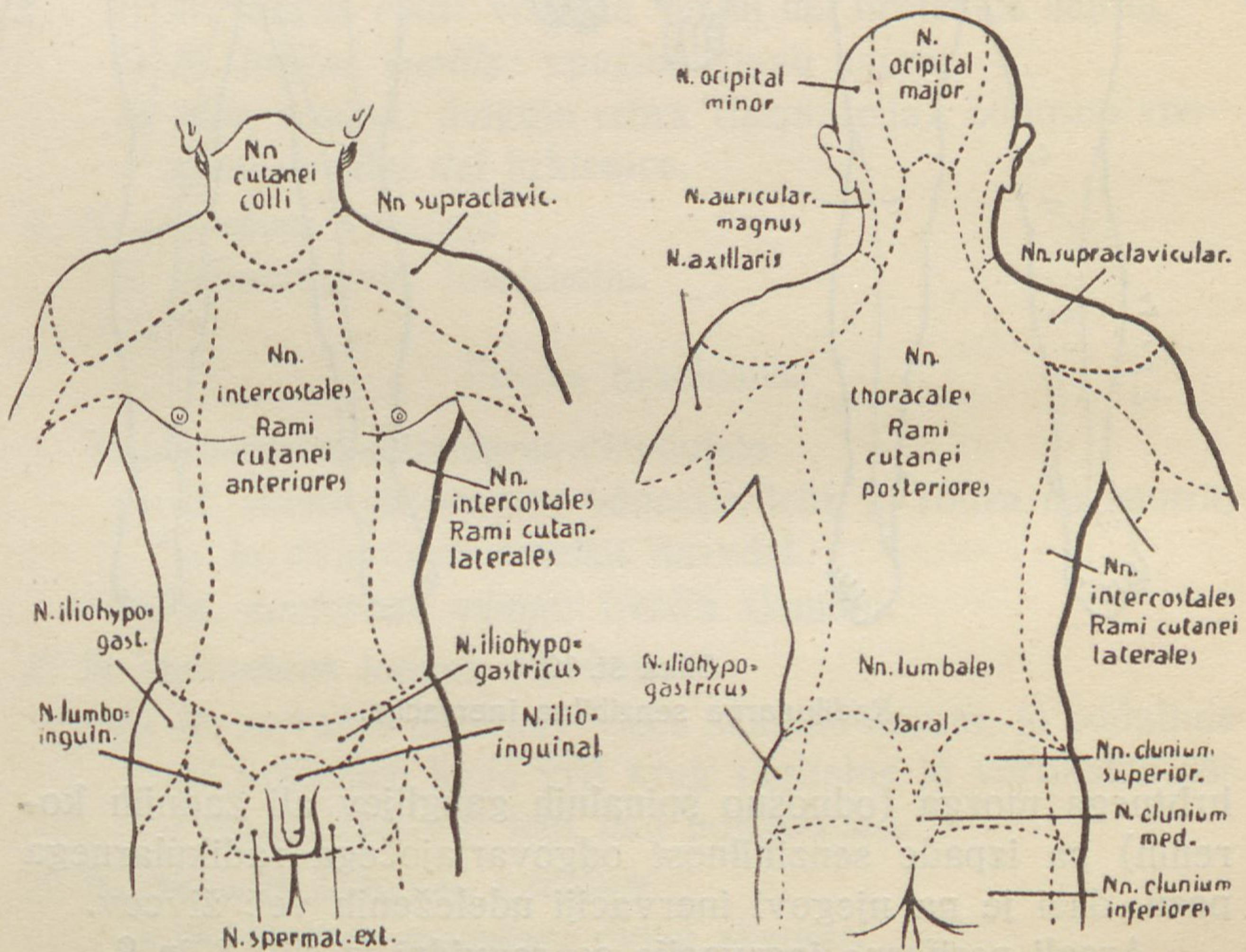
a, b, c = odgovarjajoči radikularni pasovi

Nitje senzibilnih živcev se razpleta torej po periferiji telesa tako, da vživčujejo elementi istega spinalnega ganglija skupna polja, ki meje v istem redu kakor spinalni segmenti drug na drugega. Vsak tak radikularni pas odgovarja enemu spinalnemu gangliju. Pri tem pa sega nitje sosednjih pasov luskam podobno drugo preko drugega, tako da vsebuje vsak radikularni pas ne le nitje lastnega, temveč tudi nitje sosednjih dveh spinalnih ganglijev. Vsak areal kože je potemtakem inerviran po dveh spinalnih segmentih. (Glej sliko 7.)

Ker vodi isti živec nitje različnih spinalnih segmentov in oddaja isti spinalni segment nitje različnim živcem, je izpad periferne inervacije bistveno različen od izpada radikularne

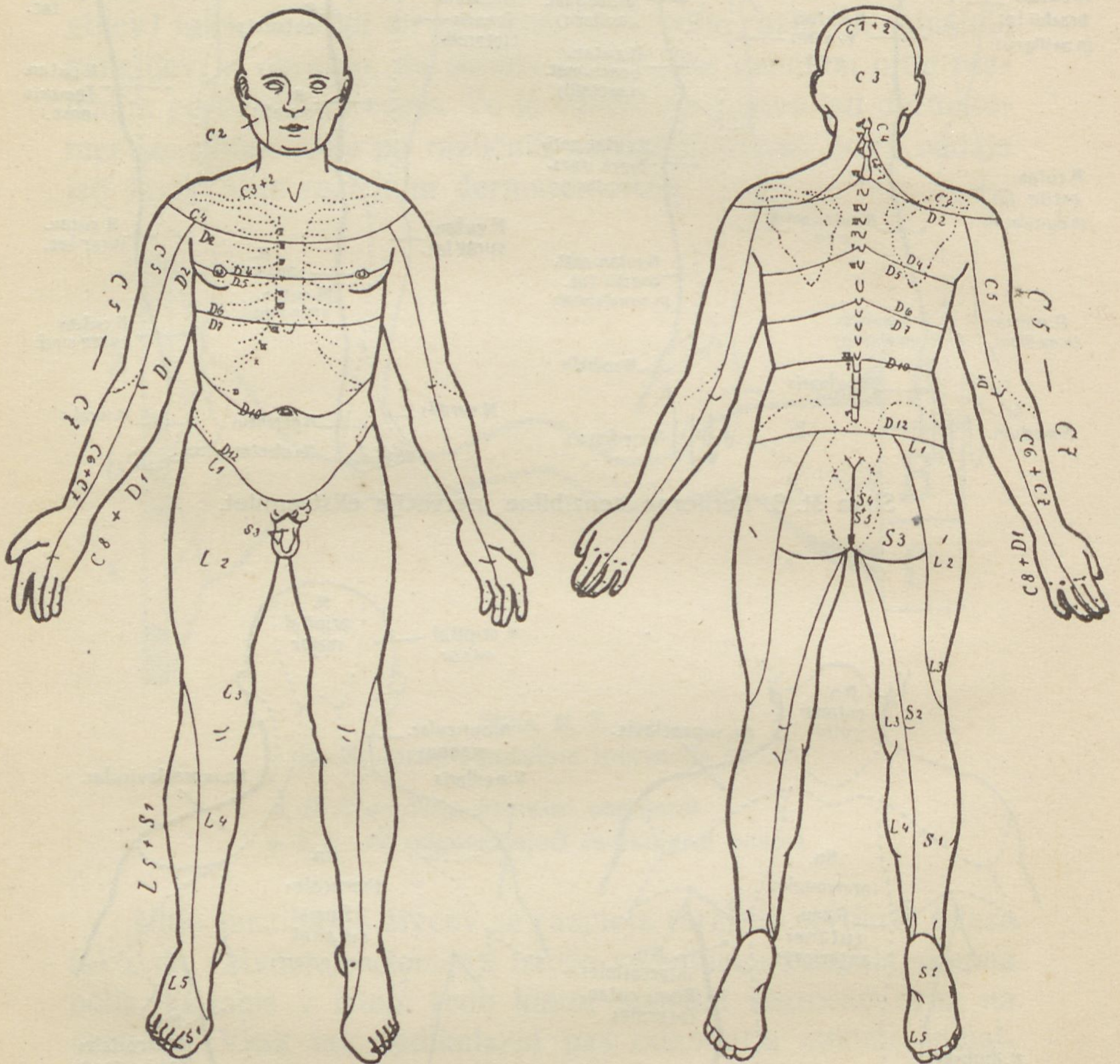


Slika št. 8. Periferna senzibilna inervacija ekstremitet.



Slika št. 9. Periferna senzibilna inervacija trupa.

inervacije. Pri obolenju perifernega živca izgade senzibilnost onega areala kože, ki ga ta živec vživčuje. Ta areal vsebuje dele vseh onih radikularnih pasov, ki odgovarjajo spinalnim segmentom, iz katerih je živec zajel svoje nitje. Pri obolenju



Slika št. 10.
Radikularna senzibilna inervacija.

hrbtnega mozga (odnosno spinalnih ganglijev ali zadnjih korenin) pa izgade senzibilnost odgovarjajočega radikularnega pasu, dasi je na njegovi inervaciji udeleženi več živcev.

Areali periferne inervacije so razvidni iz slik 8 in 9.

Pasovi radikularne inervacije pa so razvidni iz slike 10.

Pregled spinalne motorične inervacije.

A. Nervi cervicales.

1. Nervus suboccipitalis vživčuje

- a) *M. rectus capitis posterior major*: poteza glavo nazaj in jo vrti v svojo stran.
- b) *M. rectus capitis posterior minor*: poteza glavo nazaj.
- c) *M. obliquus capitis superior*: vrti glavo v nasprotno stran.
- d) *M. obliquus capitis inferior*: vrti glavo v svojo stran.

2. Ramus posterior cerv. II. vživčuje

- a) *M. splenius capitis et cervicis*: retroflektirajo skupno vrat in glavo.

Plexus cervicalis.

1. Rami musculares vživčujejo

- a) *M. rectus capitis lateralis*: nagiba glavo na svojo stran.
- b) *M. rectus capitis anterior*: vpogiba glavo naprej.
- c) *M. longus colli*: vpogiba vratni del hrbtenice naprej.
- d) *M. longus capitis*: vpogiba glavo naprej.
- e) *Mm. scaleni*: dvigajo rebra (inspiracija), odnosno vpogibajo vratni del hrbtenice.

2. N. phrenicus vživčuje

- a) *Diaphragma*: inspiracija.

Plexus brachialis.

1. Nn. thoracales anteriores vživčujejo

- a) *M. pectoralis major*: adducira leht, jo rotira na znotraj in jo dvignjeno potiska navzdol.
- b) *M. pectoralis minor*: fiksira skapulo.

2. N. thoracicus longus vživčuje

- a) *M. serratus anterior*: vleče skapulo naprej, jo oddaljuje od hrbtenice in jo vrti krog sagitalne in vertikalne osi. Pomaga dvigniti leht nad horizontalo.

3. N. dorsalis scapulae vživčuje

- a) *M. levator scapulae*: dviga skapulo.
- b) *Mm. rhomboidei*: dvigajo skapulo in jo bližajo hrbtenici.

4. **N. suprascapularis** vživčuje

- a) *M. supraspinatus*: dviga leht in jo rotira na ven, fiksira humerus v ramnem sklepu.
- b) *M. infraspinatus*: rotira leht na ven.

5. **N. subscapularis** vživčuje

- a) *M. latissimus dorsi*: rotira leht na znotraj, jo adducira in poteza nazaj. Dvignjeno potiska navzdol.
- b) *M. subscapularis*: rotira leht na znotraj.
- c) *M. teres major*: vleče leht nazaj in jo rotira na znotraj.

6. **N. axillaris** vživčuje

- a) *M. deltoideus*: dviga leht do horizontale, jo abducira.
- b) *M. teres minor*: rotira leht na ven, nateza kapsulo ramnega sklepa.

7. **N. musculocutaneus** vživčuje

- a) *M. biceps brachii*: flektira komolec in supinira podleht.
- b) *M. coracobrachialis*: dviga in adducira leht.
- c) *M. brachialis*: flektira komolec (podleht).

8. **N. medianus** vživčuje

- a) *M. flexor carpi radialis*: flektira v volarni in radialni smeri roko.
- b) *M. pronator teres*: pronira podleht.
- c) *M. palmaris longus*: flektira v volarni smeri roko, nateza aponevrozo dlani.
- d) *M. flexor digit. sublimis*: flektira srednje falange 2. do 5. prsta.
- e) *M. flexor pollic. longus*: flektira končno falango palca.
- f) *M. flexor digit. profundus*: flektira končni falangi 2. in 3. prsta.
- g) *M. pronator quadratus*: pronira podleht.
- h) *M. abductor pollic. brevis*: abducira metacarpus I.
- i) *M. flexor pollic. brevis*: flektira osnovno falango palca.
- k) *M. opponens pollicis*: oponira metacarpus I. (palec).
- l) *Mm. lumbricales I. II. III.*: flektirajo osnovne in eksten-dirajo ostale falange 2. do 4. prsta.

9. **N. ulnaris** vživčuje

- a) *M. flexor carpi ulnaris*: flektira v volarni in ulnarni smeri roko.
- b) *M. flexor digit. profundus*: flektira končni falangi 4. in 5. prsta.

- c) *M. adductor pollicis*: adducira metacarpus I. (palec).
- d) *M. palmaris brevis*: nateza aponevrozo.
- e) *M. abductor digiti V.*: abducira mazinec.
- f) *M. flexor digiti V.*: flektira mazinec (osnovno falango).
- g) *M. opponens digiti V.*: oponira mazinec (metacarpus V.).
- h) *M. lumbricalis IV.*: flektira osnovno in ekstendira ostale falange mazinca.
- i) *Mm. interossei*: flektirajo osnovne in ekstendirajo ostale falange prstov. *M. interossei dorsales* abducirajo (razprejo) prste. *Mm. interossei volares* adducirajo (zaprejo) prste.

10. **N. radialis** vživčuje

- a) *M. triceps brachii*: ekstendira komolec (podleht).
- b) *M. brachioradialis*: flektira pronirano podleht, supinirano pa pronira.
- c) *M. extensor carpi radialis longus et brevis*: flektirata v dorzalni in radialni smeri roko.
- d) *M. extensor digitorum communis*: ekstendira osnovne falange 2. do 5. prsta.
- e) *M. extensor digit. V. proprius*: ekstendira osnovno falango mazinca.
- f) *M. extensor carpi ulnaris*: flektira v ulnarni in dorzalni smeri roko.
- g) *M. supinator*: supinira roko (podleht).
- h) *M. abductor pollicis longus*: abducira metacarpus I. (palec).
- i) *M. extensor pollicis brevis*: ekstendira osnovno falango palca.
- k) *M. extensor pollicis longus*: abducira metacarpus I. in ekstendira končno falango palca.
- l) *M. extensor indicis proprius*: ekstendira osnovno falango kazalca.

B. Nervi thoracales.

1. **Rami posteriores** vživčujejo

spino-dorzalno muskulaturo (*M. erector trunci*, *M. transversospinalis* itd.).

2. **Nn. intercostales** vživčujejo

- a) *M. serratus posterior superior*: dviga gornja rebra (inspiracija).

- b) *M. serratus posterior inferior*: poteza spodnja rebra navzdol (ekspiracija).
- c) *Mm. levatores costarum*: dvigajo rebra.
- d) *Mm. intercostales*: dvigajo rebra, odnosno jih potezajo navzdol.
- e) *Mm. subcostales*: potezajo rebra navzdol.
- f) *Mm. abdominis*: potezajo koš navzdol, vpogibajo hrbtenico, pritiskajo na abdominalne organe (ekspiracija, defekacija, izpraznenje sečnega mehurja, porod itd.).

C. Nervi lumbosacrales.

Plexus lumbalis.

1. N. femoralis vživčuje

- a) *M. iliopsoas*: dviga stegno (flektira kolk) in ga rotira na ven.
- b) *M. sartorius*: flektira koleno in rotira golen na znotraj.
- c) *M. quadriceps femoris*: ekstendira koleno, deloma dviga tudi stegno (*M. rectus femoris*).

2. N. obturatorius vživčuje

- a) *M. pectineus*: adducira stegno in ga rotira na ven.
- b) *M. adductor longus*: adducira stegno in ga rotira na ven.
- c) *M. adductor brevis*: adducira stegno in ga rotira na ven.
- d) *M. adductor minimus*: adducira stegno.
- e) *M. adductor magnus*: adducira stegno.
- f) *M. gracilis*: adducira stegno, vpogiba (flektira) koleno in rotira golen na znotraj.
- g) *M. obturator externus*: rotira stegno na ven.

Plexus sacralis.

1. N. gluteus superior vživčuje

- a) *M. gluteus medius*: abducira stegno in ga rotira na znotraj.
- b) *M. gluteus minimus*: abducira stegno in ga rotira na znotraj.
- c) *M. tensor fasciae latae*: dviga stegno in ga rotira na znotraj.
- d) *M. piriformis*: abducira stegno in ga rotira na ven.

2. **N. gluteus inferior** vživčuje

- a) *M. gluteus maximus*: ekstendira kolk in rotira stegno na ven.

3. **N. ischiadicus** vživčuje

- a) *M. obturator internus*: rotira stegno na ven.
 b) *Mm. gemelli*: rotirajo stegno na ven.
 c) *M. quadratus femoris*: rotira stegno na ven.
 d) *M. biceps femoris*: flektira koleno, ekstendira kolk in rotira golen na ven.
 e) *M. semitendinosus*: flektira koleno, ekstendira kolk, rotira golen na znotraj.
 f) *M. semimembranosus*: flektira koleno, ekstendira kolk, rotira golen na znotraj.

4. **N. peroneus superficialis** vživčuje

- a) *M. peroneus longus*: abducira in pronira stopalo in ga flektira v plantarno smer.
 b) *M. peroneus brevis*: abducira in pronira stopalo.

5. **N. peroneus profundus** vživčuje

- a) *M. tibialis anterior*: flektira v dorzalni smeri stopalo, ga adducira in supinira.
 b) *M. extensor digitorum longus*: ekstendira osnovne falange 2. do 5. prsta, flektira v dorzalni smeri stopalo in ga abducira.
 c) *M. extensor hallucis longus*: ekstendira osnovno falango palca, flektira stopalo v dorzalni smeri in ga supinira.
 d) *M. extensor hallucis brevis*: ekstendira osnovno falango palca.
 e) *M. extensor digitorum brevis*: ekstendira osnovne falange 2. do 5. prsta.

6. **N. tibialis** vživčuje

- a) *M. gastrocnemius*: flektira v plantarni smeri stopalo in ga nekoliko supinira.
 b) *M. soleus*: flektira v plantarni smeri stopalo in ga nekoliko supinira.
 c) *M. tibialis posterior*: adducira in supinira stopalo.
 d) *M. flexor digitorum longus*: flektira končne falange 2. do 5. prsta.
 e) *M. hallucis longus*: flektira končno falango palca.
 f) *M. flexor digitorum brevis*: flektira srednje falange 2. do 5. prsta.

- g) *M. flexor hallucis brevis*: flektira osnovno in eksten-
dira končno falango palca.
- h) *M. quadratus plantae*: flektira končne falange 2. do
5. prsta.
- i) *M. abductor digiti V.*: abducira mazinec (osnovno
falango).
- k) *M. flexor digiti V. brevis*: flektira osnovno in eksten-
dira končno falango mazinca.
- l) *M. opponens digiti V.*: adducira mazinec v plantarni
smeri.
- m) *M. adductor hallucis*: adducira palec, flektira njegovo
osnovno in ekstendira končno falango.
- n) *Mm. interossei*: flektirajo osnovne in estendirajo ostale
falange. Razpirajo in zapirajo prste.
- o) *Mm. lumbricales*: flektirajo osnovne in ekstendirajo
ostale falange.

Plexus pudendus.

- a) *M. levator ani*: dviga anus.
- b) *M. sphincter ani externus*: zapira anus.
- c) *M. transversus perinei superficialis*: zapira malo me-
denico.
- d) *M. transversus perinei profundus*: zapira malo me-
denico.
- e) *M. bulbocavernosus*: iztiska penis.
- f) *M. ischiocavernosus*: iztiska penis.

Patologija.

O individualnih paralizah (parezah) govorimo, ako je paralitična samo ena mišica odnosno ozko omejena mišičja skupina. Paralize večjih mišičjih skupin ali celih ekstremitet pa označujemo kot plegije. O **monoplegiji** govorimo, ako je paralitična ena ekstremiteta. Paralizo obeh gornjih ali obeh dolnjih ekstremitet označujemo kot gornjo odnosno dolnjo **diplegijo**. Dolnjo diplegijo označujemo tudi kot **paraplegijo**. Paralizo ene telesne strani (obeh istostranskih ekstremitet) imenujemo hemiplegija. O **triplegiji** govorimo, ako so paralitične tri ekstremitete, o **tetraplegiji** pa, ako so paralitične vse štiri.

Klinično najvažnejše plegije (otrpi) so:

- a) Radialna otrp (paraliza živca radiala).

Roka je vsled paralize ekstenzorjev v zapestju povešena (plan-
tarno flektirana) in je bolnik ne more aktivno dorzalno flektirati.

Istotako ne more iztegniti osnovnih falang. Radi paralize brahio-radialne mišice je fleksija komolca pri pronirani roki brez prave moči. Ako sedi poškodba živca v pazduhi, je nemogoča tudi ekstenzija komolca.

b) **Mediana otrp** (paraliza živca mediana).

Radi paralize radialnih fleksorjev, je fleksija roke v zapestju brez prave moči. Bolnik ne more flektirati in oponirati palca in ne pronirati roke. Fleksija kazalca je otežkočena (možna le v metakarpofalangealnem sklepu). Ako traja paraliza več časa, nastopi degenerativna atrofija tenarja z adduciranim palcem. Opičja roka. (Affenhand.)

c) **Ulnarna otrp** (paraliza živca ulnara).

Ulnarna in volarna fleksija roke je vsled paralize ulnarnih fleksorjev brez prave moči, gibanje mazinca je onemogočeno, istotako je onemogočena fleksija osnovnih falang in ekstenzija končnih falang prstinca, sredinca in kazalca. Bolnik ne more abducirati in adducirati prstov in adducirati palca. Ako traja paraliza več časa, nastopi degenerativna atrofija antitenarja in interosealne muskulature.

d) **Aksilarna otrp** (paraliza živca aksilara).

Vsled paralize deltoidea, ki zapade, ako je paraliza trajna, degenerativni atrofiji, bolnik ne more lehti abducirati, ne dvigniti naprej ali nazaj. Vsled atrofije deltoidea so vidne konture ramnega sklepa (acromion, caput humeri).

e) **Totalna paraliza ramnega prepleta**

povzroča popolno negibnost gornje ekstremitete in afunkcijo ramne muskulature (M. subscapularis, supraspinatus, infraspinatus, teres major et minor).

f) **Duchenne-Erbova otrp** (Obere Armplexuslähmung) zadene M. biceps, deltoideus, brachialis in brachioradialis vsled obolenja 5. in 6. cervikalnega živca.

g) **Klumpkejeva otrp** (Untere Armplexuslähmung) zadene male mišice roke (thenar, antithenar, interossei) vsled obolenja 8. cervikalnega in prvega torakalnega živca.

h) **Paralysis nervi thoracici longi** povzroča afunkcijo M. serrati anterioris, ki se izraža klinično v nemožnosti dviga lehti nad horizontalo vsled izpadle rotacije skapule. Skapula je peroti podobno odmaknjena od koša.

i) **Femoralna otrp** (paraliza živca femorala)

povzroča nemožnost fleksije stegna v kolku in ekstenzije kolena. Patelarni refleks je vgasel.

j) **Peronealna otrp** (paraliza peroneja)

povzroča tako zvani »pes equinovarus«; stopalo je povešeno in nekoliko supinirano. Prsti so v osnovnih falangah flektirani. Pri hoji dviga bolnik stopalo visoko od tal, da ne drsa s prsti po tleh.

k) **Tibialna otrp** (paraliza živca tibiala)

povzroča nemožnost stanja na prstih. Bolnik tudi ne more razpreti in ne zapreti prstov. S časom se razvije takozvani pes calcaneus.

II. Cerebralni živci.

Dočim so vsi spinalni živci mešani (senzibilno-motorični), jih je med 12 cerebralnimi šest čisto motoričnih, trije so čisto senzorični in le trije so mešani.

1. Nn. olfactorii.

Nn. olfactorii vodijo senzorično nitje, ki posreduje občutke voha. Fiziološki dražljaji, ki povzročajo te občutke, so plinaste substance, ki jih izhlapevajo dišeče stvari in ki jih pri nosnem dihanju (inspiraciji) povlačujemo pomešane z zrakom v nos.

Intenzivnost ozmičnih občutkov je odvisna

- a) od nasičenosti zraka z dišečimi substancami,
- b) od površine razdražene, olfaktorne elemente vsebujoče sluznice nosne dupline.

Regio olfactoria zavzema razmeroma majhen areal na gornji nosni luski in nasproti ji ležečem delu nosnega septa.

- c) Od momenta vpliva dišeče substance na nevroepiteljske celice v tem smislu, da vplivajo dišeče substance najintenzivneje v prvem momentu, ko prodrejo do olfaktornega živca. Zato povohnjavamo, ako hočemo identificirati kako dišavo. Trajno vplivanje dišeče substance na olfaktorno sluznico otopi v malo minutah njeno vzdražljivost. Dejstvo pa, da vzburi v takem slučaju kaka druga dišeča substanca vohalni epitel, je dokaz, da so poedini vohalni živčki specifično diferencirani, to se pravi, da vzburi določena substanca le nekatere olfaktorne nitke, drugih pa ne, da pa so le-te vzburljive po kaki drugi substanci.

Tudi jedila in pijače, ki izhlapevajo dišeče snovi, zamorejo iz ustne dupline vzburi olfaktorno nitje, in sicer skozi sapišča (choanae) v momentu ekspiracije.

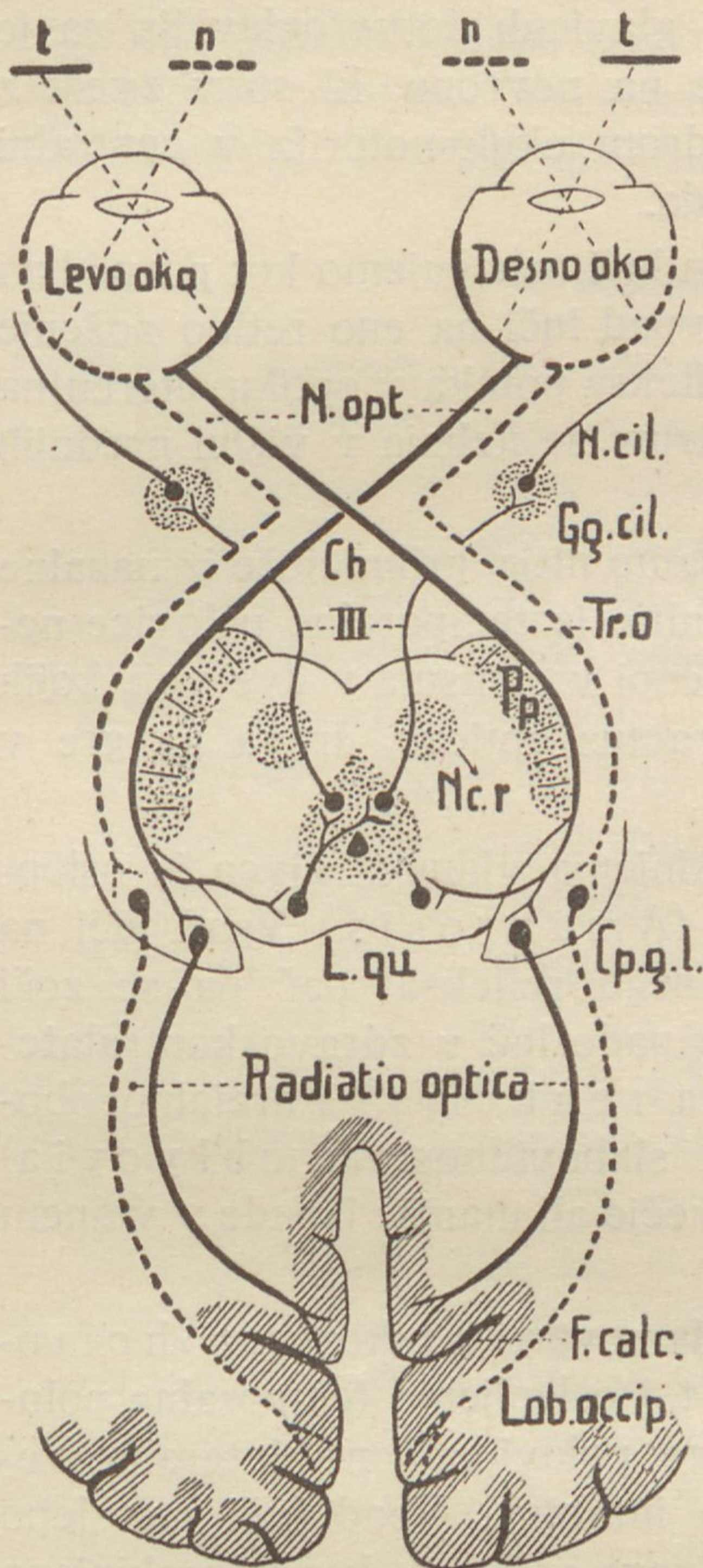
Patologija: Izpad voha označujemo kot anozmijo (anosmia).

2. N. opticus.

Nervus opticus vodi dvoje vrst centripetalnega nitja: senzorično in reflektorično.

Senzorično nitje posreduje občutke svetlobe in barv, reflektorično pa je v službi pupilnih refleksov.

Adekvatni dražljaji receptivnih elementov retine (palčič in čepkov) so svetlobni žarki. Kvaliteta občutkov, ki jih doživljamo, ako pada kaka luč na retino, je odvisna od valovne dolžine žarkov dotične luči. Luč valovne dolžine približno $800 \mu\mu$ nam vzbuja občutek rdeče, luč valovne dolžine pri-



Slika št. 11.

Optična proga in proga pupilnega refleksa.

- Ch* = Chiasma opticum
- Cp. g. l* = Corpus genicul. laterale
- F. calc* = Fissura calcarina
- Gg. cil* = Ganglion ciliare
- L. qu* = Lamina quadrigemina
- n* = nazalna polovica vidnega polja
- N. cil* = Nervus ciliaris brevis
- Nc. r* = Nucleus ruber
- N. opt* = Nervus opticus
- P. p* = Pes pedunculi
- t* = temporalna polovica vidnega polja
- Tr. o* = Tractus opticus
- III* = Nervus oculomotorius

bližno $400 \mu\mu$ pa občutek vijoličaste barve. Med tema dvema ekstremoma leže občutki oranžne, rumene, zelene in višnjeve barve.

Obe vrsti nitja križata v chiasma opticum in potekata nato v vidnem svežnju (tractus opticus) proti primarnim optičnim centrom. In sicer se razpleta senzorično nitje v blazini vidnega

pomolka (pulvinar thalami optici) in v lateralnem kolenjem telescu (corpus geniculatum laterale), dočim se razpleta reflektorično nitje v jedrih prednjih glavic četveroglavičja (corpora quadrigemina anteriora).

Pulvinar thalami optici in corpus geniculatum laterale sta izhodišče centralne optične proge, ki vodi v skorjo okcipitalne lopute; v prednjih glavicah četveroglavičja pa je priklopljeno reflektorično nitje na nevrone, ki so v zvezi z lateralnim parasimpatičnim jedrom okulomotorija v centralni serovini možganskega vodovoda.

Zoženje pupile pod vplivom luči označujemo kot *pupilni refleks*. In sicer povzroča vpad luči na eno retino zoženje obeh pupil. Aferentna proga refleksa poteka v optiku, eferentna v okulomotoriju, refleksni centrum se nahaja v višini prednjih glavic četveroglavičja.

V chiasma opticum križa samo nitje, prihajajoče iz nazalne polovice retine, dočim ostane nitje iz temporalne polovice nekrižano. Nitje rumene pege se cepi v chiasma v dve veji, kojih ena križa v kontralateralni tractus opticus, druga pa gre v tractus opticus iste strani.

Patologija: Posledica prekinjenja vidnega živca je oslepljenje homolateralnega očesa. (*Amaurosis*.) Vpad luči na oslepelo oko ne izproži pupilnega refleksa, pač pa se zoži zenica tudi slepega očesa, ako pade luč v zdravo kontralateralno oko. (*Konsenzuelna reakcija*.) Parcialno obolenje vidnega živca povzroča slabovidnost (*amblyopia*) ali pa takozvane skotome, t. j. večje ali manjše izpade v vidnem polju.

Prekinjenje vidnega **svežnja** povzroča takozvano »*homonimno hemianopsijo*«, t. j. oslepljenje temporalne polovice homolateralne in nazalne polovice kontralateralne retine. Maculae luteae ostanejo intaktne. Vpad luči na slepo polovico očesa ne izproži pupilnega refleksa, ker je prekinjeno tudi reflektorično nitje vidnega svežnja, pač pa izproži vpad luči na zdravo polovico očesa pupilni refleks na obeh očeh.

Obolenje vidnega **križišča** (chiasma) povzroča vsled prekinjenja križajočega nitja nazalnih polovic obeh retin izpad temporalnih delov vidnega polja = »*bitemporalna hemianopsija*«, dočim nastopi »*binazalna hemia-*

n o p s i a« pri obolenju lateralnih delov vidnega križišča vsled prekinjenja nekrižanega nitja obeh retin.

Obolenje ene polovice križišča pa povzroča oslepljenje homolateralnega in temporalno anopsijo (oslepljenje nazalne polovice retine) kontralateralnega očesa.

Obolenje primarnih optičnih **center**, v katerih se razpleta senzorično (optično) nitje, povzroča homonimno hemianopsijo z ohranjenim pupilnim refleksom tudi pri vpadu luči na slepo polovico retine. Isti efekt ima obolenje centralne optične proge.

3. N. oculomotorius.

Nervus oculomotorius vodi

1. **m o t o r i č n o** nitje za zunanjo (progasto) muskulaturo očesa. In sicer vživčuje njegov ramus superior: M. levator palpebrae superioris in M. rectus superior; ramus inferior pa vživčuje: M. rectus internus, M. rectus inferior in M. obliquus inferior.
2. **P a r a s i m p a t i č n o** nitje za M. sphincter pupillae in za M. ciliaris. To nitje se odcepi v orbiti od spodnje veje okulomotorija in stopi v stik z multipolarnimi celi-
cami ciliarnega ganglija.

Pred vstopom v orbito se pridruži okulomotoriju nekaj senzibilnega nitja iz prve veje trigemina (N. ophtalmicus) za senzibilno inervacijo mišic in nekaj simpatičnega nitja iz karo-
tidnega prepleta za vasomotorično inervacijo krvnih žil mišic očesa.

Parasimpatično nitje za M. sphincter pupillae posreduje pupilni refleks. Kot dražljaj učinkuje vpad luči na retino.

Pupila se pa zoži tudi pri pogledu v bližino istočasno z akomodacijo leče. Ta je posledica kontrakcije ciliarne mišice, ki jo vživčuje parasimpatično nitje okulomotorija. Tudi to nitje je prekinjeno v ciliarnem gangliju.

Funkcija mišic očesa:

- a) M. levator palpebrae superioris dviguje gornjo veko.
- b) M. rectus superior vrti oko navzgor.
- c) M. rectus inferior vrti oko navzdol. Vsaka teh dveh mišic adducira istočasno nekoliko oko.
- d) M. rectus internus je čist adduktor.

e) *M. obliquus inferior* rotira oko s spodnjim robom proti nosu, istočasno ga vrti nekoliko navzgor.

Patologija: Paraliza vseh vej okulomotorija povzroča takozvano kompletno oftalmoplegijo (*ophtalmoplegia completa*): Gornja veka je povešena (*ptosis*), oko škili na zunaj in spodaj (ker sta intaktna *N. abducens* in *N. trochlearis*), oko je nekoliko vzbuljeno (*exophtalmus*), ker ga ohlapna muskulatura ne vleče nazaj, pupila je vsled paralize sfinktra razširjena (*mydriasis paralytica*) in ne reagira na luč, vsled izpada inervacije ciliarne mišice je onemogočena akomodacija očesa za pogled v bližino.

Če so paralitične samo zunanje mišice očesa, govorimo o zunanji, če pa so paralitične samo notranje mišice, govorimo o notranji oftalmoplegiji (*ophtalmoplegia interna et externa*).

4. *N. trochlearis*.

Nervus trochlearis vodi motorično nitje za *M. obliquus superior*, ki rotira oko z gornjim robom proti nosu in ga istočasno vrti navzdol. Pred vstopom v orbito se mu pridruži nekoliko senzibilnega nitja iz prve veje trigemina in simpatičnega nitja iz karotidnega prepleta. Paraliza trohleara ne povzroča vidnih simptomov.

5. *N. trigeminus*.

Nervus trigeminus vodi

1. senzibilno nitje za kožo obraza in čela, za sluznico čelne, etmoidalne, sfenoidalne, nosne, čeljustne in ustne dupline, ter za zrklo in trdo opno možganov.
2. Motorično nitje za zvečno muskulaturo, za *M. mylohyoideus* in za venter anterior *M. digastrici*.

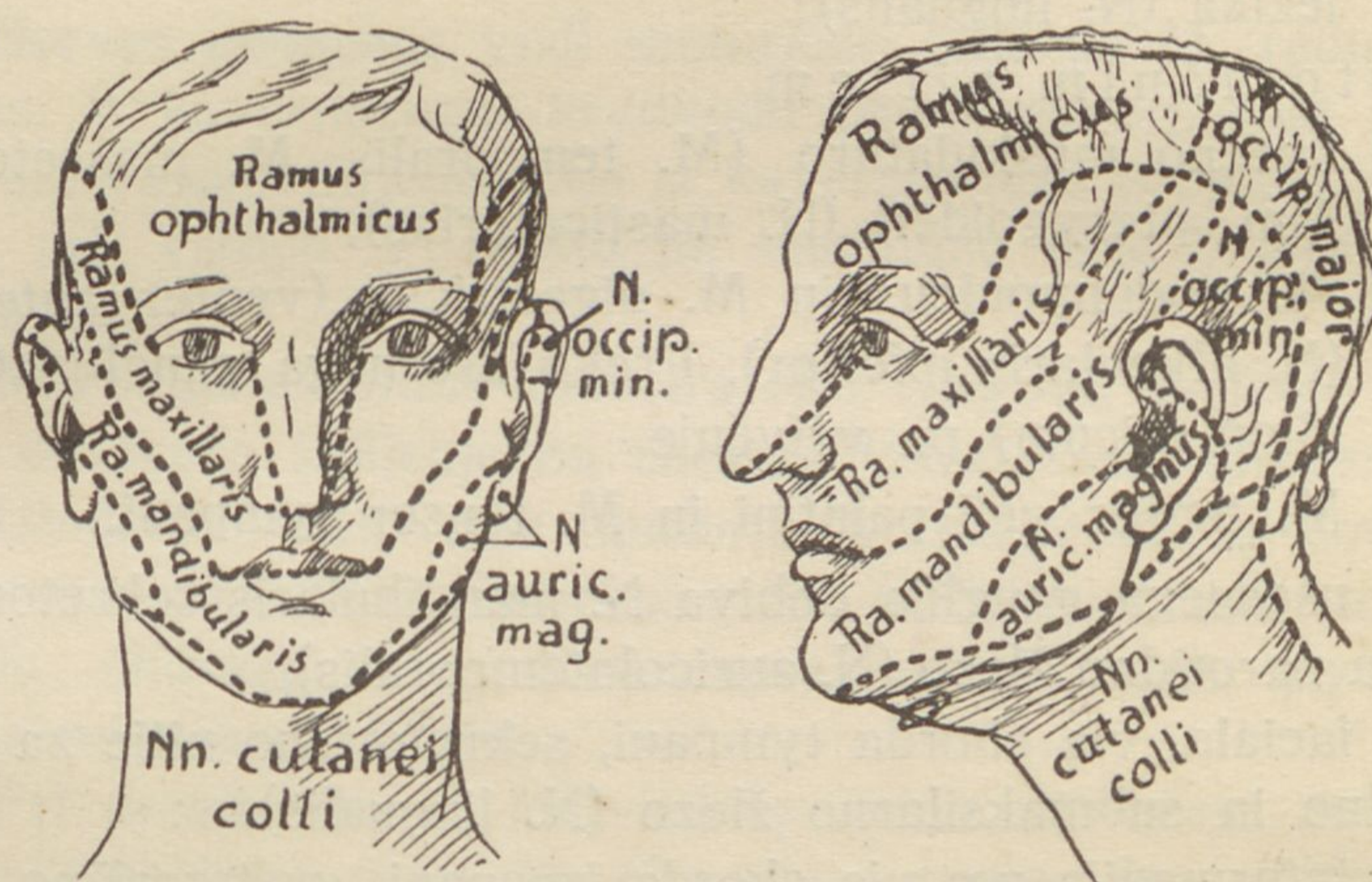
V njegovem poteku proti periferiji se mu pridruži sekretorično nitje za žleze slinavke, za solzno žlezo in za znojnice obraza, gustatorično nitje za prednji $\frac{2}{3}$ jezika in vasodilatorično nitje za žile nosne dupline.

N. ophtalmicus vživčuje
senzibilnim nitjem

- a) tentorium cerebelli, sinus transversus, rectus in petrosus super (*R. recurrens*);

- b) kožo gornjega dela nosu in čela do koronarne suture, konjunktivo gornje veke in sluznico čelne dupline (N. frontalis);
- c) roženico in šarenico očesa, konjunktivo spodnje veke, solzno vrečico, sluznico etmoidalne, sfenoidalne in prednjega dela nosne dupline in kožo konice nosu (N. nasociliaris).

Iz sfenopalatinega ganglija dobiva via ramus anastomoticus c. N. zygomatico sekretorično nitje za solzno žlezo (N. lacrimalis).



Slika št. 12.

Senzibilna inervacija glave. (Nervus trigeminus)

N. maxillaris vživčuje
s senzibilnim nitjem

- a) duro mater v okolišu arteriae meningee mediae (R. recurrens),
- b) kožo lica, senca in lateralnega kota očesa (N. zygomaticus),
- c) kožo spodnje veke, stranskega pobočja nosu in nosnice ter kožo in sluznico gornje ustne (N. infraorbitalis),
- d) zobovje in gingivo gornje čeljusti in sluznico čeljustne dupline (Nn. alveolares superiores).
- e) sluznico zadnjega dela nosne dupline, gornjega dela goltanca (pharynx), trdega in mehkega nébesa, tonzil

in tubae auditivae (Nn. nasales et palatini iz sfenopalatinega ganglija).

N. mandibularis vživčuje

s senzibilnim nitjem

- a) čeljustni sklep, kožo prednjega dela uhlja in zunanega sluhovoda, bobnič in kožo senca (N. auriculotemporalis),
- b) kožo in sluznico lica in spodnje ustne, kožo ustnega kota in brade ter zobovje in gingivo spodnje čeljusti (N. buccinatorius in N. alveolaris inferior),
- c) sluznico zadnjega dela ustne dupline, ustnega dna in jezika (N. lingualis);

z motoričnim nitjem

- a) zvečno muskulaturo (M. temporalis, M. masseter in Mm. pterygoidei) (N. masticatorius),
- b) M. mylohyoideus in M. digastricus (venter anterior) (N. alveolaris inferior). Preko ušesnega ganglija (ganglion oticum) pa vživčuje
- c) M. tensor veli palatini in M. tensor tympani.

Iz ušesnega ganglija dobiva N. mandibularis sekretorično nitje za parotidno žlezo (N. auriculotemporalis),

iz faciala, via chorda tympani, sekretorično nitje za sublingvalno in submaksilarno žlezo (N. lingualis),

iz intermedija pa, via chorda tympani, gustatorično nitje za prednji $\frac{2}{3}$ jezika.

Nervus trigeminus vodi številno centripetalno reflektorično nitje, kojega vzburjenje povzroča

- a) pomežikanje (senzibilno nitje zrkla in konjunktive),
- b) solzenje (senzibilno nitje zrkla in konjunktive),
- c) kihanje (senzibilno nitje nosne dupline),
- d) sesanje in zvečenje (senzibilno nitje usten in ustne dupline),
- e) požiranje (senzibilno nitje nébesa),
- f) slinjenje (senzibilno nitje ustne dupline),
- g) zoženje krvnih žil vsled reflektoričnega vpliva na vasomotorični centrum oblongate.

Patologija: Obolenje trigemina se izraža najčešče v nevralgičnih bolečinah v perifernem obsežju ene, dveh ali vseh treh vej. (Neuralgia supraorbitalis, infraorbitalis, mandibularis.)

Anestezije perifernega izvora so redke in se izražajo v izpadu dotičnih refleksov (Kornealni in konjunktivalni refleks, refleks kihanja itd.). Izpad motorične inervacije je ali enostranski (»monoplegia masticatoria«) ali obojestranski (»diplegia masticatoria«). Monoplegia ne povzroča resnih kliničnih posledic, dočim je pri diplegiji zvečenje onemogočeno. Spodnja čeljust je povešena, čeljustni refleks vgasel.

Anestezija prve veje povzroča neredko vnetne procese na zrklju (keratitis neuroparalytica).

6. N. abducens.

Nervus abducens vodi motorično nitje za M. rectus externus. V kavernoznem krvovodu (sinus cavernosus) se mu pridruži vasomotorično nitje iz kavernoznega prepleta simpatika, pri vstopu v orbito pa senzibilno nitje iz prve veje trigemina.

M. rectus externus abducira oko. Njegovo obolenje (paraliza) povzroča škiljenje na znotraj. (Strabismus convergens.)

Obolenje vseh treh motoričnih živcev očesa povzroča takozvano totalno oftalmoplegijo (ophtalmoplegia totalis): Ptosis, oko zre nepremično naprej, exophtalmus, mydriasis, nemožnost akomodacije.

Pri pregibanju oči inerviramo vedno oba očesa naenkrat. V funkcionalnem oziru sta oba očesa enoten organ. Vsak gib enega očesa je združen z gibom drugega. Pri pogledu na desno n. pr. stopa v akcijo rectus externus desnega in rectus internus levega očesa. Inervacija desnega abduktorja je istočasno impulz za inervacijo levega adduktorja. Pri pogledu na stran inerviramo torej dotični rectus externus. Inervacijski impulz gre iz abducensovega jedra v jedro okulomotorija. Obolenje abducensovega jedra povzroča torej nemožnost pogleda na obolelo stran tudi z zdravim očesom (konjugirana paraliza), dočim je pri obolenju perifernega abducensa addukcija zdravega očesa pri pogledu na obolelo stran intaktna.

7. N. facialis.

Nervus facialis vodi

1. motorično nitje za

a) M. stapedius (N. stapedius),

- b) za muskulaturo zadnje plati uhlja in za *M. occipitalis* (*N. auricularis posterior*),
- c) za *M. digastricus* (venter posterior) in za *M. stylohyoideus* (*N. digastricus*),
- d) za muskulaturo prednje plati uhlja, za *M. frontalis* in za *orbicularis oculi* (*R. temporalis*, *R. zygomaticus*),
- e) za vso mimično muskulaturo obraza (*R. buccales*, *R. marginalis mandibulae*),
- f) za platizma (*R. colli*).

V njegovem poteku proti periferiji se mu pridruži nekaj senzibilnega nitja iz trigemina, vaga in iz cervikalnih živcev.

2. Sekretorično in vasodilatatorično nitje

- a) za solzno žlezo (via *N. Petrosus superficialis major* — ganglion sphenopalatinum — *N. zygomaticus* — *N. lacrimalis trigemini*),
- b) za znojnice odnosno žile obraza,
- c) za sluznico nosne dupline, nébesa in gornjega dela goltanca (via gangl. sphenopalatinum).

Nervus intermedius, ki spremlja *N. facialis*, pripada anatomskega facialu, funkcionalno pa glosofaringeju. On vodi

- a) gustatorično nitje, ki ga oddaja via chorda tympani lingvalu iz tretje veje trigemina, za prvi $\frac{2}{3}$ jezika;
- b) sekretorično in vasodilatatorično nitje za sublingvalno in submaksilarno žlezo (chorda tympani).

Patologija: Krči v mimični muskulaturi so večinoma klonični (*Tic convulsif*). Kloničen krč v orbikularni mišici označujemo kot »blepharoklonus«, tonični pa kot »blepharospasmus«.

Paraliza faciala (*prosopoplegia*) je navadno enostranska (*monoplegia facialis*). Prizadete so ponavadi vse veje: paralitična polovica obraza je atonična, brez izraza, čelo gladko brez gub, obrv povešena, oko trajno odprto (*lagophthalmus*), kornealni in konjunktivalni refleks je vgasel, nazolabialna guba je zabrisana, ustni kot povešen. Bolnik ne more nagubati prizadete polovice čela, ne more zapreti očesa, ne more žvižgati, govori in žveči težko. Mimika je enostranska, obraz vsled tega v celoti asimetričen. Paralitična muskulatura reagira na električni tok patološko (*EaR*).

Ako leži poškodba faciala v facialovem kanalu skalnice nad odhodom chordae tympani je okvarjen poleg tega tudi okus prednjega dela jezika ob zmanjšani sekreciji sline.

Poškodbe, ležeče še više, povzročajo vsled paralize stapedija tenkoslušnost (hyperakusis), ako pa sedi poškodba v višini kolena (gangl. geniculi) se pridruži opisanim simptomom še afektivna in reflektorična asekrecija solz na oboleli strani.

8. N. acusticus.

Nervus acusticus vodi dvoje vrst centripetalnega nitja

1. senzorično, ki posreduje občutke sluha (N. cochlearis),
2. reflektorično, ki regulira položaj glave v prostoru. (N. vestibularis.)

Nervus cochlearis.

Adekvatni dražljaj slušnega živca je valovanje (menjavanje notranjega pritiska) labirintne vode. Labirintna voda valovi pod vplivom zvočnih valov zraka. Zvočni valovi pa so posledica tresenja elastičnih teles.

Da zaznamo tresenje zvočila sploh kot zvok, je treba, da se trese zvočilo s hitrostjo vsaj 16—24 nihajev in ne več kot s hitrostjo 20.000—40.000 nihajev v sekundi.

Vzdraženost živca se javlja kot zvonjenje in šumenje v ušesu (tinnitus), paraliza živca pa kot naglušnost (hypakusis) odnosno kot gluhost (anakusis).

Nervus vestibularis.

Receptivni aparati vestibularnega živca so

- a) ampule polkrožnih oblokov (ductus semicirculares),
- b) vrečice (sacculus in utriculus) labirinta.

Adekvatni dražljaj, ki vpliva na ampule, je valovanje endolimfe v labirintu vsled gibanja glave (odnosno celega telesa) v prostoru. In sicer učinkuje kot dražljaj izprememba hitrosti gibanja.

Adekvatni dražljaj, ki vpliva na vrečice labirinta, je pritisk otolitov na otolitne membrane pri različnih položajih glave v prostoru.

Vestibularni aparat signalizira torej centralnemu živčevju

- a) pospešek gibanja telesa v prostoru (Nn. ampullares), ki ga zaznamo psihično v obliki občutkov premikanja,
- b) položaj glave napram horizontalni ravnini prostora (N. utricularis et saccularis), ki ga zaznamo psihično v obliki občutka lege telesa v prostoru.

Vestibularni aparat je pa poleg tega važen receptiven organ različnih statičnih in stato-kinetičnih refleksov. (Vide možgansko deblo!)

Statični refleksi, ki jih posredujejo vrečice labirinta, so:

- a) Tonični labirintni refleksi na ekstremitete,
- c) tonični labirintni refleksi na vrat,
- c) tonični labirintni refleksi na oči,
- d) tetanični (stavni) labirintni refleksi na glavo,
- e) tetanični (stavni) labirintni refleksi na oči.

Stato-kinetični refleksi, ki jih posredujejo ampule, so:

- a) statokinetični labirintni refleksi na glavo,
- b) statokinetični labirintni refleksi na ekstremitete.

Posledice ekstirpacije enega labirinta so pri živali (kuncu) sledeče:

- a) Glava živali je trajno tako rotirana, da gleda ohranjeni labirint navzgor, istočasno je glava nekoliko nagnjena (abducirana) na operirano stran. Ta simptom je izraz prevaliranja toničnih labirintnih refleksov na vrat s strani zdravega labirinta. Istotako je rotirano truplo živali na operirano stran, vendar v manjši meri, takò, da je žival v celoti spiralasto zavita.
- b) Tonus ekstremitet operirane strani telesa je znižan. Ta simptom je direktna posledica rotacije glave kot izraz toničnih refleksov na ekstremitete.
- c) Oko na operirani strani devira navzdol (v ventralno smer), na zdravi strani pa navzgor (v dorzalno smer). Ta simptom je posledica prevaliranja toničnih labirintnih refleksov na M. rectus superior homolateralnega in M. rectus inferior kontralateralnega očesa s strani ohranjenega labirinta.

Takoj po operaciji je žival nemirna in skuša uteči. Ker ji je pa telo spiralasto zavito, glava na operirano stran rotirana in tonus ekstremitet na operirani strani znižan, se žival pri begu ne premika naprej, marveč se vrti krog svoje sagitalne (occipitokavdalne) osi po tleh (Rollbewegung).

Posledice ekstirpacije obeh labirintov so pri živalih razmeroma majhne, ker kompenzira žival izpad labirintnih refleksov z drugimi refleksnimi mehanizmi.

9. N. glossopharyngeus.

Nervus glossopharyngeus vodi

1. senzibilno nitje

- a) za tubo Eustachii, za cavum tympani in za cellulae mastoideae (R. tubae);

- b) za zadnjo tretjino jezika, za tonzile, nébesne oboke in gornjo ploskev pokrovčka (epiglottis) (R. tonsillares et linguales),
 - c) za gornji del goltanca (R. pharyngei),
2. gustatorično (kusno) nitje za zadnjo tretjino jezika, za velum palatinum in za arcus glossopalatinus (R. lingualis),
 3. motorično nitje za M. stylopharyngeus,
 4. sekretorično nitje za parotidno žlezo (via N. tympanicus — ganglion oticum).
- Razen tega vodi N. glossopharyngeus
5. reflektorično nitje za sekrecijo sline.

Patologija: Krče v faringealni muskulaturi označujemo kot pharyngismus. Periferna obolenja (paralize) glosofaringeja so redka in povzročajo poleg ageusije otežkočeno požiranje. Navadno manjka nebni in žrelni refleks na oboleli strani.

10. N. vagus.

Nervus vagus vodi

1. senzibilno nitje
 - a) za sinus transversus in sinus occipitalis durae matris (R. meningeus),
 - b) za zadnjo steno zunanjšega sluhovoda in za kožo konkavnega dela uhlja (R. auricularis),
 - c) za sluznico spodnjega dela goltanca (žrela) (R. pharyngei),
 - d) za sluznico pokrovčka, grla (larynx) in za tireoidno žlezo (N. laryngeus superior),
 - e) za sluznico požiralnika (R. oesophagei).
2. Motorično nitje
 - a) za konstriktorje goltanca (žrela) in za M. palatoglossus in palatopharyngeus (R. pharyngei),
 - b) za muskulaturo grla (larynx) (N. laryngei).
3. Parasimpatično nitje
 - a) za gladko muskulaturo sapnika in bronhij (R. pulmonales),
 - b) za gladko muskulaturo požiralnika (R. oesophagei),
 - c) za muskulaturo srca (R. cardiaci),

- d) za gladko muskulaturo želodca in črevesa (R. gastrici),
- e) za gladko muskulaturo žolčnega mehurja (R. hepatici).

Parasimpatično nitje vaga ne vživčuje direktno gladke muskulature notranjih (vegetativnih) organov in muskulaturo srca, marveč vpliva le v ekcitatorenem ali pa v depresorenem smislu na avtonomne ganglijske celice (muralne ganglije), ki se nahajajo v muskulaturi teh organov.

In sicer vpliva vagus ekcitatoren na muskulaturo vseh imenovanih organov izvemši srce. Za srce pa je vagus depresoren živec.

4. Sekretorično nitje

- a) za žleze grla in sapnika, požiralnika in želodca,
- b) za tireoidno žlezo (N. laryngei),
- c) za pankreas in za jetra (R. hepatici),
- d) za ledvice (via plexus solaris).

5. Vasodilatatorično nitje

- a) za bronhije in bronhiole (R. pulmonales),
- b) za koronarne arterije srca (R. cardiaci),
- c) za tireoidno žlezo (R. laryngei).

6. Reflektorično nitje

- a) iz žrela (pharynx), posredujoče reflektorično požiranje,
- b) iz grla (larynx) in sapnika, bronhij, pljuč in iz plevre, posredujoče reflektorično kašljanje,
- c) iz žrela in želodca, posredujoče reflektorično bljuvanje,
- d) iz pljuč, posredujoče ritmično dihanje (glej dihalni centrum),
- e) iz aorte in srca (N. depressor cordis), posredujoče znižanje krvnega pritiska (glej depresorni centrum srca),
- f) iz pljuč in aorte, vplivajoče depresoren na vasomotorični centrum oblongate.

Patologija: Reflektorični krči laringealne muskulature povzročajo navadno zatvor glotide (spasmus glottidis), zvišana vzdražljivost motoričnih elementov žrela in požiralnika pa se javlja kot pharyngismus in oesophagismus.

Zoženje bronhiol povzroča astmatične napade (asthma bronchiale), draženje senzibilnega nitja grla in sapnika pa kašljanje.

Najpogostejše paralize so one larinksa vsled poškodbe rekurensa. Klinični simptoni so: hripavost in otežkočeno dihanje. Paraliza muskulature nebni obokov in žrela povzroča otežkočeno požiranje, nosljajoč govor in izpad nébnega in žrelnega refleksa. Izraz obolenja srčnih vej vaga je tachycardia. Obojestranska paraliza vaga je za človeka smrtna.

11. N. accessorius.

Nervus accessorius spinalis vodi motorično nitje za M. trapezius in M. sternocleidomastoideus (R. externus).

V njegovem poteku v hrbteničnem kanalu se mu pridruži nekaj nitja iz zadnjih korenin za senzibilno inervacijo imenovanih dveh mišic.

Nervus accessorius vagi vodi motorično nitje, ki se pridruži živcu vagu za inervacijo larinksa.

Patologija: Enostranski klonični krč sternokleidomastoideja povzroča ritmično zavijanje glave na zdravo stran pri dvignjeni bradi, obojestranski pa ritmično kimanje (Nickkrämpfe = Spasmus nutans). Tonični krči povzročajo patološko držanje glave (Torticollis spasticus). Pri enostranski paralizi sternokleidomastoideja je glava zasukana na obolelo stran (caput obstipum paralyticum), pri obojestranski pa je nagnjena nazaj. Enostranska paraliza trapezija povzroča abnormno lego skapule: notranji (vertebralni) rob poteka poševno od medialno spodaj lateralno navzgor. Otežkočeno je dvignjenje rame na oboleli strani in dvignjenje gornje ekstremitete nad horinzontalo.

12. N. hypoglossus.

Nervus hypoglossus vodi

1. motorično nitje za muskulaturo jezika (M. genio-glossus, hyoglossus, styloglossus, transversus linguae, verticalis in longitudinalis linguae in za M. geniohyoideus.

Iz cervikalnega prepleta se mu pridruži motorično nitje za mišice pod podjezično kostjo (M. sternohyoideus, omohyoideus, sternothyreoideus, thyreochoideus).

Iz gornjega cervikalnega simpatičnega ganglija dobiva
2. v a s o m o t o r i č n o n i t j e za žile jezika, iz nodoznega ganglija vaga in iz končnih vej linguala pa

3. s e n z i b i l n o n i t j e za muskulaturo jezika.

Patologija: Krče jezika označujemo kot glossospasmus. Pri enostranski paralizi devira iztegnjen jezik na obolelo stran vsled prevaliranja zdravega genioglossa. Paralitična polovica jezika je atonična in nagubana. Obojestranska paraliza povzroča velike težave pri govorjenju, zvečenju in požiranju.

B. Vegetativni živci.

Vegetativno živčevje, ki služi inervaciji vegetativnih organov, se razlikuje od cerebrospinalnega bistveno v anatomske in v fiziološkem oziru.

Anatomska razlika obstoji v tem, da so pri vegetativni inervaciji med centralno živčevje in vegetativne organe interpolirane skupine živčnih celic, tako zvani vegetativni gangliji, dočim vežejo cerebrospinalni živci neposredno centralno živčevje z animalnimi organi.

Nitje, ki veže vegetativne ganglije s centralnim živčevjem, imenujemo preganglionarno, ono pa, ki izvira v ganglijih in se razpleta v vegetativnih organih, imenujemo postganglionarno.

Fiziološka razlika obstoji v tem, da dobiva vsak vegetativni organ dvojno, in sicer antagonistično inervacijo iz dveh različnih oddelkov centralnega živčevja, dočim je cerebrospinalna inervacija enotna in enosmiselna.

Z ozirom na funkcionalno antagonistično inervacijo vegetativnih organov po eni strani in z ozirom na različni izvor v centralnem živčevju po drugi strani, delimo vegetativno živčevje v dva fiziološko in anatomsko diferentna sistema:

v **simpatični** in v **parasimpatični** živčni sistem.

Antagonizem med simpatikom na eni in parasimpatikom na drugi strani se izraža v sledečih momentih:

1. Inervacijski efekt simpatika je diametralno nasproten inervacijskemu efektu parasimpatika.

Simpatikus daje krvno-žilnemu sistemu ekcitatotrične, gladki muskulaturi intestinalnega trakta pa depre-

sorične inervacijske impulze. Simpatikus je torej po eni strani accelerator srca in vasoconstrictor, po drugi strani pa zavira peristaltično gibanje želodca in črevesa.

Parasimpatikus daje obratno krvno-žilnemu sistemu depresorične, gladki muskulaturi intestinalnega trakta pa ekcitatricne inervacijske impulze. Parasimpatikus je torej po eni strani depresor srca in dilatator žil, po drugi strani pa pospešuje peristaltično gibanje intestinalnega trakta.

Simpatikus vpliva zavirajoče, parasimpatikus pa vzbujajoče na delovanje žlez.

Simpatikus je dilatator, parasimpatikus pa konstriktor pupile.

Simpatikus vživčuje sečni mehur tako, da seč ne more odteči, dočim pospešuje parasimpatikus odtok seči in mehurja.

2. V organih z antagonistično muskulaturo povzroča inervacija vsakega sistema poleg kontrakcij protagonistov vedno tudi relaksacijo antagonistov. (Križana intervencija.)

Pod vplivom simpatika se zviša n. pr. tonus sfinktra vesicae in zniža tonus detrusorja urinae, pod vplivom parasimpatika se pa obratno zviša tonus detrusorja in zniža tonus sfinktra.

3. Zvišanje inervacijskega tonusa v enem sistemu n. pr. v simpatiku povzroča znižanje inervacijskega tonusa v parasimpatiku in obratno: ako se zniža tonus v simpatiku, se zviša v parasimpatiku.

Vsak vegetativen organ stoji trajno pod istočasnim inervacijskim vplivom obeh sistemov, ki ga držita v nekakem funkcionalnem ravnotežju. Vsota inervacijske energije obeh sistemov je tako rekoč konstantna. Za kolikor se zviša energija v enem sistemu, za toliko pade v drugem. V tem pogledu bi se dal vegetativni živčni sistem primerjati dvokraki komunikacijski posodi, napolnjeni s tekočino. Za kolikor se dvigne nivo tekočine v enem kraku, za toliko pade v drugem.

V fizioloških razmerah se menjava tonus (energija) v obeh sistemih po momentanih potrebah organizma. Močno in naglo kolebanje tonusa iz enega sistema v drugega je znak živčne labilnosti nevropatičnih individuov. Trajno abnormno pre-

vladovanje tonusa v parasimpatiku označujemo kot v a g o - t o n i j o , v simpatiku pa kot s i m p a t i k o t o n i j o .

4. Razlika in antagonizem med obema sistemoma se izraža razen tega tudi še farmakološko v njuni reakciji na nekatere strupe.

Dočim vplivajo nekatere substance samo na simpatični, vplivajo druge samo na parasimpatični živčni sistem. Tako učinkujejo snovi cholinske skupine (muskarin, pilokarpin, fizostigmin) vzburjajoče na periferne razplete parasimpatičnih živcev, dočim jih atropin paralizira. Adrenalin pa učinkuje vzburjajoče na periferne razplete simpatičnih živcev, dočim jih ergotoksin paralizira.

Nadaljna posebnost vegetativnega živčnega sistema obstoji v tem, da je pod mogočnim vplivom psihičnih doživljanj, osobito čustev in afektov.

Pri veselem razpoloženju bije srce hitreje, krvni pritisk je zvišan, obraz žari; v žalosti je obraz bled, srce bije počasneje, krvni pritisk je znižan.

V jezi je obraz zardel, oči so izbuljene, dihanje je vsled konstrikcije bronhijev naporno, sekrecija želodčnega soka preneha.

V nestrpnem pričakovanju se zviša izločevanje seči v ledvicah in se pojavi potreba pogostega izpraznenja mehurja.

V strahu se pojači peristaltika intestinalnega trakta, v zadregi oblije človeka rdečica, v grozi znoj itd. Posebno se izraža valovanje čustev v izpreminjanju širine pupile.

Največji vpliv na vegetativni živčni sistem pa imajo dražljaji, ki povzročajo bolečine. Že najmanjša neprijetna senzacija razširi pupile. Hude bolečine ustavijo peristaltiko črevesa in delovanje želodčnih žlez, v očesu se pojavijo solze, frekvenca srčnih utripov se izpremeni itd.

Eksperimentalno je dokazano, da so reakcije vegetativnih organov na take dražljaje reflektorične, neodvisne od istovčasnega zavednega doživetja bolečine, ker nastopajo tudi pri visokih prerezih hrbtnega mozga s prekinjenimi centralnimi senzibilnimi progami.

Ker je vegetativna inervacija podzavedna, neodvisna od volje, je vegetativni živčni sistem posredovalec refleksov in avtomatizmov kat eksohen. In sicer potekajo aferentne proge

vegetativnih refleksov ali v centripetalnih cerebrosposinalnih ali pa v centripetalnih vegetativnih živcih.

Cerebrosposinalni centripetalni živci posredujejo n. pr. sledeče reflekse:

- a) Zoženje pupile (aferentna proga: opticus, eferentna parasimpatikus),
- b) razširjenje pupile (aferentna proga: opticus, eferentna: simpatikus),
- c) solzenje (aferentna proga: trigeminus, eferentna: parasimpatikus),
- d) kihanje (aferentna proga: trigeminus, eferentna: N. phrenicus),
- e) požiranje (aferentna proga: glossopharyngeus, eferentna: parasimpatikus),
- f) znojenje (aferentna proga: Nn. spinales, eferentna: simpatikus),
- g) erekcija (aferentna proga: N. pudendus, eferentna: parasimpatikus),
- h) ejakulacija (aferentna proga: N. pudendus, eferentna: simpatikus).

Vegetativni centripetalni živci pa posredujejo n. pr. sledeče reflekse:

- a) ritmično dihanje (aferentna proga: parasimpatikus, eferentna: parasimpatikus),
- b) refleks srca (aferentna in eferentna proga: parasimpatikus),
- c) bljuvanje (aferentna in eferentna proga: parasimpatikus),
- d) izpraznjenje mehurja (aferentna in eferentna proga: parasimpatikus),
- e) zastoj peristaltike (aferentna in eferentna proga: simpatikus),
- f) produkcija glikogena (aferentna proga: parasimpatikus, eferentna: simpatikus),
- g) izpraznjenje črevesa (aferentna proga: simpatikus, eferentna: parasimpatikus).

Razen refleksov, ki gredo preko centralnega živčevja, so možni na vegetativnih organih še takozvani muralni (periferni) refleksi, ki jih posredujejo muralni gangliji.

V muskulaturi srca, želodca, črevesa, sečnega in žolčnega mehurja, utera itd. se nahajajo skupine živčnih celic, kojih nevriti se razpletajo v mišičjih vitrah. Krog teh celic se razpleta nitje simpatika in parasimpatika, dovajajoč jim ekscitatorične odnosno depresorične impulze. Našteti organi so torej do neke meje neodvisni od centralnega živčevja, ker nosijo sami v sebi inervacijska centra v obliki muralnih ganglijev. — Znano je, da bije n. pr. kačje ali žabje srce, izrezano iz telesa, avtomatično dalje, dasi ne dobiva po nobenem živcu inervacijskih impulzov. Inervacijo dobiva v takem slučaju samo od lastnih muralnih celic. Te celice pa oddajajo inervacijske impulze seveda samo pod vplivom dražljajev, njih funkcija je torej reflektorična. Tudi eksperimentalno se dajo muralni refleksi dokazati. Ako vtaknemo v izrezano črevo kak kroglast predmet, se pojavi na črevesu peristaltično gibanje.

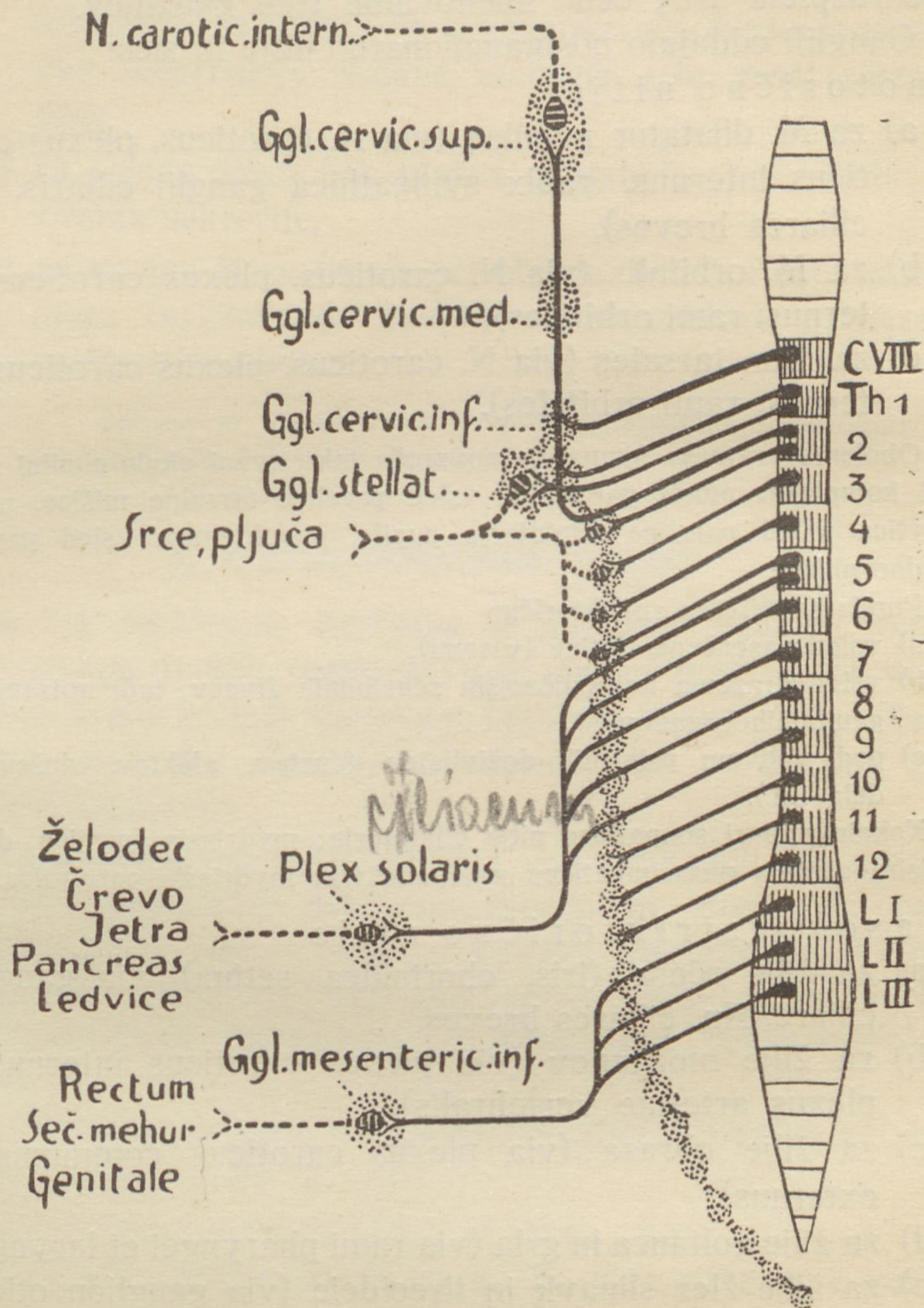
I. Simpatični živčni sistem.

Simpatični gangliji, v katerih končava preganglionarno in začenja postganglionarno nitje, so razvrščeni ob hrbtenici v obliki dolge verige, ki sega od baze lobanje do trtice (os coccygis). V bistvu odgovarja vsakemu nevralnemu segmentu hrbtnege mozga po en ganglion v vertebralni verigi (Ganglia vertebralia). Razen tega pa se nahajajo simpatični gangliji tudi še v notranjosti telesa, raztreseni krog vegetativnih organov. (Ganglia praevertebralia).

Preganglionarno nitje izvira v torakalnih in gornjih lumbalnih segmentih hrbtnege mozga in predstavlja nevrite onih celic, ki tvorijo tako zvani *tractus intermediolateralis sive nucleus sympathicus*. To nitje zapušča hrbtni mozeg via *radices anteriores* imenovanih segmentov in stopa kot *rami communicantes albi* v stik z gangliji vertebralne verige. Nekaj nitja gre tudi neprekinjeno skozi vertebralne ganglije, razpletajoč se naknadno krog celic prevertebralnih ganglijev.

Postganglionarno nitje, ki izvira v vertebralni verigi, se pridruži ali kot *rami communicantes grisei cerebrospinalnim živcem*, ali spremlja arterije v njihovem poteku proti periferiji ali pa se razpleta kot samostojno nitje v vegetativnih organih.

Postganglionarno nitje, ki izvira v prevertebralnih ganglijih, se pridruži po večini krvnim žilam, deloma pa se razpleta kot samostojno nitje v gladki muskulaturi in žlezah notranjih organov.



Slika št. 13.

Shema simpatične inervacije.

Simpatični živčni sistem delimo lahko z ozirom na organe, ki jih vživčuje na cerviko - kefalni in torako - abdominalni oddelek.

1. Cerviko-kefalni oddelek

simpatika obsega tri cervikalne ganglije in njih periferne veje. Preganglionarno nitje prihaja iz gornjih 5 torakalnih segmentov hrbtne mozga, poteka po vertebralni verigi navzgor in se razpleta krog celic imenovanih treh ganglijev.

Gangliji oddajajo postganglionarno nitje in sicer:

1. motorično nitje

- a) za M. dilatator pupillae (via N. caroticus, plexus caroticus internus, radix sympathica ganglii ciliaris, Nn. ciliares breves),
- b) za M. orbitalis (via N. caroticus, plexus caroticus internus, rami orbitales),
- c) za Mm. tarsales (via N. caroticus, plexus caroticus internus, rami orbitales).

Obolenje vratnega simpatika povzroča tako zvani **okulo-pupilni simptomni kompleks**: ptosis paralytica vsled paralize tarsalne mišice, miosis paralytica vsled paralize dilatatorja pupile, enophthalmus vsled paralize orbitalne mišice.

Pupila se dilatira reflektorično

- a) vsled zasenčenja retine (v temi),
- b) vsled draženja najrazličnejših senzibilnih živcev, tudi notranjih in genitalnih organov,
- c) pod vplivom psihičnih doživljajev (čustev, afektov, duševnega dela itd.).

Kokain vzburi simpatično nitje dilatatorja: mydriasis spastica, dočim paralizira atropin parasimpatično nitje sfinktra: mydriasis paralytica.

2. Vasokonstriktorično nitje

- a) za žilje očesa (iris, chorioidea, retina) via ganglion ciliare, Nn. ciliares breves,
- b) za žilje možganov (via plexus caroticus internus in plexus arteriae vertebralis),
- c) za žilje obraza (via plexus caroticus communis et externus),
- d) za žilje goltanca in grla (via rami pharyngei et laryngei),
- e) za žilje žlez slinavk in tireoideje (via ganglion oticum in ganglion submaxillare).

3. Sekretorično nitje

- a) za parotis (via plexus meningeus medius in plexus arteriae temporalis).

Vzburljenje simpatika učinkuje zavirajoče na delovanje žleze.

Pod vplivom parasimpatika izloča parotis vodeno-čisto, redko slino. Ako pa vzdražimo istočasno simpaticus, se vlije iz žleze nekoliko goste, na organskih snoveh bogate, kalne sline. Draženje simpatika samega je brez učinka.

- b) za submaksilarno in sublingvalno žlezo (via plexus maxillaris externus). In sicer povzroča draženje simpatika secernacijo majhne množine zelo goste sluzaste sline,
- c) za solzno žlezo (via plexus ophtalmicus) v smislu zaviranja sekrecije,
- d) za znojne žleze (znojnice) obraza. Nitje prihaja iz gornjega cervikalnega ganglija in se pridruži perifernim vejam trigemina.

Sporno je vprašanje, ali vpliva simpatikus vzburljavoče ali zavirajoče na delovanje znojnic.

2. Torako-abdominalni oddelek

obsega vse torakalne, lumbalne in sakralne ganglije vertebralne verige in njih periferne veje, razen tega pa še večje število prevertebralnih ganglijev (ggl. cardiacum, ggl. solare, ggl. mesentericum superius et inferius, ggl. phrenicum, ggl. hypogastricum itd.).

Preganglionarno nitje prihaja iz torakalnih in gornjih lumbalnih segmentov hrbtnega mozga in stopa via rami communicantes albi v stik z gangliji vertebralne verige. Mnogo nitja gre neprekinjeno skozi vertebralno verigo (Nn. splanchnici), razpletajoč se krog celic prevertebralnih ganglijev.

V vertebralnih odnosno prevertebralnih ganglijih začenja postganglionarno nitje, in sicer:

1. v a s o k o n s t r i k t o r i č n o n i t j e

- a) za žile ekstremitet in trupa. To nitje začenja v vertebralni verigi in se pridruži via rami communicantes grisei spinalnim živcem, ali pa se pridruži direktno aorti, spremljajoč na to vse njene veje proti periferiji,
- b) za žile pljuč in bronhijev. Nitje izvira v gornjih torakalnih ganglijih in spremlja pulmonalne arterije v pljuča,

- c) za žile intestinalnega trakta (arteriae mesentericae itd.). Preganglionarno nitje prihaja iz spodnjih torakalnih segmentov (Th₆—Th₁₂), gre neprekinjeno skozi vertebralno verigo in se prepleta kot Nn. splanchnici (major et minor) v solarnem prepletu. Postganglionarno nitje začneja v solarnem in spodnjem mesenterialnem gangliju in se pridruži neposredno dotičnim arterijam.
- d) Za žile jeter, želodčne žleze in ledvic. Tudi to nitje prihaja via Nn. splanchnici iz hrbtnega mozga in je prekinjeno v solarnem in v sosednjih ganglijih.

Prekinjenje splahnika povzroča vsled dilatacije žil v ledvicah zvišanje množine seči (polyuria), dočim povzroča njegovo draženje vsled kontrakcije žil znižanje množine seči (oliguria).

- e) Za žile genitalnih organov. Preganglionarno nitje prihaja iz gornjih lumbalnih segmentov, gre neprekinjeno skozi vertebralno verigo in se razpleta krog celic spodnjega hipogastričnega ganglija.

2. Sekretorično nitje

- a) za znojnice ekstremitet in trupa.

Mnogo fiziologov je mnenja, da je sekretorični živec znojnic parasimpatikus, da leže tudi v torakalnih segmentih hrbtnega mozga parasimpatične celice, kojih nevriti pa zapuščajo z zadnjimi koreninami hrbtni mozeg, potekajoč nato s senzibilnim nitjem spinalnih živcev proti periferiji.

- b) Za ledvice. Preganglionarno nitje poteka v splahniku, postganglionarno pa sestavlja plexus renalis.

Simpatikus vpliva zavirajoče na izločevanje seči.

- c) Za pankreas. Preganglionarno nitje poteka v splahniku. Draženje simpatika povzroča sekrecijo neznatne množine pankreatičnega soka.
- d) Za jetra. Preganglionarno nitje poteka v splahniku, postganglionarno pa tvori plexus hepaticus. Prekinjeno je nitje v solarnem gangliju.

Simpatikus vpliva zavirajoče na izločevanje žolca, obratno pa povzroča draženje splahnikov zvišano produkcijo sladkorja v jetrih, ki se pojavi v krvi in v seči. (Hyperglykaemia in glykosuria.)

3. Ekcitatorično nitje

a) za muskulaturo srca (Nn. accelerantes). Preganglionarno nitje izvira v gornjih torakalnih segmentih hrbtnega mozga, poteka v vertebralni verigi navzgor, razpletajoč se krog celic vseh treh cervikalnih in prvih dveh torakalnih ganglijev. Postganglionarno nitje s parasimpatičnim nitjem vago se prepleta v srčnem prepletu.

Simpatikus vpliva pozitivno hrono- in inotropno na delovanje srca: pod njegovim vplivom se zviša število srčnih vtripov in energija poedinih vtripov. Vendar ne vživčuje simpatikus direktno srčne muskulature, marveč vpliva le ekcitatorično na avtonomne ganglije, ki se nahajajo v srčni muskulaturi.

b) Za gladko muskulaturo semenovoda, semenskih mešičkov in prostate. Preganglionarno nitje prihaja iz gornjih lumbalnih segmentov, gre neprekinjeno skozi vertebralno verigo in se razpleta v ggl. hypogastricum inferius. Postganglionarno nitje tvori plexus deferentialis, seminalis in prostaticus.

4. Depresorično nitje

a) za gladko muskulaturo intestinalnega trakta. Preganglionarno nitje za želodec, tenko črevo, colon ascendens in colon transversum prihaja via Nn. splanchnici iz spodnjih torakalnih segmentov, gre neprekinjeno skozi vertebralno verigo, razpletajoč se v solarnem in gornjem mesenterialnem gangliju. Postganglionarno nitje predstavljajo Nn. mesenterici. Preganglionarno nitje za colon descendens in za rectum prihaja iz gornjih lumbalnih segmentov, gre neprekinjeno skozi vertebralno verigo, stopajoč v stik z ganglion mesentericum inferius. Postganglionarno nitje predstavljajo Nn. haemorrhoidales superiores.

Simpatikus vpliva zavirajoče na peristaltiko intestinalnega trakta.

b) Za gladko muskulaturo žolčnega mehurja. Preganglionarno nitje poteka v splanhniku, postganglionarno pa tvori plexus hepaticus,

- c) za *M. detrusor vesicae*. Preganglionarno nitje prihaja iz gornjih lumbalnih segmentov, gre neprekinjeno skozi vertebralno verigo, razpletajoč se v spodnjem hipogastričnem in sosednjih ganglijih. Postganglionarno nitje se prepleta v vesikalnem prepletu.

Simpatikus vodi, poleg depresoričnega nitja za *detrusor vesicae*, ekcitatorno nitje za sfinkter *vesicae*. In sicer je antagonistična inervacija obeh mišic istočasna: kontrakcijo sfinktra spremlja relaksacija *detrusorja*.

5. Viscerosenzibilno nitje.

Vegetativni organi so sicer, kakor uči kirurška izkušnja, neobčutljivi za dotik, pritisk, vbodljaj, rezanje z nožem itd., vendar se pa ne da tajiti, da občutimo v gotovih slučajih bolečine in druge senzacije v notranjosti telesa, v intestinalnem traktu, v ledvicah, v sečnem mehurju itd. Eksistirati mora torej centripetalno živčno nitje, ki vodi iz vegetativnih organov v centralno živčevje. To nitje je primešano simpatiku in se zariva via *rami communicantes albi* preko zadnjih korenin v hrbtni mozeg.

Adekvatni dražljaji za viscerosenzibilno nitje so:

- a) Nezadostna preskrba dotičnega organa s krvjo. Tako povzroča skleroza koronarnih arterij srca bolečine in druge mučne senzacije v prsih.
- b) Premočne ali abnormne kontrakcije gladke muskulature. Krčevita peristaltika želodca in črevesa povzroča bolečine v hipohondriju in kolike v trebuhu itd.
- c) Pasivno nateganje gladke muskulature, n. pr. sečnega mehurja vsled nabirajoče se seči, povzroča neprijetne senzacije in tiščanje v mehurju itd.

Vzburjenje viscerosenzibilnega nitja iradiira v hrbtnem mozgu na cerebrospinalno nitje dotičnega segmenta, kar se izraža v zvišani občutljivosti radikularnega pasu kože, ki ga vživčuje dotični nevralni segment (Headova hiperalgezija).

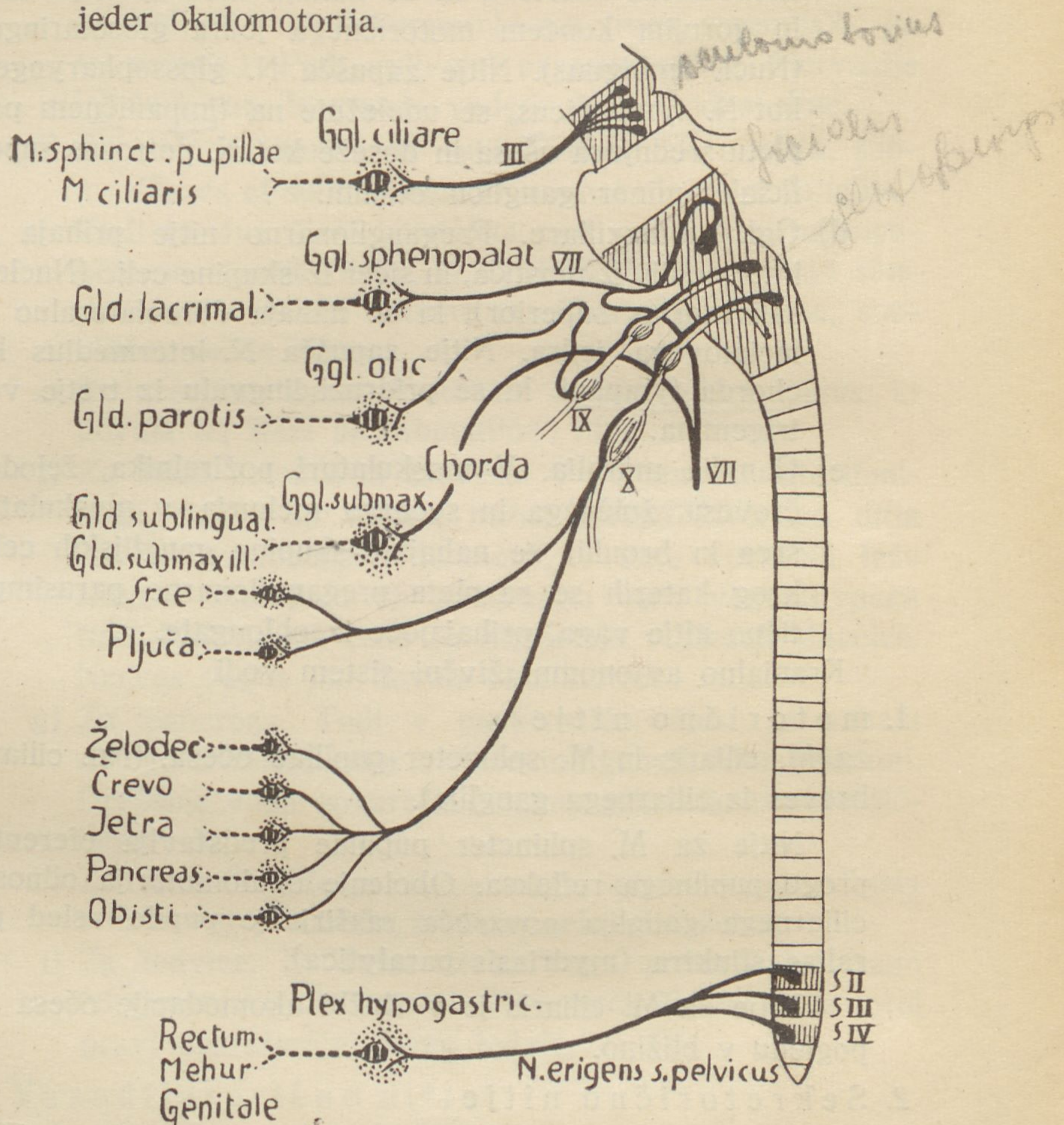
II. Parasimpaticični živčni sistem.

Parasimpaticični živčni sistem delimo v dva pododdelka: v kranialno avtonomni sistem in v sakralno avtonomni sistem.

1. Kranialno avtonomni sistem.

Kranialni avtonomni parasimpatici gangliji so

- a) Ggl. ciliare. Preganglionarno nitje prihaja po okulomotoriju iz mesencefala, in sicer iz mikrocelularnih jeder okulomotorija.



Slika št. 14.

Shema parasimpatici inervacije.

- b) Ggl. sphenopalatinum. Preganglionarno nitje prihaja po facialu iz mostiča, in sicer iz skupine celic, ki se nahaja v bližini facialovega jedra. Nitje zapuša N.

facialis kot N. petrosus superficialis major, ki je torej ramus communicans albus tega živca.

- c) Ggl. oticum. Preganglionarno nitje prihaja po glos-faringeju iz oblongate, in sicer iz skupine celic (Nucleus salivatorius inferior), ki se nahaja med spodnjo olivo in gornjim koncem motoričnega jedra glosofaringeja (Nucl. ambiguus). Nitje zapušča N. glossopharyngeus kot N. tympanicus, se udeležuje na timpaničnem prepletu srednjega ušesa in doseže kot N. petrosus superficialis minor ganglion oticum.
- d) Ggl. submaxillare. Preganglionarno nitje prihaja po intermediju iz mostiča, in sicer iz skupine celic (Nucleus salivatorius superior), ki se nahaja dorzolateralno od facialovega jedra. Nitje zapušča N. intermedius kot chorda tympani, ki se pridruži lingvalu iz tretje veje trigemina.
- e) Ganglia muralia. V muskulaturi požiralnika, želodca, črevesa, žolčnega in sečnega mehurja, v muskulaturi srca in bronhij, se nahajajo skupine ganglijskih celic, krog katerih se razpleta preganglionarno parasimpatično nitje vaga, prihajajoče iz oblongate.

Kranialno avtonomni živčni sistem vodi

1. motorično nitje

za M. ciliaris in M. sphincter pupillae očesa. (Nn. ciliares breves iz ciliarnega ganglija).

Nitje za M. sphincter pupillae predstavlja eferentno progo pupilnega refleksa. Obolenje okulomotorija odnosno ciliarnega ganglija povzroča razširjenje pupile vsled paralize sfinktra (mydriasis paralytica).

Nitje za M. ciliaris je v službi akomodacije očesa pri pogledu v bližino.

2. Sekretorično nitje

a) za sluznico nosne dupline, nébesa in gornjega dela goltanca. (Nn. nasales in Nn. palatini iz sfenopalatinega ganglija.)

b) Za solzno žlezo. (Nn. sphenopalatini iz sfenopalatinega ganglija.) Nitje se pridruži drugi veji trigemina in zavije via ramus anastomoticus k lacrimalu iz prve veje trigemina, spremljajoč ga nato v solzno žlezo.

Nitje za solzno žlezo predstavlja eferentno progo reflektoričnega solzenja. Aferentna proga poteka v trigeminu.

Vzburljenje parasimpatika povzroča sekrecijo solz, dočim jo vzburljenje simpatika zavira.

- c) Za parotidno žlezo. (Nitje, ki ga oddaja ggl. oticum, se pridruži auriculotemporalnemu živcu, spremljajoč ga v parotis.) Pod vplivom parasimpatične inervacije izločuje parotis mnogo vodeno čiste, redke sline.
- d) Za submaksilarno in sublingvalno žlezo. (Nn. submaxillares et sublinguales iz submaksilarnega ganglija.) Tudi te dve žlezi izločujeta pod vplivom parasimpatične inervacije redko, čisto slino, dočim je efekt simpatične inervacije majhna množina goste, kalne, specifično težke sline.
- e) Za tireoidno žlezo. V kakem smislu vpliva vagus, ki dovaja tej žlezi parasimpatično nitje, ni znano.
- f) Za žleze želodca in črevesa. V submukozi intestinalnega trakta se nahaja nežna mreža živčnega nitja (plexus submucosus-Meixneri), v koje vozliščih leže skupine multipolarnih ganglijskih celic vegetativnega tipa. Nevriti teh celic se razpletajo v žlezah sluznice. Nervus vagus jim dovaja ekcitatirno nitje.
- g) Za pancreas. Tudi v pankreatični žlezi se nahaja mnogo živčnega nitja z vloženimi ganglijskimi celicami. Draženje vaga povzroča živahno sekrecijo pankreatičnega soka.
- h) Za jetra. Draženje živca vaga, distalno od odhoda srčnih vej povzroča živahno sekrecijo žolca.
- i) Za ledvice. Draženje živca vaga povzroča zvišano izločevanje trdih snovi (soli) v seči. N. vagus je torej pravi sekretorični živec ledvic.

3. Vasodilatirno nitje

- a) za žile nosne dupline, nébesa in gornjega dela goltanca. (Nn. nasales et palatini iz sfenopalatinega ganglija.)
- b) Za parotidno žlezo. (Ggl. oticum-N. auriculotemporalis.)
- c) Za submaksilarno in sublingvalno žlezo, za prednji del jezika in za dno ustne dupline. (Nn. submaxillares et sublinguales iz submaksilarnega ganglija.)

4. Depresorično nitje za muskulaturo srca.

Nele pod epikardom in endokardom, marveč tudi v muskulaturi srca sami najdemo mnogo živčnega nitja. Posebno bogato je razvito to nitje v pregraji med predvoroma (septum atriorum), kjer se najdejo redno tudi gručice multipolarnih ganglijskih celic vegetativnega tipa (Ganglion Ludwigi). Krog teh celic se razpleta parasimpatično nitje živca vaga. In sicer vpliva N. vagus zavirajoče na avtomatično inervacijo srčne muskulature s strani muralnih ganglijev. Pod njegovim vplivom se zniža število srčnih vtripov in energija poedinih vtripov.

5. Ekscitatorično nitje

a) za gladko muskulaturo bronhijev, ki se zožijo pod vplivom parasimpatične inervacije pulmonalnih vej živca vaga.

b) Za gladko muskulaturo požiralnika.

Med longitudinalno in cirkularno plastjo mišičja požiralnika se razpreza gosta mreža živčnega nitja, v koje vozliščih leže skupine multipolarnih ganglijskih celic. Krog teh intramuskularnih celic se razpleta parasimpatično nitje živca vaga. In sicer vpliva vagus vzburljajoče na inervacijo gladke muskulature požiralnika s strani muralnih ganglijev. Efekt inervacije je peristaltičen val, ki gre od zgoraj navzdol proti kardiji.

c) Za gladko muskulaturo želodca.

Kakor na požiralniku se nahaja na želodcu med zunanjo longitudinalno in notranjo cirkularno plastjo gladkega mišičja mreža živčnega nitja (plexus Auerbachi), v koje vozliščih leže gruče multipolarnih ganglijskih celic. (Pylorus in cardia imata posebne ganglije). Krog teh se razpleta parasimpatično nitje živca vaga.

Peristaltično gibanje želodca je muralno refleksnega značaja, kar dokazuje dejstvo, da opazujemo tako gibanje tudi na od vseh živcev odrezanem organu.

Parasimpatično nitje vaga ne inervira torej direktno želodčne muskulature, marveč vpliva le vzburljajoče na intramuralne ganglije in regulira s tem potek peristaltičnega valovanja želodca.

d) Za gladko muskulaturo črevesa (jejunum, ileum, colon ascendens in colon transversum).

Inervacija črevesa je podobna inervaciji želodca. Tudi tu najdemo intramuralne ganglije, ki posredujejo periferne reflekse,

kojih efekt je peristaltično gibanje in valovanje črevesa. Tudi na te ganglije vpliva parasimpatično nitje solarnega in sosednjih prepletov, ki ga zajemajo iz vaga, vzburjajoče, skrbeč za potrebno energijo in koordiniran potek peristaltike črevesa.

e) Za gladko muskulaturo žolčnega mehurja.

Tudi v steni žolčnega mehurja se nahajajo ganglijske celice, ki inervirajo njegovo gladko muskulaturo. Na te celice vpliva parasimpatično nitje, ki ga zajema plexus hepaticus iz vaga, vzburjajoče.

6. Reflektorično nitje

a) Iz bronhijev in pljuč. (Posreduje ritmično dihanje.)

b) Iz aorte ascendens. (Regulira reflektorično delovanje srca.)

c) Iz želodca. (Posreduje reflektorično bljuvanje.)

d) Iz jeter. (Posreduje produkcijo glikogena.)

2. Sakralno avtonomni sistem.

Sakralno avtonomni parasimpatični gangliji so:

a) Ggl. hypogastricum inferius,

b) Ganglia muralia v steni urogenitalnih organov in spodnjega dela intestinalnega trakta.

Preganglionarno nitje prihaja via Nn. pelvici sive erigentes iz gornjih sakralnih segmentov hrbtne mozga.

Sakralno avtonomni živčni sistem oddaja:

1. Vasodilatatorično nitje

a) za corpora cavernosa penis et urethrae (iz kavernoznega prepleta.) Vzburjenje tega nitja povzroča erekcijo spolnega uda.

b) Za žile maternice (uterus).

2. Ekscitatorično nitje

a) Za detrusor vesicae.

Dokazano je, da se tudi na od vseh živcev odrezanem sečnem mehurju pojavljajo pod vplivom nabirajoče se seči od časa do časa kontrakcije, ki iztiskajo seč. Te muralne reflekse posredujejo ganglijske celice, ki se nahajajo na in v muskulaturi mehurja. Na te celice vpliva parasimpatično nitje vzburjajoče, pospešujoč na ta način izpraznjenje mehurja.

b) za gladko muskulaturo širokega črevesa (colon descendens, colon sigmoideum in rectum).

Sakralni parasimpatikus skrbi na isti način za inervacijo spodnjega dela črevesa kakor vagus za inervacijo gornjega dela.

3. Depresorično nitje za sphincter vesicae.

Istočasno s kontrakcijo detruzorja se relaksira sfinkter in odpre sečni mehur.

Pregled inervacije vegetativnih organov.

1. Gladka muskulatura očesa.

Gladko muskulaturo perifernega optičnega aparata delimo v vnanjo in notranjo.

Notranje mišice so:

- a) M. sphincter pupillae, ki zožuje zenico,
- b) M. dilatator pupillae, ki razširja zenico,
- c) M. ciliaris, ki regulira vzbočenost leče pri akomodaciji.

Zunanji mišici sta:

- a) M. tarsalis superior, pomožna gladka mišica M. levatoris palpebrae superioris in
- b) M. orbitalis, ki se proži preko spodnje orbitalne fisure in ki pritiska, kot protiutež progasti muskulaturi očesa, bulbus na ven.

M. sphincter pupillae

je pod vplivom parasimpatika. Inervacijsko nitje dobiva via Nn. ciliares breves iz ciliarne ganglije. Preganglionarno nitje prihaja via N. oculomotorius iz mesencefala (Nucl. mikrocellularis lateralis nervi oculomotorii).

Adekvatni dražljaj za reflektorično zoženje pupile je vpad luči na retino. In sicer se zožita istočasno obe pupili (konsenzuelna reakcija). Aferentno progo refleksa predstavlja N. opticus, eferentno pa N. oculomotorius. Refleksni centrum leži v mesencefalu.

Zoženje pupile nastopi tudi pri pogledu v bližino (reakcija na konvergenco). To zoženje ni reflektorično, marveč spremlja inervacijo progastih mišic (Mm. recti interni).

Pojav, da pupila ne reagira na luč, pač pa na konvergenco, označujemo kot »Argyll-Robertsonov fenomen«.

M. dilatator pupillae

je pod vplivom *simpatika*. Inervacijsko nitje dobiva via plexus caroticus internus iz gornjega vratnega ganglija. Preganglionarno nitje prihaja via rami communicantes albi Th₁—Th₃ iz gornjih torakalnih segmentov hrbtnege mozga. (Centrum cilio-spinale.)

Adekvatni dražljaj za reflektorično razširjenje pupile je zasenčenje retine. Razširjenje pupile nastopi pa tudi pod vplivom psihičnih doživljajev. (Psihična reakcija.)

M. ciliaris

je pod vplivom *parasimpatika*. Inervacijsko nitje dobiva via Nn. ciliares breves iz ciliarnege ganglija. Preganglionarno nitje prihaja via N. oculomotorius iz mesencefala (Nucl. mikrocellularis medialis nervi oculomotorii).

Kontrakcija ciliarne mišice spremlja kontrakcijo progaste muskulature očesa pri pogledu v bližino.

M. tarsalis in M. orbitalis

sta pod vplivom *simpatika*. Inervacijsko nitje dobivata via plexus caroticus internus iz gornjega cervikalnega ganglija. Preganglionarno nitje prihaja via rami communicantes albi iz gornjih torakalnih segmentov hrbtnege mozga. (Centrum cilio-spinale.) — *Budga*

2. Glandula lacrimalis.

Gld. lacrimalis dobiva

- a) *parasimpatično* nitje via ramus anastomoticus nervi zygomatici iz sfenopalatinega ganglija. Preganglionarno nitje prihaja via N. petrosus superficialis major iz faciala.
- b) *Simpatično* nitje dobiva via plexus caroticus internus in plexus ophtalmicus iz gornjega cervikalnega ganglija. Preganglionarno nitje prihaja via rami communicantes albi iz gornjih torakalnih segmentov hrbtnege mozga.

Parasimpatikus vpliva vzburljajoče na delovanje žleze, dočim vpliva *simpatikus* zavirajoče, in sicer

- a) direktno na žlezo samo,
- b) s tem, da zoži njene žile (vasokonstriktor).

Reflektorično solzenje nastopi pri draženju senzibilnega nitja konjunktive in sluznice nosne dupline. Aferentno progo refleksa predstavlja N. ophtalmicus (trigeminus), eferentno pa N. facialis (N. petros. superf. mj). Refleksni centrum leži v oblongati.

Razen tega nastopi solzenje pod vplivom psihičnih doživljajev.

3. Glandulae salivales.

Glandula parotis dobiva

- a) p a r a s i m p a t i č n o nitje via N. auriculotemporalis iz ušesnega ganglija (ganglion oticum). Preganglionarno nitje prihaja via N. petrosus profundus iz glosofaringeja.
- b) S i m p a t i č n o nitje dobiva via plexus caroticus internus in plexus arteriae temporalis iz gornjega cervikalnega ganglija. Preganglionarno nitje prihaja via rami communicantes albi iz hrbtnega mozga.

Vzdraženje p a r a s i m p a t i k a povzroča sekrecijo redke sline, vzdraženje s i m p a t i k a pa sekrecijo goste sline. Ali vpliva simpatikus direktno na sekretorične celice žleze, ali pa samo indirektno s tem, da zožuje žlezine žile, ni ugotovljeno.

Reflektorična salivacija nastopi

- a) vsled draženja senzibilnega nitja ustne dupline (N. lingualis, N. mandibularis),
- b) vsled draženja gustatoričnega nitja intermedija in glosofaringeja.

Glandula sublingualis et submaxillaris dobivata

- a) p a r a s i m p a t i č n o nitje via rami submaxillares et sublinguales iz submaksilarnega ganglija. Preganglionarno nitje prihaja via chorda tympani iz faciala (intermedija).
- b) S i m p a t i č n o nitje dobivata via plexus maxillaris iz gornjega cervikalnega ganglija. Preganglionarno nitje prihaja iz gornjih torakalnih segmentov hrbtnega mozga.

Draženje p a r a s i m p a t i k a (chorda tympani) povzroča živahno secernacijo redke, čiste sline; draženje s i m p a t i k a pa skromno secernacijo goste, kalne sline. Istočasno povzroča parasimpatikus vazodilatacijo, simpatikus pa vazokonstrikcijo žlezinih žil.

Reflektorično secernacijo sublingvalne in submaksilarne žleze povzročajo isti momenti kakor secernacijo parotide. Poleg tega pa učinkuje tudi vsak pojav bolečine vzbujajoče na žlezi. V istem smislu učinkujejo gotove optične, akustične, olfaktorne zaznave in predstave, afekti in emocije s tem, da izpremene tonizacijo vrhovnega vegetativnega centra v steni III. ventrikla.

4. Oesophagus.

Požiralnik dobiva

- a) p a r a s i m p a t i č n o nitje iz vaga (v vratni višini via N. recurrens),
- b) s i m p a t i č n o nitje pa via plexus aorticus iz gornjih torakalnih segmentov.

Gladka muskulatura požiralnika sestoji iz dveh plasti

- a) iz notranje cirkularne in
- b) iz zunanje longitudinalne.

Med obema plastema se razpreza gosta živčna mreža, ki vsebuje skupine multipolarnih ganglijskih celic vegetativnega tipa. Te intramuralne celice predstavljajo parasimpatične ganglije, kojih preganglionarno nitje poteka v vagu.

P a r a s i m p a t i k u s vpliva vzbujajoče, s i m p a t i k u s pa zavirajoče na intramuralne ganglije požiralnika.

Naloga gladke muskulature požiralnika je, s peristaltičnim gibanjem potiskati grižljaj proti želodcu. To gibanje je od volje neodvisno, reflektorično. Refleks se izproži z draženjem sluznice ust in goltanca, ki ga povzroča iz ustne dupline v goltanec potisnjeni grižljaj.

Centripetalna proga refleksa gre preko senzibilnega nitja glosofaringeja in vaga, centrifugalna proga pa preko parasimpatičnega nitja vaga. Refleksni centrum leži v oblongati, v vagovih jedrih.

Temu centru je nadrejen vrhovni vegetativni centrum v steni III. ventrikla, ki stoji

- a) pod vplivom psihičnih doživljanj, kar dokazuje n. pr. dejstvo, da zavirajo nekateri afekti (jeze, groze, prestrašenja, žalosti itd.) točen potek požiranja in
- b) pod vplivom kvalitete krvi. Če primanjkuje organizmu vode, se naberejo v krvi ozmotično učinkovite snovi, ki vplivajo kot dražljaj na subtalamični vegetativni centrum. Vzburjenje tega centra povzroča zvišano napetost (tonus) gladke miškulature požiralnika, kar zaznamo v obliki občutka žeje.

5. Želodec.

Želodec dobiva

- a) parasimpatično nitje iz vaga (plexus gastricus anterior et posterior),
- b) simpatično nitje pa iz solarnega ganglija (ganglion solare). Preganglionarno simpatično nitje prihaja via Nn. splanchnici iz torakalnih segmentov hrbtne mozga.

V gladki miškulaturi želodca, in sicer med vnanjo longitudinalno in notranjo prečno plastjo tvori živčno nitje simpatika in parasimpatika tako zvan *Auerbachov preplet*, v kojega vozlih leže v velikih množinah multipolarne ganglijske celice vegetativnega tipa, ki predstavljajo parasimpatične ganglije. Slične celice leže v submukozi za inervacijo žlez želodčne sluznice.

Intramuralni ganglijski sistem je avtonomni centrum peristaltike želodca in deluje neodvisno od vaga in simpatika, pač pa vpliva parasimpatični vagus nanj vzburjajoče, simpatikus pa zavirajoče.

Draženje vaga povzroča zvišano tonizacijo vratarja (pylorus) in srednjega dela želodca. Maksimalno tonizacijo označujemo kot gastrospasmus.

Draženje simpatika povzroča znižano tonizacijo želodčne miškulature (izvzemši miškulaturo vratarja). Pri minimalni tonizaciji preneha vsaka peristaltika.

Draženje vaga, kot centripetalnega živca, povzroča iritacijo bljuvalnega centra v oblongati. Centrifugalna proga tega refleksa gre preko hrbtne mozga in splanhnikov, deloma tudi preko vaga v želodec.

Kakor oesophagus je tudi želodec pod vplivom duševnih vzburjenj in čustvenega razpoloženja. V melanholični depresiji n. pr. stagnira prebava in peristaltika intestinalnega trakta. Pa tudi kvaliteta krvi ima vpliv na tonus želodčne muskulature. Pomanjkanje redilnih snovi v krvi učinkuje kot dražljaj na vrhovni vegetativni centrum v steni III. ventrikla. Posledica tega je, da se zviša tonus gladke muskulature praznega (lačnega) želodca in da se pojavijo v njegovi steni kontrakcije (vagus), ki jih zaznamo psihično v obliki občutka gladu.

Občutek gladu in želodčne bolečine, o katerih tožijo često bolniki, so v nekem protislovju z dejstvom, da je želodec za mehanične, kemične in termične dražljaje neobčutljiv. Na čem temelje želodčne bolečine, ni razjasnjeno. Najverjetnejše je, da so izraz zvišane tonizacije odnosno energičnih kontrakcij gladke muskulature ali pa izraz posrednega draženja parietalnega peritoneja.

Centripetalne (senzibilne) proge želodčne muskulature potekajo via Nn. splanchnici preko simpatika v hrbtni mozeg, dočim prevaža občutke želodčne slabosti, ki spremljajo akt bljuvanja, N. vagus, kar dokazuje dejstvo, da iradiira v stanju želodčne slabosti živčno vzburjenje na druga centra oblongate, n. pr. na vazomotorična, salivatorična in na centra, ki regulirajo inervacijo srca.

6. Črevo.

Črevo dobiva

- a) **parasimpatično** nitje iz kranialnoavtonomnega sistema po vagu in iz sakralno avtonomnega sistema po pelviku. In sicer vživčuje N. vagus duodenum, ileum colon ascendens in colon transversum, N. plevicus pa colon descendens, flexuro sigmoideo in rectum.
- b) **Simpatično** nitje dobiva črevo iz obeh splanhnikov. In sicer vživčuje N. splanchnicus major ozko črevo, N. splanchnicus minor pa debelo črevo do leve fleksure. Ostali deli dobivajo inervacijsko nitje iz lumbalnih segmentov.

Kakor v steni želodca in požiralnika, leži tudi v steni črevesa, med vnanjo longitudinalno in notranjo cirkularno

plastjo gladke muskulature gosta živčna mreža (plexus myentericus), ki vsebuje številne multipolarne ganglijske celice. Sličen preplet (plexus submucosus) se razpreza v vezni tkanini submukoze, kjer leže celice še gosteje nego v Auerbachovem prepletu.

Krog celic obeh prepletov se razpletajo Nn. mesenterici, ki vodijo simpatično in parasimpatično nitje.

Intramuralni ganglijski sistem je avtonomni centrum za peristaltiko črevesa in deluje pod vplivom dražljajev neodvisno od simpatika in parasimpatika. Pač pa vpliva parasimpatikus vzburljivo, simpatikus pa zavirajoče na njegove celice.

Vzburljenje parasimpatika povzroča ojačenje črevesne peristaltike, dočim povzroča vzburljenje simpatika njeno oslavljenje oziroma njen popoln zastoj.

Razen tega vodi simpatikus vazokonstriktorično, parasimpatikus pa vazodilatatorično nitje za žile intestinalnega trakta.

Kot vazokonstriktor velikih abdominalnih žil je N. splanchnicus glavni regulator krvnega obtoka v trebušni votlini in s tem tudi posredno regulator krvne množine v ostalih delih telesa.

Kot depressor črevesa je simpatikus pod vplivom patoloških dražljajev v trebušni votlini. Vsako vzburljenje peritoneja, ki povzroča bolečine, zavira peristaltiko črevesa in omogočuje s tem lokalno omejitev patoloških procesov.

Kakor želodec tako je tudi črevo za mehanične, kemične in termične dražljaje neobčutljivo in so bolečine, ki jih občutimo v črevesu izraz patološke tonizacije in patoloških kontrakcij gladke muskulature. Senzibilno nitje, ki vodi te senzacije, gre preko splahnikov v hrbtne možgane.

S prehodom fleksure v rektum se izpremenijo bistveno inervacijske razmere. Dočim ne občutimo premikanja črevesne vsebine v ozkem in debelem črevesu, je rektum za vsak pritisk na njegove stene zelo občutljiv. V momentu, ko stopi blato iz fleksure v rektum, začutimo to kot potrebo izpraznjenja črevesa.

Izpraznjenje se izvrši s tem, da inerviramo hotoma progasto muskulaturo trebuha, ki pritisne blato še globlje v

rektum in sproži s tem energično peristaltiko danke z istočasno relaksacijo zunanjega in notranjega sfinktra. (Glej: spinalna centra intestinalnega trakta.)

7. Pancreas.

Pancreas dobiva živčno nitje iz solarnega prepleta via plexus hepaticus, ^{linealis} in mesentericus inferior. Ti prepleti vodijo simpatično in parasimpatično nitje. Preganglionarno simpatično nitje prihaja po splahniku, parasimpatično pa po vagu. Slednje gre neprekinjeno skozi solarni preplet v žlezo, kjer se prepleta v nežno mrežo, ki so ji interpolirane parasimpatične ganglijske celice.

Sekretorični živec želodčne žleze je parasimpatični vagus, simpatikus je pa vazokonstriktor njenih žil.

8. Hepar.

Jetra dobivajo

- a) simpatično nitje, ki se razpleta predvsem v muskulaturi žil, via plexus hepaticus iz solarnega ganglija,
- b) parasimpatično nitje pa, ki se razpleta v parenhimu organa (v epitelijah žolčnih cevok), jim dovaža N. vagus.

Claude Bernard je našel, da povzroča vzbujenje simpatičnih prog v oblongati, ki vežejo vrhovni vegetativni centrum v steni III. ventrikla s hrbtnim mozgom, glukozurijo (zvišano množino sladkorja v krvi) in da izvira ta sladkor iz glikogena jeter. Poznejši raziskovalci so ugotovili, da nastopi glukozurija le pri intaktnih splahniki in da je izraz draženja simpatika.

Nadalje je našel Bernard, da nastopi glukozurija tudi pri draženju centralnega krna prerezanega vaga, iz česar sledi, da je produkcija sladkorja v jetrih refleksnega značaja. In sicer poteka centripetalna refleksna proga v vagu, centrifugalna pa v splahniku. Glukozurija je posledica hitrejše cirkulacije krvi v jetrih pod vplivom simpatika. Poleg glukoze izločujejo jetra žolč.

Sekrecija žolča je pod inervacijskim vplivom vaga.

Draženje perifernega krna tega živca v prsni duplini zvišuje produkcijo žolča v jetrih, dočim jo draženje simpatika znižuje.

N. vagus pa ni samo sekretorični živec jeter, temveč vživčuje tudi gladko muskulaturo žolčnega mehurja. Parasimpatični gangliji, preko katerih gre ta inervacija, leže v steni želodčnega mehurja v obliki ganglijskih celic, ki so interpolirane intramuralnemu prepletu.

Dočim vpliva vagus vzbujajoče na intramuralne ganglije, vpliva simpatikus zavirajoče.

9. Ledvice.

Ledvicam dovaža živčno nitje plexus renalis, ki se prepleta krog istoimenske arterije, oddajajoč drobne vejice skozi hilus v notranjost organa. V organu samem leže številne ganglijske celice, kojih nevriti se pridružijo nitju iz renalnega prepleta.

Sekretorični živec ledvic je N. v a g u s. Draženje njegovega perifernega krna povzroča zvišano izločevanje urina in zvišano množino raztopljenih snovi (soli) v izločeni seči.

Vazomotorični živec ledvic je N. s p l a n c h n i c u s. Draženje tega živca povzroča zmanjšanje volumna istostranskega organa in vsled tega zmanjšanje množine izločene seči (oliguria). Obratno povzroča prekinjenje splahnika povečanje volumna organa in vsled tega zvišanje množine izločene seči (polyuria). Razen tega vpliva N. splanchnicus direktno zavirajoče na izločevanje seči, je torej v tem oziru antagonist vaga. Izločevanje seči je odvisno od gotovih vnanjih dražljajev. Tako se zviša pod vplivom gorke kopeli množina urina in se zniža pod vplivom mrzle. Pri polnem mehurju je sekrecija manjša nego pri praznem (vezikorenalni refleks). Nadalje je izločevanje urina pod direktnim vplivom centralnega živčevja. Claude Bernard je dokazal, da povzroča poškodba simpatičnih prog v oblongati, ki vežejo vrhovni vegetativni centrum v steni III. ventrikla s hrbtnim mozgom, poleg glukozurije poliurijo.

Kakor vsi vegetativni organi stoje tudi ledvice pod vplivom psihičnih doživljajev (emocij in afektov).

10. Sečni mehur.

Sečni mehur dobiva

- a) parasimpatično nitje via Nn. pelvici (sive erigentes) iz sakralno avtonomnega sistema,
- b) simpatično nitje pa iz spodnjega hipogastričnega ganglija. Preganglionarno simpatično nitje prihaja via rami communicantes iz gornjih lumbalnih segmentov hrbtne mozga.

Kakor srce, želodec, črevo itd., vsebuje tudi sečni mehur intramuralne ganglijske celice, ki leže pred vsem v vstopni zoni ureterjev med gladko muskulaturo.

Ti intramuralni gangliji vživčujejo do neke meje avtonomno, t. j. neodvisno od ostalega živčevja sečni mehur. Da pa je odvisna njegova funkcija tudi še od ostalega živčevja, dokazuje že dejstvo, da trpi pri obolenju hrbtne mozga in pa dejstvo, da smo v stanju samovoljno izprazniti mehur.

Parasimpatični Nn. pelvici vživčujejo sečni mehur tako, da se kontrahira detrusor urinae in relaksira sphincter vesicae. Njih vzdraženje povzroča odtok seči iz mehurja.

Simpatično nitje gornjih lumbalnih segmentov pa vživčuje sečni mehur tako, da se kontrahira sphincter vesicae in relaksira detrusor urinae. Vzburjenje simpatika povzroča zadrževanje seči v mehurju.

Kakor požiralnik, želodec, črevo itd., tako je tudi sečni mehur za mehanične, kemične in termične inzulte neobčutljiv. Pač pa občutimo zvišano tonizacijo njegove gladke muskulature vsled pritiska nabirajoče se seči v obliki »tiščanja na vodo«.

Centripetalno nitje, ki posreduje senzacijo polnega mehurja in potrebo njegovega izpraznjenja, poteka deloma v simpatiku v gornje lumbalne, deloma v parasimpatiku v sakralne segmente hrbtne mozga.

Dražljaj nabirajoče se seči učinkuje vzburjajoče na parasimpatični in zavirajoče na simpatični centrum vesicospinale.

Kot dražljaj za parasimpatični centrum učinkuje razen tega hotna relaksacija sfinktra uretre, dočim učinkuje hotna kontrakcija sfinktra vzburjajoče na simpatični centrum. (Glej centra hrbtne mozga.)

11. Seksualni organi.

Moški seksualni organi dobivajo

- a) parasimpatično nitje via Nn. pelvici iz sakralno avtonomnega sistema,
- b) simpatično nitje pa via plexus hypogastricus iz gornjih lumbalnih segmentov hrbtne mozga.

Na zadnji strani prostate in semenskih mehurčkov se razpreza gostomrežast preplet (plexus prostaticus, plexus vesicae seminalis), ki vsebuje simpatično in parasimpatično nitje.

Simpatično nitje dobiva iz intermediolateralnega trakta lumbalnih segmentov. To nitje pasira neprekinjeno lumbalne ganglije vertebralne verige, prepletajoč se v aortnem prepletu, iz katerega izvirajo sekundarni prepleti: plexus hypogastricus, prostaticus itd.

Parasimpatično nitje pa dobiva iz sakralno avtonomnega sistema, ki mu ga dovajajo Nn. pelvici (sive erigentes).

Parasimpatični Nn. pelvici dovajajo spolnemu udu vazodilatatorično nitje za corpora cavernosa. Njih vzburjenje povzroča erekcijo penisa. Simpatikus dovaja spolovilu ekcitatortično nitje za gladko muskulaturo semenovoda, semenskih mehurčkov in prostate. Njegovo vzburjenje povzroča ejakulacijo semena.

Erekcija in ejakulacija se izvršita reflektorično.

Adekvatni dražljaj obeh refleksov je drgnjenje in trenje spolnega uda ob stene vagine. Aferentno progo refleksov predstavlja N. pudendus (odnosno N. dorsalis penis), eferentno za erekcijo Nn. pelvici, za ejakulacijo pa rami communicantes gornjih lumbalnih segmentov hrbtne mozga.

Erekcijo povzročajo tudi psihični doživljaji seksualne vsebine. Peristaltično kontrakcijo gladke muskulature seksualnega organa, ki vodi do ejakulacije semena, zaznamo v obliki orgazma. V trenutku orgazma iradiira živčno vzburjenje na ostali simpatični živčni sistem, kar se izraža v dilataciji pupile, v zvišanju frekvence srčnih vtropov itd.

Ženski seksualni organi dobivajo

- a) parasimpatično nitje via Nn. pelvici iz sakralno avtonomnega sistema,

b) simpatično nitje pa via plexus hypogastricus iz gornjih lumbalnih segmentov hrbtne mozga.

Ob stranskih robovih maternice se razpreza na vsaki strani živčni preplet (plexus uterovaginalis), ki zajema svoje nitje

- a) iz aortnega prepleta via plexus hypogastricus,
- b) iz sakralnega simpatika potom drobnih samostojnih vejic,
- c) iz sakralno avtonomnega parasimpatičnega sistema.

Simpatični plexus hypogastricus vživčuje muskulaturo utera v ekcitatorenem (kontraktorenem) smislu, krvne žile pa v vazokonstriktorenem smislu.

Parasimpatični Nn. pelvici pa vživčujejo muskulaturo utera v depresorenem, krvne žile pa v vazodilatatorienem smislu (erectio clitoridis).

Senzibilni živec zunanjih ženskih spolovil je N. pudendus. Sumacija senzibilnih dražljajev na vhodu v vagino povzroča, kot analogon moški ejakulaciji, izliv sekreta iz Bartholinijevih žlez. Kontraksije materničine gladke muskulature pa povzročajo seksualni orgazmus.

12. Srce.

Srce dobiva

- a) parasimpatično nitje iz vaga (rami cardiaci),
- b) simpatično nitje pa via Nn. accellerantes iz gornjih treh torakalnih segmentov hrbtne mozga.

Rami cardiaci vaga in Nn. accellerantes potekajo v smeri proti srcu in se prepletajo v neposredni bližini tega organa v srčnem prepletu (plexus cardiacus). In sicer tvorijo srčne veje levega vaga plexus cardiacus superficialis, ki pokriva konkavni rob aortne krivine in rogovilo pulmonalne arterije, srčne veje desnega vaga pa se prepletajo v plexus cardiacus profundus, ki leži za aortno krivino nad pulmonalno arterijo, med aorto in rogovilo sapnika.

Iz površnega prepleta, ki vsebuje često majhen ganglion (ganglion cardiacum Wrisbergi), izvira nitje, ki spremlja levo koronarno arterijo, iz globokega prepleta pa prihaja nitje, ki se pogreza v muskulaturo preddvora srca.

V srcu samem tvori živčno nitje fine mreže, ki leže ali subepikardialno in subedonkardialno ali pa v notranjosti muskulature same. Tem mrežam so interpolirane gručice multipolarnih ganglijskih celic, krog katerih se razpleta z nežnimi mielinjimi tulci obdano nitje srčnih vej vaga.

Nervus vagus dovaža muskulaturi srca depresorično nitje. Draženje vaga ali njegovega visceralnega centra (jedra) v oblongati povzroča znižanje števila srčnih utripov v časovni enoti in znižanje energije poedinih utripov. (Negativni hronotropizmus in negativni inotropizmus.)

Simpatikus dovaža muskulaturi srca ekcitatorično nitje (Nn. accellerantes). Vzdraženje teh živcev ali cervikalnih vertebralnih ganglijev povzroča zvišanje števila srčnih utripov v časovni enoti (pozitivni hronotropizmus) in zvišanje energije poedinih utripov (pozitivni inotropizmus).

Ker vtriplje srce avtomatično dalje tudi če so prekinjeni vsi živci, ki ga vežejo s centralnim živčevjem, je jasno, da ne učinkujeta simpatikus in parasimpatikus direktno na muskulaturo srca, temveč na intramuralne ganglije v depresoričnem (vagus), odnosno v ekcitatoričnem smislu (simpatikus).

Senzibilno nitje srca in aorte poteka v posebnem živcu: N. depressor cordis v vagus in preko tega v oblongato. Vzburjenje tega živca n. pr. vsled visokega pritiska krvi na stene aorte, iradiira v oblongati na visceralni centrum vaga, ki zniža z depresoričnimi impulzi krvni pritisk. (Refleks srca.)

13. Krvne žile.

Krvne žile dobivajo

- a) parasimpatično nitje iz kranialno, odnosno iz sakralno avtonomnega sistema,
- b) simpatično nitje pa via rami communicantes albi iz torakalnih in gornjih lumbalnih segmentov hrbtnega mozga.

Vzburjenje simpatika povzroča kontrakcijo gladke muskulature žil in s tem zoženje njih lumna.

Vzburjenje parasimpatika povzroča relaksacijo gladke muskulature žil in s tem razširjenje njih lumna.

Simpatikus vodi torej vazokonstriktorično, parasimpatikus pa vazodilatatorično nitje.

Žile možganov dobivajo

- a) parasimpatično (dilatatorično) nitje po cerebralnih živcih (N. trigeminus),
- b) simpatično nitje pa iz vratnega simpatika, in sicer iz gornjega vratnega ganglija via plexus caroticus internus, iz spodnjega vratnega ganglija pa via plexus arteriae vertebralis.

Žile obraza dobivajo

- a) parasimpatično nitje po cerebralnih živcih (trigeminus).
- b) simpatično pa iz vratnega simpatika.

Žile trupa in ekstremitet dobivajo

- a) simpatično nitje iz torakalnih in gornjih lumbalnih segmentov hrbtnege mozga.

V ganglijih vertebralne verige izvirajo takozvani rami communicantes grisei, ki se pridružijo perifernim živcem, potekajoč ž njimi proti periferiji.

- b) Parasimpatično nitje za žile ekstremitet in trupa ni anatomično dokazano. Fiziološki poizkusi pa govore za to, da zapušča parasimpatično nitje hrbtnege mozga via radices posteriores in da se pridruži perifernim živcem, ne da bi pasiralo vertebralno simpatično verigo.

Žile trebušne votline dobivajo

- a) parasimpatično nitje iz vaga
- b) simpatično nitje iz prevertebralnih ganglijev (ganglion solare, ganglion mesentericum superius et inferius). Preganglionarno nitje prihaja via Nn. splanchnici iz torakalnih segmentov hrbtnege mozga.

Vazomotorični živčni sistem reagira, kakor vegetativno živčevje sploh, zelo živahno na psihične doživljaje (afekte in čustva in na vsak pojav bolečine). Pod vplivom duševnega dela se kontrahirajo žile ekstremitet in dilatirajo žile možganov.

14. Znojnice.**Žleze znojnice** dobivajo

- a) simpatično nitje via rami communicantes grisei (ki se pridružijo perifernim živcem) iz vertebralne ve-

rige. Preganglionarno nitje prihaja via rami communicantes albi iz intermediolateralnega trakta hrbtnege mozga.

- b) Potek parasimpatičnega nitja ni točno ugotovljen. Mogoče je, da zapušča hrbtni mozeg (kakor vazodilatatorično nitje) via radices posteriores.

Tudi še ni ugotovljeno, kako vpliva na znojnice simpaticus in kako parasimpatikus. Fiziološki poizkusi pri živalih (mački) govore za to, da je sekretorični živec znojnic simpaticus, dočim govore farmakološki poizkusi za to, da je parasimpatikus.

15. Glandula suprarenalis.

Nadobisti dobivajo

- a) parasimpatično nitje via plexus suprarenalis iz vaga,
 b) simpatično nitje pa via plexus suprarenalis iz solarnega ganglija. Preganglionarno simpatično nitje prihaja via Nn. splanchnici iz hrbtnege mozga.

V organu samem tvori živčno nitje nežne preplete in sicer v mošnjici, v skorji in v mozgu. V mozgu se nahajajo tudi številne ganglijske celice vegetativnega tipa.

Vzdraženje splanchnika povzroča zvišano sekrecijo adrenalina, neodvisno od množine krvi, ki kroži v organu. Poleg tega vodi simpaticus vazodilatatorično! nitje za žile te žleze.

V kakem smislu vpliva vagus, ni znano.

16. Bronhiji.

Plexus pulmonalis, ki vživčuje pljuča, vodi simpatično nitje iz vratnega simpatika in parasimpatično nitje iz vaga.

V stenah bronhijev se nahajajo gručice ganglijskih celic, ki predstavljajo parasimpatične ganglije bronhialne muskulature.

Vzburjenje simpatika povzroča razširjenje, vzburjenje vaga pa zoženje bronhij.

17. Glandula thyreoidea.

Golšna žleza dobiva

- a) parasimpatično nitje via Nn. laryngei iz vaga,
- b) simpatično nitje pa via plexus thyreoideus iz vratnega simpatika.

Živčno nitje se razpleta v notranjosti organa deloma v steni krvnih žil, deloma pa med epitelijami. Gld. thyreoidea ne vsebuje lastnih ganglijskih celic. Eksperimentalno je dokazano, da stoji notranja sekrecija golšne žleze pod živčnim vplivom, dali je pa njeno sekretorično nitje simpatično ali parasimpatično, še ni ugotovljeno.

18. Mlečna žleza.

Živčno nitje, ki vživčuje mlečno žlezo, poteka v lateralnih vejah 4.—6. interkostalnega živca. Mogoče je tudi, da oddaja plexus arteriae thoracicae longae in arteriae mamariae drobne simpatične vejice v notranjost žleze. Vsekako pa je secernacija mleka v visoki meri neodvisna od živčevja, stoječ predvsem pod vplivom hormonov spolnih žlez.

Pač pa je odtok mleka iz žleze v odvisnosti od živčevja, kar dokazuje že dejstvo, da se napolnijo mlečni kanali z mlekom na zunanje dražljaje (n. pr. sesanje otroka) in sicer pri draženju ene mammae v obeh žlezah. To dejstvo dokazuje, da je odtok mleka reflektoričnega značaja. Centripetalna refleksna proga gre preko senzibilnega nitja spinalnih živcev v hrbtne mozeg, centrifugalna pa gre via rami communicantes albi et grisei v periferni spinalni živec.

2. poglavje.

Fiziologija centralnega živčevja.

A. Hrbtni mozeg.

Hrbtni mozeg vrši dvojno nalogo:

A. Kot nositelj živčnih prog posreduje med perifernimi receptivnimi aparati, na katere vplivajo zunanji ali notranji dražljaji, in višje ležečimi centri v možganih in obratno: med višjimi centri v možganih in perifernimi eksekutivnimi organi.

B. Kot nositelj živčnih center je hrbtni mozeg do neke meje samostojen del centralnega živčevja, ki regulira reflektorično kretnje telesa in delovanje vegetativnih organov.

I. Živčne proge hrbtne mozga.

Z ozirom na smer, v katero vodijo proge hrbtne mozga živčno vzburjenje, jih delimo v centripetalne, centrifugalne in intercentralne.

1. Centripetalne proge.

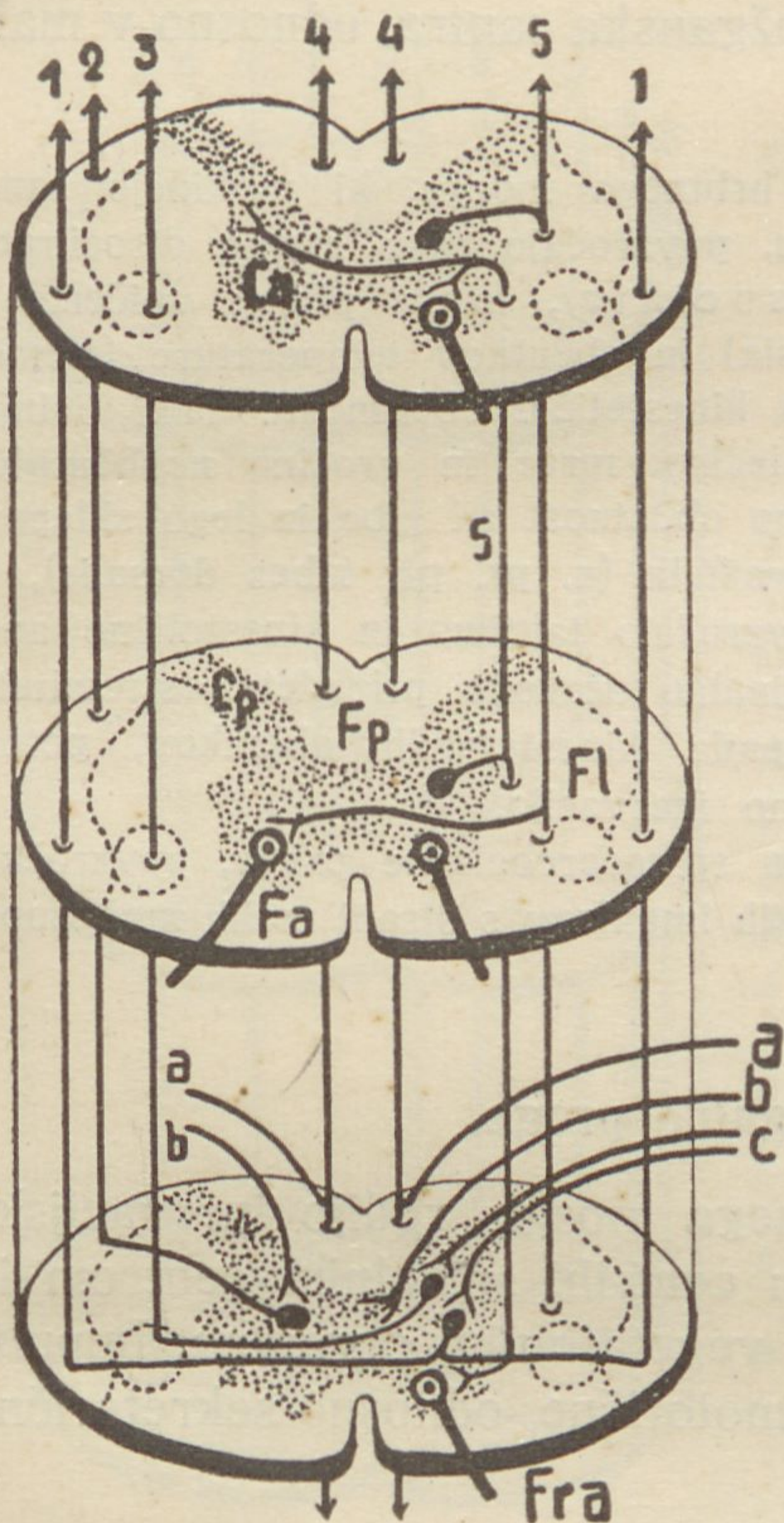
Centripetalne proge hrbtne mozga vodijo živčno vzburjenje, nastalo pod vplivom zunanjih ali notranjih dražljajev v senzibilnem nitju spinalnih živcev, v možganska centra. Hrbtnemu mozgu dotekajo ta vzburjenja preko zadnjih korenin.

V zadnji korenini združeno nitje se po svojem vstopu v hrbtni mozeg razkropi, in sicer poteka

- a) nekaj nitja v zadnjem svežnju iste strani (nekrižano) longitudinalno proti oblongati navzgor («spinobulbarne proge») in se razpleta krog celic Gollovega in Burdachovega jedra. To nitje vodi vzburjenja, kojih psihični korelat so taktilni in kinestetični občutki. Nitje oddaja v svojem poteku po hrbtnem mozgu kolaterale, ki se zarivajo v različnih segmentnih višinah v serovino mozga, razpletajoč se tam krog funikularnih in radi-

kularnih celic, posredujoč v slednjem slučaju spinalne reflekse. (Glej spodaj!)

- b) Nekaj nitja se priklopi v zadnjem stebru na nevrone II. reda, ki križajo nato v komisuri in se formirajo v kontralateralnem stranskem svežnju v »spinalamično progo«. To nitje vodi vzburjenja, kojih psihični korelat so taktilni, termični in dolorični občutki.



Slika št. 15.

Centripetalne proge hrbtnege mozga.

- a* = Fibrae radicales posteriores longae
- b* = Fibrae radicales posteriores mediae
- c* = Fibrae radicales posteriores breves
- Ca* = Columna anterior
- Cp* = Columna posterior
- Fa* = Funiculus anterior
- Fl* = Funiculus lateralis
- Fp* = Funiculus posterior
- Fra* = Fila radicularia anteriora
- 1* = Tractus spino-cerebellaris ventralis
- 2* = Tractus spino-cerebellaris dorsalis
- 3* = Tractus spino-thalamicus
- 4* = Tractus spino-bulbares
- 5* = Tractus spino-spinales

- c) Nekaj nitja se priklopi v Clarkejevem stebru na nevrone II. reda, ki se formirajo ob periferiji stranskega svežnja iste strani v »dorzalno spinocerebelarno progo«. To nitje vodi vzburjenja kinestetičnih dražljajev v male možgane.
- d) Nekaj nitja se priklopi v intermediarni zoni na nevrone II. reda, ki križajo deloma v prednji komisuri na drugo stran, deloma pa se formirajo na isti strani ob peri-

feriji stranskega svežnja v »ventralno spinocerebelarno progo«. Tudi to nitje vodi vzburjenja kinestetičnih dražljajev v male možgane.

Dočim vodi torej hrbtni mozeg dolorične in termične dražljaje le po eni progi in sicer po križani spinotalamični progi, je taktilnim in kinestetičnim dražljajem več prog na razpolago. Taktilni dražljaji odtekajo po spinobulbarni in spinotalamični, kinestetični pa po spinobulbarni progi in obeh spinocerebelarnih progah v višja možganska centra, odnosno v male možgane.

Patološki procesi v serovini hrbtne mozga, ki prekinejo samo križajoče nitje spinotalamičnih prog, povzročajo tako zvano disociirano neobčutnost (*anaesthesia dissociata*), to se pravi: uničena je možnost občutkov bolečine (*analgesia*) in občutkov temperature (*termoanaesthesia*) pri intaktni taktilni in kinestetični občutnosti. Taki bolniki so na dotičnih delih telesa za bolečino, mraz in vročino neobčutljivi, občutijo pa dotike in imajo ohranjeno občutnost za gibe in lego sklepov.

Patološki procesi v zadnjih svežnjih (n. pr. pri *tabes dorsalis*), ki prekinjajo spinobulbarno progo, povzročajo taktilno in kinestetično anestezijsko (odnosno hipestezijsko) in spinalno ataksijo prizadete estemitete. Spinalna ataksija je posledica izpada kinestetičnih občutkov, potom katerih regulirajo možgani motorično inervacijo.

Patološki procesi, ki prekinjajo spinocerebelarne proge, povzročajo vsled izpada regulirajočih inervacijskih impulzov s strani malih možganov, *cerebelarno ataksijo*.

2. Centrifugalne proge.

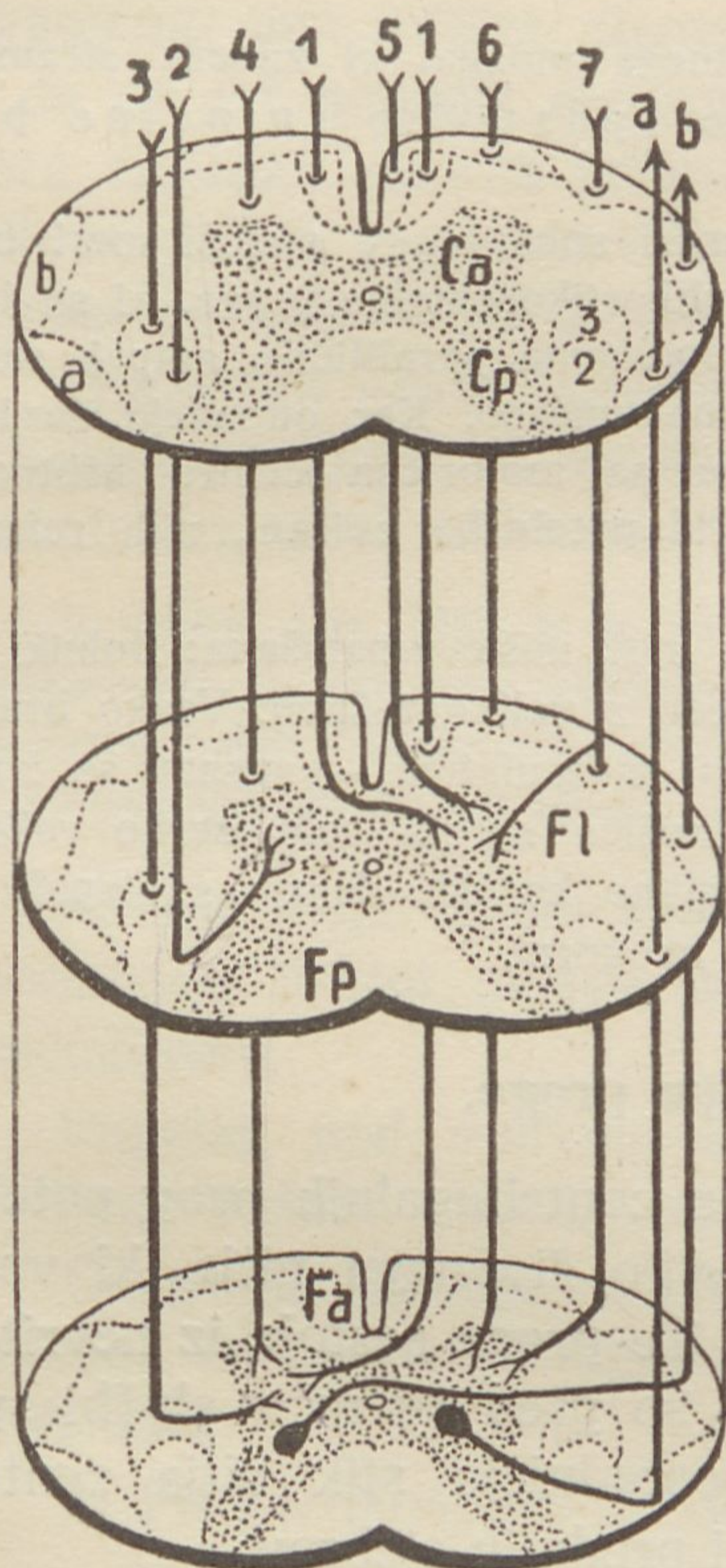
Centrifugalne proge hrbtne mozga vodijo inervacijske impulze, nastale v možganskih centrih, spinalnim centrom in preko teh animalnim, odnosno vegetativnim organom. Impulzi odtekajo iz hrbtne mozga v motorične, odnosno sekretorične živce preko prednjih korenin.

Te proge so:

- a) Stranska piramidna proga (*tractus corticospinalis lateralis*), v stranskem svežnju, sestojča iz nevritov velikih piramidnih celic psihomotoričnih arealov možganske skorje. Nitje te proge križa v piramidni dekusaciji oblongate in se razpleta krog motoričnih celic prednjih stebrov.
- b) Prednja piramidna proga (*tractus corticospinalis anterior*), v prednjem svežnju, sestojča istotako iz ne-

vritov motoričnih celic možganske skorje, križa šele sukcesivno v hrbtnem mozgu in stopa v stik z motoričnimi centri prednjih stebrov.

- c) Rubro-spinalna proga, v stranskem svežnju, sestojęča iz nevritov ganglijskih celic rdeęega jedra, križa v »Forelovi dekusaciji« možganskega debla in se razpleta v prednjih stebrih.



Slika št. 16.

Centrifugalne proge hrbtnege mozga.

- Ca* = Columna anterior
Cp = Columna posterior
Fa = Funiculus anterior
Fl = Funiculus lateralis
Fp = Funiculus posterior
 1 = Tractus cortico-spinalis anterior
 2 = Tractus cortico-spinalis lateralis
 3 = Tractus rubro-spinalis
 4 = Tractus tecto-spinalis lateralis
 5 = Tractus tecto-spinalis anterior
 6 = Tractus vestibulo-spinalis
 7 = Tractus olivo-spinalis (parolivaris)
a = Tractus spino-cerebellaris dorsalis
b = Tractus spino-cerebellaris ventralis

- d) Tektospinalna proga v prednjem svežnju, sestojęča iz nevritov celic ęetveroglavięja (mesencefalne strehe), križa v višini rdeęega jedra v »Meynertovi dekusaciji« in konęava v prednjih stebrih.

- e) Vestibulospinalna proga, sestojęča iz nevritov celic Deitersovega jedra oblongate, vodi motoričnim centrom prednjih stebrov inervacijske impulze malih možganov in labirinta notranjega ušesa.

- f) Proge, potekajoče v stranskem svežnju, ki vežejo vegetativna centra oblongate in centra možganskega debla (hypothalamus) z vegetativnimi centri hrbtnege mozga. (Respiratorična proga, vasomotorične in sekretorične proge itd.)

Nitje obeh piramidnih prog, kakor tudi nitje rubrospinalne in tekto-spinalne proge, se razpleta prav za prav krog asociacijskih celic intermediarne zone in šele nevriti teh celic stopajo v stik z motoričnimi celicami prednjih stebrov.

Obolenje stranskega svežnja hrbtnege mozga, ki zadene stransko piramidno progo, povzroča tako zvano spastično spinalno paralizo.

Bolezen se izraža v spastični parezi spodnjih, v manjši meri tudi gornjih ekstremitet. Ker so ohranjene subkortikospinalne proge, ki so tudi v službi motilitete, niso ekstremitete popolnoma paralične, ampak samo paretične. Pareza zadene vse mišice enakomerno. Ker odpadejo zavirajoči vplivi s strani možganske skorje na motorična centra hrbtnege mozga, so kitni refleksi paretičnih mišic patološko zvišani, njih refrakterni perioda izredno skrajšana.

Vsled pareze je surova motorična moč mišic zmanjšana: bolniki se pri hoji hitro utrudijo, po stopnicah gredo z veliko težavo. Vsako breme jim je odveč. Vsled spasmov v paretični muskulaturi — spazmi so izraz patološke hiperrefleksije: vsak nateg mišice sproži celo serijo reflektoričnih kontrakcij — delajo bolniki majhne korake, drsajo s stopali po tleh, so v vseh svojih kretnjah trdi in neokorni.

3. Intracentralne proge.

Razen dolgih centripetalnih in centrifugalnih prog poteka po hrbtnem mozgu še veliko število živčnega nitja, ki veže centra različnih segmentnih višin. Te proge sestojijo iz nevritov funikularnih asociacijskih celic in so pred vsem v službi spinalnih refleksov. Razen tega posredujejo stik nitja centrifugalnih prog z motoričnimi centri prednjih stebrov.

II. Centra hrbtnege mozga.

Z ozirom na organe, ki jih vživčujejo, delimo centra hrbtnege mozga v animalna (motorična) in vegetativna.

1. Motorična centra.

Vsaki skeletni mišici odgovarja v prednjih stebrih hrbtnege mozga skupina velikih multipolarnih ganglijskih celic, ki

predstavlja njen spinalni motorični centrum. Motorična centra so razporedjena po vsej dolžini hrbtnege mozga od 1. cervikalnega do 5. sakralnega segmenta. Prvotno odgovarja vsakemu nevralnemu segmentu (nevromeru) po en mišičji prasegment (miomer), ki dobiva iz onega svoje inervacijsko nitje. Ker pa se razvije poznejša muskulatura iz mišičjih prasegmentov na ta način, da zrastejo sosednji miomeri na najrazličnejše načine med seboj tako, da vsebuje v razvitem organizmu ena mišica elemente več (zaporednih) miomerov in da dá en miomer elemente več mišicam, je naravno, da mora zajemati razvita mišica svoje inervacijsko nitje iz vseh onih nevralnih segmentov (nevromerov), ki odgovarjajo miomerom, iz katerih se je mišica razvila.

Motorična centra poedinih mišic se raztezajo vsled tega v hrbtnem mozgu skozi več segmentnih višin. Njih lega je razvidna iz tabel na straneh 110, 111 in 112.

Iz tabele (str. 112) je n. pr. razvidno, da sega motorični centrum ekstenzorjev kolena (*M. quadriceps*) od 2. do 4. lumbalnega, centrum fleksorjev (*Mm. semimembranosus, semitendinosus* in *biceps*) pa od 4. lumbalnega do 2. sakralnega segmenta.

Nevriti celic motoričnih center zapuščajo s prednjimi koreninami hrbtnege mozga in potekajo s perifernimi živci v muskulaturo.

Impulzi, pod vplivom katerih stopajo motorična centra hrbtnege mozga v akcijo, so ali centralni ali periferni.

Centralne impulze jim dovajajo centrifugalne proge, prihajajoče iz center možganskega debla in iz skorje velikih možganov.

- a) Po kortikospinalnih (piramidnih) progah dobivajo hotne impulze možganske skorje, kojih efekt so zavedni (premišljeni) gibi in kretnje telesa. Poleg tega pa jim dotekajo po teh progah trajno podzavedni impulzi, ki interferirajo z impulzi, prihajajočimi po senzibilnih živcih iz periferije telesa. Možganska skorja vpliva torej po kortikospinalnih progah trajno zavirajoče na motorična centra prednjih stebrov in regulira s tem jakost spinalnih refleksov.
- b) Po rubro-spinalni in tekto-spinalni progi dobivajo spinalna motorična centra podzavedne impulze, kojimi

C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	Th ₁
Supraspinat.					
Teres minor.					
	Deltoideus				
	Infraspinatus				
	Subscapularis				
	Teres major				
	Biceps				
	Brachialis				
	Coracobrachialis				
	Triceps brach.				
	Anconaeus				
	Supinator long.				
	Supinator brevis				
	Extensor carpi radial.				
	Pronator teres				
	Flexor carpi radial.				
	Flexor poll. longus				
	Abductor poll. long.				
	Extens. poll. brev.				
	Extens. poll. longus				
	Extens. digit. comm.				
	Extens. indicis prop.				
	Extens. carpi uln.				
	Extens. dig. V prop.				
	Flex. digitor. sublimis				
	Flex. digitor. profund.				
	Pronator quadrat.				
	Flexor carpi ulnaris				
	Palmaris long.				
	Abduct. poll. brev.				
	Flexor poll. brev.				
	Opponens poll.				
	Flexor digit V				
	Opponens dig. V				
	Abduct. policis				
	Palmaris brev.				
	Abductor dig. V				
	Lumbricales				
	Interossei				

Th ₁₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	S ₁	S ₂	S ₃
Ileopsoas								
				Tensor fasciae				
				Glutaeus medius				
				Glutaeus minim.				
				Quadratus femoris				
				Gemellus inferior				
				Gemellus super.				
				Glutaeus maxim.				
				Obturat. int.				
				Piriformis				
	Sartorius							
	Pectineus							
	Adduct. long.							
	Quadriceps							
	Gracilis							
	Adductor brevis							
	Obturator ext.							
	Adduct. magn.							
	Adduct. minim.							
	Articularis gen.							
				Semitendinosus				
				Semimembranosus				
				Biceps femoris				
				Tibialis ant.				
				Extensor halluc. long.				
				Popliteus				
				Plantaris				
				Extensor digit. long.				
				Soleus				
				Gastrocnemius				
				Peroneus longus				
				Peroneus brevis				
				Tibialis postic.				
				Flexor digit. longus				
				Flexor hallucis longus				
				Extensor halluc. brev.				
				Extensor digit. brevis				
				Flex. dig. brev.				
				Abduct hall.				
				Flexor hall. brev.				
				Lumbricales				
				Abduct. hall.				
				Abduct. dig. V.				
				Flexor dig. V br.				
				Opponens dig. V				
				Quadrat. plant.				
				Interossei				

efekt so podzavedne (avtomatične) kretnje in gibi. Razen tega jim dotekajo po teh progah impulzi, ki regulirajo tonus muskulature.

- c) Vestibularna proga posreduje impulze, prihajajoče iz labirinta notranjega ušesa in iz malih možganov.

Razen tega dobivajo spinalna motorična centra impulze iz oblongate, oliv in mostiča.

Periferne impulze (dražljaje) dovajajo spinalnim motoričnim centrom senzibilni živci via »radices posteriores«. Efekt teh dražljajev so spinalni refleksi in pa tonus muskulature.

Spinalni refleksi.

Anatomični substrat spinalnih refleksov so refleksne kolaterale (R. f. k.), ki vežejo neposredno senzibilno nitje zadnjih korenin z motoričnimi celicami prednjih stebrov. Fibrae radicales posteriores longae (F. p. l.), ki tvorijo zadnji sveženj hrbtnege mozga, oddajajo v svojem poteku po hrbtnem mozgu od časa do časa stranske vejice (kolaterale), ki se zarivajo v serovino mozga in stopajo v stik z radikularnimi celicami prednjih stebrov. S tem je dana možnost, da iradiira živčno vzburjenje senzibilnega nitja ene segmentne višine na motorična centra različnih segmentnih višin. Glej sliko 19.

Poleg refleksnih kolateral posredujejo prehod vzburjenja iz aferentnih (senzibilnih) nevronov v eferentne (motorične) tudi še vmesni (asociacijski) nevroni (As), ki vežejo v nepreglednih množinah in kombinacijah različne etaže hrbtnege mozga.

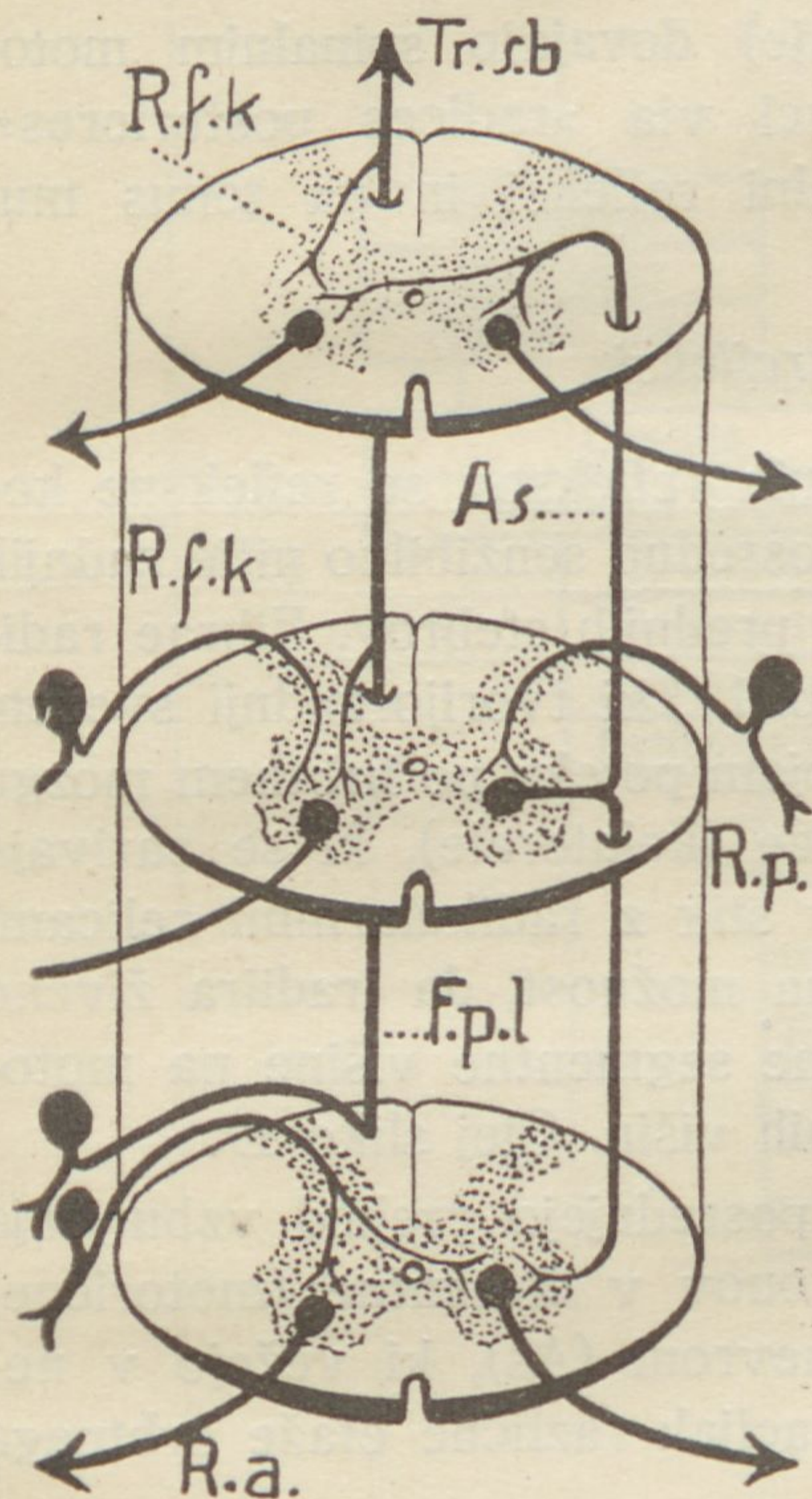
Z ozirom na različnost dražljajev, ki jih povzročajo, delimo spinalne reflekse v »proprioceptivne« in »eksteroceptivne«, z ozirom na reakcijo mišic pa v »tonične«, »klonične« in »tetanične«.

Proprioceptivni refleksi so povzročeni po notranjih dražljajih, ki se pojavljajo v mišicah samih, eksteroceptivni pa po zunanjih dražljajih, ki vplivajo na receptivne aparate kože.

1. Proprioceptivni refleksi so ali

- a) tonični (n. pr. vratni refleksi na tonus muskulature ekstremitet),

- b) klonični (n. pr. kitni refleksi),
 c) tetanični (n. pr. stavni refleksi vratu na telo).
2. Eksteroceptivni refleksi so samo tetanični. K njim spadajo
- a) kožni refleksi v ožjem pomenu besede,
 b) stavni refleksi telesa na glavo,
 c) stavni refleksi telesa na telo.



Slika št. 17.

Refleksne proge hrbtnege mozga
 (Spinalni refleksi).

As = Asociacijski nevron
F.p.l = Fibrae radicales poster.
 longae
R.a = Radix anterior
Rf.k = Refleksne kolaterale
R.p = Radix posterior
Tr.sb = Tractus spino-bulbaris

Ker bomo govorili o toničnih in stavnih refleksih v posebnem poglavju, nam je obravnavati tu le o kitnih in kožnih refleksih.

a) Kitni refleksi.¹

Ako udarimo s perkusijskim kladvicem ali kakim drugim predmetom na patelarno kito nekoliko upognjenega kolena, se kakor v odgovor na ta dražljaj *M. quadriceps femoris*

¹ Primerjaj Paul Hoffmann: Untersuchungen über die Eigenreflexe. Berlin 1922.

hipoma kontrahira in zopet iztegne. Istotako ugotovimo enkratno hipno kontrakcijo gastroknemija pri udarcu na tendo calcaneus, hipno kontrakcijo tricepsa pri udaru na njegovo kito tik nad komolcem itd. Take pojave imenujemo *kitne reflekse* (Sehnenreflexe).

V proučavanje kitnih refleksov se poslužuje fiziologija dveh metod.

Mehanična metoda obstoji v tem, da registriramo grafično ali zgib uda, ki ga povzroči kontrakcija mišice (n. pr. ekstenzijo kolena) ali pa odebelenje mišice same vsled njenega skrčenja.

Električna metoda obstoji v tem, da registriramo fotografično nihaje žičnega galvanometra, ki jih povzročajo akcijski toki, spremljajoči reflektorični zgib mišice.

Ako nam je za ugotovitev refleksnega časa, registriramo istočasno časovni moment dražljaja, ki je sprožil refleks.

Da je kontrakcija mišice v resnici reflektorična, to se pravi, da se izvrši s posredovanjem centralnega živčevja (hrbtne mozga), je dokaz eksperimentalno dejstvo, da reakcija izostane, ako je uničen spinalni inervacijski centrum dotične mišice, ali pa ako je prekinjen njen živec, odnosno ena njegovih spinalnih korenin. Vzburjenje senzibilnega nitja, nastalo pod vplivom udara na kito, odteče torej preko zadnje korenine v hrbtne mozeg, preide tam na motorične celice prednjega stebra, ki oddajo nato inervacijski impulz mišici.

Kot dražljaj kitnega refleksa učinkuje hipni nateg (Zer-rung) mišice, ki ga je povzročil udar na njeno kito. V vsaki mišici se razpleta poleg motoričnega nitja številno senzibilno nitje, ki ga ji dovaža njen živec in ki preide pri vsaki, tudi najmanjši, izpremembi napetosti mišice v stanje vzburjenja. S poizkusi se da dokazati, da je vsako draženje kite, ki ne povzroča hipnega natega mišice, neučinkovito, da pa je učinkovit vsak dražljaj, ki povzroči hipen nateg mišice tudi ako ni zadel njene kite. Tako izproži n. pr. udar na radius napol pronirane roke pri upognjenem komolcu kontrakcijo bicepsa, udar na ulno pri nad glavo dvignjeni ekstremiteti kontrakcijo tricepsa: v prvem primeru se nategne sunkoma M, biceps, v drugem primeru M. triceps. Ti tako zvani *periostni refleksi* so torej, kar se tiče načina učinkovanja dražljaja, identični s kitnimi refleksi. Tudi pri njih je kontrakcija mišice reakcija na draženje njenega senzibilnega nitja in ne posledica draženja periosta.

Kontrakcija mišice pa se da izprožiti tudi z neposrednim draženjem njenega senzibilnega nitja. Ako vzdražimo z enkratnim indukcijskim dražljajem mišičini živec (n. pr. N. tibialis v zakolenu), vzburimo njegovo motorično in senzibilno nitje. Vzburjenje motoričnega nitja odteče v mišico (v našem primeru v M. gastrocnemius) in učinkuje kot inervacijski impulz: mišica se kontrahira in zopet iztegne. Vzburjenje senzibilnega nitja odteče v hrbtne mozeg in vzburja preko refleksnih kolateral motorični centrum mišice, ki odda preko prednje korenine inervacijski impulz: mišica se v drugič kontrahira in zopet iztegne. Prva kontrakcija je bila posledica navadnega indirektnega draženja mišice, druga kontrakcija pa je reflektorična in kot taka izraz draženja njenega senzibilnega nitja.

Ker se da reflektorična kontrakcija izprožiti na ta način pri vseh mišicah, kojih živec je sploh dostopen draženju, je upravičen sklep, da imajo vse skeletne mišice kitne reflekse.

Ker izproži pri kitnih refleksih reakcijo mišice vedno dražljaj, ki se pojavi vsled vzburjenja njenega senzibilnega nitja v njej sami, jih označujemo tudi kot proprioceptivne ali lastne reflekse (Eigenreflexe).

Vsaka mišica ima svoj lastni refleks. Na vsak hipni dražljaj reagira z enkratno kontrakcijo. Ako si slede dražljaji z neko zadostno hitrostjo (n. pr. v intervalih $\frac{1}{20}$ sek.) preide mišica v trajno reflektorično kontrakcijo (reflektorični tetanus).

Z električno metodo se da ugotoviti, da se pojavi tudi v tem primeru ob vsakem posameznem dražljaju v mišici dvofazen električni tok, to se pravi, da gre ob vsakem dražljaju preko mišice nov val vzburjenja, ki pa ostane vsled tetanusa navadno brez vidnega mehničnega efekta. Kolikor vzburjenj pa gre preko mišice, toliko jih je moralo iti preko hrbtne mozga.

Z električno metodo se da nadalje dokazati, da se pojavljajo lastni refleksi v mišici tudi v primeru, da se nahaja ta iz kakršnegakoli vzroka že v stanju kontrakcije. Tudi v hotno (willkürlich) inervirani, torej aktivno kontrahirani mišici, se pojavljajo ob vsakem dražljaju akcijski toki kot izraz dejstva,

da reagira mišica tudi v stanju aktivne kontrakcije na draženje njenega senzibilnega nitja z lastnim refleksom.

Električna metoda nam pa odkriva še več, namreč da aktivna (hotna) inervacija mišice ne le ne onemogočuje lastnih refleksov, marveč jih direktno pospešuje. Ako registriramo reflektorični akcijski tok, ki se pojavi v mišici, ako vzdražimo z indukcijskim tokom njen senzibilni živec, najdemo, da je jakost toka (višina kurve) neprimerno večja ako poizkusna oseba istočasno dotično mišico hotno inervira, oziroma da so v tem primeru potrebni neprimerno manjši dražljaji, in sicer tem manjši, čim intenzivnejša je hotna kontrakcija. Po drugi strani pa se da dokazati, da se pri popolnoma ohlapni mišici lastni refleksi sploh ne dajo izprožiti. Vsi momenti, ki zvišujejo napetost (tonus) mišice pospešujejo (utirajo = bahnen) njeno proprioceptivno refleksivnost. Na tem dejstvu temelji tako zvani »Jendrassikov trik«, ki obstoji v tem, da mora oseba, pri kateri preizkušamo kitne reflekse v momentu udara na kito energično inervirati kako drugo oddaljeno mišičjo skupino.

Utirajoče vpliva nadalje istočasno duševno delo, živahni čutni dražljaji itd. V vseh teh primerih iradiira živčno vzburjenje, nastalo kjerkoli v centralnem živčevju, v spinalna motorična centra in zviša s tem tonus progaste muskulature. Obratno vplivajo momenti, ki znižujejo tonus mišic zavirajoče (hemmend) na njih lastno refleksivnost. Kakor gre z vsakim pozitivnim (kontrakcijskim) impulzom v mišico negativen (relaksacijski) impulz v njene antagoniste, izgine obratno vsled hotne inervacije njenih antagoništov ves tonus iz mišice (agonista). Hotna inervacija antagonistov mišice vpliva zavirajoče na njeno proprioceptivno refleksivnost. Napenjanje njenih antagonistov, ne pa napenjanje mišice same, preprečuje torej njene kitne reflekse.

Kitni refleksi so izprožljivi potemtakem le v onih mišicah, ki jim dotekajo istočasno drugotni inervacijski impulzi. Tudi hotni impulzi imajo vpliv na lastne reflekse. Po drugi strani pa se je izkazalo, da imajo tudi lastni refleksi vpliv na hotno inervacijo dotične mišice. Ako se nahaja mišica v lahki aktivni kontrakciji, je to posledica serije inervacijskih impulzov 100—150 v sekundi, ki se izražajo v dvofaznih akcijskih

tokih iste frekvence Ako izprožimo v tako inervirani mišici z enkratnim indukcijskim dražljajem na njen živec njen lastni (kitni) refleks, sistira po izvršenem refleksu za neko kratko dobo hotna inervacija mišice, kar se izraža v tem, da sistirajo za to dobo akcijski toki, ki spremljajo hotno inervacijo mišice. Ta doba (refrakтерна perioda) je tem daljša čim intenzivnejši je bil refleks, odnosno je tem krajša čim intenzivnejša je hotna inervacija. Ako se dražljaji ponavljajo, so njim odgovarjajoči refleksi pri konstantni hotni inervaciji tem jačji, čim počasneje si dražljaji slede in pri konstantni frekvenci dražljajev tem jačji, čim jačja je hotna inervacija mišice. Zdi se kakor da stopi refleks na mesto izpadlih hotnih impulzov, kakor da se izvrši na stroške njih energije. Pri minimalni hotni inervaciji se da izprožiti 20 refleksov v sekundi, pri maksimalni pa 200. V vsakem teh primerov izgleda kakor da sestoji hotna kontrakcija iz samih refleksov.

Refrakтерна perioda kitnih refleksov je ali relativna ali absolutna.

V relativni refrakturni periodi, ki znaša $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{180}$ sek., je treba vedno močnejših dražljajev za izprožitev enako močnega refleksa, to se pravi: ako si sledita dražljaja s hitrostjo $\frac{1}{5}$ sekunde, mora biti drugi dražljaj le neznatno jačji od prvega, ako si sledita dražljaja s hitrostjo $\frac{1}{50}$ sek. mora biti drugi znatno jačji, pri frekvenci 180 dražljajev v sekundi pa mora biti drugi dražljaj 5 krat jačji od prvega, da sploh izproži refleks.

V absolutni refrakturni periodi, ki znaša približno $\frac{1}{200}$ sekunde, tudi najmočnejši dražljaj ne izproži refleksa. Ako zadene hrbtni mozeg v 1 sek. 400 dražljajev je potemtakem učinkovit vsak drugi dražljaj.

Ker črpa, kakor smo čuli, kitni refleks svojo energijo iz drugotnih n. pr. iz hotnih impulzov, ki dotekajo istočasno hrbtnemu mozgu, mora biti pri veliki frekvenci dražljajev hotna inervacija mozga intenzivnejša nego pri majhni in pri frekvenci, ki se bliža absolutni refrakturni periodi najintenzivnejša. To dejstvo izrazimo lahko tudi tako, da rečemo: hotna inervacija skrajšuje refrakturno periodo kitnih refleksov.

Čas, ki preteče od momenta dražljaja do začetka odziva (reakcije) mišice, imenujemo »surovi refleksni čas«;

»čisti refleksni čas« je pa oni, ki ga rabi živčno vzburjenje v hrbtnem mozgu za prehod iz aferentnega člena refleksnega sklopa v eferentnega.

Ako označimo surovi refleksni čas z R , čisti refleksni čas pa z r je

$$R = l_1 + s + r + m + l_2$$

l_1 pomeni senzibilno latenco mišice, t. j. čas, ki ga rabi dražljaj v mišici za vzburjenje njenega senzibilnega nitja;

s pomeni čas, ki ga rabi živčno vzburjenje za potek v senzibilnem živcu do hrbtne mozga;

m pomeni čas, ki ga rabi inervacijski impulz za potek v motoričnem živcu iz hrbtne mozga do mišice;

l_2 pomeni motorično latenco mišice, t. j. čas ki ga rabi impulz v mišici za njeno vzburjenje.

Ako ignoriramo za enkrat količini l_1 in l_2 in vstavimo za $s + m = p$ dobimo

$$R = p + r \text{ ali } r = R - p.$$

Surovi refleksni čas R ahilnega refleksa, ugotovljen potom električne metode, znaša pri srednje velikem (170 cm visokem) človeku povprečno 0.028 sek.

$$R = 0.028$$

Provodni čas p pa izračunamo iz dolžine proge, ki jo mora pasirati živčno vzburjenje in iz hitrosti, s katero se širi vzburjenje po živcih po obrazcu

$$p = \frac{d}{h}$$

Če računamo dolžino živčne proge (d), ki jo pasira vzburjenje pri ahilnem refleksu 170 cm visokega človeka s 160 cm, hitrost širjenja vzburjenja (h) pa s 66 m/sek., dobimo

$$p = 1.60 : 66 = 0.024, \text{ iz česar sledi da je}$$

$$r = R (0.028) - p (0.024) = 0.004 \text{ sek.}$$

Ako računamo za senzibilno in motorično latenco v mišici ($l_1 + l_2$) polovico tega časa t. j. 0.002 sek., ostane za čisti refleksni čas **0.002 sek.**

Določitev čistega refleksnega časa se ima boriti z velikimi težkočami, ki leže v tem, da ni še eksaktno ugotovljena hitrost, s katero se širi živčno vzburjenje v živcih, da je težko eksaktno dognati dolžino živčne proge, ki jo pasira v danem slučaju vzburjenje in ker nam ni znana doba senzibilne in motorične latence v mišici, neglede na to, da je rezultat tozadevnih poizkusov v nemajhni meri odvisen od metod, katerih se poslužujejo različni eksperimentatorji. Zato varirajo podatki glede čistega refleksnega časa pri različnih avtorjih v širokih mejah.

Gotovo pa je,

- a) da je čisti refleksni čas izredno kratek,
- b) da je pri isti osebi konstanten in
- c) da je neodvisen od jakosti dražljaja kakor tudi od zavirajočih odnosno utirajočih momentov.

Iz nizke vrednosti čistega refleksnega časa smemo sklepati, da se izvrši prehod vzburjenja v hrbtnem mozgu neposredno iz aferentnega nevrona (brez posredovanja vmesnih posrednih nevronov) v eferentni nevron. Anatomske je za tak prehod dana možnost v refleksnih kolateralah.

Razen kratkega refleksnega časa imajo kitni refleksi še druge posebnosti, ki jih ločijo od drugih refleksov.

Kitni refleksi so namreč

1. skoro neutrudljivi. Poizkusi so pokazali, da izprožimo kitni refleks lahko 10.000 zaporedoma ne da bi se pokazali znaki utrujenosti. Le po izrednih motoričnih naporih, dolgih napornih marših itd. so opazovali v poedinih slučajih začasno znižanje odnosno popolno ugasnenje kitnih refleksov.

2. Kitni refleksi ostanejo vedno strogo lokalizirani na mišico, na katero je vplival dražljaj. Nikoli ne izprosi dražljaj kloničnega refleksa v kaki drugi, če tudi sosednji mišici. Ako se pojavi taka reakcija je vedno izraz istočasnega draženja dotične mišice.

3. Kitni refleksi ne kažejo znakov sumacije. Dočim postane pri kožnih refleksih neučinkovit dražljaj učinkovit, ako se večkrat ponavlja, tega pojava pri kitnih refleksih ne opazujemo. Neučinkovit dražljaj ostane tudi v slučaju ponavljanja neučinkovit.

4. Kitni refleksi ostanejo pri zastrupljenju s strihninom neizpremenjeni.

5. Njih efekt ni smotren zgib, temveč vedno le del kompleksnega zгиба: klonična ali (pri hitro si sledečih dražljajih) tetanična kontrakcija ene same mišice.

Kitni refleksi igrajo važno vlogo v ekonomiji hotnih in podzavednih gibov in kretenj. Pri delu, hoji in stoji se človek vsled neprestanega menjavanja težišča telesa nahaja tako rekoč v neprestanem izgubljanju in vzpostavljanju ravnotežja. Vsled omahovanja telesa, in naj bo to omahovanje še tako neznatno, se vedno nove mišice in mišičje skupine pasivno natezajo. Vsakemu nategljaju pa sledi v mišici reflektorična

kontrakcija, ki hipno paralizira nadaljnje nateganje, z efektom, da se telo obdrži v ravnotežju. V momentu ko se človek n. pr. izpotakne ali napačno stopi, se hiperekstendirajo gotovi sklepi, odnosno nategnejo njihovi fleksorji. To povzroči v dotičnih mišicah reflektorične kontrakcije, ki preprečijo padec odnosno poškodbo sklepa. Ako zahteva delo, ki ga opravljam, da mora ekstremiteta ostati v določeni legi n. pr. v lahki fleksiji, povzroči vsaka nehotna izpremema te lege natezanje mišic, ki fiksirajo sklep. Na vsak nategljaj pa odgovori mišičje s kontrakcijami. Pri vsakem aktivnem gibu se vsled vztrajnosti uda nateguje mišica od momenta do momenta. Vsled tega se pojavljajo v njej reflektorične kontrakcije, ki podpirajo hotno inervacijo.

Kitni refleksi se pojavljajo vedno tam, kjer je vsled momentane situacije potrebna hitra kontrakcija kake mišice ali mišičje skupine. Oni podpirajo hotne inervacije, fiksirajo in ščitijo sklepe in regulirajo tonus muskulature kakor je to potrebno za ohranjanje ravnotežja telesa. V to jih usposoblja njih bliskovitost in neutrudljivost.

Ker stoje, kakor znano, spinalna motorična centra pod vplivom više ležečih center možganskega debla odnosno možganske skorje, je povsem naravno, da so tudi kitni refleksi do neke meje odvisni od njih. Vsi momenti, ki znižujejo vzburljivost spinalnih center, to se pravi, ki podaljšujejo njih refrakturno periodo, znižujejo tudi intenziteto kitnih refleksov in obratno: vsi momenti, ki skrajšujejo refrakturno periodo spinalnih motoričnih center, zvišujejo intenziteto kitnih refleksov. V prvem primeru govorimo o hipo-, v drugem o hiperrefleksiji.

Za hiperrefleksijo je poleg jakosti značilno predvsem število poedinih refleksov, ki se dajo izprožiti v časovni enoti. Ako je refrakturna perioda tako skrajšana, da učinkuje že reflektorična kontrakcija mišice sama kot dražljaj za prihodnji refleks, ta zopet kot dražljaj za prihodnji itd., tako, da izproži enkrat enkrat udar na kito mišice celo serijo refleksov, govorimo o klonično zvišani refleksivnosti. Refleksni klonus je najznačilnejši znak hiperrefleksije. Obratno je za pravo hipo-refleksijo poleg majhne jakosti poedinega refleksa značilna dolga latenčna (refrakturna) perioda, ki mu sledi. Ako se pa refleks sploh ne da izprožiti, govorimo o arefleksiji.

Prava hiperrefleksija je posledica obolenja centrifugalnih prog hrbtnega mozga, ki vplivajo zavirajoče na spinalna moto-

rična centra. V prvi vrsti prideta v tem pogledu v poštev kortikospinalni progi. Izpad teh prog povzroča klonično hiperrefleksijo.

Arefleksija je pa posledica obolenja refleksnega sklopa, bodisi njegovega aferentnega odnosno eferentnega člena ali pa refleksnega centra.

Klinično važni kitni refleksi so:

1. Bicepsov refleks, ki ga sproži udar na njegovo kito pri nekoliko vpognjenem komolcu. Efekt: fleksija komolca.

Refleksni centrum leži v C₅—C₆.

2. Tricepsov refleks, ki ga sproži udar na njegovo kito pri pravokotno vpognjenem komolcu. Efekt: ekstenzija komolca.

Refleksni centrum leži v C₆—C₇.

3. Radialni refleks, ki ga sproži udar na radius pri lahko pronirani roki. Efekt: lahka fleksija komolca.

Refleksni centrum leži v C₅—C₆.

4. Pateralni refleks, ki ga sproži udar na patelarno kito pri lahko vpognjenem kolenu. Efekt: ekstenzija kolena.

Refleksni centrum leži v L₂—L₄.

5. Ahilni refleks, ki ga sproži udar na ahilovo kito pri dorzalno flektiranem stopalu. Efekt: plantarna fleksija stopala.

Refleksni centrum leži v S₁—S₂.

6. Čeljustni (maseterni) refleks, ki ga sproži udar na zobovje spodnje čeljusti pri na lahko odprtih ustih. Efekt: kontrakcija masetra.

Refleksni centrum leži v mostiču.

b) Kožni refleksi.

Ako potegnemo z iglo ali kakim drugim predmetom preko kože trebuha, se kontrahira abdominalna muskulatura iste telesne strani. Ako potegnemo z iglo preko kože podplata, se kontrahira tensor fasciae latae, pri močnejših dražljajih razen tega še fleksorji prstov, ekstenzorji stopala, fleksorji kolena in kolka: noga se skrči v celoti. Ako potegnemo z iglo po koži notranje strani stegna, se dvigne, vsled kontrakcije kremastra, testikel. Ako zbodemo z iglo v kožo presredka (perineum) se kontrahira m. sphincter ani externus itd.

Take pojave imenujemo kožne reflekse (Hautreflexe).

Tudi pri kožnih refleksih odteče živčno vzburjenje, nastalo pod vplivom dražljaja na kožo, po senzibilnem nitju preko zadnje korenine v hrbtini mozeg, kjer preide na motorične

celice prednjih stebrov. Prehod pa se ne izvrši samo v isti segmentni višini in ne neposredno iz aferentnih v eferentne nevrone, marveč posredno po vmesnih (asociacijskih) nevronih v različnih segmentnih višinah. Posledica tega je, da izproži lokalno omejen periferni dražljaj kontrakcijo več ali manj številnih mišic odnosno mišičjih skupin, kar se izraža v tem, da je efekt dražljaja kompleksen motoričen pojav: več ali manj smotrena kretanja.

Pri zastrupljenju s strihninom, vsled katerega je vzdražljivost center hrbtnega mozga patološko zvišana, vidimo, da vzburi lokalno omejen periferni dražljaj sploh vsa motorična centra hrbtnega mozga in možganskega debla, to se pravi, da iradiira vzbujenje, nastalo v enem samem perifernem živcu, v hrbtnem mozgu navzgor in navzdol v vse segmentne višine, kar se izraža v tem, da preide skoro vsa skeletna muskulatura telesa v tetanično stanje.

Da se to ne zgodi v fiziološko normalnih razmerah, marveč da vzburi periferni dražljaj le določene mišice in mišičje skupine v smislu nekega smotrenega efekta, je vzrok ta, da eksistirajo v mozgu preformirani (prirojeni) mehanizmi, ki regulirajo odtok vzbujenja v določena motorična centra.

Hrbtni mozeg posreduje torej pod vplivom perifernih dražljajev, neodvisno od više ležečih živčnih center (možganskega debla in velikih možganov), reflektorično, kompleksne gibe in kretnje telesa kot samostojen del centralnega živčevja. In sicer je ta samostojnost hrbtnega mozga tem večja, na čim nižji razvojni stopnji se nahaja žival. Pri človeku, z mogočno razvitimi možgani, igra hrbtni mozeg v tem pogledu le še neznatno vlogo.

1. Dekapitirana jegulja izvaja plavalne kretnje še več ur po dekapitaciji samo vsled dražljajev s strani vode na njeno telo, ne obdrži pa prave lege telesa v vodi in tudi ne plava nazaj. Ako jo primemo z roko za zadnji konec telesa, se skuša iztrgati s tem, da se zviija, vtikajoč rep med svoje telo in med objemajočo jo roko.

2. Dekapitirana, na hrbtu ležeča žaba (moškega spola), objame z ekstremitetami predmet (n. pr. prst), s katerim ji drgnemo prsa (Umklammerungsreflex). Ona odstrani kapljico kisline, ki smo ji kanili na kožo telesa, z nogo iste strani, ako ji to zabranimo, jo skuša odstraniti z drugo nogo.

Ako kanemo na hrbtu ležeči obglavljeni žabi z na trebuh pritegnjenimi nogami, kapljico kislane na dlan noge, iztegne obe nogi in jih drgne

drugo ob drugo. Pri tem ima nogi v isti ravnini kakor telo. Pa tudi ako ji dvignemo draženo nogo do vertikale, jo najde z drugo nogo in skuša z drgnjenjem odstraniti dražljaj.

Ako vščipnemo dekapitirani žabi stopalo noge, pritegne nogo v celoti k telesu, ako pa dražimo stopalo nalahko z rahlim drgnjenjem, iztegne nogo in se upre ob prst. Ako ji dražimo oba stopala, se upre z obema nogama ob prst in porine s tem telo naprej itd.

3. Decerebrirani triton giblje kakor pri hoji zadnjo nogo, ako dražimo kontralateralno prednjo in obratno: giblje prednjo nogo ako dražimo kontralateralno zadnjo. Iste reflekse imajo kuščarji in želve.

4. Dekapitirane kače se ovijejo krog predmeta, ki se jih dotakne, se zvijajo kakor pri begu, ako jih vščipnemo v rep. Na rahle dražljaje pritegnejo draženi del telesa k dražljaju, dočim ga močnemu dražljaju odtegnejo.

5. Obglavljene race izvajajo plavalne kretnje z nogami, ako jim jih vtaknemo v vodo, veslajo pri tem z repom, udarjajo ritmično s perotmi, niso pa v stanju se obdržati stojé v ravnotežju.

Ako držimo obglavljeno raco tako, da ji vise noge navzdol in vščipnemo eno nogo, zamahne žival z drugo nogo in udari z repom proti draženi ekstremiteti.

6. Ako vščipnemo nogo dekapitiranega goloba, jo odtegne žival dražljaju s tem, da jo pritegne k telesu in skrije v perju, ako se je pa nalahko dotaknemo, jo iztegne tonično proti dražljaju. Ako pritisnemo takemu golobu rep navzdol, iztegne obe nogi, dočim jih skrči ako mu pritisnemo rep navzgor. Na mizo postavljen dekapitiran golob premika ritmično nogi kakor pri hoji, ako ga vlečemo tako po mizi, da drsa z dlanmi nog na podlagi.

Ako držimo goloba za peroti in ga ziblujemo v zraku, se razpre perje repa pahljačasto. Ako dvignemo zadnji konec živali, se vpogne rep navzdol, dočim se vpogne navzgor, če dvignemo njen prednji konec.

Da se obdrži dekapitiran golob na nogah v ravnotežju, odtegne peroti od telesa in se opre ob nje.

7. Ako prerežemo psu hrbtni mozeg v višini spodnjih torakalnih segmentov in dražimo kožo zadnjega dela trupa n. pr. s tem, da jo drgnemo s prstom, se pes na dotičnem mestu z zadnjo nogo popraska. In sicer se popraska z nogo iste strani. Ako pa iztegnemo in abduciramo pasivno dotično nogo, se popraska z nogo kontralateralne strani. Ako dvignemo tako operiranega psa v zrak, izvaja z zadnjima ekstremitetama ritmične kretnje kakor pri teku; pri draženju rektalne sluznice nastopijo normalne kretnje defekacije.

Ako vščipnemo psa s prerezanim hrbtnim mozgom v zadnjo nogo, jo žival pritegne k telesu, istočasno pa iztegne kontralateralno nogo.

Z ozirom na njih efekt delimo spinalne kožne reflekse v različne kategorije.

V **prvo** kategorijo spadajo oni refleksi, ki so povzročeni po za dotično žival nadležnih odnosno škodljivih dražljajih,

v prvi vrsti po takih, ki povzročujejo bolečine. V tem primeru so reflektorične kretnje obrambnega značaja. Efekt refleksa je odmik telesa odnosno uda od dražljaja (n. pr. skrčenje ekstremitete) ali pa aktivno odstranjenje dražljaja (n. pr. s praskanjem in drgnjenjem).

V **drugo** kategorijo spadajo refleksi, ki so povzročeni po za dotično žival prijetnih odnosno koristnih dražljajih. V tem primeru so reflektorične kretnje osvajalnega značaja. Efekt refleksa je primik telesa k dražljaju (n. pr. pri objemnem refleksu itd.).

V **tretjo** kategorijo spadajo refleksi, ki so v službi držanja in gibanja telesa. Sem spada n. pr. reflektorično plavanje rib in vodnih ptic, razširjenje repnega perja za peroti dvignjenega goloba, reflektorična ekstenzija ekstremitete kot odziv na pasivno fleksijo ekstremitete kontralateralne strani, ritmično gibanje ekstremitet itd. itd.

Iz v predstoječem navedenih dejstev je razvidno, da je potek refleksa odvisen

1. od intenzitete in kvalitete dražljaja v tem smislu, da ima n. pr. močan dražljaj drugačen efekt kakor lahek;
2. od mesta, na katerega je vplival dražljaj.

Draženje stopala pri psu povzroča primik ali odmik noge, draženje kože trebuha pa reflektorično praskanje;

3. Od momentanega položaja perifernih organov ob času, ko je vplival dražljaj.

Uexküll je ugotovil, da preide živčno vzburjenje senzibilnega nitja v hrbtnem mozgu predvsem na motorična centra onih mišic, ki se nahajajo v ekstenziji. Pri izprožitvi patelarnega refleksa pri psu s prerezanim hrbtnim mozgom se pojavi poleg reflektorične kontrakcije istostranskega kvadricepsa, reflektorični zgib kontralateralne noge. Ako je ta v kolku in kolenu vpognjena, nastopi reflektorična ekstenzija, ako pa je iztegnjena, nastopi fleksija, ako je adducirana, nastopi abdukcija itd.

Ako dražim stopalo zadnje noge psa s prerezanim hrbtnim mozgom, se noga pritegne k telesu, dočim se kontralateralna iztegne. Iztegne pa se le, ako je bila poprej vpognjena. Ako se je nahajala v ekstenziji ne nastopi še intenzivnejša ekstenzija, marveč fleksija noge.

Isti dražljaj ima torej različen efekt, ki je odvisen od trenutnega kontrakcijskega stanja miškulature. Hrbtni mozeg je pod vplivom dražljajev, ki mu dotekajo po senzibilnem nitju iz mišic samih. Ti dražljaji povzročijo v hrbtnem mozgu neko razpoloženje v tem smislu, da se

razširi živčno vzburjenje lažje na centra onih mišic, ki so trenutno iztegnjene. Ta mehanizem je velike važnosti pri ritmičnih kretnjah lokomocije.

Kožni refleksi se bistveno razlikujejo od kitnih:

1. Dočim so kitni refleksi klonični, segmentalni in strogo homolateralni, se razširi, kakor omenjeno, pri kožnih refleksih živčno vzburjenje v centralnem živčevju (hrbtnem mozgu) po vmesnih nevronih navadno na motorična centra iste in kontralateralne strani različnih segmentnih višin in izproži enkratno dražljaj celo serijo inervacijskih impulzov. Njih efekt je vsled tega tetanična inervacija večjega števila mišic v smislu smotrene, koordinirane kretnje. Vsled posredovanja vmesnih nevronov je refleksni čas znatno daljši nego pri kitnih refleksih.

2. Dražljaji, ki jih povzročajo, so diferentni, povzročujoči istočasno specifične, prijetne ali neprijetne občutke. Neučinkoviti dražljaji postanejo učinkoviti, ako se ponavljajo (sumacija dražljajev) in obratno postanejo učinkoviti dražljaji po večkratnem ponavljanju vsled privaje (Gewöhnung) živčevja na nje, neučinkoviti.

3. Njih izprožljivost je odvisna od slučajno v krvi krožečih snovi. Strihnin, nikotin, različni toksini, barijeve soli, ogljikova kislina itd. povzročajo, da se pojavljajo že pri sicer neučinkovitih dražljajih, odnosno vplivajo te snovi direktno kot centralni dražljaji na refleksna centra, povzročujoč tetanične kontrakcije muskulature.

Klinično važni so sledeči razmeroma enostavni kožni refleksi:

1. Skapularni refleks, ki ga izproži draženje kože nad skapulo. Efekt: kontrakcija skapularne muskulature.

Centrum refleksa leži v C₅—D₁.

2. Palmarni refleks, ki ga izproži draženje kože na dlani. Efekt: fleksija prstov.

Centrum refleksa leži v C₈—D₁.

3. Epigastrični refleks, ki ga izproži draženje kože epigastrija od mamile navzdol. Efekt: epigastrium se povleče.

Centrum refleksa leži v D₇—D₉.

4. Abdominalni refleks, ki ga izproži draženje kože trebuha. Efekt: dotična polovica trebuha se povleče.

Centrum refleksa leži v D₈—D₁₂.

5. Modni (kremasterni) refleks, ki ga izproži draženje kože na notranji strani stegna. Efekt: testikel se dvigne.

Centrum refleksa leži v L₁—L₂.

6. Glutealni refleks, ki ga izproži draženje kože sedala (nates). Efekt: kontrakcija glutealne miškulature.

Centrum refleksa leži v L₄—L₅.

7. Plantarni refleks, ki ga izproži draženje kože podplata. Efekt: fleksija prstov.

Centrum refleksa: leži v S₁—S₂.

8. Analni refleks, ki ga izproži draženje kože perineja. Efekt: sphincter ani externus se kontrahira.

Centrum refleksa leži v S₅.

*

Kožnim refleksom sorodni so refleksi, ki se dajo izprožiti z draženjem sluznice.

1. Ako se dotaknemo n. pr. jezička (uvula), se reflektorično dvigne v celoti mehko nebo.

Nebni refleks = Gaumenreflex.

Aferentno progo refleksa predstavlja senzibilno nitje trigemina in glosofaringeja, eferentno pa motorično nitje vaga. Centrum refleksa leži v oblongati.

2. Ako se dotaknemo zadnje stene žrela, nastopi reflektorično davljenje (Würgen).

Žrelni refleks = Würgreflex.

Aferentno progo predstavlja senzibilno nitje glosofaringeja, eferentno pa motorično nitje vaga. Centrum refleksa leži v oblongati.

3. Ako se dotaknemo konjunktive ali pa roženice očesa, oko pomežikne. Konjunktivalni in kornealni refleks.

Aferentna proga poteka v trigeminu, eferentna v facialu. Centrum refleksa leži v mostiču.

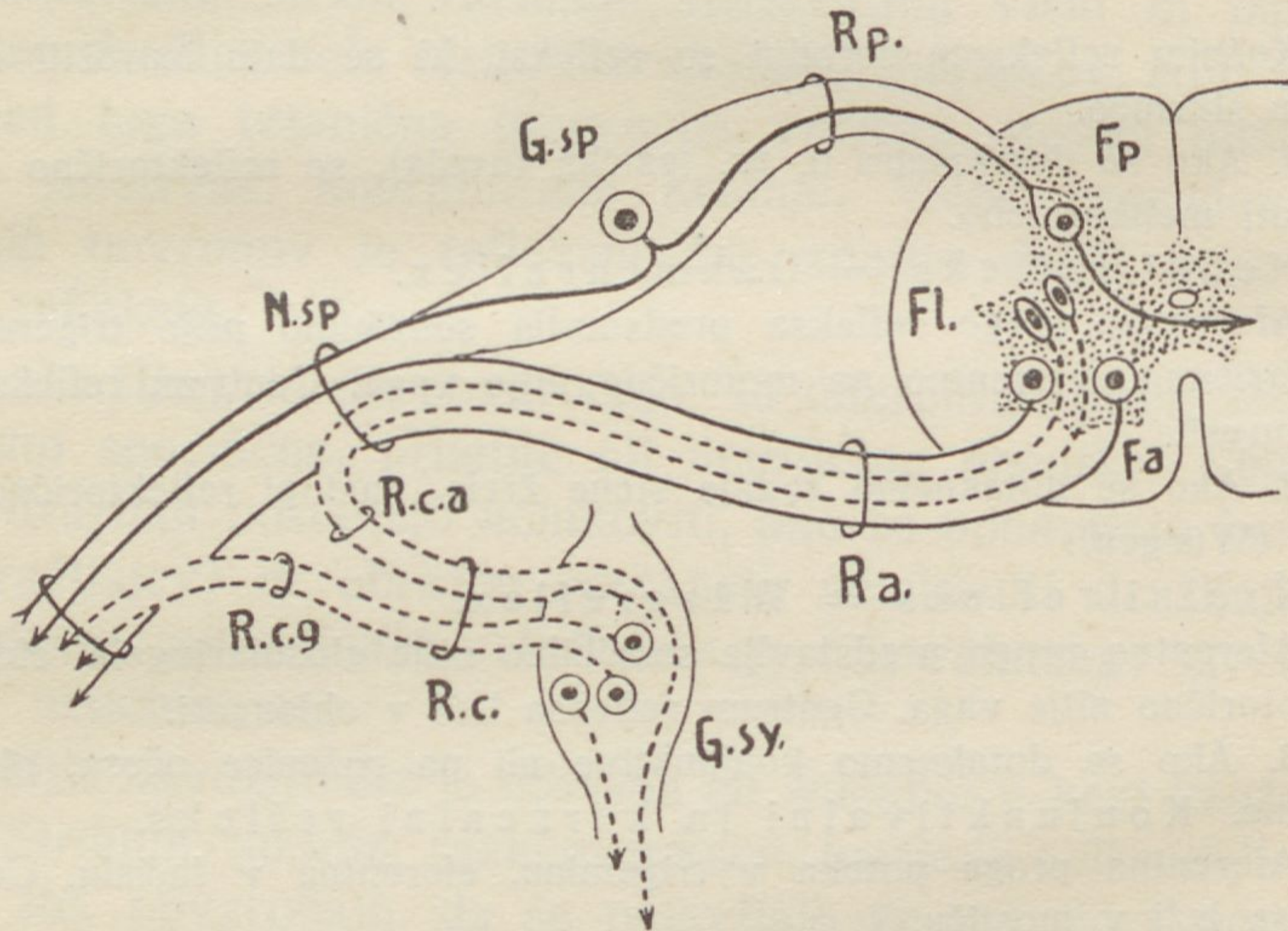
2. Vegetativna centra.

a) Vasomotorična in sekretorična centra.

V prednjih in stranskih stebrih torakalnih in gornjih lumbalnih segmentov hrbtne mozga leže živčne celice vegetativnega tipa, ki tvorijo tako zvani »tractus intermediolateralis«. Nevriti teh celic zapuščajo s prednjimi koreninami hrbtne mozga in se pridružijo nitju mešanih spinalnih živcev. Po kratkem skupnem poteku se odločijo zopet od njih se zavijejo, združeni v rami communicantes albi proti simpatičnim ganglijem vertebralne verige. V ganglijih začenjajo periferni nevroni (postganglionarno nitje), ki se pridružijo ali neposredno krvnim žilam spremljajoč jih v obliki prepletov (plexus), ali pa kot rami communicantes grisei zopet cerebrospinalnim živcem, potekajoč z njimi proti periferiji.

1. V intermediolateralnem traktu segmentalno razvrščena spinalna vasomotorična centra so, vsled trajnega vpliva vasomotoričnega centra možganskega debla, v trajnem (toničnem) vzburjenju, vsled tega od njih odvisna gladka miškulatura

krvnega žilja v tonični kontrakciji. Vsaka izprememba inervacije s strani cerebralnega centra izpremeni tonus spinalnih center in s tem tonus miškulature žilja. Popoln izpad one inervacije vsled prekinjenja hrbtnege mozga povzroča atonijo in vsled tega pasivno razširjenje vseh prizadetih žil. V intermediolateralnem traktu izvirajoče simpatično nitje je torej vasokonstriktoričnega značaja.



Slika št. 18.

Rami communicantes

<i>Fa</i> = Funiculus anterior	<i>N.sp</i> = Nervus spinalis
<i>Fl</i> = Funiculus lateralis	<i>Ra</i> = Radix anterior
<i>Fp</i> = Funiculus posterior	<i>Rc</i> = Ramus communicans
<i>G.sp</i> = Ganglion spinale	<i>R.c.a</i> = Ramus communicans albus
<i>G.sy</i> = Ganglion sympathicum	<i>R.c.g</i> = Ramus communicans griseus
	<i>Rp</i> = Radix posterior

Kakor motorična so tudi vasomotorična centra hrbtnege mozga, razen od centralnih (možganskih) impulzov, funkcionalno odvisna od perifernih dražljajev, posredujočih spinalne reflekse.

Kakor omenjeno nastopi po prekinjenju hrbtnege mozga atonična dilatacija krvnih žil trupa in ekstremitet in vsled tega znaten padec krvnega pritiska. Ta atonija žilja pa ni trajna. Pod vplivom senzibilnih dražljajev se namreč tonus krvnih žil

prej ali slej zopet pojavi. Da je ta tonus reflektoričen, dokazuje dejstvo, da zviša n. pr. draženje senzibilnega nitja ishiadika tudi pri prekinjenem hrbtnem mozgu krvni pritisk, da se zožijo krvne žile spodnjih ekstremitet pod vplivom mraznih dražljajev, dočim se pod vplivom gorkotnih dražljajev razširijo.

Tudi dražljaji, povzročajoči bolečine, učinkujejo vzburjajoče na spinalna vasomotorična centra.

Poseben refleksen pojav je tako zvana »spinalna dermografija«, ki obstoji v tem, da porudi koža tam, kjer je učinkoval nanjo dražljaj. Ako potegnemo n. pr. z iglo preko kože prsi, nastopi ob obeh straneh črte lokalna hiperemija v obliki dveh rdečih trakov.

Spinalna vasomotorična centra so nadalje funkcionalno odvisna od sestave krvi, ki jih namaka. Pod vplivom ogljikove kisline, s katero je nasičena kri v asfiktivnem stanju, se kontrahirajo krvne žile trupa in ekstremitet tudi pri prekinjenem hrbtnem mozgu. Istotako vplivajo vzburjajoče nekatere substance kakor n. pr. strihnin, kofein, pikrotoksin itd., ako se nahajajo v krvi.

Simpatični tractus intermediolateralis torakalnih in gornjih lumbalnih segmentov oddaja, kakor rečeno, krvnemu žilju vaso-konstriktorično nitje, ki zapušča s prednjimi koreninami torakalnih in gornjih lumbalnih živcev hrbtne mozeg. Sporno pa je vprašanje ali dobivajo žile ekstremitet in trupa poleg simpatičnega tudi parasimpatično dilatatorično nitje, kakor je to dokazano za žile obraza in za žile seksualnih organov. Nekateri fiziologi so mnenja, da oddajajo tudi torakalni in gornji lumbalni segmenti vasodilatatorično nitje, ki pa zapušča z zadnjimi koreninami hrbtne mozeg. Za to govori med drugim dejstvo, da povzroča draženje periferne dela prerezanega ishiadika aktivno hiperemijo dotične spodnje ekstremitete.

Gotovo pa je, da leže v stranskih stebrih in v intermediarni zoni sakralnih segmentov skupine živčnih celic, kojih vzburjenje povzroča dilatacijo krvnih žil (kavernoznih teles) seksualnih organov. Te celice predstavljajo parasimpatična centra sakralno avtonomnega živčnega sistema. Njih nevriti zapuščajo s prednjimi (mogoče tudi z zadnjimi) koreninami hrbtne mozeg in se pridružijo sakralnim živcem. Po kratkem skupnem poteku

se odločijo kot nežni drobni »nervi pelvici« (sive erigentes) zopet od njih in potekajo proti živčnim prepletom, ki obdajajo zadnjo plat senčnega mehurja in prostatu.

Sakralni vasodilatatorični centrum je funkcionalno odvisen od centralnih (cerebralnih) impulzov po eni in od perifernih dražljajev, pojavljajočih se v seksualnih organih, po drugi strani. Vzburljiv je pa tudi po v krvi se nahajajočih snoveh.

2. V bistvu isto, kar za vasomotorična, velja za sekretorična centra hrbtne mozga, pod kojih vplivom so znojnice kože telesa. Tudi ta centra se nahajajo v serovini torakalnih in gornjih lumbalnih segmentov in oddajajo preganglionarno nitje via radices anteriores dotičnih spinalnih živcev in via rami communicantes albi simpatičnim ganglijem vertebralne verige, kjer začenjajo periferni nevroni (postganglionarno nitje), ki se pridružijo via rami communicantes grisei zopet spinalnim živcem, razpletajoč se z njimi v znojnicah kože. Tudi ta centra so pod vplivom višje ležečih center možganskega debla in pod vplivom perifernih dražljajev, ter pod vplivom v krvi krožečih snovi. Razen tega pa tudi še pod vplivom temperature krvi.

Kot periferni dražljaji pridejo v poštev v prvi vrsti termični, vplivajoči na senzibilno nitje kože. Refleks gre preko zadnjih korenin v serovino hrbtne mozga, kjer preide na celice intermediolateralnega trakta. Sporno pa je vprašanje ali dobivajo znojnice kože iz hrbtne mozga ekcitatortične ali depresortične impulze. Nekateri avtorji so mnenja, da je delovanje znojnic posledica vzburjenja parasimpatika, dočim vpliva simpatikus zavirajoče na njih delovanje. Nekateri snovi (pilocarpin, physostigmin itd.), ki vzburjajo parasimpatikus, povzročajo močno znojenje, obratno pa povzročata atropin, ki paralizira parasimpatikus, asekrecijo. Drugi avtorji so zopet mnenja, da vpliva parasimpatikus zavirajoče na delovanje znojnic in da zapušča to depresortično parasimpatično nitje, analogno vasodilatatoričnemu nitju, z zadnjimi koreninami hrbtne mozga.

b) Spinalni centrum srca.

V serovini gornjih torakalnih segmentov hrbtne mozga izvira preganglionarno simpatično nitje, ki poteka v simpatični vertebralni verigi navzgor, razpletajoč se krog celic gornjega, srednjega in spodnjega cervikalnega in prvega torakalnega ganglija. V teh ganglijih začinja postganglionarno nitje, ki se pogreza kot nervi cardiaci sive nervi accelerantes cordis v srčni preplet. Vzburjenje spinalnega centra srca povzročata zvišanje števila srčnih vtropov in energije poedinih vtropov.

c) Spinalna centra intestinalnega trakta.

Pharynx in *oesophagus* dobivata spinalno inervacijsko nitje iz vratnega simpatika. Preganglionarno nitje izvira v torakalnih segmentih in poteka v vertebralni verigi navzgor. Postganglionarno nitje tvori z nitjem vage in glosofaringeja plexus pharyngeus odnosno oesophageus. Spinalni simpatikus vpliva zavirajoče na peristaltiko požiralnika.

Simpatični živec želodca in ozkega črevesa je *nervus splanchnicus major*, simpatični živec debelega črevesa do leve fleksure pa *splanchnicus minor*. *Colon descendens*, *flexura sigmoidea* in *rectum* zajema simpatično (spinalno) nitje iz gornjih lumbalnih segmentov.

Spinalna simpatična centra intestinalnega trakta leže v spodnjih torakalnih in gornjih lumbalnih segmentih. Preganglionarno nitje pasira neprekinjeno vertebralno verigo in se razpleta šele krog celic prevertebralnih ganglijev (*ganglion coeliacum* in *ganglion mesentericum inferius*). Nevriti teh celic predstavljajo postganglionarno nitje, ki stopa v stik s celicami intramuralnih prepletov (pl. Auerbachi, pl. Meixneri) dotičnih organov.

Spinalna simpatična centra intestinalnega trakta vplivajo zavirajoče na peristaltiko želodca in črevesa, istočasno povzročajo zoženje krvnih žil teh organov.

Colon descendens, *flexura sigmoidea* in *rectum* pa dobivajo poleg tega tudi še parasimpatično nitje iz hrbtnega mozga, ki vpliva vzburljivo na njih peristaltiko. Ta sakralno-avtonomnemu živčnemu sistemu pripadajoča centra leže v spodnjih sakralnih segmentih. Njih najkavdalnejši del v medularnem stožcu ima posebno ime: *centrum anospinale*. Ta centrum stoji pod vplivom cerebralnih impulzov po eni in pod vplivom perifernih dražljajev po drugi strani. Njegovo vzburljenje povzroča izpraznjenje črevesa. Aferentno nitje poteka v gornjih hemoroidalnih živcih, eferentno pa predstavljajo parasimpatični »nervi pelvici« iz sakralnega prepleta. Kot dražljaj učinkuje pritisk ingest na stene končnega črevesa. Zavirajoče na centrum pa vplivajo senzibilni dražljaji, povzročeni po aktivni (hotni) inervaciji zunanega sfinktra (*sphincter ani externus*).

Pri dojenčku se izvrši izpraznjenje črevesa (defekacija) popolnoma reflektorično.

Iz fleksure sigmoideae v *rectum* vstopajoče blato pritiska na njegove stene in vzburlja via *Nn. haemorrhoidales superiores anospinalni*

centrum v spodnjih sakralnih segmentih. Posledica tega je krepka peristaltika danke, ki potisne blato skozi reflektorično relaksirani sphincter ani internus.

Pri odraslem človeku z mieliniziranimi kortikospinalnimi progami so pa razmere bistveno drugačne. Odrasel človek čuti tiščanje na blato (Stuhldrang), zamore izpraznenje črevesa do neke meje samovoljno preprečiti, pa tudi samovoljno pospešiti.

Če hoče izpraznenje črevesa preprečiti, kontrahira hotoma (zavedno) progasti sphincter ani externus. Kontrakcija sfinktra (vzbujenje njegovega senzibilnega nitja) vpliva zavirajoče na sakralni centrum. Tonus gladke miškulature danke se zniža, tonus notranjega sfinktra se zviša, peristaltika preneha. Tiščanje na blato se seveda ponovi, ko pridejo nove mase blata v rectum, dokler ni dosežena meja, onkraj katere zaviranje refleksa ni več mogoče.

Če pa človek hoče pospešiti defekacijo, relaksira hotoma sphincter ani externus, z inervacijo abdominalne miškulature pa potisne blato iz debelega črevesa v rectum. Ta je za najmanjše difference pritiska na njegove stene zelo občutljiv. V rectum potisnjeno blato sproži v sakralnem centru impulze za krepko peristaltiko danke pri istočasni relaksaciji notranjega sfinktra. Razen tega vpliva že hotna relaksacija zunanega sfinktra vzbujajoče na anospinalni centrum.

Obolenje hrbtnege mozga, ki povzroča prekinjenje kortikospinalnih in spinokortikalnih prog, ima za posledico

- a) da bolnik ne čuti tiščanja na blato in
- b) da ne more hotoma kontrahirati odnosno retrahirati zunanega sfinktra in s tem hotoma vplivati na potek defekacije.

Izraz teh funkcionalnih izpadov je periodična *incontinentia alvi* odnosno vsled hipertoniije zunanega sfinktra neredko *retentio alvi*. Obolenje centra samega pa povzroča permanentno inkontinenco.

Spinalni (simpatici) živec jeter in žolčnega mehurja je nervus splanchnicus major, ki zajema svoje nitje v srednjih torakalnih segmentih hrbtnege mozga, razpletajoč se v solarnem prepletu krog celic solarnega ganglija. V tem začnjenja postganglionarno nitje.

Vzbujenje spinalnih center jeter povzroča vsled zoženja žil glukozurijo (izločevanje sladkorja v seči) in hiposekrecijo žolča, poleg tega vpliva simpaticus zavirajoče na izpraznenje žolčnega mehurja.

d) Spinalna centra uropoetičnih organov.

Ledvice dobivajo simpatično nitje iz splanhnik (splanchnicus minor). Njih spinalni centrum se nahaja torej v spodnjih torakalnih segmentih. Vzbujenje centra povzroča zoženje žil v organu in zmanjšanju množine izločene seči.

Sečni mehur (vesica urinaria) ima v hrbtnem mozgu dva refleksna centra

- a) centrum vesicolumbale v gornjih lumbalnih in
- b) centrum vesicosacrale v spodnjih sakralnih segmentih.

Vzbujenje lumbalnega centra povzroča relaksacijo detruzorja in kontrakcijo sfinktra mehurja.

Vzbujenje sakralnega centra pa povzroča kontrakcijo detruzorja in relaksacijo sfinktra.

Aferentno nitje obeh refleksnih center predstavljajo parasimpatični nervi pelvici in cerebrospinalni N. pudendus, kojih reflektorično nitje se zariva preko zadnjih korenin spodnjih sakralnih živcev v conus medullaris hrbtnege mozga.

Eferentno nitje lumbalnega centra gre via rami communicantes L_2-L_3 neprekinjeno skozi vertebralno verigo v ganglion hypogastricum inferius, kjer začinja postganglionarno nitje, ki obdaja kot plexus vesicalis sečni mehur.

Eferentno nitje sakralnega centra gre pa via nervi pelvici v ganglion hypogastricum inferius in od tam v plexus vesicalis.

Kot dražljaj, ki izproži refleks učinkujejo:

- a) pritisk nabirajoče se seči na stene mehurja (Nn. pelvici),
- b) senzibilni dražljaji, povzročeni po aktivni (hotni) inervaciji progastega sfinktra urethrae. (N. pudendus.)

Pri dojenčku z nerazvitimi kortikospinalnimi progami je izpraznenje sečnega mehurja vseskozi reflektorično. Pri zadostni množini nabrane seči se vsled njenega pritiska na stene mehurja izproži refleks: detrusor se kontrahira, sphincter vesicae se relaksira: urin odteče v curku.

Ko se pa mielinizirajo kortikospinalne proge, je človek po eni strani v stanu do neke meje zadrževati urin, po drugi strani pa tudi pri majhni množini seči izprazniti mehur.

Če hoče izprazniti mehur, relaksira hotoma progasti sphincter urethrae. Relaksacija sfinktra učinkuje vzbujajoče na parasimpatični sakralni in zavirajoče na simpatični lumbalni centrum: tonus detruzorja se zviša, tonus sfinktra vesicae pa zniža. Istočasno kontrahira dotična oseba hotoma abdominalno muskulaturo, s čimer se zviša pritisk v trebušni votlini.

Če pa človek zadržuje urin, kontrahira hotoma sphincter urethrae. Kontrakcija sfinktra učinkuje vzbujajoče na simpatični lumbalni in zavirajoče na parasimpatični sakralni centrum: tonus sfinktra vesicae se zviša, dočim tonus detruzorja popusti. Vsled relaksacije detruzorja se sečni mehur razširi, pritisk na njegove stene se zniža, vsled česar preneha za nekaj časa tiščanje na vodo (Harndrang). Po krajšem ali daljšem odmoru

pa začne pritisk znova. Ponovna reflektorična detonizacija detruzorja more ponovno preprečiti reflektoričen odtok seči, ko pa je dosežena neka meja, se izproži refleks proti naši volji, to se pravi: pritisk seči je močnejši dražljaj nego hotna kontrakcija sfinktra urethrae.

Prekinjenje kortikospinalnih prog (n. pr. vsled kompresije hrbtne mozga po tumorjih) povzročata iste razmere, kakor jih najdemo pri dojenčku. Bolnik nima več hotnega vpliva na funkcijo mehurja, izpraznenje seči se izvrši od časa do časa reflektorično, neodvisno od njegove volje. (Aktivna — periodična — inkontinenca. Intermittierende Inkontinenz.)

Obolenje center sečnega mehurja samih pa povzročata navadno pasivno — permanentno inkontinenco, ki se izraža v tem, da pokapljava seč neprestano iz mehurja odnosno uretre.

e) Spinalna centra seksualnih organov.

Moški seksualni organi imajo v hrbtnem mozgu dva refleksna centra:

1. centrum genitolumbale v gornjih lumbalnih, in
2. centrum genitosacrale v sakralnih segmentih ($S_2—S_3$).

Parasimpatični sakralni centrum posreduje reflektoričnim potem erekcijo spolnega uda.

Simpatični lumbalni centrum pa posreduje ejakulacijo semena.

Aferentna proga za oba centra gre via N. dorsalis penis odnosno N. pudendus v conus medullaris, odnosno od tu po asociacijskih progah v gornje lumbalne segmente.

Eferentna proga za lumbalni centrum gre via rami communicantes ($L_2—L_3$) skozi vertebralno verigo v ganglion hypogastricum inferius, ki oddaja postganglionarno motorično nitje za muskulaturo semenovoda, semenskih vrečic in prostate. Eferentna proga za sakralni centrum pa gre via nervi pelvici (sive erigentes) preko hipogastričnega prepleta v plexus cavernosus z vasodilatatoričnim nitjem za corpora cavernosa.

Normalni dražljaj za reflektorično erekcijo in ejakulacijo je drgnjenje in trenje spolnega uda ob stene vagine. Oba centra sta poleg tega pod vplivom velikih možganov (polucije, erekcije vsled seksualnih fantazij).

Tudi ženski seksualni organi imajo dva spinalna refleksna centra.

1. Simpatični lumbalni centrum (v gornjih lumbalnih segmentih) vživčuje muskulaturo maternice v ekcitatorenem in krvne žile v konstriktorenem smislu. (Porodni centrum.)

2. Parasimpatični sakralni centrum (v sakralnih segmentih) vživčuje muskulaturo utera v depresorenem, krvne žile pa v dilatatornem smislu (*erectio elitoridis*).

Aferentne in eferentne proge so iste kakor pri moškem.

f) *Centrum ciliospinale.*

Hrbtni mozeg oddaja simpatično (vasokonstriktoren) nitje ne samo žilam ekstremitet in trupa, marveč tudi žilam glave (lobanje in obraza). To nitje poteka v vertebralni ganglijski verigi navzgor in se prikloplja v cervikalnih ganglijih na periferne (postganglionarne) nevrone, ki se pridružijo neposredno karotidam odnosno njihovim vejam.

Simpatični karotidni preplet pa vodi tudi sekretoren nitje: za znojnice glave, za solzno žlezo, za slinavke in druge žleze ustne in nosne dupline, ter simpatično nitje za gladko muskulaturo očesa namreč za *m. dilatator pupillae*, *m. tarsalis superior* in *m. orbitalis*.

Spinalni centrum teh mišic: *centrum ciliospinale* — se nahaja v zadnjem cervikalnem in gornjih dveh torakalnih segmentih hrbtnege mozga. Preganglionarno nitje se razpleta via *rami communicantes C₈—Th₂* krog celic gornjega cervikalnega ganglija, postganglionarno nitje se pa pridruži karotidnemu prepletu.

Vzburljenje centra povzroča razširjenje pupile in zvišanje tonusa tarzalne in orbitalne mišice. Izpad funkcije centra pa se izraža v tako zvanem okulo-pupilarnem simptomnem kompleksu: pupila dotičnega očesa je vsled paralize dilatatorja zožena (*miosis paralytica sive spinalis*), gornja veka je vsled paralize tarzalne mišice nekoliko povešena (*ptosis sympathica*), zrklo je vsled paralize orbitalne mišice vpadlo (*enophthalmus*).

Vzburljivo vpliva na centrum dražneje skoro vseh senzibilnih živcev telesa in pa zasenčenje retine.

*

Lokalna obolenja hrbtnege mozga, ki prekinjajo njegovo kontinuiteto in s tem zvezo z možganskim deblom (kakor n. pr. tumorji open, ki pritiskajo nanj in ga lokalno več ali manj komprimirajo, omejeni vnetni

procesi [mielitide], krvavitve itd.), povzročajo značilne klinične simptome, ki so izraz

- a) prekinjenja njegovih prog in
- b) destrukcije njegovih center.

Vsled prekinjenja kortikospinalnih motoričnih prog so spastično paretične (paralitične) vse one skeletne mišice, čijih spinalna centra leže kaudalno od mesta poškodbe. Kitni refleksi tako paretičnih (paralitičnih) mišic so zvišani. Izključen je nadalje vsak hoten (zaveden) vpliv na funkcijo sečnega mehurja in danke (rectum).

Vsled prekinjenja spinokortikalnih senzibilnih prog so anestetični (odnosno hipestetični) vsi oni deli telesa, čijih senzibilno nitje se zariva kaudalno od poškodbe v hrbtne mozeg. Istotako izpadejo senzacije iz sečnega mehurja in danke, ter iz genitalnih organov.

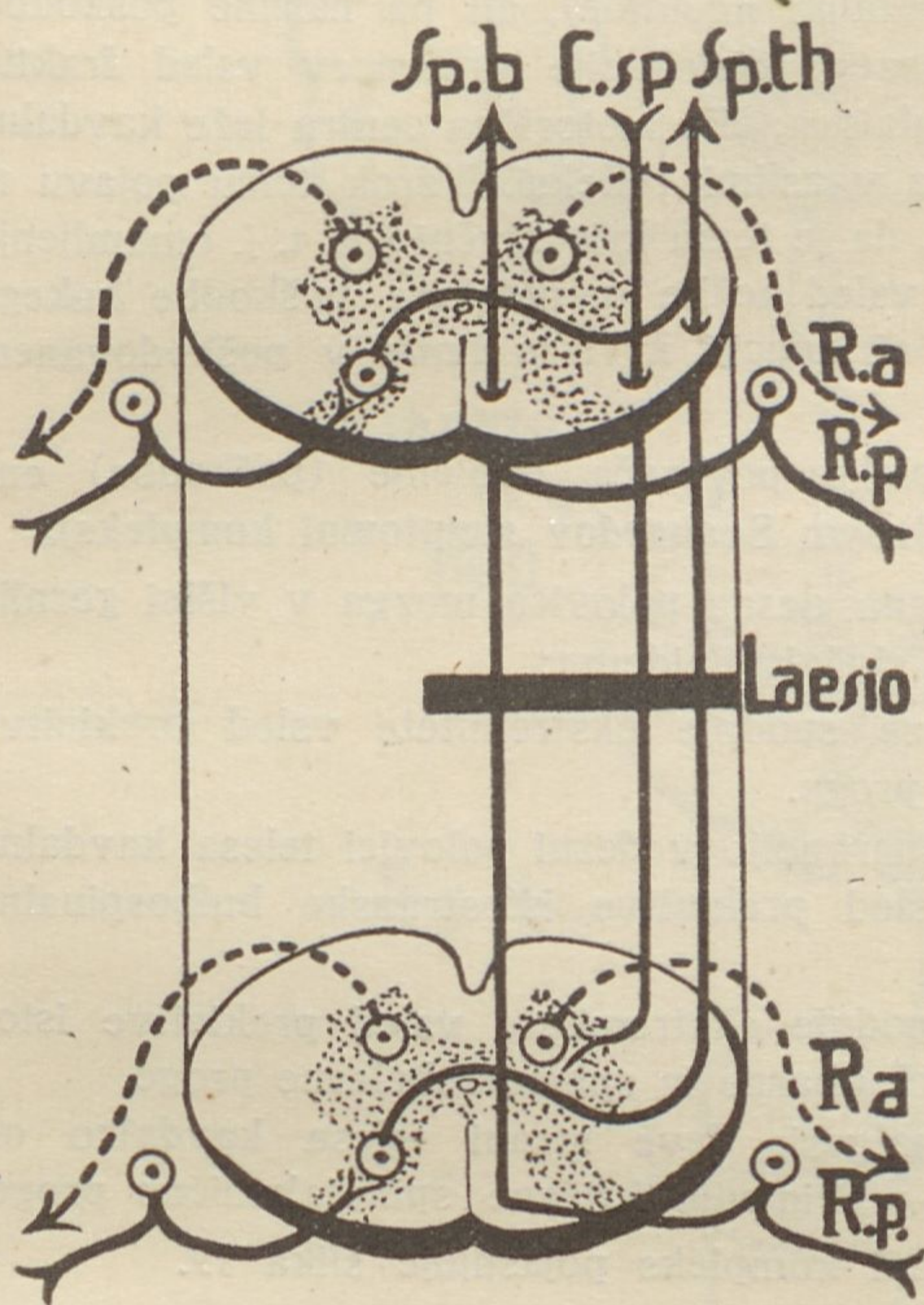
Vsled prekinjenja bulbospinalnih vasomotoričnih prog je okvarjena vasomotorična inervacija vseh onih delov telesa, ki imajo svoja vasomotorična centra kaudalno od mesta poškodbe.

Vsled poškodbe motoričnih center, ležečih v višini patološkega procesa, zapadejo vse mišice, ki zajemajo v teh centrih svoje inervacijsko nitje, atonični (atrofični) paralizi (parezi) z vgaslimi, odnosno zmanjšanimi kitnimi refleksi in konsekutivno degenerativno atrofijo.

Vsled poškodbe refleksnih center vegetativnih organov se pojavijo motnje v njih funkciji.

1. Simptomi kompresije hrbtne mozga n. pr. v višini tretjega cervikalnega segmenta so sledeči:
 - a) spastična paraliza miškulature vseh štirih ekstremitet (tetraplegija) in paraliza miškulature trupa. Hiperrefleksija.
 - b) Nemožnost spontane (hotne) inervacije sfinktra uretre, kar ima za posledico periodično inkontinenco (glej str. 134).
 - c) Anestezija spodnjih ekstremitet in trupa navzgor do klavikule spredaj in spinae scapulae zadaj, ter anestezija gornjih ekstremitet.
 - d) Neobčutljivost danke (rectum) za pritisk blata in neobčutljivost mehurja za pritisk seči. (Incontinentia alvi.)
2. Simptomi kompresije hrbtne mozga n. pr. v višini osmega cervikalnega in prvega torakalnega segmenta so:
 - a) Spastična paraliza spodnjih ekstremitet in trupa s kloničnim patelarnim in ahilnim refleksom.
 - b) Atonična (atrofična) paraliza vseh mišic gornje ekstremitete, ki jih vživčuje N. ulnaris. (M. flexor carpi ulnaris, antithenar, Mm. interossei, M. adductor policis).
 - c) Anestezija notranje (ulnarne) strani gornje ekstremitete in trupa ter spodnjih ekstremitet, od približno III. rebra navzdol.
 - d) Periodična inkontinenca seči in incontinentia eventualno retentio alvi.

- e) Vsled poškodbe ciliospinalnega centra je navadno več ali manj izražen okulopupilarni simptomni kompleks na eni ali na drugi strani.
3. Simptomi kompresije hrbtne mozga n. pr. v višini spodnjih torakalnih segmentov so:
- Spastična paraliza spodnjih ekstremitet (paraplegia) s kloničnim patelarnim in ahilnim refleksom.
 - Anestezija telesa in spodnjih ekstremitet od popka navzdol.
 - Periodična inkontinenca seči in incontinentia eventualno retentio alvi.



Slika št. 19.
Brown-Sequardov simptomni kompleks.

- C. sp* = Tract. cortico-spinalis
R. a = Radix anterior
R. p = Radix posterior
Sp. b = Tractus spinobulbaris
Sp. th = Tractus spino-thalamicus

Gornji ekstremiteti sta senzibilno in motorično popolnoma intaktni.

4. Simptomi kompresije hrbtne mozga n. pr. v višini gornjih lumbalnih segmentov so:
- Spastična paraliza vseh mišic, ki jih vživčuje N. ischiadicus. Ahilni refleks je zvišan.
 - Atrofična (atonična) paraliza mišic, ki jih vživčuje N. femoralis. Patelarni refleks je vgasel.
 - Anestezija vse zadnje strani spodnjih ekstremitet in prednje strani navzgor do kolena.
 - Periodična inkontinenca seči in incontinentia alvi.

5. Simptomi kompresije medularnega stožca (conus medullaris), ki vsebuje refleksna centra za sečni mehur, genitale in rectum, so:
- a) Anestezija sedala (Reithosenanaesthesie).
 - b) Incontinentia urinae (permanentna): seč pokapljava neprestano iz uretre, eventualno retentio urinae.
 - c) Inpotentia coeundi (nemožnost erekcije penisa).
 - d) Incontinentia alvi.

Vse ekstremitete so senzibilno in motorično intaktne.

Opisani simptomi so značilni za obolenja hrbtne mozga, ki se počasi razvijajo in ki ne vodijo do popolne prekinitve mozga, kakor n. pr. kompresije vsled tumorjev, centralne glioze itd. Pri procesih pa, ki se hitro razvijajo (akutne transverzalne mielitide), ali pa nasilne poškodbe, ki hipoma pretrgajo hrbtni mozeg (dislokacije vretencev vsled fraktur hrbtenice itd.), je pa tudi muskulatura, čije motorična centra leže kavdalno od mesta poškodbe, atonična, z vgaslimi refleksi. Vzrok temu pojavu ni povsem jasen. Mnogi so mnenja, da je temu kriv živčni šok t. j. omamljenje tudi oddaljenih živčnih center vsled težke momentane poškodbe kakega dela živčevja in pa motnje v cirkulaciji krvi in limfe v poškodovanem organu.

Poseben simptomni kompleks povzroča obolenje (poškodba) ene polovice hrbtne mozga (= **Brown Sequardov simptomni kompleks**).

Vzemimo, da je poškodovana desna polovica mozga v višini gornjih torakalnih segmentov. V takem slučaju najdemo:

- a) Spastično paralizo desne spodnje ekstremitete vsled prekinitve istostranske piramidne proge.
- b) Motnje vasomotorične inervacije v desni polovici telesa kavdalno od mesta poškodbe vsled prekinitve istostranske bulbospinalne vasomotorične proge.
- c) Kinanaesthesia desne spodnje ekstremitete vsled prekinitve istostranske nekrižane spinobulbarne in spinocerebelarne proge.
- d) Termoanaesthesia in analgesia leve strani telesa kavdalno od mesta poškodbe vsled prekinjenja križane spinotalamične proge.

Brown-Sequardov simptomni kompleks pojasnjuje slika 19.

B. Možgansko deblo.

Kakor hrbtni mozeg vrši tudi možgansko deblo v bistvu dvojno nalogo:

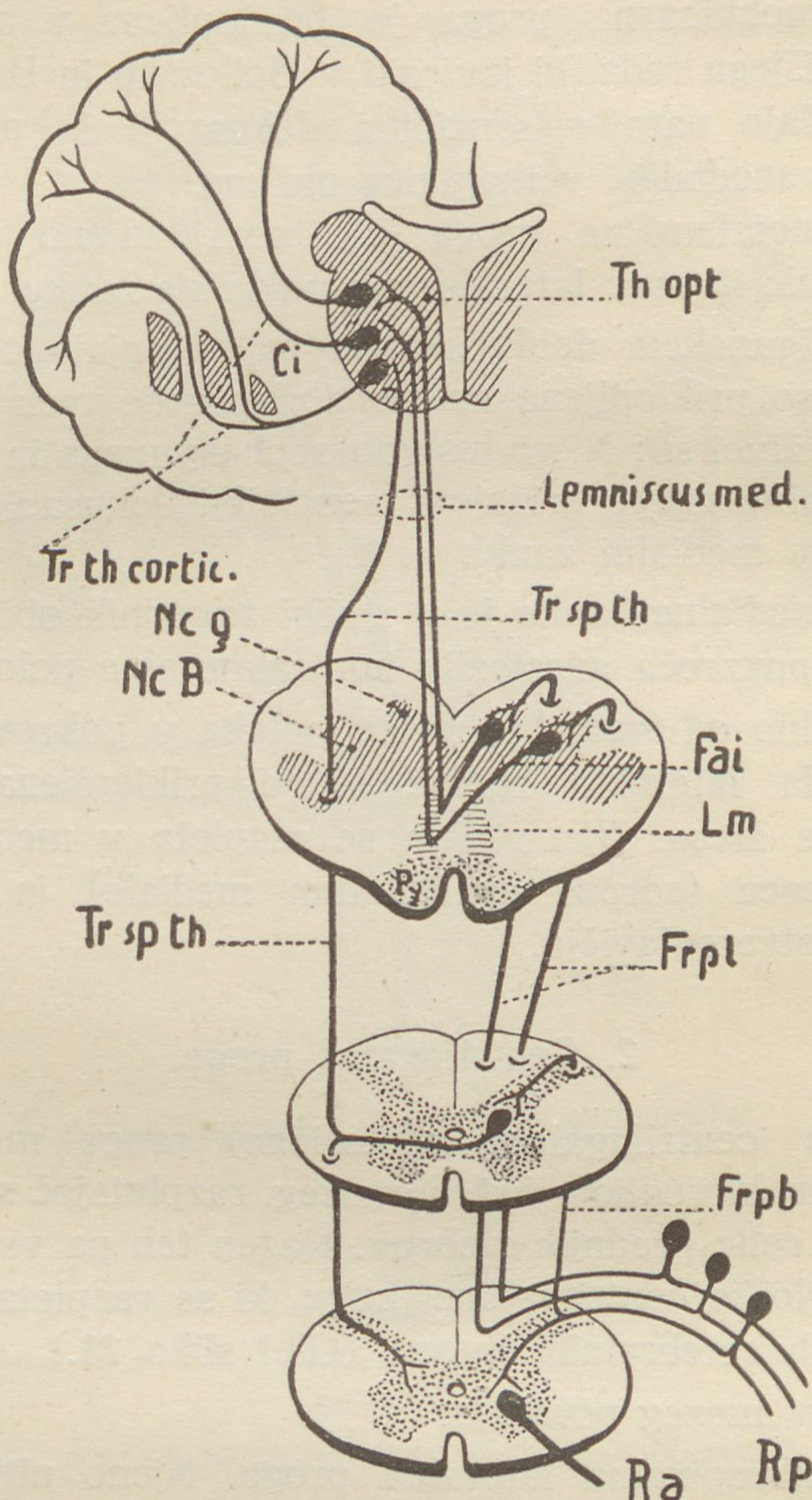
1. kot nositelj živčnih prog posreduje med velikimi možgani in hrbtnim mozgom, odnosno obratno, med hrbtnim mozgom in velikimi možgani,

2. kot nositelj živčnih center pa vživčuje deloma pod vplivom kortikalnih in subkortikalnih impulzov, deloma reflektorično in avtomatično periferne organe.

I. Živčne proge možganskega debla.

1. Centripetalne proge.

Glavne centripetalne proge možganskega debla so one, ki prihajajo iz hrbtne mozga, kjer so priklopljene na centri-



Slika št. 20.

Centripetalne proge.

Fai = Fibrae arcuatae internae*Frpb* = Fibrae radice post. breves*Frpl* = Fibrae radice post. longae*Lm* = Lemniscus medialis*NcB* = Nucl. Burdachi*NcG* = Nucl. Golli*Tr.sp.th* = Tr. spinothalamicus*Tr.th.cortic* = Tr. thalamocort.

petalno nitje zadnjih korenin spinalnih živcev. Razen tega pa vsebuje možgansko deblo še centripetalne proge, ki so priklopljene na senzibilno nitje možganskih (cerebralnih) živcev.

Iz hrbtnega mozga prihajata spinobulbarna in spinotalamična proga.

1. Spinobulbarna proga je priklopljena v oblongati na nevrone višjega reda, ki izvirajo v Gollovem in Burdachovem jedru, križajo nato v senzibilni dekusaciji in potekajo kot »lemniscus medialis« v thalamus opticus.

2. Spinotalamična proga gre neprekinjeno skozi možgansko deblo, tvoreč lateralni del medialne zanke.

V možganskem deblu samem pa začenjajo centripetalne proge, ki so priklopljene na senzibilno nitje treh cerebralnih živcev. Ti živci so: N. vagus, glossopharyngeus in trigeminus. Njih centralne proge križajo v senzibilni dekusaciji in se pridružijo nato medialni zanki.

Nitje medialne zanke je v službi zavednih občutkov. Njih prekinitev povzroča anestezijo kontralateralne polovice telesa.

Lateralno od medialne zanke poteka v pokrovu možganskega debla lateralna zanka, ki je priklopljena na jedra kohlearnega živca. Njeno nitje se razpleta v medialnem koljenju telescu (*corpus geniculatum mediale*) in v zadnjih glavicah četveroglavičja.

2. Centrifugalne proge.

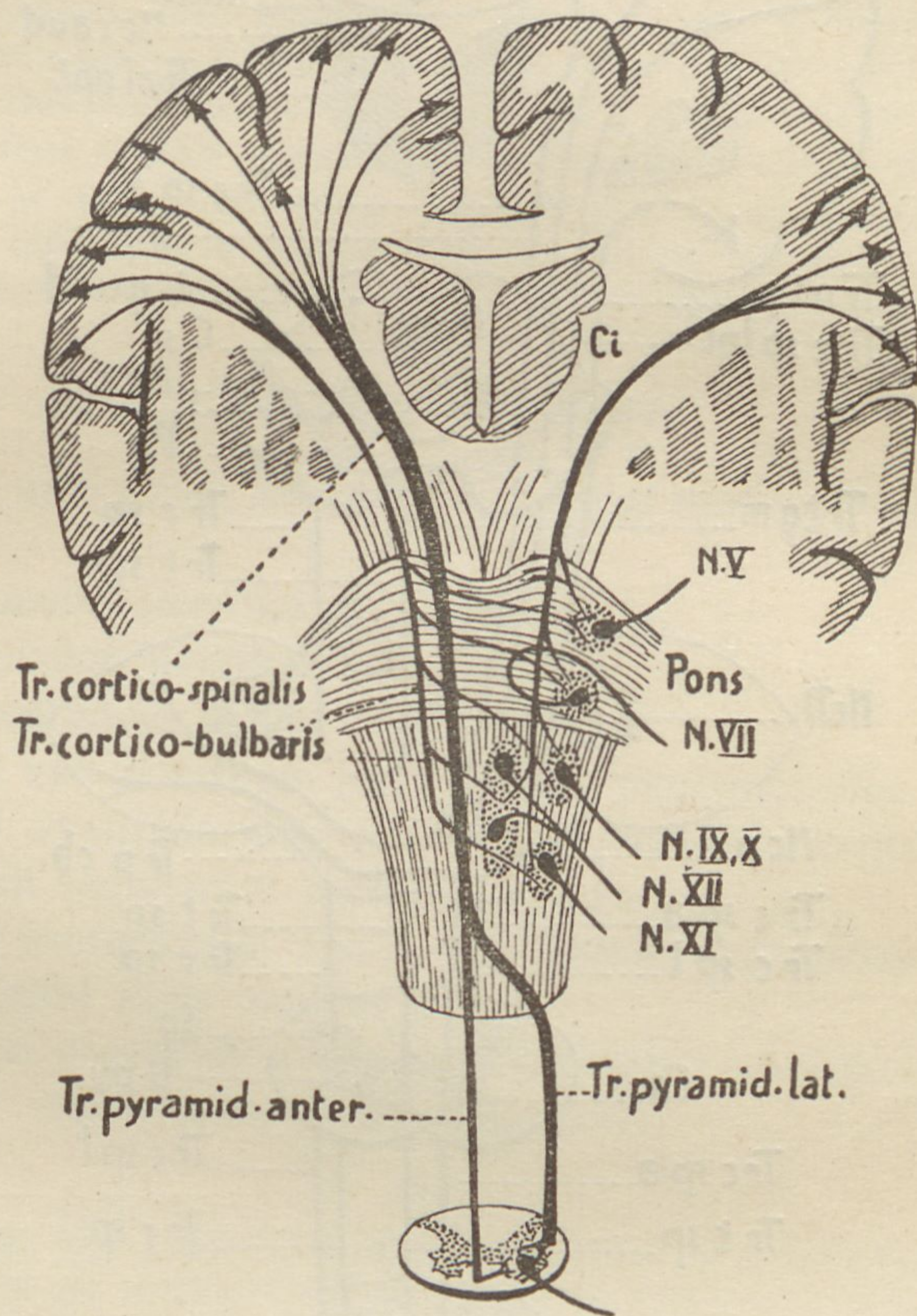
Glavne centrifugalne (motorične) proge možganskega debla so one, ki vodijo v hrbtni mozeg, razpletajoč se tam krog motoričnih celic prednjih stebrov. Razen teh pa vsebuje možgansko deblo še centrifugalne proge, ki se razpletajo v motoričnih jedrih cerebralnih živcev. (Glej sliko 21.)

V hrbtni mozeg potekajo:

- a) Kortikospinalna lateralna proga. Njeno nitje križa v motorični dekusaciji oblongate v kontralateralno polovico hrbtnega mozga.
- b) Kortikospinalna prednja proga. Njeno nitje gre nekrižano skozi oblongato.
- c) Rubrospinalna proga. Njeno nitje križa v Forelovi dekusaciji (*decussatio mesencephali ventralis*).

- d) Tektospinalna proga. Njeno nitje križa v Meynertovi dekusaciji (decussatio mesencephali dorsalis).
- e) Vestibulospinalna proga, koje nitje gre nekrižano v hrbtni mozeg.

Kortikospinalnim progam je pridruženo nitje, ki se razpleta sukcesivno v motoričnih jedrih možganskih živcev kon-



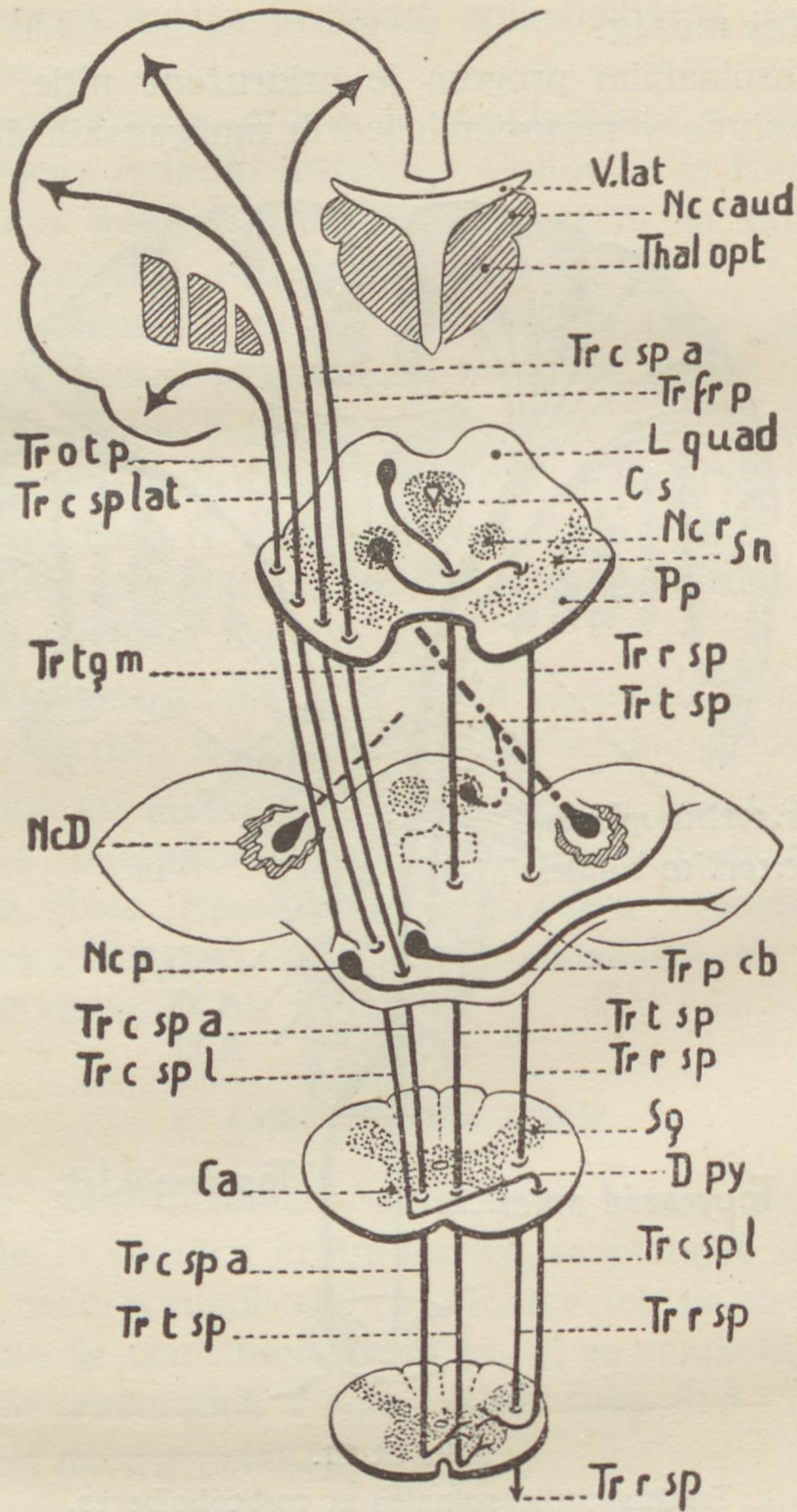
Slika št. 21.

Tractus corticospinales et corticobulbares.

tralateralne strani. Vendar pa dobiva večina cerebralnih motoričnih živcev nitje tudi iz kortikalnih center iste strani.

Nitje naštetih centrifugalnih prog služi motorični inervaciji muskulature telesa. In sicer vodijo kortikospinalne proge zavedne (hotne), ostale proge pa podzavedne inervacijske impulze.

Obolenje teh prog povzroča parezo (paralizo = otrp) miškulature kontralateralne polovice telesa.



Slika št. 22.

Centrifugalne proge.

Tr. c. sp. a = Tr. corticospin. ant.
Tr. c. sp. l = Tr. corticospin. lat.
Tr. fr. p = Tr. frontopontinus
Tr. o. t. p = Tr. occip. temp. pont.

Tr. p. cb = Tr. pontocerebellaris
Tr. r. sp = Tr. rubrospinalis
Tr. tg. m = Tr. tegmental. mesenc.
Tr. t. sp = Tr. tectospinalis

S kortikospinalnimi in kortikobulbarnimi progami potekata v stopalu možganskega debla dve važni progi, ki vežeta možgansko skorjo z jedri mostiča (nuclei pontis): Tractus frontopontinus in occipito-temporopontinus), v pokrovu pa poteka tractus thalamoolivaris, ki veže thalamus opticus s spodnjo olivo.

Tractus corticopontini (frontopontinus in occipitotemporopontinus) so prilepljeni v mostiču na nevrone, ki vodijo preko mostičjih ročajev v male možgane. Na ta način so vsi glavni deli možganske skorje v zvezi z malomožganskimi jedri. Razen tega vežeta še dve kortikocerebelarni progi možgansko skorjo z malimi možgani. Nitje ene teh prog zavije v mostiču via brachium pontis, nitje druge pa v višini spodnje olive via corpus restiforme v male možgane. Možgansko deblo vsebuje poleg omenjenih prog še druge, ki vežejo subkortikalna in mesecefalna centra z mostičem, oblongato in malimi možgani. Glavne teh prog so tractus tecto-cerebellaris, tractus rubro-reticularis in tractus tecto-pontinus.

3. Intercentralne proge.

Glavni nam znani intercentralni progi možganskega debla sta

- a) fasciculus longitudinalis medialis in
- b) fasciculus longitudinalis dorsalis.

Prvi posreduje zvezo

- a) med vestibularnimi jedri in jedri okulomotorija,
- b) med vestibularnimi jedri in motoričnimi centri cervikalnih segmentov hrbtne mozga,
- c) med motoričnimi centri cervikalnih segmentov in motoričnimi jedri okulomotorija.

Drugi pa posreduje zvezo med centralno serovino tretjega ventrikla in vegetativnimi jedri oblongate.

*

Patologija: Ker potekata medialni zanki leve in desne strani druga tik poleg druge ob mediani črti, povzročajo že razmeroma ozko omejeni procesi izpad občutnosti (anaesthesia) v obeh telesnih straneh. In sicer je v tem primeru prizadeta v prvi vrsti globoka občutnost. Medialna zanka sestoji, kakor rečeno, iz nitja bulbo- in spinotalamičnih prog. Dočim je spinotalamična proga (ki križa že v hrbtnem mozgu) v službi občutkov bolečine in temperature, vodi bulbotalamična proga, (ki začinja v Gollonem in Burdachovem jedru in križa v senzibilni dekusaciji) poleg taktilnih osobito kinestetične dražljaje. Nitje te proge pa leži v medialni zanki najbolj medialno ob šivu (raphe) in izpade pri bilateralnih afekcijah najprej.

Tudi kortikospinalni progi ležita v oblongati blizu druga poleg druge, vsled česar povzročajo afekcije oblongate neredko spastično paralizo vseh štirih ekstremitet (tetraplegia).

II. Živčna centra možganskega debla.

Motorična jedra cerebralnih živcev.

Motorična centra (jedra) možganskega debla (bulbarna motorična centra) so neposredno nadaljevanje motoričnih center prednjih stebrov hrbtne mozga. Kakor v hrbtnem mozgu, tvorijo motorične celice v možganskem deblu daljše ali krajše stebričke, ki leže ventrolateralno od centralne serovine. Delimo jih v dve skupini: v lateralno in v medialno.

K medialni skupini spadajo:

Nucl. n. hypoglossi, Nucl. n. abducentis, Nucl. n. trochlearis in Nucl. n. oculomotorii;

k lateralni skupini pa spadajo:

Nucl. n. accessorii, Nucl. n. facialis, Nucl. ambiguus in Nucl. motor. trigemini.

Tudi bulbarna motorična centra stoje pod vplivom centralnih impulzov po eni in perifernih dražljajev po drugi strani. V slednjem slučaju posredujejo bulbarne reflekse.

Nucleus nervi hypoglossi, ventralno od centralnega kanala, odnosno v dnu romboidne kotanje ob mediani zarezi, oddaja motorično nitje za muskulaturo jezika. Nekaj nevritov se ne pridruži živcu hipoglosu, marveč poteka v notranjosti oblongate navzgor in se pridruži izstopajočemu nitju faciala.

Kortikalne impulze dobiva hipoglosovo jedro po kortikobulbarni progi iz možganske skorje operkularnega dela prednje centralne vijuge iste, predvsem pa kontralateralne hemisfere.

Patologija: Obolenje hipoglosovega jedra povzroča iste simptome kakor obolenje (paraliza) živca hipoglosa. Ker si ležita jedri desne in leve strani zelo blizu, obolita navadno istočasno. Posledica je totalna glosoplegija: negibno leži jezik na dnu ustne dupline, njegova površina je nagubana, muskulatura atonična, s patološko električno reakcijo (EaR). Ker oddaja hipoglosovo jedro nekaj nitja facialu, spremlja glosoplegijo navadno pareza orbikularne mišice ust (M. orbicularis oris).

Ker je centralna inervacija jedra bilateralna, ne povzroča enostranske obolenje centralne proge ali kortikalnega centra znatnih kliničnih simptomov.

Kombinacijo enostranske paralize jezika s kontralateralno hemiplegijo (paralizo ekstremitet) označujemo kot

hemiplegia alternans hypoglossi (Jackson).

Kontralateralna hemiplegija je izraz afekcije še nekrižane kortikospinalne (piramidne) proge, homolateralna glosoplegia pa izraz obolenja hipoglosovega jedra.

Nucleus nervi accessorii sega v obliki stebrička globoko v vratne segmente hrbtne mozga, ležeč pri tem dorzo-lateralno od medialne skupine motoričnih celic prednjega stebra. Navzgor sega do spodnje olive.

Spinalni del oddaja motorično nitje za *M. sternocleidomastoideus* in *M. trapezius*, oblongatini del pa motorično nitje, ki se pridruži vagu.

Kortikalne impulze dobiva akcesorijsko jedro iz možganske skorje obeh hemisfer, centralna inervacija je torej bilateralna.

M. trapezius zajema motorično nitje tudi iz motoričnih center hrbtne mozga via plexus cervicalis.

Patologija: Navadno obolita obe jedri (desno in levo) istočasno. Posledica je paraliza obeh sternokleidomastoidejev in pareza trapezijev. Obolenje centralne proge ne povzroča radi bilateralne inervacije vidnih simptomov.

Nucleus ambiguus, v retikularni formaciji oblongate, oddaja motorično nitje za *N. vagus* in *N. glossopharyngeus*; vživčuje torej progasto muskulaturo nebesa, goltanca in grla (larinksa).

Centralno inervacijo dobiva iz operkularnega dela prednje centralne vijuge možganske skorje obeh hemisfer. Enostranski izpad supranuklearne proge ne povzroča vsled tega znatnih kliničnih simptomov.

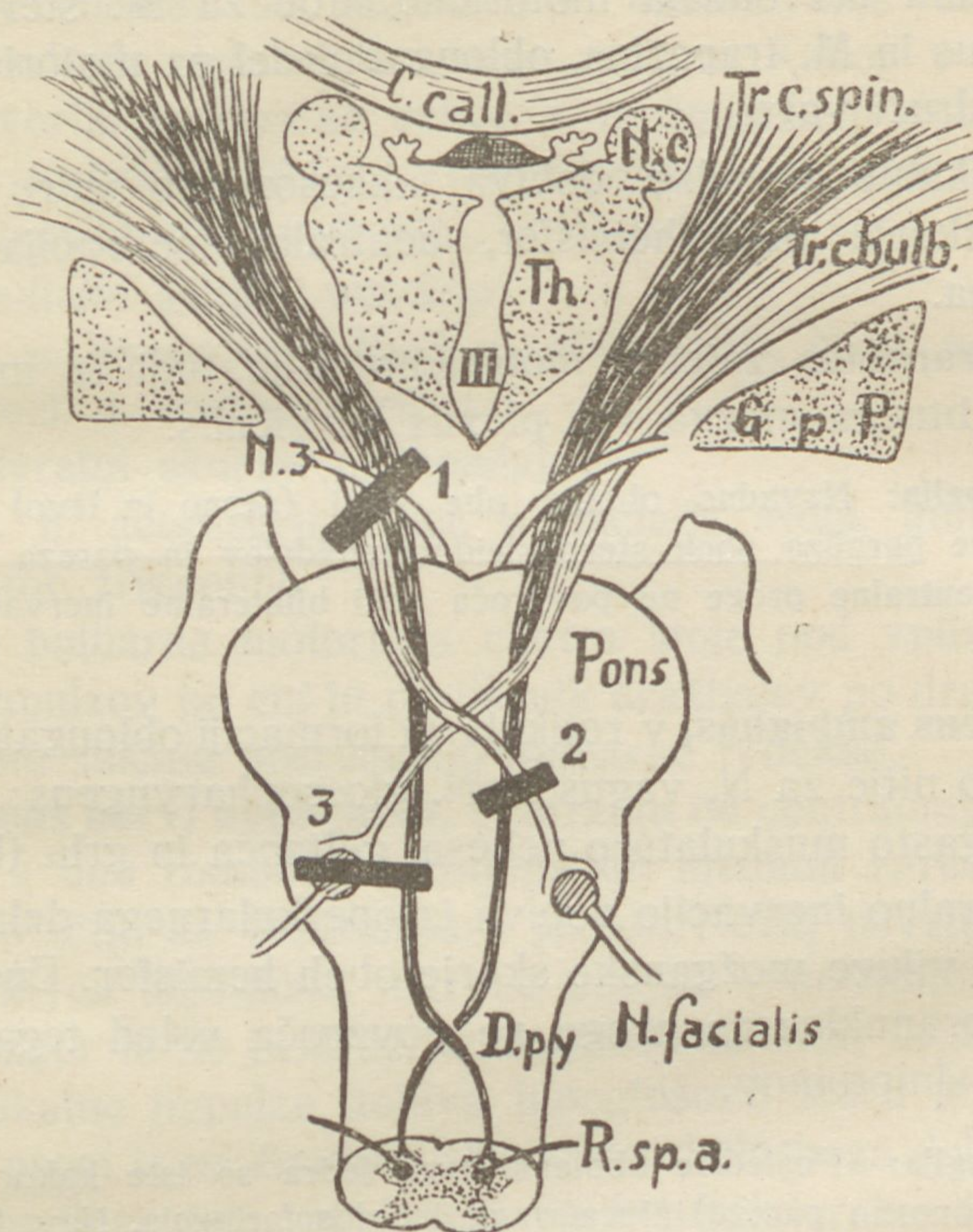
Patologija: Posledice obolenja tega jedra so iste kakor posledice paralize (odnosno pareze) živca vage in glosofaringeja. Navadno obolita obe jedri istočasno.

Nucleus nervi facialis, v retikularni formaciji oblongate, oddaja motorično nitje za *M. stapedius*, *stylohyoideus*, *digastricus*, za vso mimično muskulaturo obraza, za *M. orbicularis oculi*, za *M. frontalis* in *occipitalis*.

Oni del jedra, ki preskrbuje muskulaturo čela in *orbicularis oculi*, dobiva centralno inervacijo iz spodnjega dela prednje centralne vijuge možganske skorje obeh hemisfer, oni del jedra pa, ki vživčuje muskulaturo lica in ust, je v zvezi samo z možgansko skorjo kontralateralne strani.

Patologija: Obolenje jedra povzroča iste simptome kakor obolenje živca. V pretežni večini slučajev je soprizadet *N. abducens*. Pogosto ostanejo gornje (frontalne) veje intaktne.

Obolenje supranuklearne proge povzroča spastično paralizno (parezo) samo onega dela obrazne muskulature, ki dobiva inervacijske impulze iz možganske skorje kontralateralne strani, dočim ostane muskulatura, koje kortikalna inervacija je bilateralna (M. frontalis, orbicularis oculi) funkcionalno intaktna.



Slika št. 23.

Hemiplegiae alternantes.

C. call = Corpus callosum
D. py = Decussatio pyramidum
G. p = Globus pallidus
N. c = Nucleus caudatus
N. 3 = Nervus oculomotorius
P = Putamen

R. sp. a = Radix spinalis ant.
Th = Thalamus opticus
Tr. c. spin = Tr. corticospinal.
Tr. c. bulb = Tr. corticobulbar.
1 = Hemiplegia alternans oculomot.

2 in 3 = Hemiplegia alternans facialis.

Paraliza M. orbicularis oris pri nuklearnem obolenju navadno ni totalna, ker vživčuje to mišico deloma tudi N. hypoglossus.

Kombinacijo v enostranske paralize faciala s kontralateralno hemiplegijo označujemo kot

hemiplegia alternans facialis (Millard Gubler).

Kontralateralna hemiplegija je izraz afekcije kortikospinalne proge, ki križa šele niže spodaj v motorični dekusaciji, dočim je paraliza faciala izraz afekcije njenega jedra ali pa afekcije že križanega nitja njegove supranuklearne proge. (Glej sliko 23.)

V prvem slučaju je paraliza faciala navadno totalna in degenerativna, v drugem slučaju pa je spastična in zadene samo njegove spodnje vege, dočim ostanejo gornje veje (za M. orbicularis oculi in za M. frontalis) intaktne.

Hemiplegia facialis alternans je značilna za afekcije kaudalnih delov mostiča. Če je prizadeto tudi jedro abducensa iste strani govorimo o **Foville-ovi paralizi**.

Nucleus motorius trigemini, v dnu gornjega dela romboidne kotanje, oddaja motorično nitje za zvečno muskulaturo, prednji trebuh digastrika, za Mm. mylohyoideus, tensor tympani in za tensor veli palatini.

Kortikalna inervacija jedra je bilateralna, enostranski izpad supranuklearne proge radi tega ne povzroča znatnih simptomov.

Patologija: Obolenje jedra ene strani povzroča iste simptome kakor obolenje živca: monoplegia masticatoria. Izraz obolenja jeder obeh strani je pa tako zvana: diplegia masticatoria.

Paralysis glosso-labio-pharyngea (progresivna bulbarna paraliza) je kronična bolezen, koje patološko-anatomska podlaga so degenerativni procesi na celicah motoričnih jeder oblongate. Parenhimatozni degeneraciji zapadejo: Nucl. nervi hypoglossi, Nucl. ambiguus, Nucl. nervi facialis (spodnji del), Nucl. motorius trigemini.

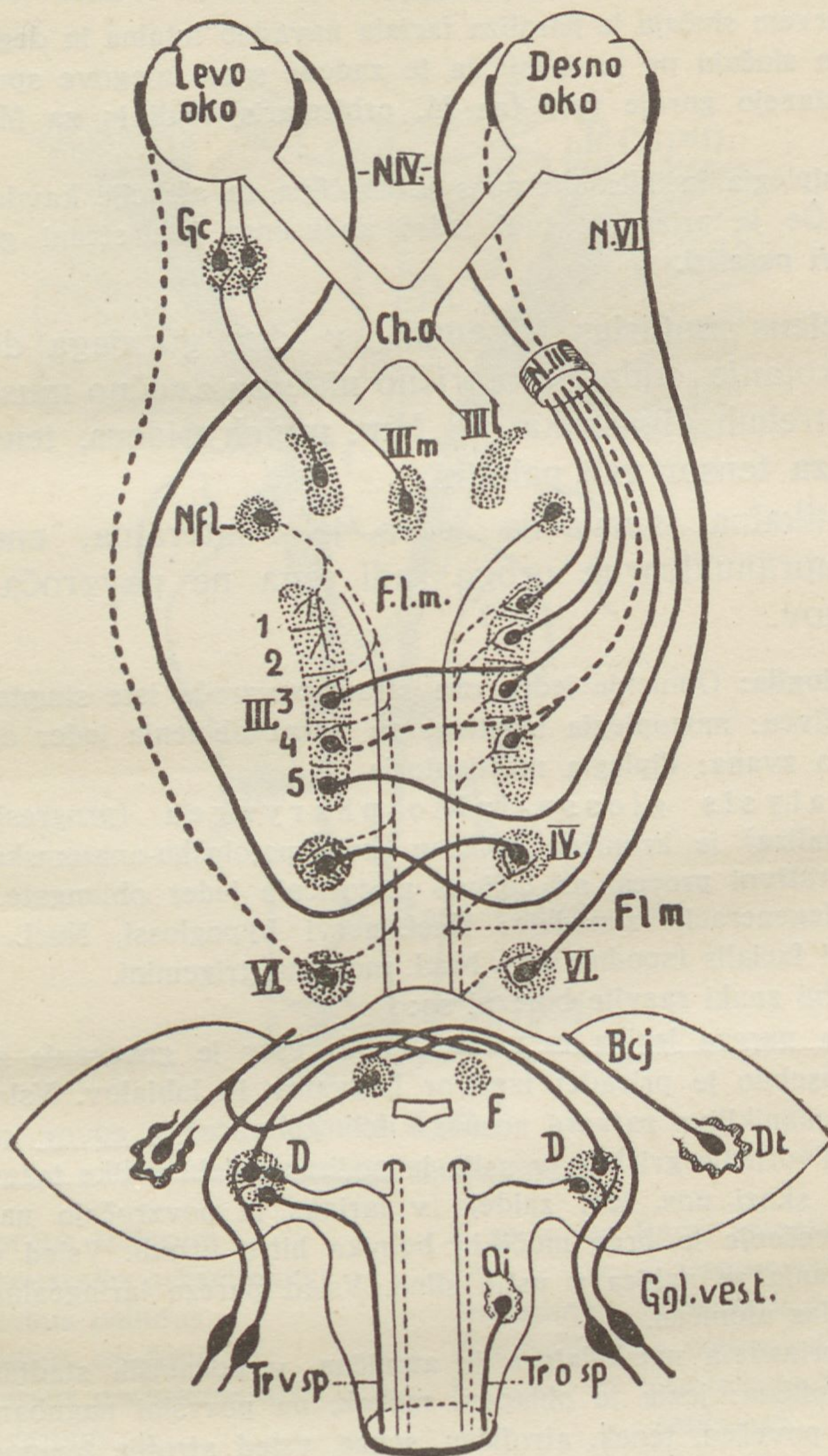
Klinični znaki razvite bolezni so:

Težka pareza jezika in usten, vsled česar je govorenje zelo otežkočeno, posebno je prizadet izgovor lingvalov in labialov. Vsled pareze nebesa (pomanjkljiva zatvora nosnega dela goltanca) je govor poleg tega nosljajoč. Tvorjenje grižljeja v ustih in požiranje dela velike težave, pijača regurgitira skozi nos, jedi zaidejo v larinks in povzročajo napade zadušenja. Zvečenje je brez moči in bolnika hitro utruje. Vsled otežkočenega požiranja se nabira v ustih slina. Vsled pareze laringealne muskulature je glas afoničen.

Vsa prizadeta muskulatura je atonična, v poznejših stadijih smrtne bolezni atrofična: jezik je ohlapen, mehak, na površini naguban, jeziček je globoko povešen, tenek, atrofičen, sence, vsled atrofije temporalne mišice, vpadlo. Ker seže bolezen navadno na motorična centra hrbtne mozga, je otežkočeno tudi dihanje vsled pareze prepone. Vsled afekcije jeder vaga obstoja navadno tahikardija, ki ji sledi pozneje oslavljenje srca.

Nucleus nervi abducentis na dnu gornjega dela romboidne kotanje (colliculus facialis) oddaja motorično nitje za M. rectus externus oculi iste strani. Jedro je po medialnem longitudinal-

nem povezku v ozki asociacijski zvezi z Deitersovim jedrom po eni in z motoričnimi jedri okulomotorija po drugi strani.



Slika št. 24.

Motorična jedra oči.

Kortikalna inervacija jedra je kontralateralna. Kortikalni centrum se nahaja v zadnjih delih druge frontalne vijuge.

K sliki št. 24.

<i>Ch. o</i>	= Chiasma opticum	<i>Tr. v. sp</i>	= Tr. vestibulospinalis
<i>Bcj</i>	= Brachium conjunctivum	<i>III.</i>	= Nucl. N. oculomotorii
<i>D</i>	= Nucleus Deitersi	<i>1</i>	= Nucl. M. levatoris palpebrae
<i>Dt</i>	= Nucleus dentatus	<i>2</i>	= Nucl. M. recti superioris
<i>F</i>	= Nucleus fastigii	<i>3</i>	= Nucl. M. recti interni
<i>Flm</i>	= Fasc. longit. medial.	<i>4</i>	= Nucl. M. obliqui inferioris
<i>Gc</i>	= Ganglion ciliare	<i>5</i>	= Nucl. M. recti inferioris
<i>Ggl. vest</i>	= Ganglion vestibulare	<i>III. m</i>	= Nucl. mikrocellul. med.
<i>Nfl</i>	= Nucl. fasc. longit. medial. (Darkschewitsch)	<i>III. l</i>	= Nucl. mikrocellular. lateral.
<i>N. IV</i>	= Nerv. trochlearis	<i>IV</i>	= Nucl. N. trochlearis
<i>N. VI</i>	= Nerv. abducens	<i>VI</i>	= Nucl. N. abducentris
<i>Tr. o. sp</i>	= Tr. olivospinalis		

Inervacijski impulz, ki zadene jedro abducensa vzburi via fasciculus longitudinalis medialis vedno tudi motorično jedro M. recti interni kontralateralnega očesa. Inervacijo zunanje očesne mišice (rectus externus), recimo desne strani, spremlja torej vedno inervacija notranje mišice (rectus internus) očesa leve strani. (Človek ne more pogledati samo z enim očesom na stran.) (Glej sliko 24.)

Obratno povzroča obolenje abducensovega jedra poleg paralize M. recti externi očesa iste strani, vedno tudi afunkcijo M. recti interni očesa druge strani pri pogledu na stran, dočim je funkcija te mišice pri konvergenci oči intaktna. Nucleus nervi abducentis je torej pogledni centrum (Blickzentrum) za pogled v stran.

Izpad centralne proge povzroča iste simptome kakor obolenje jedra: nemožnost pogleda na zdravo stran (Conjugierte Blicklähmung).

Nucleus nervi trochlearis, v bazalnih delih centralne serovine možganskega vodovoda, v višini zadnjih glavic četveroglavičja, oddaja motorično nitje za M. obliquus superior očesa kontralateralne strani.

Nucleus nervi oculomotorii, v bazalnih delih centralne serovine možganskega vodovoda, v višini prednjih glavic četveroglavičja, oddaja motorično nitje za M. levator palpebrae superioris, M. rectus superior, M. rectus inferior, M. rectus internus in M. obliquus inferior. (Glej sliko 24.)

In sicer dobivata M. levator palpebrae in M. rectus superior inervacijsko nitje iz jedra iste strani, M. rectus internus in M.

obliquus inferior dobivata inervacijsko nitje iz jeder obeh strani, M. rectus inferior ga pa dobiva iz jedra kontralateralne strani.

Centralna inervacija jedra je bilateralna, vsled česar ne povzroča enostransko obolenje supranuklearne proge kliničnih simptomov. Jedro je v ozki asociacijski zvezi z jedrom abducensa in z vestibularnimi jedri (Deiters). (Slika 24.)

Med makrocelularnim jedrom desne in leve strani leži medialno mikrocelularno (parasimpatično) jedro okulomotorija, ki oddaja inervacijsko nitje za gladki M. ciliaris. To nitje je prekinjeno v ciliarnem gangliju. Razen tega ima oculomotorius na vsaki strani še po eno jedro z majhnimi celicami vegetativnega tipa: lateralno mikrocelularno (Westphal-Edingerjevo) jedro, ki oddaja parasimpatično nitje za sfincter pupillae. Tudi to nitje je prekinjeno v ciliarnem gangliju. Obolenje tega jedra povzroča arefleksijo pupile.

*

Patologija motoričnih jeder očesa: Radi velike razsežnosti okulomotorijevih jeder so totalne nuklearne paralize razmeroma redke. Navadno ostanejo notranje mišice očesa (M. ciliaris in M. sfincter pupillae) intaktne. — Ker poteka nekaj nevritov, izvirajočih v okulomotorijevem jedru, v možganskem deblu navzdol v mostič, kjer se pridružijo izstopajočemu nitju faciala, povzroča nuklearno obolenje okulomotorija navadno tudi parezo M. orbicularis oculi.

Tudi pri obolenju abducensovega jedra je prizadet pogosto N. facialis in sicer v celoti, ker se vije njegovo nitje pod dnom romboidne kotanje krog onega.

Kombinacijo enostranske paralize okulomotorija s kontralateralno totalno hemiplegijo (paralizo faciala, hipoglosa in ekstremitet) označujemo kot

hemiplegia alternans oculomotoria (Weber). (Slika 23.)

Kontralateralna hemiplegija je izraz afekcije stopala možganskega rokava (Pes pedunculi), skozi katerega poteka skupna piramidna proga, koje nitje križa niže spodaj (za facialis v mostiču, za hipoglosus v oblongati, za ekstremitete pa v piramidni dekusaciji); homolateralna ophthalmoplegia je pa izraz afekcije okulomotorijevega živca pri njegovem izstopu iz možganskega debla na medialni strani stopala.

Refleksna centra.

V možganskem deblu, osobito v oblongati se nahajajo številna centra, ki so v najožji zvezi z motoričnimi jedri možganskih živcev, posredujoč različne animalne in vegetativne reflekse.

1. Centra očesnih refleksov.

a) Pupilni refleksi.

- α) Reflektorično zoženje pupile nastopi, ako pade luč na retino. Aferentna proga refleksa poteka v optiku v prednji glavici četveroglavičja, ki sta po vmesnih nevronih zvezani z Westphal-Edingerjevim jedrom okulomotorija. Ker je vsaka glavica v zvezi z jedri obeh strani, povzroča razsvetljenje ene retine zoženje obeh pupil. Zoženje pupile nerazsvetljenega očesa označujemo kot konsenzuelno. Refleks je neodvisen od kortikalnih optičnih center. Eferentno progo predstavlja N. oculomotorius, ki vodi preganglionarno parasimpatično nitje za ganglion ciliare.
- β) Reflektorično razširjenje pupile nastopi, ako izgine luč z retine. Aferentna proga poteka v optiku, preide v četveroglavičju na vmesne nevrone, ki vodijo v oblongato, kjer se nahaja glavni refleksni centrum. Ta je v zvezi s ciliospinalnim centrom hrbtnega mozga, ki je izhodišče eferentne proge (Rami communicantes Th₁—Th₃ — ganglion cervicale superius — plexus caroticus internus). Oblongatini centrum je razen tega pod neposrednim vplivom abnormne krvine zmesi (ogljikov dioksid) in pod vplivom vrhovnega vegetativnega centra v steni III. ventrikla. (Psihični vplivi.)

b) Reflektorični mežik (zatvor oči)

nastopi, ako vzdražimo senzibilno nitje konjunktive, roženice ali kože v bližini očesa (N. trigeminus). Refleksni centrum leži v oblongati in je v zvezi z motoričnim jedrom faciala, ki oddaja motorično nitje za M. orbicularis oculi.

Oči se zapro reflektorično tudi pod vplivom optičnih dražljajev, n. pr. premočne luči ali pa očesu se hitro bližajočega predmeta. V tem primeru gre refleks preko psihooptičnega polja možganske skorje.

- c) Psihooptični refleksi na oči — glej psihooptično polje možganske skorje.
- d) Tonični in stavni refleksi na oči — glej Nucl. associatorius motorius tegmenti.

2. Centra ekspiracijskih refleksov.

- a) Kihanje nastopi vsled draženja notranjih nosnih vej trigemina. Refleksni centrum se nahaja v oblongati in je v zvezi s spinalnimi centri ekspiracijske muskulature.

Po ponovni globoki inspiraciji nastopi pri odprti glotidi sunkovita ekspiracija, ki odpre cavum nasopharyngeale in potisne sapo skozi nos.

Kihanje nastopi tudi pri pogledu v jasno nebo. (Kama)

- b) Kašljanje nastopi vsled draženja senzibilnih laringealnih vej vage. Refleksni centrum se nahaja v oblongati in je v zvezi s spinalnimi centri ekspiracijske muskulature.

Po globoki inspiraciji nastopi sunkovita ekspiracija, ki odpre siloma zaprto glotido.

3. **Centrum fonacije** se nahaja v oblongati v bližini vagovega jedra. Reflektorično kričanje izprožijo najrazličnejši dražljaji. Eferentna proga poteka v vago (Nn. laryngei).

4. **Centrum sesanja** in žvečenja se nahaja v Soemerin-govi črni substanci in je v zvezi z motoričnimi jedri faciala, hipoglosa in trigemina. Aferentna proga poteka v senzibilnem nitju usten in ustne dupline, eferentna pa v facialu, hipoglosu in trigeminu.

5. **Centrum salivacije** (parotis) se nahaja v oblongati (Nucleus salivatorius inferior). Aferentno progo predstavlja senzibilno, odnosno senzorično nitje ustne dupline (N. trigeminus, glossopharyngeus) in Nn. olfactorii, eferentno pa pre-ganglionarno parasimpatično nitje glosofaringeja za ganglion oticum.

6. **Centrum požiranja** leži pod dnom IV. ventrikla. Dražljaji mu dotekajo po senzibilnem nitju nébesa in goltanca (žrela), eferentno progo pa predstavlja motorično nitje farin-gealnega prepleta iz glosofaringeo-vaga.

Akt požiranja se izvrši deloma hotno, deloma podzavedno (reflektorično). Pri zaprtih ustnih in stisnjenih čeljustih pritisne jezik grižljaj proti nebesu, potiskajoč ga istočasno proti žrelu. Ko je grižljaj pasiral prednji nébesni lok (arcus glossopalatinus) se kontrahirajo reflektorično Mm. palatoglossi in mu zaprejo pot nazaj v usta. Nato se kontrahira reflektorično M. constrictor pharyngis superior pri istočasnem dvigu mehkega nébesa, kar povzroči, da se zapre cavum pharyngo-nasale in da zdrči grižljaj proti požiralniku. V tem momentu se zapre reflektorično vhod v

larinks s tem, da dvignejo Mm. geniohyoideus, mylohyoideus in digastricus pri stisnjenih čeljustih podjezično kost in ž njo ves larinks (M. thyreohyoideus), da se povezne jezik nazaj (M. styloglossus) in pritisne epiglottis navzdol.

Ko je pasiral grižljaj vhod v larinks, ga potisne M. constrictor pharyngis medius in inferior v oesophagus. Kontraksije progaste muskulature žrela pa učinkujejo kot dražljaj, ki izproži peristaltično gibanje požiralnika (N. vagus).

7. Centrum bljuvanja se nahaja v oblongati. Dražljaji mu dotekajo po senzibilnem nitju nébesa in goltanca (žrela), zadnjega dela jezika in po reflektoričnem nitju želodca (N. vagus). Eferentna proga refleksa gre preko simpatika (Nn. splanchnici), deloma tudi preko vaga v želodec.

Pod vplivom simpatika se pri krčevito zaprtem vratarju (pylorus) dilatira fundus želodca in odpre cardia. Istočasno gredo preko želodca peristaltični valovi in se kontrahira reflektorično trebušna muskulatura, ki potisne želodčno vsebino v oesophagus.

Bljuvanje nastopi tudi vsled draženja maternice (prvi stadij gravidnost) in vsled draženja črevesa (vnetni procesi). Direktno na centrum vpliva apomorphin in pa zvišan pritisk v lobanji (tumorji).

Avtomatična centra.

Razen čistih refleksnih center, ki so pod vplivom perifernih dražljajev, dotekajočih jim po centripetalno vodečih živcih, vsebuje možgansko deblo (osobito oblongata) tudi še živčna centra, ki so sicer tudi pod vplivom perifernih dražljajev, ki pa reagirajo poleg tega neposredno (brez posredovanja centripetalnih živcev) na v krvi krožeče snovi. V kolikor reagirajo ta centra na take centralne dražljaje, jih označujemo kot avtomatična.

1. Dihalni centrum

retikularne formacije oblongate regulira delovanje respiratorične muskulature. Centrum je neodvisen od vnanjih dražljajev in deluje ritmično pod vplivom menjajoče se ogljikove kisline v krvi, ki ga napaja.

Dokler je kri nasičena s kisikom in vsebuje le majhno množino ogljikovega dioksida, miruje respiratorični centrum in vsled tega tudi respiratorna muskulatura. To stanje imenujemo »a p n o e a« (Apnoe).

V apnoetičnem stanju se nahaja n. pr. embrio v materinem telesu, ker mu dovaža placenta zadostno arterijelne krvi, gotove živali v zimskem spanju in nekaj časa tudi človek po globokem forsiranem dihanju.

Vsako zvišanje minimalne množine ogljikovega dioksida ali pa znatno znižanje maksimalne množine kisika v krvi, učinkuje vzburljivo na centrum. Zmes kisika in ogljikovega dioksida v krvi, ki povzročuje mirno ritmično dihanje (e u p n o e a), imenujemo normalno krvno zmes.

Vsi momenti, ki izpreminjajo normalno krvno zmes v tem smislu, da zvišujejo množino dioksida ali pa znižujejo množino kisika, povzročajo abnormno ekcitacijo dihalnega centra in vsled tega naporno in hiperfrekventno, » d i s p n o e t i č n o « dihanje (n. pr. naporno hitro delo, pomanjkanje dobrega zraka, pljučne bolezni, motenje krvne cirkulacije, velika izguba krvi itd.).

Trajna abnormna ekcitacija izčrpa slednjič energijo respiratoričnega centra. Centrum omaga in pojavi se stanje asfiksije (asphyxia): dihanje postane površno, frekvenca dihljajev se zniža in končno ustavi miškulatura svojo funkcijo. Človek umrje na sufokaciji.

Akutno dispnoe spremljajo navadno klonični krči, ki so posledica vzdraženja konvulzijskega centra ali pa možganske skorje vsled abnormne krvine zmesi.

Predno ustavi dihalni centrum vsled asfiksije svojo funkcijo, se pojavi neredko tako zvano »Cheyne-Stokesovo dihanje«, ki obstoji v tem, da slede krajšim ali daljšim serijam od 20—30 dihljajev apnoetični intervali, trajajoči do ene minute. Po intervalu so dihljaji najprej mirni, površni, postajajo nato vedno globji in napornejši (dispnoetični), se proti koncu serije zopet umiré, nakar nastopi zopet apnoetični interval. V intervalu pade krvni pritisk, pupile se zože, zavest bolnika se skali, refleksi vgasnejo.

Fiziološki dražljaj za dihalni centrum oblongate so H-joni ogljikove kisline v krvi. Vzburljivo pa vpliva tudi zvišana temperatura krvi in pa pomanjkanje kisika v krvi. Umetno zamoremo vzburiti centrum z električnimi, termičnimi in kemičnimi dražljaji.

Dihalni centrum oblongate vpliva na respiratorično muskulaturo preko hrbtnege mozga, v katerem leže motorična centra za vse mišice, ki so udeležene na dihanju. Te mišice so:

1. za inspiracijo:

- a) Prepona (diaphragma), ki jo vživčuje N. phrenicus. Spinalni centrum leži v 3. in 4. cervikalnem segmentu.
- b) Mm. intercostales externi, ki jih vživčujejo N. intercostales. Spinalna centra leže v torakalnih segmentih.
- c) Mm. scaleni, ki jih vživčuje plexus cervicalis (C₃—C₈).
- d) M. serratus posterior superior. N. intercostales (Th₁—Th₄).
- e) M. sternocleidomastoideus. N. accessorius spinalis (C₁—C₅).
- f) Mm. rhomboidei in levator scapulae. N. dorsalis scapulae (C₄—C₅).
- g) M. sternohyoideus in sternothyreoides. N. cervicalis descendens superior (C₂—C₄).

2. za ekspiracijo:

- a) Mm. intercostales interni. N. intercostales (Th₂—Th₅).
- b) M. serratus posterior inferior. N. intercostales (Th₉—Th₁₂).
- c) M. quadratus lumborum. Plexus lumbalis (Th₁—L₄).
- d) M. triangularis sterni. N. intercost. (Th₄—Th₆).
- e) Mm. abdominis N. intercostales et lumbales. (Th₅—L₁)

Ker sta si inspiratorična in ekspiratorična mišičja skupina antagonistični, mora imeti vsaka zase svoj vrhovni inervacijski centrum v oblongati. Dihalni centrum sestoji torej iz dveh delov: iz inspiracijskega in ekspiracijskega. Vzburjenje vsakega vpliva ekcitatatorično na protagoniste in depresorično na antagoniste dotične motorične akcije. (Inspiracijski centrum n. pr. vpliva vzburjajoče na inspiratorično in zavirajoče na ekspiratorično muskulaturo.)

Ritmično eupnoetično dihanje je posledica neprestanih oksidacijskih procesov, ki se vrše v organih telesa. Z vsakim dihljajem se napoji kri s kisikom in oprosti ogljikove kisline, ki se pa v pavzi med dvema dihljajema zopet nabere in vzburi na novo inspiracijski centrum.

Proge, ki vežejo oblongatini centrum s spinalnimi, potekajo v osnovnih povezkih stranskih in prednjih svežnjev, in sicer leže v stranskem svežnju proge za cervikalna, v prednjem pa proge za torakalna dihalna centra.

Spinalna dihalna centra so pri človeku navezana na inervacijske impulze s strani glavnega centra v oblongati. Prekinjenje hrbtnege mozga kranialno od glavnega centra respiratorične muskulature (N. phrenicus) povzroči pri človeku zastoj dihanja. Pri nižjih, poikilotermnih živalih pa so spinalna

dihalna centra do neke meje samostojna, oddajajoč pod vplivom v krvi krožečega ogljikovega dioksida (torej avtomatično), pa tudi pod vplivom perifernih dražljajev (torej reflektorično) inervacijske impulze dihalni muskulaturi.

Tudi glavni oblongatini dihalni centrum človeka reagira razen na ogljikov dioksid v krvi, na zunanje odnosno notranje dražljaje, ki mu jih dovajajo centripetalni živci. V tem pogledu je torej centrum refleksnega značaja.

Aferentni živci dihalnih refleksov so:

1. *Rami pulmonales nervi vagi*. Kot dražljaj učinkuje menjajoči se pritisk zraka na pljučne alveole. In sicer učinkuje rastoči pritisk vsled inspiracije na ekspiracijski, padajoči pritisk vsled ekspiracije pa na inspiracijski del centra. Na ta način je že inspiracija sama dražljaj za sledečo ji ekspiracijo in obratno: ekspiracija je dražljaj za sledečo ji inspiracijo.

Pri mirnem dihanju vpliva na inspiracijski centrum v prvi vrsti ogljikov dioksid krvi, na ekspiracijski centrum pa razširjenje alveol vsled inspiracije. Razširjenje alveol pa ne vpliva samo vzburjajoče na ekspiracijski, temveč v še jačji meri zavirajoče na inspiracijski centrum, dočim vpliva samo energična ekspiracija vzburljivo na inspiracijski centrum.

Umetna apnoe (*apnoea spuria*), ki nastopi za nekaj časa po globokem forsiranem dihanju, je torej posledica nasičenosti krvi s kisikom po eni strani, po drugi strani pa posledica reflektorične depresije inspiracijskega centra vsled dilatacije alveol vsled forsiranih inspiracij.

2. *Nervi laryngei (superior et inferior)*. Draženje teh živcev vpliva zavirajoče na inspiracijski in vzburjajoče na ekspiracijski centrum. Efekt dražljaja je torej momentani zastoj inspiracije ob istočasni forsirani ekspiraciji. Pred ekspiracijo se zapre reflektorično glotis. (Kašljanje.)

3. *Rami nasales nervi trigemini* povzročajo vzdraženi zastoj dihanja v ekspiraciji. Isti efekt ima ekstenzivno in intenzivno draženje sinzibilnega nitja trupa (polivanje z mrzlo vodo) in notranjih vegetativnih organov. (*N. splanchnicus*.)

Dihalni centrum oblongate je slednjič pod vplivom možganske skorje in subkortikalnih center. Izraz te odvisnosti je možnost samovoljne ustavitve ali samovoljne poglobitve dihanja. Tudi zamoremo samovoljno izpremeniti ritmus dihanja. Nadalje je dihanje podvrženo vplivu čustev in afektov.

2. Centra srca.

V višini spodnje olive leži na dnu romboidne kotanje, lateralno od hipoglosovega jedra, dorzalno jedro vaga, ki ga smatrajo nekateri za senzibilno, drugi za visceralno (parasimpatično) jedro tega živca. Vsekakor se nahaja v tej višini oblongate nek centrum, ki vpliva preko vaga trajno (tonično) zavirajoče na delovanje srca.

Ta centrum označujemo kot »depresorični centrum srca«.

Inervacija centra je kakor rečeno tonična, to se pravi: centrum oddaja trajno depresivne impulze avtonomnim ganglijem srčne miškulature. (V a g u s t o n u s.) Prekinjenje živca vaga povzroča vsled izpada teh impulzov zvišanje, draženje vaga pa znižanje števila srčnih vtropov.

Centrum je pod vplivom neposrednih, centralnih kakor tudi pod vplivom posrednih notranjih odnosno zunanjih dražljajev, je torej avtomatičnega in refleksnega značaja.

Kot neposredni (centralni) dražljaj vpliva nanj zvišana množina ogljikovega dioksida v krvi (n. pr. pri anemijah, venoznih hiperemijah itd.), zvišana temperatura krvi in zvišan interkranialni pritisk (n. pr. pri možganskih tumorjih, meningitidah, pri hidrocefaličnih procesih itd.). Isti efekt imajo nekateri strupi, ki krožijo v krvi n. pr. digitalin.

Notranje, odnosno zunanje dražljaje mu pa dovajajo sledeči aferentni živci:

1. *N. depressor cordis* (stranska vejica vaga). Ta centripetalno vodeči živec se razpleta v steni vstajajoče aorte. Kot (mehanični) dražljaj vpliva naj rastoči krvni pritisk. Vzburjenje preide po živcu v depresorični centrum srca, ki povzroči, da se zniža število srčnih vtropov in energija poedinih vtropov, in s tem seveda jakost krvnega pritiska.

2. *Rami pulmonales nervi vagi*, kojih vzburjenje (n. pr. pri globoki inspiraciji) vpliva zavirajoče na depresorični centrum srca. Efekt refleksa je zvišanje števila srčnih vtropov in energije poedinih vtropov.

3. *Rami intestinales nervi vagi*. Tudi vzburjenje viscero-senzibilnih vej vaga vpliva na depresorični centrum srca in sicer v ekcitatorem smislu. Močan sunek v

trebuh povzroči lahko zastoj srca. Sem spada tako zvani Goltzov poizkus z udarom na čreva žabe (Klopfversuch).

Da je depresorični centrum srca tudi pod vplivom velikih možganov, je dokaz dejstvo, da se izpremeni pod vplivom naporenega duševnega dela kakor tudi pod vplivom afektov ritmus srčnega vtiranja.

Nekateri avtorji so mnenja, da se nahaja v oblongati poleg depresoričnega centra tudi še »ekcitatorni centrum srca«, ki vpliva preko podrejenih spinalnih simpatičnih center v višini gornjih torakalnih segmentov vzbujajoče na avtonomne ganglije srčne muskulature. (Nn. accelerantes.) Splošno prevladuje mnenje, da ta centrum ni tonično vzbujen. Prekinjenje simpatika v višini gornjih torakalnih segmentov namreč ne zniža števila srčnih vtirpov, dasi ga njegovo direktno draženje zviša. Pač pa se zniža število srčnih vtirpov, ugotovljenih pri živali (psu) s prerezanima vagoma, ako prerežemo nato še Nn. accelerantes. Ekcitatorni centrum srca dobiva inervacijske impulze iz možganske skorje, in sicer istočasno z motoričnimi impulzi za muskulaturo telesa. Naporno delo (posebno dela nevajenih individuov) z energično inervacijo skeletne muskulature zviša vsled tega število srčnih vtirpov v časovni enoti.

3. Vasomotorični centrum.

Po mnenju večine fiziologov se nahaja v gornjih delih oblongate poseben centrum, ki oddaja trajno inervacijske impulze spinalnim vasomotoričnim centrom.

Ako prerežemo oblongato ali pa vratni mozeg, se razširijo vse žile telesa, vsled česar se zniža znatno krvni pritisk. Ako pa prerežemo možgansko deblo onkraj oblongate, se ti simptomi ne pojavijo. Vkljub temu dvomijo nekateri novejši avtorji o obstoju takega centra v oblongati, zastopajoč mnenje, da je vrhovni vegetativni centrum v dnu III. ventrikla obenem vrhovni vasomotorični centrum, ki je seveda preko oblongate v zvezi s spinalnimi centri.

Vzbujenje centra prehaja po bulbospinalnih progah, kojih lega nam ni znana na spinalna vasomotorična centra intermediolateralnega trakta. Posledica draženja centra je torej zvišanje krvnega pritiska vsled zoženja arterij telesa.

Centrum je v trajnem (toničnem) vzburjenju in drži gladko muskulaturo žilja v lahki tonični kontrakciji. Z ozirom na dražljaje, ki ga zamorejo vzburiti, je centrum tako avtomatičnega kakor refleksnega značaja.

Kot avtomatičen centrum je pod vplivom v krvi se nahajajoče ogljikove kisline. Vsi momenti, ki zvišujejo množino kisline, vplivajo vzburjajoče na centrum. Normalna krvina zmes, ki povzroča ritmično eupnoetično dihanje, učinkuje kot trajen, ritmično se stopnjujoč in pojemajoč dražljaj na vasomotorični centrum. Zato se menjava pritisk krvi ritmično z dihanjem. In sicer se zniža krvni pritisk pri inspiraciji in zviša pri ekspiraciji. (Traube-Heringovo kolebanje krvnega pritiska.) Zvišana venoznost krvi povzroča avtomatičnim potem (preko vasomotoričnega centra) kontrakcijo vseh arterij in s tem vsled večjega krvnega pritiska hitrejši krvni obtok s hitrejšo arterializacijo krvi.

Kot refleksni centrum je pod vplivom dražljajev, ki mu jih dovajajo različni centripetalni živci. Z ozirom na njih efekt delimo slednje v »presorične« in »depresorične«. Presorični živci vodijo vzburjajoče, depresorični pa zavirajoče dražljaje v centrum.

Presorični živci so:

1. vsi senzibilni živci, dokler vplivajo nanje slabi dražljaji. Razen teh pa še posebej,
2. N. laryngeus superior et inferior in
3. Rami nasales nervi trigemini.

Depresorični živci so:

1. vsi senzibilni živci, če vplivajo nanje močni dražljaji. Razen teh pa še posebej
2. N. depressor cordis, ki vpliva istočasno vzburjajoče na depresorični centrum srca,
3. Rami pulmonales nervi vagi, in sicer učinkuje kot dražljaj zvišani zračni pritisk v alveolah pri forsirani ekspiraciji.
4. Rami intestinales nervi vagi.

Kakor vsa vegetativna centra živčevja, je tudi vazomotorični centrum slednjič pod vplivom psihičnih doživljajev, osobito emocij in afektov.

Večina avtorjev je mnenja, da se nahaja v oblongati še poseben vasodilatatoričen centrum, na katerega vplivajo depresorično

učinkujoči dražljaji vzburjajoče, presorično učinkujoči pa zavirajoče, to se pravi: dražljaji, ki povzročajo vsled vzburjenja vazomotoričnega centra vazokonstrikcije, vplivajo zavirajoče na vazodilatatorični centrum in obratno. Razmere bi bile torej iste kakor pri dihalnem centru in pri centrih srca. Vsekakor se tudi ta centrum ne nahaja v trajnem (toničnem) vzburjenju.

4. Konvulzijski centrum.

Dejali smo, da povzroča akutno nastopajoča venoznost krvi (akutna dispnoe) ali akutna anemija vsled izkrvavljenja, klonične krče celokupne muskulature telesa. Ti krči so deloma posledica draženja psihomotoričnih arealov možganske skorje, deloma pa posledica vzburjenja posebnega konvulzijskega centra na prehodu oblongate v mostič.

Eksperimentalno je namreč dokazano, da povzroča draženje tega dela možganskega debla, bodisi mehaničnim bodisi kemičnim potem, splošne konvulzije. Centrum je pod vplivom menjajoče se množine ogljikove kisline v krvi, ki ga napaja. In sicer učinkuje vzburjajoče le akutna hipervenoznost krvi, dočim je polagoma se razvijajoča brez efekta. Istotako vplivajo gotovi strupi (n. pr. barijeve soli) vzburjajoče na konvulzijski centrum.

5. Nucleus associatorius motorius tegmenti.

Poizkusi na živalih so pokazali, da za smotrene, koordinirane gibe in kretnje, ki se izražajo v hoji in stoji, v aktivnem zavzemanju določenih pozicij telesa in v telesno pravilni orientaciji napram prostoru, niso potrebne hemisfere velikih možganov, niti bazilni gangliji, niti diencefalne tvorbe, marveč da se žival, tudi po ekstirpaciji teh delov živčevja, smotreno giba in kreta, stoji in hodi, dvigne sama na noge in obdrži telo stoječ in hodeč v ravnotežju, da pa izgubi to sposobnost po odstranjenju mesencefalnega dela možganskega debla. V tem slučaju se pojavi na živali tako zvana »d e c e r e b r a c i j s k a o d r e v e n e l o s t« (Enthirnungsstarre), ki se izraža v hipertoniji ekstenzorjev trupa in ekstremitet (to se pravi: vseh mišic, ki drže telo proti težnosti po koncu) pri istočasni hipotoniji vseh fleksorjev. Vsled tega se taka žival, postavljena na noge, sicer obdrži proti težnosti na nogah, ni pa v stanu se obdržati stoje v ravnotežju, ako se iz kateregakoli vzroka (n. pr. vsled

sunka) menja težišče njenega telesa, tudi ni v stanju hodeč se premikati v prostoru ali kakor že koli izpremeniti momentani položaj svojega telesa.

Ako pa odstranimo tako operirani živali še oblongato, izgine decerebracijska odrevenelost in žival se, postavljena na noge, zgrudi v smislu težnosti na tla, nudeč le še več ali manj izražene spinalne reflekse.

V možganskem deblu se morajo torej nahajati posebni motorični mehanizmi, ki regulirajo pod vplivom zunanjih (eksteroceptivnih) in notranjih (proprioceptivnih) dražljajev tonus skeletne muskulature, skrbeč poleg tega za koordiniran potek gotovih gibov in kretenj, potrebnih za premikanje telesa v prostoru in za smotreno izpreminjanje položaja telesa napram prostoru.

Ta koordinacijska motorična centra morajo segati od gornjega konca mesencefala navzdol do hrbtnega mozga.

Eksperimentalno je dokazano, da se pojavi decerebracijska odrevenelost po poškodbi rdečega jedra (nucleus ruber) odnosno rubrospinalne proge. Nucleus ruber je torej refleksni centrum, ki regulira smotreno držanje in kretanje živali v prostoru, skrbeč istočasno za harmonično tonizacijo celokupne muskulature ekstremitet in trupa, dočim vsebuje oblongata predvsem centra, kojih funkcija je tonizacija one skeletne muskulature, ki drži telo pri hoji in stoji proti težnosti po koncu.

Poleg rdečega jedra in oblongatnih center se nahajajo v pokrovu možganskega debla, odnosno v gornjem cervikalnem mozgu, še druga centra, ki so istotako v službi koordinacije gibov in kretenj in tonizacije muskulature in ki predstavljajo v svoji celoti kompliciran sistem koordinacijskih motoričnih mehanizmov. Celokupnost teh jeder označujemo kot nucleus associatorius motorius tegmenti.

Vsi deli tega obširnega motoričnega sistema možganskega debla so v ozki asociacijski zvezi po medialnem longitudinalnem povezku, ki sega kakor znano, navzgor visoko v mesencefalon, navzdol pa globoko v cervikalne segmente hrbtnega mozga.

Reflekse, ki jih posreduje nucleus motorius tegmenti, delimo v tonične in tetanične.

Tonični refleksi regulirajo tonus muskulature v različnih položajih mirujočega ali premikajočega se telesa, efekt teta-

ničnih refleksov pa so gibi in kretnje, s pomočjo katerih vpostavi žival normalni položaj svojega telesa v prostoru, ako je iz kateregakoli vzroka prišlo iz njega. Slednje reflekse označujemo radi tega tudi kot »stavne reflekse« (Stellreflexe-Magnus).¹

Z ozirom na mirujoče ali premikajoče se telo pa delimo reflekse možganskega debla v statične in statokinetične.

Statični refleksi regulirajo tonus miškulature in kretnje mirujoče (v prostoru se ne premikajoče), dočim regulirajo statokinetični refleksi kretnje v prostoru se premikajoče živali.

A. Tonični refleksi.

Za vsako žival so značilne neke pozicije telesa, ki jih v miru običajno zavzame. Žival stoji, sedi, čepi ali leži, in sicer na način, ki je za njo karakterističen. Vsaki taki poziciji pa odgovarja nek določen normalen položaj glave napram ostalemu telesu in napram prostoru, ali obratno: nek normalen položaj telesa (trupa) napram glavi in napram prostoru. Telo in glava sta pri tem v taki medsebojni odvisnosti, da povzroči vsaka izprememba položaja glave napram telesu reflektorične izpremembe v tonusu miškulature telesa, kakor je to za novo medsebojno razmerje najbolj prikladno.

Ti refleksi so povzročeni

1. po dražljajih, ki se pojavijo v sklepih in miškulaturi vratu pri gibih glave vsled izpremembe njenega položaja napram telesu, in

2. po dražljajih, ki se pojavijo v labirintu notranjega ušesa vsled izpremembe položaja glave napram prostoru.

Refleksi so tonični, to se pravi: se ne pojavijo samo v momentu zgiba glave, marveč traja njih vpliv na miškulaturo toliko časa, kolikor časa se glava nahaja v izpremenjenem položaju.

1. Tonični vratni refleksi na ekstremitete.

S tem da izpremeni glava svoj položaj napram telesu, se izvrše v vratnih sklepih in mišicah izpremembe, ki učinkujejo kot dražljaj na spinalna motorična centra ekstremitet v tem

¹ R. Magnus: Körperstellung. Berlin 1924.

smislu, da se izpremeni tonus ekstremitetne muskulature, kakor zahteva to nova pozicija živali, da se obdrži v ravnotežju.

Glava izpremeni svoj položaj napram telesu

1. z rotacijo na desno in levo,
2. z abdukcijo na desno in levo in
3. z ventralno ali dorzalno fleksijo.

1. **R o t a c i j a** učinkuje pri živalih vedno tako, da se zviša reflektorično tonus ekstenzorjev ekstremitet one strani, proti kateri se pri rotaciji obrne čeljust in zniža tonus ekstenzorjev nasprotne strani (proti kateri se pri rotaciji obrne zaglavje).

Pri rotaciji se vrtil glava človeka v horizontalni ravnini krog vertikalne osi (pri živalih pa v frontalni ravnini krog osi, ki gre skozi smrček na eni in skozi zaglavje na drugi strani).

Pri rotaciji na desno se obrne spodnja čeljust proti desnim, zaglavje pa proti levim ekstremitetam (pri živalih je ravno obratno: rotacijo na desno imenujemo ono, pri kateri se zasučje glava tako, da gleda desno oko navzdol, levo navzgor, čeljust torej proti levim ekstremitetam).

Ako gleda človek na desno, je tonus ekstenzorjev v desnih ekstremitetah večji nego v levih. V tej poziciji napravi človek prvi korak z levo nogo.

2. **A b d u k c i j a** učinkuje tako, da se zviša tonus ekstenzorjev onih ekstremitet, proti katerim se glava nagne.

Pri abdukciji se glava nagne na desno ali na levo ramo. Pri nagnenju na desno se približa desno uho desni rami.

3. **F l e k s i j a** v ventralno smer učinkuje tako, da se zniža tonus sprednjih in zviša tonus zadnjih ekstremitet; fleksija v dorzalno smer (ekstenzija) učinkuje ravno obratno: zviša se tonus prednjih in zniža tonus zadnjih ekstremitet.

Pri fleksiji v ventralno smer se nagne glava na prsi, pri fleksiji v dorzalno smer (ekstenziji) se nagne zaglavje na tilnik.

Kadar pogleda žival navzgor, iztegne reflektorično prednje in vpogne zadnje ekstremitete, pri pogledu navzdol se zgodi ravno obratno.

Tonični refleksi vratu izpadejo, ako prerežemo zadnje korenine gornjih treh cervikalnih živcev, ali če prerežemo hrbtni mozeg v višini tretjega cervikalnega segmenta. Aferentna proga refleksov poteka torej v senzibilnem nitju gornjih cervikalnih živcev, centrum se pa nahaja v gornjih cervikalnih segmentih.

2. Tonični labirintni refleksi.

S tem, da izpremeni glava svoj položaj napram prostoru, se izpremeni lega labirinta napram horizontalni ravnini. To učinkuje kot dražljaj na spinalna motorična centra ekstremitet in trupa.

a) Tonični labirintni refleksi na ekstremitete.

Ako fiksiramo poizkusni živali glavo tako, da ne more izpremeniti položaja napram telesu ali pa ako prerežemo zadnje korenine gornjih treh cervikalnih živcev, s čimer izključimo vpliv vratnih refleksov, in obračamo žival v sagitalni ravnini krog tranverzalne (bitemporalne) osi, vidimo da se zvišuje tonus ekstenzorjev vseh štirih ekstremitet in da doseže tonus svoj maksimum, ko smo zasukali žival za 180 stopinj tako, da se nahaja v hrbtni legi. Ako sučemo žival iz hrbtne lege nazaj, se znižuje ekstremitetni tonus, in doseže svoj minimum, ko se nahaja žival zopet v normalni (trebušni) legi. Zvišani tonus traja toliko časa, kolikor časa se žival nahaja v abnormalni legi. Po ekstirpaciji obeh labirintov izpadejo ti refleksi. Njih centrum leži v oblongati v višini vstopa akustika. Refleksi izpadejo šele, ako gre prerez skozi oblongato kavdalno od tega živca. Njih aferentna proga poteka v vestibularu (ramus utricularis); in sicer je vsakostranski utriculus v funkcionalni zvezi z motoričnimi centri ekstremitet obeh telesnih strani. Refleksi so neodvisni od malih možganov.

b) Tonični labirintni refleksi na vrat.

Pri poizkusu, opisanem sub 2 a, opazujemo poleg izprememb v tonizaciji ekstremitet tudi še izpremembe v tonizaciji ekstenzorjev (dorzalnih fleksorjev) glave v tem smislu, da je njih tonus v hrbtni legi živali najjačji, v normalni (trebušni) legi najslabši. Dočim pa vpliva pri labirintnih refleksih na ekstremitete en labirint na obe telesni strani, je vpliv labirinta pri labirintnih refleksih na vrat enostranski. Ako ekstirpiramo namreč živali en (recimo desni) labirint, je posledica operacije trajna abnormalna lega (položaj) glave napram telesu. In sicer

je glava rotirana v smeri proti operirani strani, torej tako, da gleda ohranjeni labirint navzgor. Istočasno je glava nekoliko nagnjena (abducirana) na operirano stran.

Rotacija glave je posledica zvišane tonizacije rotatorjev in abduktorjev glave na desno. Vsak labirint tonizira torej ono muskulaturo vratu, ki rotira glavo proti nasprotni strani. V našem primeru rotira ohranjeni labirint glavo na desno.

Pri intaktnih (obeh) labirintih je tonus v rotatorjih glave na desno in levo enak, izražajoč se v krepki tonizaciji ekstenzorjev (nosilcev) glave.

(Enostranska inervacija ekstenzorjev rotira glavo: rotatorji so torej identični z ekstenzorji ali obratno: ekstenzorji so idendični z rotatorji).

Ako skušamo vsled izpada enega (recimo desnega) labirinta na desno rotirano glavo spraviti v normalni položaj, trčimo na nek upor. Ta upor je v trebušni poziciji (legi) živali najmanjši, v hrbtni legi najjačji.

Periferni receptivni organ labirintnih refleksov so otolitne membrane mešičkov (sacculus in utriculus), aferentni živec je ramus utricularis nervi vestibularis, centrum se nahaja v oblongati. Dočim je pa utriculus pri labirintnih refleksih na ekstremitete v funkcijonalni zvezi s spinalnimi centri obeh telesnih strani, je pri labirintnih refleksih na vrat v funkcijonalni zvezi z motoričnimi centri vratne muskulature iste (homolateralne) strani.

Tudi labirintni refleksi na vrat so neodvisni od malih možganov. Ker ima labirint po eni strani reflektorični vpliv na tonus muskulature vratu, po drugi strani je pa od menjajoče se tonizacije te muskulature (vsled vratnih refleksov na ekstremitete) odvisna tonizacija ekstremitet, ima labirint poleg neposrednega vpliva na ekstremitete tudi še posreden vpliv na nje, in sicer preko vratu.

B. Stavni refleksi.

Ako položimo intaktno žival v stransko lego na tla, navadno ne obstane v tej legi, marveč se dvigne v normalno, zanjo značilno pozicijo. Ker opazujemo isti pojav tudi pri živalih, ki smo jim operativnim putem odstranili telen- in diencephalon, morajo biti kretnje, potrebne za vzpostavitev normalne telesne pozicije, reflektoričnega značaja.

Tudi ti refleksi so povzročeni

a) po dražljajih, ki se pojavljajo v labirintu notranjega ušesa vsled izpremembe položaja glave napram prostoru in

b) po dražljajih, ki se pojavljajo v senzibilnem nitju spinalnih živcev vsled izpremembe položaja glave napram telesu.

1. Labirintni stavni refleksi na glavo.

Pri proučevanju teh refleksov je treba skrbeti za to, da ne motijo poizkusov refleksi povzročeni po senzibilnih dražljajih telesa. V to svrhu preiskujemo žival, držeč jo prosto v zraku.

Držeč jo tako, da se nahaja njeno telo v normalni, zanjo značilni poziciji, se nahaja tudi glava v normalnem položaju napram telesu in napram prostoru.

Pri običajnih poizkusnih živalih (kuncu, mački in psu) je normalni položaj glave napram prostoru oni, pri katerem leži ustna špranja nekoliko pod horizontalo, teme glave navzgor, spodnja čeljust navzdol.

Ako zasučemo žival krog tranverzalne (bitemporalne) osi tako, da stoji hrbtenica vertikalno z glavo navzgor, obdrži glava svoj normalni položaj napram prostoru, dasi se je njen položaj napram telesu in položaj telesa napram prostoru bistveno izpremenil. Žival je namreč flektirala glavo za toliko, za kolikor smo dvignili hrbtenico iz horizontale. V našem primeru za 90° . Isto opazujemo, ako visi žival vertikalno, z glavo navzdol: v tem slučaju ekstendira žival glavo za 90° , tako da ostane njen normalni položaj napram prostoru neizpremenjen.

Kakorkoli sučemo žival, vedno skuša glava zavzeti normalni položaj v prostoru: s temenom navzgor, s spodnjo čeljustjo navzdol, z nekoliko pod horizontalo nagnjeno ustno špranjo.

Ta reflektorični pojav izostane, ako ekstirpiramo živali oba labirinta ali ako odstranimo prednji del mesencefala. Refleksni centrum je nucleus ruber. Prekinjenje Forelove dekusacije odnosno rubrospinalne proge kakor tudi destrukcija rdečega jedra povzroča izpad teh refleksov.

2. Telesni stavni refleksi na glavo.

Ako položimo žival z ohranjenim mesencefalom, kateri pa smo ekstirpirali oba labirinta, vsled česar ne orientira, viseča v zraku, glave pravilno napram prostoru, v stransko (asime-

trično) lego na tla, vidimo, da dvigne takoj glavo v normalni položaj: s temenom navzgor, s spodnjo čeljustjo navzdol, s horizontalno postavljeno ustno špranjo. Kot dražljaj tega refleksa je učinkovalo asimetrično vzburjenje senzibilnega nitja telesa vsled pritiska na kožo one strani, na katero smo položili žival. Refleks izostane, ako vzburimo tudi senzibilno nitje kože proste strani telesa n. pr. s tem da položimo na to stran obteženo desko. Refleks izostane tudi, ako položimo žival v simetrično hrbtno lego.

Aferentno nitje teh refleksov predstavljajo torej senzibilni spinalni živci, vrhovni refleksni centrum se pa nahaja v mesencefalu, v višini ali nekoliko kaudalno od rdečega jedra. Prekinjenje Forelove dekusacije odnosno rubrospinalne proge ali destrukcija rdečega jedra ne uniči teh refleksov.

3. Vratni stavni refleksi na telo.

S pomočjo labirintnih in telesnih stavnih refleksov na glavo orientira žival glavo reflektorično pravilno v prostoru. Ako se nahaja pri tem telo v nepravilni legi (poziciji), nastane nepravilna orientacija glave napram telesu, kar se izraža v zavitem vratu. To pa učinkuje kot dražljaj na spinalna motorična centra telesne muskulature z efektom, da preide tudi telo v normalno pozicijo.

V stransko lego položena žival dvigne najprej glavo v normalno pozicijo. To je efekt labirintnih in telesnih refleksov na glavo. S tem pa pride položaj glave v protislovje s položajem telesa, ki se nahaja še vedno v stranski legi. Natezanje vratnih mišic, ki je posledica te situacije, učinkuje kot dražljaj na telo, da sledi glavi v normalno pozicijo. In sicer se vzravna najprej prednji konec trupa, nato šele zadnji.

Ker opazujemo te reflekse tudi pri živalih, ki smo jim operativno odstranili velike možgane z mesencefalom, mora ležati refleksni centrum v preostalem delu možganskega debla: v oblongati ali v mostiču. Ker izpade refleks po odstranitvi mostiča, moramo lokalizirati njegov centrum v mostič. Refleks je neodvisen od malih možganov. Aferentno nitje poteka v senzibilnih živcih vratu v hrbtne mozeg in od tu v mostič. Eferentno nitje poteka iz mostiča navzdol in se razpleta krog motoričnih celic prednjih stebrov hrbtne mozga.

4. Telesni stavni refleksi na telo.

Ako se nahaja žival v stranski legi, skuša spraviti najprej glavo v normalni položaj. Ako ji pa to zabranimo, vidimo včasih, da skuša spraviti vsaj telo v pravilno (normalno) lego. Ker opazujemo ta pojav tudi pri živalih brez velikih možganov pa z ohranjenim mesencefalom, ga smemo smatrati kot reflektoričnega značaja.

Kot dražljaj vpliva asimetrična lega telesa (senzibilno nitje one telesne strani, na kateri žival leži). Vrhovni refleksni centrum leži v višini rdečega jedra. Po prekinjenju Forelove dekusacije odnosno rubrospinalne proge ta refleks izostane.

C. Refleksi na oči.

Dejali smo, da v zraku viseča žival po ekstirpaciji obeh labirintov ne orientira več glave v prostoru, t. j. ne spravi glave v normalni položaj. Ta izpad orientacije je pa trajen le pri živalih z odstranjenimi velikimi možgani. Živali z ohranjenimi hemisferami začnejo že nekaj dni po ekstirpaciji labirintov orientirati glavo pravilno v prostoru. To dosežejo s tem, da fiksirajo z očmi predmete, ki se nahajajo v njih bližini, to se pravi, da skušajo orientirati najprej oči pravilno napram predmetom, nato pa glavo pravilno napram očem.

Pravilna orientacija oči napram predmetom je ona, ki jo imajo pri normalnem položaju glave napram prostoru. Pri tej orientaciji se odslikavajo predmeti, nahajajoči se n. pr. v prostoru nad horizontom, na retini pod horizontom, t. j. na spodnji polovici retine. Spodnja polovica retine je pa ona, ki leži pod ravnino, položeno približno skozi m. rectus internus in externus oculi na eni in vrh roženice na drugi strani.

Predmeti, ležeči v temporalni polovici vidnega polja, pa se odslikavajo na nazalni polovici retine, to je na oni, ki leži medialno od ravnine, položene skozi m. rectus superior in inferior na eni in vrh roženice na drugi strani.

Oči igrajo napram glavi isto vlogo kakor glava napram telesu. S pravilno orientacijo glave je dana možnost pravilne orientacije telesa, s pravilno orientacijo oči pa možnost pravilne orientacije glave. Desorientirane oči orientira žival in človek, kakor rečeno, s fiksacijo zunanjih predmetov. V kolikor se izvrši ta orientacija podzavedno je reflektoričnega značaja. Refleks gre skozi okcipitalno loputo.

Oči pa imajo tendenco tudi neodvisno od optičnih dražljajev zavzeti pri vsakem položaju glave v prostoru normalno orientacijo, t. j. s spodnjo polovico retine navzdol, z zgornjo navzgor. Tudi ta tendenca oči je reflektoričnega značaja.

Kakor pri ostalih refleksih držanja razločujemo tudi pri refleksih na oči tonične in stavne.

1. *Tonični refleksi na oči.*

Dražljaji za tonične reflekse na oči se pojavljajo pri abnormalnem položaju glave napram prostoru v labirintu notranjega ušesa, pri abnormalnem položaju glave napram telesu pa razen tega še v muskulaturi in sklepih vratu.

a) *Tonični labirintni refleksi na oči.*

1. Ako sučemo na deski ležečega kunca z desko vred v sagitalni ravnini krog transverzalne (frontalne = bitemporalne) osi tako, da se zadnji konec živali dviguje, glava pa pada, rotirajo oči z gornjim robom roženice nazaj (levo oko torej v smeri kazalca ure, desno v nasprotni smeri). Maksimum rotacije je dosežen, ko visi glava vertikalno navzdol. Ko pride žival v hrbtno lego, zarotirajo oči maksimalno v obratno smer: z gornjim robom roženice naprej (desno oko v smeri kazalca ure). Ta maksimalna rotacija vztraja, dokler ne pride žival v vertikalno lego z glavo navzgor in pojema na to do normalne trebušne lege živali.

2. Ako sučemo žival v tranverzalni (frontalni) ravnini krog okcipito-kavdalne osi na desno, torej tako, da gleda levo oko navzgor (proti stropu), desno pa navzdol (proti podu), devira levo oko v orbiti v smislu funkcije m. recti inferioris, desno pa v smislu funkcije m. recti superioris. Deviacija oči doseže svoj maksimum, ko se nahaja žival (glava) v stranski legi. Ko pride žival v hrbtno lego, se izprevrže deviacija v nasprotno smer: na levem očesu se kontrahira m. rectus superior, na desnem pa m. rectus inferior. Deviacija vztraja, dokler ne pride žival zopet v stransko lego, nakar začne pojemati in izgine, ko je zopet dosežena normalna trebušna lega.

3. Ako položimo žival v stransko lego in jo sučemo krog transverzalne osi v sagitalni ravnini kakor pri sub 1. popisanem poizkusu, opazimo z deviacijami kombinirane rotacije oči.

Vsi v predstojećem opisani refleksi na oči izpadejo po ekstirpaciji obeh labirintov. V tem slučaju obdrže oči neizpremenjen položaj nabram orbiti v vseh legah glave napram prostoru.

Labirintni refleksi na oči so tonični: oči vztrajajo v rotiranem odnosno deviranem stanju dokler se glava nahaja v abnormalnem položaju napram prostoru.

Receptivni organ so otolitne membrane mešičkov, in sicer stoji vsak labirint v funkcionalni zvezi z rotatorji (*M. obliquus superior* in *inferior*) obeh oči. Drugače je z deviatorji navzgor in navzdol. (*M. rectus superior* in *inferior*.)

Poizkusi so pokazali v tem pogledu sledeče:

Ako ekstirpiramo n. pr. desni labirint, je glava živali vsled izpada toničnega labirintnega refleksa na vrat (glej stran 164) rotirana na desno. Ohranjeni labirint gleda navzgor (proti stropu), ekstirpirani navzdol (proti podu). V tem slučaju je deviacija oči minimalna, dasi se nahaja glava v stranski legi. Ako pa zasučemo glavo živali (pasivno) v levo stransko lego, tako, da gleda ohranjeni (levi) labirint navzdol, ekstirpirani pa navzgor, ugotovimo maksimalno deviacijo oči, in sicer levega očesa proti gornjemu, desnega pa proti dolnjemu robu orbite. Refleks izproži potemtakem vedno oni labirint, ki gleda navzgor. Ako je to levi labirint, je efekt refleksa kontrakcija *m. recti superioris* levega in *m. recti inferioris* desnega očesa. Ako pa deluje desni labirint, je efekt refleksa kontrakcija *m. recti superioris* desnega, in *recti inferioris* levega očesa. Vsak labirint je torej v funkcionalni zvezi

z mišico *rectus superior* homolateralnega in
z mišico *rectus inferior* kontralateralnega očesa.

b) Tonični vratni refleksi na oči.

Ako položimo kunca v trebušno lego na mizo, tako da se nahaja glava v normalnem položaju napram prostoru, so tudi oči v pravilni orientaciji. Če pa izpremenimo položaj telesa napram glavi n. pr. s tem, da dvignemo telo ali pa da ga upognemo na levo odnosno na desno, vidimo, da izpremene tudi oči svoj položaj napram orbiti.

1. Ako dvignemo pri mirujoči glavi telo od podlage (mize) tako, da se približa hrbet zaglavju (*ociput*), rotirajo oči z gor-

njim robom roženice naprej (desno oko torej v smislu kazalca ure). Isti efekt ugotovimo, ako flektiramo pri mirujočem telesu glavo v dorzalno smer, in sicer tudi pri živali, ki smo ji ekstirpirali oba labirinta.

Ako pa vpognemo telo pri počivajoči glavi navzdol, odnosno ako flektiramo pri počivajočem telesu glavo v ventralni smeri, rotirajo oči z gornjim robom roženice nazaj (torej levo oko v smislu kazalca ure).

2. Ako vpognemo telo pri počivajoči glavi v horizontalni ravnini krog dorzoventralne osi na desno, devira desno oko v smislu funkcije m. recti medialis (interni) naprej, levo oko pa v smislu funkcije m. recti lateralis (externi) nazaj.

Isti efekt ugotovimo, ako abduciramo pri počivajočem telesu glavo na desno.

Ako pa vpognemo telo napram glavi na levo, odnosno ako abduciramo pri mirujočem telesu glavo na levo, devira levo oko v smislu funkcije m. recti medialis naprej, desno oko pa v smislu funkcije m. recti lateralis nazaj.

3. Ako vrtimo pri počivajoči glavi telo krog sagitalne (okcipito-kavdalne) osi na desno (s hrbtom proti desnemu, s trebuhom proti levemu očesu), devira desno oko v smislu funkcije m. recti inferioris vertikalno navzdol, levo pa v smislu funkcije m. recti superioris vertikalno navzgor. Isti efekt ugotovimo, ako rotiramo pri mirujočem telesu glavo na levo tako, da gleda desno oko v dorzalno, levo oko pa v ventralno smer.

Ako vrtimo telo napram glavi na levo, odnosno ako rotiramo pri mirujočem telesu glavo na desno, devira desno oko v smislu funkcije m. recti superioris, levo oko pa v smislu funkcije m. recti inferioris.

Vsi ti refleksi so tonični: oči vztrajajo v rotiranem odnosno deviranem stanju, dokler je položaj telesa napram glavi, odnosno glave napram telesu izpremenjen.

Kot dražljaj učinkujejo izpremembe v napetosti vratne miškulature vsled izpremenjenega položaja glave napram telesu.

Aferentne proge potekajo v zadnjih koreninah gornjih treh cervikalnih živcev in se razpletajo v motoričnih jedrih vseh mišic očesa.

2. Stavni refleksi na oči.

Stavni refleksi na oči so refleksi, ki se izprožijo v momentu, ko preide glava iz stanja mirovanja v stanje pregibanja. Njih efekt je, da se gibljejo oči v oni položaj, ki ga obdrže nato vsled toničnih labirintnih in vratnih refleksov trajno.

Dejali smo, da so pri ventralno flektirani glavi oči rotirane nazaj. Ta rotacija se izproži že v momentu, ko preide glava v gibanje v ventralno smer. Dočim fiksirajo torej tonični labirintni in vratni refleksi oči v rotiranem položaju, izprožijo stavni refleksi rotacijo samo. Isto velja ceteris paribus o gibanju glave v vseh drugih smereh. Tudi stavne reflekse na oči delimo v labirintne in vratne.

D. Stato-kinetični refleksi.

Stato-kinetični refleksi regulirajo držanje v prostoru se premikajočega telesa. Njih receptivni organ so ampule labirinta notranjega ušesa. Kot dražljaj ne učinkuje premikanje telesa kot tako, marveč izprememba hitrosti premikanja, in sicer tem jačje čim večja in hitrejša je ta izprememba. Kot najjačji dražljaj učinkuje vsled tega hiter prehod iz miru v premikanje in iz premikanja v mir.

Ako položimo žival z ohranjeno zadnjo polovico mesencefala v normalno trebušno lego na horizontalno desko in desko hitro dvignemo, flektira žival prednji ekstremiteti in povesi (flektira v ventralni smeri) glavo. V momentu, ko prenehamo z dviganjem, ekstendira žival prednji ekstremiteti in dvigne (flektira v dorzalni smeri) glavo.

Ako gremo sedaj z desko hitro navzdol, nastopi nasprotna reakcija: v začetku gibanja ekstendira žival prednji ekstremiteti in dvigne glavo, ko z gibanjem prenehamo flektira prednji ekstremiteti in povesi glavo. Iste reflekse ugotovimo, ako držimo žival vertikalno z glavo in smrčkom navzgor in jo premikamo hitro v horizontalni ravnini naprej odnosno nazaj. V prvem primeru nastopi ista reakcija kakor pri padanju, v drugem primeru pa ista reakcija kakor pri dviganju.

Ako držimo žival za ledja tako, da ji visi glava navzdol, spravi glavo vsled labirintnih refleksov v normalni položaj napram prostoru. Ako povesimo sedaj roko tako, da se giblje

žival vertikalno navzdol, ekstendira prednji ekstremiteti in jih elevira naprej (kakor da bi se hotela vjeti na nje.) Navadno razpre tudi prste.

Vsi ti refleksi izpadejo po ekstirpaciji labirintov.

Ako postavimo žival na vrtilno ploščo z glavo na zunaj, z repom na znotraj in zavrtimo ploščo n. pr. na desno (v smislu kazalca ure), abducira žival glavo na levo. V momentu ko ustavimo ploščo, abducira žival glavo na desno.

Ako zavrtimo ploščo na levo se pojavijo ravno obratne reakcije. Neredko opazimo pri tem »nystagmus« glave.

Pod izrazom »nystagmus« razumemo ritmično nihanje, kojega vsak nihaj sestoji navadno iz dveh faz: iz počasne in hitre. V prvi fazi nihne dotični objekt (n. pr. oko) počasi iz izhodne pozicije, v drugi se vrne sunkoma v izhodno pozicijo nazaj. Smer nihanja označujemo po hitri fazi.

Smer nihanja glave pri vrtenju na vrtilni plošči je vedno obratna smeri deviacije (abdukcije).

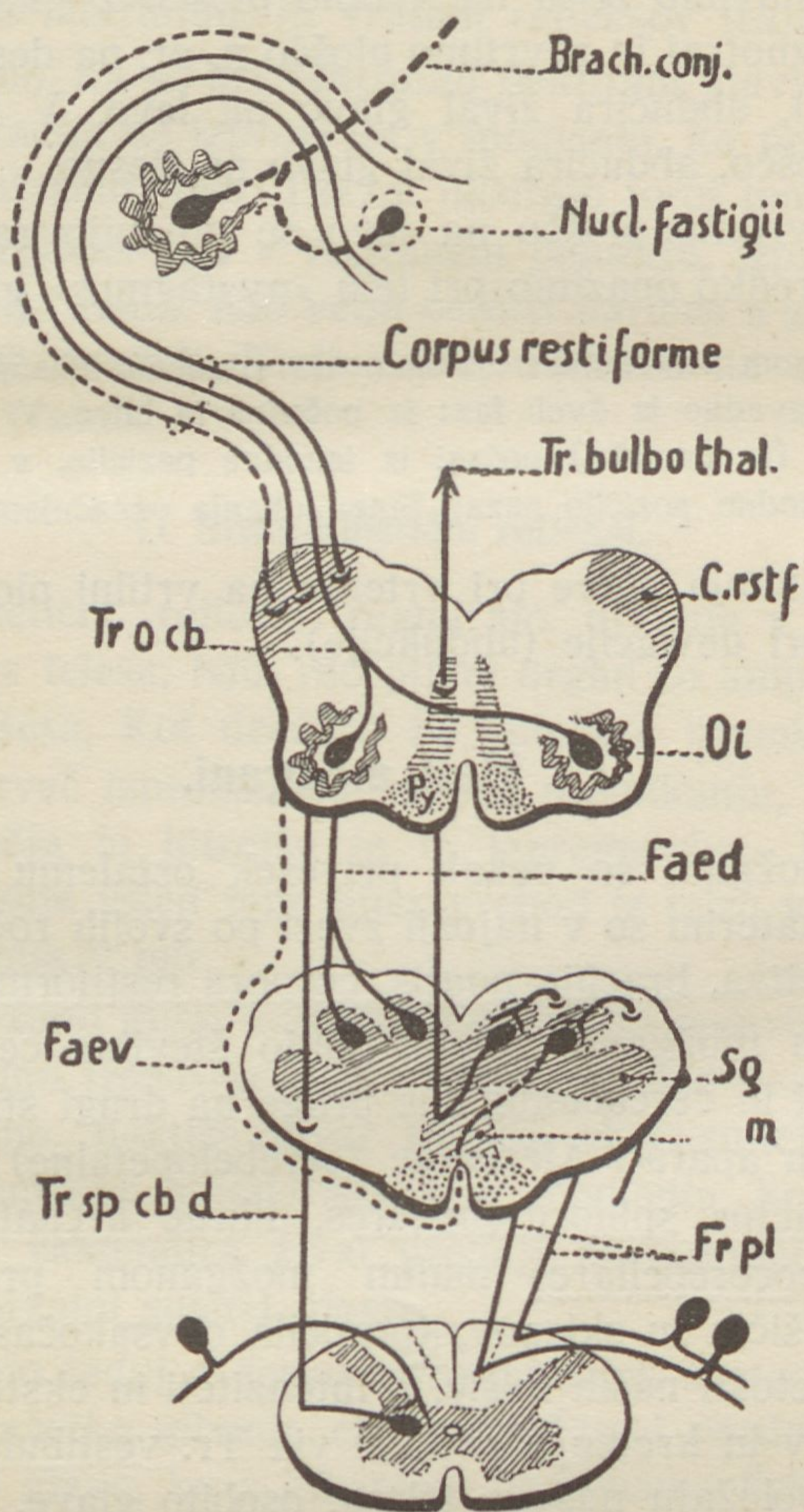
C. Mali možgani.

Mali možgani so nekak privesek ostalemu centralnemu živčevju, s katerim so v najožji zvezi po svojih ročajih (= *brachia conjunctiva*, *brachia pontis*, *corpora restiformia*).

V malih možganih se sklopljajo številne cerebelopetalne proge na eni in cerebelofugalne proge na drugi strani v mogočen refleksen aparat. Aferentne (cerebelopetalne) proge dovažajo via *tractus spinocerebellares*, *fibrae arcuatae externae*, *fibrae nucleocerebellares* malim možganom proprioceptivne dražljaje mišičja in sklepov, (poročila o vsakočasni legi naših udov, o napetosti naših mišic, o intenziteti in ekstenziteti posameznih gibov in kretenj), nadalje via *Tr. vestibulo-cerebellaris* poročila o položaju našega telesa, osobito glave, napram prostoru in o vsakokratni izpremembi tega položaja. Via *tractus cortico-pontocerebellares* dobivajo mali možgani impulze iz hemisfer velikih možganov, via *tractus tecto-cerebellares* impulze iz akustičnih in optičnih jeder, via *tr. olivocerebellaris* pa impulze iz spodnje olive.

Po drugi strani so mali možgani po svojih eferentnih progah (*tractus cerebello-rubro-spinalis* in *tractus cerebello-vestibulo-spinalis*) v zvezi z motoričnimi jedri spinalnih živcev;

razen tega jih veže tractus cerebello-rubralis in tractus cerebello-vestibularis z velikim motoričnim asocijacijskim in koordinacijskim sistemom možganskega debla. (Nucleus motorius tegmenti). Preko rdečega jedra in vidnega pomolka (thalamus



Slika št. 25.

Cerebelopetalne proge.

C. rstf = Corpus restiforme
Faed = Fibrae arcuat. extern. dors.
Faev = Fibrae arcuatae externae
 ventrales
Fr. pl = Fibrae radic. post. longae
Lm = Lemniscus medialis

Oi = Oliva inferior
Py = Pyramis
Sg = Substantia gelatinosa
Tr. o. cb = Tr. olivocerebellaris
Tr. sp. cb. d = Tr. spinocerebellaris
 dors.

opticus) vplivajo mali možgani na delovanje subkortikalnih motoričnih ganglijev (striatum, pallidum itd.) in oddajajo poročila, dotekajoča jim iz miškulature in sklepov, skorji velikih možganov. Že ta anatomska dejstva dajo slutiti, da so mali možgani v službi motilitete, da regulirajo pod vplivom dražljajev, dotekajočim jim iz miškulature in sklepov in iz labirintov, na nek način potek naših gibov in kretenj.

Ekstirpacije malih možganov pri živalih so pokazale, da mali možgani niso za ohranjenje življenja, niti za lokomocijo neobhodno potreben organ, da pa povzroča njih odstranjenje neko nesigurnost in nepreciznost v gibanju in kretanju.

Pri ribah in amfibijah so izpadni simptomi zelo neznatni. Takoj po operaciji omahujejo ribe nekoliko pri plavanju, sicer pa se obnašajo kakor normalne. Sčasoma se izgubi tudi omahovanje pri plavanju. Žabe postanejo po ekstirpaciji malih možganov nesigurne v skakanju, ne presodijo pravilno distance, skočijo ali prekratko ali pa preko cilja, pa tudi ti simptomi se v teku časa izboljšajo.

Isto je reči o pticah. Sicer so golobi takoj po operaciji v gibanju zelo omejeni in ne morejo ne hoditi ne leteti in ne na palici sedeti, vendar se ti znaki v teku enega do dveh tednov v toliko izboljšajo, da živali zopet lahko stopajo in letajo; kar jim ostane, je le neka nesigurnost (omahovanje) pri stopanju in pa okolnost, da stopajo s hiperekstendiranimi nogami in prsti tako, da se dotikajo tal le z naprej obrnjenimi prsti, dočim ostane nazaj obrnjeni prst v zraku. Radi hiperekstenzije nog ne morejo dobro čepeti na palici.

Tudi pri netopirjih povzroča ekstirpacija malih možganov neko rigidnost v nogah, kar otežuje plazenje po tleh.

Podobne simptome opazujemo pri sesavcih.

Kot primer posledic ekstirpacije malih možganov pri psu naj služita dva operacijska protokola, vzeta iz Lucianijeve knjige »Das Kleinhirn«.¹

16./VI. **Totalna ekstirpacija malih možganov** v narkozi.

Takoj po operaciji spravi žival vse štiri ekstremitete v krčevito ekstenzijo, prednje bolj nego zadnje. Zatilna miškulatura tonično kontrahirana. V naslednjih dneh kontrakture ekstremitet neizpremenjene in se stopnjujejo, ako se kdo živali približa in jo vznemirja. Oči široko odprte, pupile razširjene, neznamen nystagmus in škilenje desnega očesa na ven.

21./VI. Kontrakture v ekstremitetah ponehavajo. Žival požre, kar se ji v usta vtakne. Na tla položena se skuša dvigniti.

23./VI. Kontrakture se pojavijo le še, ako se žival vznemirja.

1./VII. Na tla položena, dvigne žival glavo. Je telesno propadla. Na trebuhu se ji je napravil abces, ki se odpre.

¹ Luigi Luciani: Das Kleinhirn. Neue Studien zur normalen und pathologischen Physiologie. Deutsch von M. O. Fraenkel. Leipzig 1893.

8./VII. Žival se telesno popravlja. Žre z apetitom. Se dvigne na noge in napravi par nerodnih korakov s pretirano abduciranimi ekstremitetami. Pade večkrat. Ako žival počiva, je opaziti kolebanje glave in trupa. Dvignjena za kožo v zrak, iztegne tonično prednji ekstremiteti.

12./VII. Opiraje se ob zid prehodi daljše razdalje. Brez opore napravi le par korakov, drži pri tem ekstremitete trdo, kakor bi bile lesene. Hrbtenica je vkrivljena konveksno navzgor. V vodi plava žival normalno, z nad vodo dvignjena glavo.

28./VII. Ne pada pri hoji več, stopa počasi, trdo, z iztegnjenimi in abduciranimi nogami. Hrbet po mačje vkrivljen. Se pri hoji guga in maje in hitro utruji, išče opore ob zidu. Plava dobro in v ravni črti. Pri jedi niha z glavo. Kadar pije, se stisne na tla in razpre prednji ekstremiteti.

15./VIII. Hodi sigurneje in hitreje, ne pade več. Ne dviga pri hoji nog več tako leseno, dasi jih še vedno pretirano abducira. Kadar žre, skuša preprečiti omahovanje telesa s tem, da se postavi široko na noge. Pri hoji po stopnicah navzdol zelo nesigurna, pade večkrat, skuša včasih padec preprečiti s tem, da zavije telo na desno ali levo.

IX. Stanje bistveno neizpremenjeno. Inteligenca intaktna.

*

27./III. **Ekstirpacija desne polovice malih možganov pri 7500 g težkem psu.**

Takoj po operaciji drži žival glavo na desno nagnjeno in na levo rotirano. Desna sprednja ekstremiteta v tonični ekstenziji. Nystagmus in strabismus. Na tla položena se vali (rotira) žival krog svoje osi od desne na levo.

30./III. Isti simptomi. Žival požre meso, ki se ga ji vtakne v gobec.

2./IV. Položena v levo stransko lego, rotira žival krog svoje osi od desne na levo. Dvignjena v zrak iztegne desno prednjo nogo in skuša s telesom rotirati od desne na levo. Stalen nystagmus desnega očesa.

4./IV. Stanje se je izboljšalo. V desni stranski legi krivi hrbtenico na levo tako, da se dotikata gobec in rep. Na tla položena rotira žival krog svoje osi od desne na levo. Nystagmus in strabismus desnega očesa.

9./IV. Počiva navadno v desni stranski legi z na levo vkrivljeno hrbtenico. Omahuje z glavo. Dvignjena v zrak se zvije na desno. Se brani energično z levimi ekstremitetami, ako se jo skuša položiti v levo stransko lego. Izpuščena rotira takoj v desno lego in vkrivi hrbtenico na levo.

16./IV. Ne rotira več krog svoje osi. Leži vedno v desni stranski legi. Omahuje z glavo. Ako se jo sili k premikanju, se dvigne z levimi ekstremitetami in omahne na desno. Občutnost vseh štirih ekstremitet intaktna.

30./IV. Leži vedno na desni strani. Na noge postavljena se obdrži le s težavo, pade vsled slabosti desnih ekstremitet pri vsakem koraku na desno. Skuša preprečiti padec s tem, da postavi desno prednjo nogo v močni abdukciji na tla. V vodo vržena plava v krogih na levo.

V. Začenja hoditi. Abducira pri tem močno desni ekstremiteti. Hodi naglo, vihravo, se hitro utruji. Z zavezanimi očmi se suče pri hoji v majhnem krogu na desno.

VI. Hodi sigurneje, vendar sta pa še vedno desni ekstremiteti, posebno zadnja, šibkejši od levih. Plava v krogih na levo, plava pa tudi v ravni črti, kar doseže s tem, da vkrivi pri plavanju hrbtenico na desno.

Na podlagi svojih opazovanj je prišel Luciani glede funkcije malih možganov do sledečih zaključkov:

1. Tudi totalna ekstirpacija malih možganov ne povzroča niti senzibilne niti motorične paralize, niti motenj psihičnih funkcij (intelligence).

2. Mali možgani so funkcionalno bistveno homolateralno se udeležujoč organ, to se pravi: funkcionalni izpad ene polovice malih možganov se izraža v motnjah inervacije predvsem iste (homolateralne) telesne strani, dočim se izraža izpad ene polovice velikih možganov predvsem v motnjah inervacije nasprotne (kontralateralne) telesne strani.

Aferentne proge potekajo nekrižane v male možgane in se razpletajo predvsem v črvu. Glavna eferentna proga preko rdečega jedra križa sicer v mesencefalu (*decussatio brachiorum conjunctivorum*), to križanje pa ne pride v poštev, ker križa rubrospinalna proga v Forelovi dekusaciji nazaj na prvotno stran.

3. Mali možgani so funkcionalno enoten organ, to se pravi: vsak njihov del (segment) ima isto funkcijo kakor celota.

4. Mali možgani niso specifično samostojen organ, marveč le pomožen in ojačevalen aparat ostalega cerebrosposinalnega živčnega sistema.

5. Po ekstirpaciji malih možganov moramo razločevati med dražnimi in izpadnimi simptomi. Dražni simptomi so izraz vznurjenja cerebelofugalnih prog vsled operacije.

Po enostranski ekstirpaciji so dražni simptomi sledeči:

Agitacija, nemir in stokanje živali. Krivenje hrbtenice s konkaviteto proti operirani strani (*pleurothotonus*); tonična ekstenzija prednje ekstremitete iste strani in klonični gibi ostalih treh ekstremitet. Spiralično zavijanje hrbtenice proti zdravi strani. *Strabismus convergens* in *nystagmus* očesa operirane strani. Rotacija cele živali krog njene osi od operirane proti zdravi strani.

Po totalni ekstirpaciji malih možganov so dražni simptomi sledeči:

Agitacija in velik nemir, tuljenje. Krivenje hrbtenice (osobito vratnega dela) nazaj (*opisthotonus*). Tonična ekstenzija obeh

prednjih in klonični gibi obeh zadnjih ekstremitet. Bilateralna konvergenca oči. Padanje vznak.

Dražni simptomi, ki onemogočajo stojo in hojo živali, trajajo v polni intenziteti le nekaj dni, na to začne žival z večjim ali manjšim uspehom hodeč se spontano premikati. Pri tem omahuje s telesom naprej in nazaj, odnosno na stran. Sčasom izginejo tudi ti znaki in kar ostane, so izpadni simptomi. Ti so posledica izpada inervacijskih impulzov s strani malih možganov in se izražajo v tem,

a) da se žival giblje in kreta z manjšo energijo nego normalna (asthenia),

b) da je tonus skeletne miškulature na operirani strani znižan (atonija),

c) da so kretnje živali neuravnane, nekoordinirane, tako glede jakosti, kakor glede smeri (astasia).

*

Vsi avtorji so si v tem edini, da je najznačilnejši simptom funkcionalnega izpada malih možgan **cerebelarna ataksija**.

Pod izrazom »**ataxia**« razumemo neurejeno (nekoordinirano), neprecizno, omahujoče gibanje kakega uda, vsled neprecizne, asinergetične, disharmonične inervacije mišičja, ki stopa pri dotični kretnji v akcijo.

V gornjih ekstremitetah ataktičen človek, ki seže n. pr. po kakem predmetu, se obnaša prilično tako, kakor dojenček, ki gre v takem slučaju z roko preko ali mimo predmeta. Roka mu omahne sedaj na to, sedaj na ono stran, pot, ki jo napravi pri tem je vijugasta, cikcakasta.

V spodnjih ekstremitetah ataktičen človek dviga n. pr. pri hoji stopali previsoko od tal, abducira preveč sedaj to, sedaj drugo nogo, vdarja vsled prenagle ekstenzije s petami premočno ob tla itd.

Cerebelarna ataksija zadene predvsem proksimalne dele spodnjih ekstremitet in trup. Vsled tega so ataktične masivne kretnje v kolkih in ledjih pri hoji in teku, dočim ostanejo elementarni gibi distalnih delov (fleksije in ekstenzije, abdukcije in addukcije) intaktni. Cerebelarno ataktičen človek se pri hoji lovi in kakor pijan zapleta in opoteka. Sedaj omahne nazaj, takoj nato ga zanese na desno ali na levo. Harmonija in koordinacija lokomocijskih kretenj je vsled netočne inervacije mišičja okvarjena.

Na gornjih ekstremitetah je cerebelarna ataksija komaj izražena in se javlja navadno v tako zvani **adiadokinezi**,

ki obstoji v tem, da bolnik ne more hitro zaporedoma izvajati antagonističnih gibov n. pr. pronacije in supinacije roke pri gesti zanikanja, fleksije in ekstenzije komolca pri gesti žuganja itd.

Mali možgani so torej refleksen aparat, ki oddaja pod vplivom proprioceptivnih (notranjih) dražljajev, dotekajočih mu po spino- in bulbo-cerebelarnih progah iz mišičja, regulacijske inervacijske impulze motoričnim jedrom spinalnih in cerebralnih živcev, skrbeč za harmoničen, sinergetično pravilen, koordiniran potek od velikih možganov intendiranih gibov in kretenj, v prvi vrsti pa onih podzavednih gibov in kretenj, ki so v službi ohranitve ravnotežja telesa pri hoji in stoji. V tej svoji funkciji so mali možgani tudi pod vplivom kortikalnih in subkortikalnih center velikih možganov, ki jim pošiljajo svoje impulze via tractus cortico--ponto-cerebellares.

Cerebelarno ataksijo spremlja navadno cerebelarna hipotonija skeletne muskulature. Prizadeto mišičje je ohlapnejše, mehkejše nego normalno, njegov upor proti pasivnemu izteganju je zmanjšan, sklepi vsled tega mahedravi. Od spinalne hipotonije vsled obolenja perifernih nevronov (prednjih in zadnjih korenin spinalnih živcev), pa se razlikuje cerebelarna v tem, da ostanejo kitni refleksi pri cerebelarni hipotoniji intaktni.

Ataksija in hipotonija sta najbolj izraženi pri obolenju črva in zadeneta v tem slučaju obe telesni strani. Pri obolenju ene cerebelarne hemisfere sta ataksija in hipotonija istostranski (homolateralni), ali pa vsaj na isti strani bolj izraženi nego na kontralateralni.

Naravna posledica homolateralne hipotonije pri enostranskem obolenju malih možganov je dejstvo, da zanaša bolnika pri hoji navadno na obolelo stran. Pa ne samo pri lokomociji človeškega telesa v celoti se javlja tonični vpliv malih možganov, tudi pri gibanju vsakega posameznega uda odnosno sklepa pride ta vpliv do izraza.

Normalen zdrav človek pokaže naravnost na kak pred njim se nahajajoč predmet, in ako si je lego predmeta zapomnil, pokaže tudi z zaprtimi očmi naravnost nanj, oziroma se ga, s tem, da iztegne proti njemu svojo leht, tudi dotakne. (Kazalni po-

izkus = Zeigerversuch). Na malih možganih oboleli človek pokaže sicer predmet, odnosno se ga dotakne, kakor normalen, dokler ga vidi, z zaprtimi očmi pa pokaže mimo predmeta in ga pri poizkusu se ga dotakniti izgreši. In sicer seže konstantno lateralno mimo njega (t. j. v smislu hiperabdukcije segajoče ekstremitete) ali pa seže previsoko odnosno prenizko. Pri obolenju črva kaže bolnik z obema ekstremitetama mimo, pri obolenju ene hemisfere pa z istostransko (homolateralno) ekstremiteto.

Iz teh dejstev je sklepal Barany, da se nahajajo v malih možganih gibalna centra, ki obvladujejo smer gibanja v smislu tridimenzionalnega prostora, centra, ki so v normalnih razmerah v medsebojnem ravnovesju, omogočujoč s tem vzdržanje ene in iste smeri pri smotrnih gibih in kretnjah. Izpad enega ali drugega teh center bi povzročal po Baranyju »kazanje mimo« in sicer konstantno v določeni smeri vsled prevladovanja ohranjenih center.

Goldstein¹ pa si razlaga »kazanje mimo« na povsem drug način. Po njegovem mnenju ni »kazanje mimo« nič drugega kakor izraz hipotonije vseh onih mišic, kojih inervacija vodi v danem slučaju do addukcije in fleksije kazajočega uda.

Ako prerežemo pri živali mesencephalon kavdalno od rdečega jedra, nastopi takozvana »decerebracijska odrevenelost« (»Enthirnungsstarre«), označena po tonični kontrakciji vseh ekstenzorjev in abduktorjev ekstremitet in trupa. Decerebracijska odrevenelost izgine, ako prerežemo nato živali hrbtni mozeg na prehodu v oblongato. V oblongati se morajo nahajati torej posebni mehanizmi, ki povzročajo za decerebracijsko odrevenelost značilno hipertonijo ekstenzorjev in abduktorjev. Ti mehanizmi so pod depresoričnim (zavirajočim) vplivom rdečega jedra in malih možganov. Eksperimentalno je namreč dokazano, da odneha odrevenelost, ako dražimo umetno male možgane, po drugi strani pa povzroča draženje malih možganov intaktne živali, gibanje ekstremitet v smislu fleksij in addukcij.

Obolenje malih možganov se mora torej izražati v hipertoniji ekstenzorjev in abduktorjev odnosno v hipotoniji fleksorjev in adduktorjev. Posledica hipertonije abduktorjev je »kazanje mimo« na ven, posledica hipertonije ekstenzorjev pa »kazanje mimo« navzgor odnosno navzdol.

¹ Goldstein Kurt: Ueber die Funktion des Kleinhirns. Klin. Wochenschrift 3. Jahrgang 1924, Heft 28.

Goldstein vidi v funkciji malih možganov protiutež proti abdukcijskim in ekstenzijskim tendencam oblongate. Te tendence igrajo veliko vlogo pri vseh podzavednih avtomatičnih kretnjah, specielno pri hoji in stoji, kjer gre pred vsem za to, da se obdrži telo proti težnosti po koncu, dočim so addukcije in fleksije pred vsem v službi preciznih gibov in kretenj, n. pr. pri zavednem smotrenem delu. Zato vidimo pri obolenju motoričnih center velikih možganov, ki posredujejo hotna dejanja, preiti ekstremitete avtomatično v ekstenzijo in abdukcijo.

Kortikalna (cerebralna) inervacija adduktorjev in fleksorjev se mora takorekoč izvršiti proti uporabi avtomatičnih ekstenzijskih in abdukcijskih tendenc in potrebuje vsled tega ojačenja z druge strani. To ojačenje ji nudijo mali možgani.

Mali možgani imajo torej po Goldsteinu nalogo cerebralno inervacijo s soinervacijo motoričnih aparatov podpirati in sicer pod vplivom proprioceptivnih dražljajev, dotekajočih jim po spinocerebelarnih progah.

Tudi cerebelarno ataksijo tolmači Goldstein po svoje. Ta je namreč po eni strani posledica abnormnih ekstenzijskih in abdukcijskih tendenc, ki otežujejo vzdržanje ravnotežja telesa, po drugi strani pa posledica izpremenjene funkcije (parafunkcije) vestibularnega aparata, vsled izpada regulacijskih impulzov s strani malih možganov.

Slednjič je Goldstein opozoril še na dva simptoma, ki jih je opazoval pri na malih možganih obolelih osebah. Ako spravi tak bolnik kak ud (n. pr. gornjo ali spodnjo ekstremiteto) v neudobno lego in odvrne nato svojo pozornost od uda, se vrne ud avtomatično (podzavedno) v vedno isto in sicer najudobnejšo lego, dočim pri zdravem človek tega ne opazujemo. Neudobne lege posebno gornjih ekstremitet so pa velikega pomena za smotreno delo in zahtevajo energično inervacijo. Kot soinervator so udeleženi pri tem mali možgani, ki skrbijo pred vsem za to, da se ud tudi pri odvrnjeni pozornosti obdrži v neudobni legi, ki jo dotična kretnja pri smotrenem delu momentano zahteva.

Ako fiksira zdrav človek z očmi kak predmet in obrne med tem glavo na stran, ne slede oči glavi, marveč obvisijo takorekoč na predmetu, to se pravi: oči se zasučijo v nasprotno smer. Ta fenomen je pri na malih možganih obolelih osebah manj

izražen kakor pri zdravih. Mali možgani podpirajo torej tonične vratne in labirintne reflekse na oči.

Že iz dosedaj navedenega je razvidno, da nam funkcija malih možganov vkljub neštetim tozadevnim poizkusom v podrobnostih še vedno ni znana. Kot izpadni simptomi so opisani v literaturi razen ataksije in hipotonije med mnogimi drugimi n. pr. sledeči: rotacije telesa krog sagitalne telesne osi, motoričen nemir udov (hiperkineza), motnje ravnotežja, motnje govora in mimike, slabost, počasnost in nesigurnost vseh gibov in kretenj itd.

Ker so mali možgani v ozki zvezi z vestibularnim aparatom, se jih je smatralo za centralni aparat (refleksni centrum) labirintnih refleksov. Magnus pa je dokazal, da ostanejo labirintni refleksi tudi po ekstirpaciji malih možganov ohranjeni. Ni pa dvoma, da je motorični aparat možganskega debla (Nucleus motorius tegmenti) pod vplivom malih možganov, bodisi da vplivajo nanj ojačujoče ali pa zavirajoče, bodisi da regulirajo na kak način njegove funkcije.

Foerster¹ je mnenja, da so mali možgani pod vplivom bazalnih ganglijev, in sicer da vpliva pallidum (globus pallidus) zavirajoče na njih delovanje. Izpad tega vpliva vsled obolenja palida se izraža, razen v izpadu palidu lastnih funkcij, v hiperfunkciji malih možganov. Kot klinični izraz te cerebelarne hiperfunkcije navaja Foerster sledeče simptome:

1. Zvišan plastični tonus mirujoče muskulature.
2. Zvišan aktivni upor mišic pri pasivnem izteganju (stezni upor = Dehnungswiderstand). Ta upor je »voščen«, (spominja nekako na upor, ki ga občutimo, ako izravnavamo upognjeno voščeno svečo,) traja z isto jakostjo ves čas izteganja mišice in je tem jačji, čim počasneje iztegamo mišico. V tem se bistveno razlikuje od tako zvanih spazmov (spasmus) vsled obolenja piramidne proge. Spastični upor ni voščen, marveč elastičen, se pojavi pred vsem v momentu začetka pasivnega gibanja in je tem jačji, čim hitreje in sunkoviteje se vrši izteganje. Spastični upor spremljajo navadno zvišani, klonični kitni refleksi, dočim so kitni refleksi pri zvišanem »steznem uporu« bistveno neizpremenjeni.

¹ O. Foerster: Zur Analyse und Pathophysiologie der striären Bewegungsstörungen. Zeitschrift f. d. gesamte Neurol. u. Psychiatrie Bd. 73, 1921.

Stezni upor spremljajo tetanični akcijski toki, ki izginejo šele, ko je mišica maksimalno iztegnjena.

3. Nagnjenje mišic se pasivnemu skrčenju (zbližanju njih insercijskih točk) z aktivno kontrakcijo prilagoditi in to stanje tonično fiksirati. (Adaptations- und Fixationsspannung.)

Ako spravimo n. pr. stopalo bolnika pasivno v dorzalno fleksijo, vidimo, da se kontrahirajo pri tem aktivno ekstenzorji (dorzalni fleksorji), ki ostanejo tudi potem še več časa tonično kontrahirani, ko smo prepustili nogo bolnika samo sebi.

Tudi adaptacijsko in fiksacijsko napetost spremljajo tetanični akcijski toki.

Mali možgani skrbe torej po Försterju

1. za pravilno tonizacijo skeletne muskulature, ki omogočuje šele vsled steznega upora antagonistov, precizno delovanje protagonistov,

2. za tonično fiksacijo v kontrakciji se nahajajočih mišic.

Izpad steznega upora povzroča cerebelarno hipotonijo, izpad tonične fiksacije pa cerebelarno astazijo.

Pomanjkljiv stezni upor antagonistov vodi pri aktivnem gibanju do cerebelarne hipermetrije, ki se izraža v tem, da so posamni gibi preekstenzivni; pomanjkljivost tonične fiksacije (fiksacijske napetosti) pa vodi do pomanjkljive kolateralne in rotatorične fiksacije uda: do uhajanja uda iz gibne smeri, do abnormalnih rotacij itd.

Ako manjka fiksacijska napetost vsled »fokalne« poškodbe malih možganov le v poedinih mišicah, se pojavi »kazanje mimo«.

Ker stezni upor in fiksacijska napetost izgineta, če prežemo zadnje korenine spinalnih živcev, je nedvomno, da sta refleksnega značaja. Njih refleksni centrum so mali možgani.

Kot nadaljni simptom hiperfunkcije malih možganov navaja Foerster anomalije držanja udov (Haltungsanomalien). Udje na palidu obolelih oseb zavzamejo spontano določene pozicije, v katerih ostanejo vsled fiksacijske napetosti prizadete muskulature trajno fiksirani. Navadno se nahaja n. pr. stopalo v supinaciji, koleno in kolk v laki fleksiji; prsti na rokah so v metakarpofalangealnih sklepih vpognjeni, v ostalih sklepih iztegnjeni, palec je oponiran itd.

A. Jakob¹ pravi o funkciji malih možganov:

Das Kleinhirn »wirkt mit seinen zentralen Kernen und davon ausstrahlenden ableitenden Systemen auf die verschiedenen Abteilungen des grossen motorischen Haubenkerns und damit auf die gesamte Muskulatur des Körpers regulierend ein. Es dient aber gleichfalls als ein Sinneszentrum, das die Nachricht von der jeweiligen Körperstellung sowohl wie von dem Kontraktionszustande der gesamten Muskulatur, der ganzen unbewussten Tiefensensibilität dem Grosshirn und unserm extrapyramidalen Hauptsystem zu übermitteln hat und auf diese Weise Einfluss gewinnt auf die vom Cortex cerebri intendierten Bewegungen und extrapyramidalen Automatismen. Dieser Aufgabe dient der Weg auf dem Dentatumroter Kern-System zum Thalamus und von dort aus zur Grosshirnrinde einerseits und zu den verschiedenen extrapyramidalen Zentren andererseits. (Seite 345.)

D. Diencephalon.

1. Thalamus opticus.

Thalamus opticus je glavni senzibilno-senzorični subkortikalni centrum možganov. Vanj se iztekajo vse senzibilne in senzorične proge: lemniscus medialis mu dovaja proprioceptivne (notranje), osobito pa eksteroceptivne (zunanje) dražljaje senzibilnih spinalnih in cerebralnih živcev, razen tega dobiva thalamus opticus proprioceptivne dražljaje preko malih možganov via tractus cerebello-rubro-thalamicus.

V medialnem kolenjem telescu (corpus geniculatum mediale) se razpleta nitje akustične proge (lemniscus lateralis), v lateralnem kolenjem telescu (corpus geniculatum laterale) in v blazini (pulvinar thalami optici) pa nitje optične proge. Verjetno je, da je v talamu prekinjena tudi gustatorična proga.

Na ta način predstavlja thalamus opticus velevažen živčni centrum, ki zbira iz zunanjih in notranjih čutil in organov vseh delov telesa mu dotekajoče centripetalne dražljaje, oddajajoč jih nato po talamokortikalnih progah psihosenzoričnim arealom možganske skorje. Dočim se pa izraža vzburjenje teh slednjih v naši duševnosti v doživetju občutkov (predstav), je izraz funkcije talama čustvena barvenost teh občutkov, t. j. ona njihova lastnost, ki povzroča v duševnosti čustvo ugodja oziroma neugodja. Tudi bolečina kot najintenzivnejše neugodje,

¹ A. Jakob: Die Extrapyramidalen Erkrankungen. Berlin 1923.

ki ga zamore izzvati kak dražljaj, je psihični odmev talamičnih živčnih procesov, povzročenih po dotičnem dražljaju.

Thalamus opticus je torej nositelj emocionalne strani naše duševnosti. V njem se odigravajo pod vplivom zunanjih in notranjih dražljajev procesi, ki jih doživljamo psihično kot čustva. Izraz njegovega delovanja so na psihični strani afekti in emocije z odgovarjajočimi jim poželenji in nagoni.

Kot tak je thalamus opticus iniciator vseh onih animalnih in vegetativnih pojavov, ki spremljajo naša čustvena razpoloženja. Preko njega gredo vsi pogojni refleksi, t. j. refleksi, ki se odigravajo pod vplivom psihičnih doživljajev, preko njega odmeva duševnost v telesnosti v obliki podzavednih mimičnih in drugovrstnih izraznih gibov in kretenj in v obliki izpremenjene inervacije vegetativnih organov. Kot posredovalec motoričnih avtomatizmov je thalamus opticus v ozki zvezi z bazalnimi gangliji (corpus striatum itd.), po kortikotalamičnih progah pa dobiva impulze iz vseh delov možganske skorje. Pod njegovim neposrednim vplivom stoje slednjič subtalamična vegetativna centra.

Thalamus opticus pasirajo vsa živčna vzburjenja, povzročena po notranjih ali zunanjih dražljajih, predno dosežejo možgansko skorjo. Od specifične reakcije talamičnih center na te dražljaje je odvisna njih čustvena barvenost ne glede na njih objektivno vsebino. Dražljaji, ki ne aficirajo bistveno talama, odmevajo v naši duševnosti kot čustveno indiferentni občutki, dočim spremlja občutke, povzročene po dražljajih, ki so na svoji poti proti možganski skorji na ta ali oni način aficirali thalamus opticus, čustvo ugodja odnosno neugodja: prijetnosti odnosno neprijetnosti itd. Th. opticus izpreminja torej po svoji naravi indiferentne dražljaje v čustveno diferentne, dajajoč jim s tem njih psihično aktiviteto, ki se izraža v naših težnjah po, odnosno v našem odporu proti takim dražljajem. Ker vzbuja le čustveno diferentni občutki našo pozornost, je th. opticus obenem organ psihične aktivitete in pozornosti.

Pa ne samo naše predstave imajo svojo čustveno barvenost, tudi naše misli spremljajo čustva, n. pr. čustvo veselja ali žalosti, priznanja ali ogorčenosti itd., tudi naše mišljenje odmeva v talamu v obliki emocij in čustvenih razpoloženj. Anatomske substrat tega odmevanja so kortikotalamične proge.

Po drugi strani je th. opticus vevavažen regulator takozvanih avtomatičnih gibov in kretenj. V to svrhu je v zvezi s striatnim telesom kot glavnim subkortikalnim centrom, ki posreduje naša zavedna dejanja spremljajoče sokretnje, nadalje refleksne kretnje pozornosti, obrambe in izbegavanja, slednjič mimične gibe in geste kot izraz afektov in čustev. Vse te

podzavedne kretnje regulira th. opticus na podlagi proprioceptivnih dražljajev, dotekajočih mu po senzibilnih progah iz mišičja in sklepov. Kot centrum afektivnost vpliva th. opticus slednjič na subtalamična vegetativna centra in preko teh na delovanje vegetativnih organov.

2. Hypothalamus.

V hipotalamičnih jedrih (nuclei tuberculi cinerei) so lokalizirana vrhovna živčna centra vegetativnih organov, predvsem centra za regulacijo temperature telesa.

Po eni strani povzroča draženje infundibula (n. pr. s kemičnimi substancami) hipertermijo, po drugi strani pa je efekt destrukcije centralne serovine III. ventrikla nesposobnost živali vzdržati telesno temperaturo na konstantni višini, dočim ekstirpacija velikih možganov z bazalnimi gangliji vred ne uniči termoregulacije.

Barbour je opazoval, da pade temperatura telesa ako segrejemo stene III. ventrikla s toplo vodo in da se zviša, ako jih shladimo z mrzlo vodo.

H. H. Meyer je mnenja, da eksistirata dva temperaturna centra: hladilni centrum (Kühlzentrum), kojega vzburjenje povzroča znižanje, in toplotni centrum (Wärmezentrum), kojega vzburjenje povzroča zvišanje temperature živali.

Nadalje je Meyer ugotovil, da se pod vplivom onih strupov, ki učinkujejo vzburjajoče na simpatikus, zviša temperatura telesa, dočim se pod vplivom strupov, ki učinkujejo vzburjajoče na parasimpatikus, temperatura telesa zniža. Iz tega je Meyer sklepal, da je hladilni centrum parasimpatičnega, toplotni pa simpatičnega značaja.

Oba centra sta v antagonističnem razmerju v tem smislu, da vpliva vzburjenje hladilnega centra zavirajoče na toplotni in obratno: vzburjenje toplotnega zavirajoče na hladilni centrum.

Vzburjajoče na toplotni centrum vplivajo:

1. pod normalo znižana temperatura krvi,
2. gotovi strupi (bakterijski toksini) pri infekcijskih boleznih (fiber),
3. simpatični živčni sistem vzburjajoče snovi (n. pr. adrenalina),
4. periferni termični dražljaji (mraz), ki dotekajo centru po centripetalnih progah.

Vzburjajoče na hladilni centrum vplivajo:

1. nad normalo zvišana temperatura krvi,

2. parasimpaticični živčni sistem vzburjajoče snovi (pilocarpin, fizostigmin itd.),

3. periferni termični dražljaji (vročina).

Termična centra so, v kolikor reagirajo na centralne dražljaje, avtomatična, v kolikor pa reagirajo na zunanje dražljaje, reflektorična.

Homoiotermna bitja, h katerim pripada tudi človek, vzdrže temperaturo telesa na konstantni višini s tem, da regulirajo reflektorično ali avtomatično produkcijo in oddajo toplote tako, da sta si produkcija in oddaja stalno v ravnotežju. Po eni strani se mora z zvišano produkcijo toplote avtomatično zvišati tudi oddaja in obratno: s padanjem produkcije toplote se mora zmanjšati tudi njena oddaja. Po drugi strani mora spremljati zvišano oddajo toplote zvišana produkcija in obratno: zmanjšano oddajo mora spremljati zmanjšana produkcija.

Živalski (človeški) organizem producira toploto kemično potom disimilacijskih procesov in jo oddaja fizikalčno potom izhlapevanja pri dihanju in znojenju in potom izžarevanja na površini telesa.

Razločevati moramo torej med fizikalčno (termoregulacijo potom oddaje) in kemično termoregulacijo potom produkcije toplote.

Fizikalčna termoregulacija se vrši

1. pod vplivom parasimpatika v smislu zvišanja oddaje toplote:

- a) z inervacijo vazodilatatorjev (razširjenje žil kože),
- b) z inervacijo znojnic,
- c) z regulacijo dihanja potom pulmonalnih vej vega,

2. pod vplivom simpatika v smislu znižanja oddaje toplote:

- a) z inervacijo vazokonstriktorjev (zoženje žil kože),
- b) pri živalih z inervacijo piloerektorjev (naježenje dlake, našopirjenje perja).

Kemična termoregulacija se vrši

1. potom direktne vegetativne inervacije notranjih organov (abdominalnih žlez in intestinalnega trakta), kojih delovanje je združeno s produkcijo toplote;

2. potom vegetativne inervacije žlez z notranjo sekrecijo (gld. suprarenalis, gld. thyreoidea, hypophysis) kojih hormoni podpirajo disimilacijske procese in s tem produkcijo toplote,

3. potom inervacije progaste miškulature pri delu in gibanju. Motorična inervacija miškulature sproži v mišicah oksi-

dacijske procese, pri čemer prehaja latentna kemična energija deloma v kinetično energijo, večinoma pa v toploto.

V vroči okolici se zniža produkcija toplote, (kar se izraža v zmanjšani vporabi kisika in zmanjšani oddaji ogljikove kisline pri dihanju). Razen tega se zviša oddaja toplote, in sicer:

- a) se razširijo kožne žile, vsled česar je koža prepojena s toplo krvjo, ki oddaja svojo toploto potom izžarevanja (Strahlung) in potom direktnega odvajanja zraku, (Leitung),
- b) se pojavi na koži znoj, ki jemlje pri izhlapevanju koži in s tem krvi obilo toplote,
- c) se zviša število srčnih vtropov, kar pospeši obtok krvi in s tem njeno ohlajevanje v hiperemični koži,
- d) se zviša število dihljajev v časovni enoti, kar povzroča, da se menjava hitreje segreti zrak v pljučih, ki odvajajo toploto telesu.

V mrzli okolici se zviša produkcija toplote (zvišana vporaba kisika in zvišana oddaja ogljikove kisline pri dihanju). Razen tega se zmanjša oddaja toplote, in sicer se stisnejo kožne žile, kri se umakne v notranje organe. Koža postane suha in bleda z minimalnim izhlapevanjem.

Razen termoregulacijskih center (vazomotoričnih in disimilacijskih) se nahajajo v hipotalamu vrhovna sekretorična centra (za sekrecijo slin in znoja) in centra, kojih vzburjenje povzroča glikozurijo in poliurijo.

Normalno vsebuje kri 0.1 % sladkorja, ki ga zajema iz jeter. Pri zvišani produkciji sladkorja v jetrih se zviša tudi prekomerno množina sladkorja v krvi, ki se izločuje v ledvicah potom seči. Pojav sladkorja v seči se imenuje »glykosuria«. Navadno je pri tem tudi zvišana množina izločene seči v časovni enoti (24 urah) (polyuria).

Hipotalamus vsebuje torej centra, ki vplivajo na delovanje jeter in delovanje ledvic.

Dejstvo pa, da vplivajo psihični doživljaji, osobito bolečine, afekti in emocije na delovanje vseh vegetativnih organov, govori za to, da se nahajajo v bližini talama (kot nositelja čustvene strani duševnosti) tudi centra za vse ostale vegetativne funkcije, da predstavljajo torej jedra serovine III. ventrikla nek vrhovni vegetativni centrum, pod vplivom katerega stoje vsa druga nižje spodaj v oblongati in v hrbtnem mozgu se nahajajoča centra.

Proge, ki vežejo hipotalamična vegetativna centra s podrejenimi centri, nam niso znana, mogoče je ena teh prog fasciculus longitudinalis dorsalis (Schütz).

E. Bazalni gangliji.

Subkortikalna motorična centra.

K subkortikalnim motoričnim centrom prištevamo 1. corpus striatum, 2. corpus Luysi, 3. substantia nigra.

1. **Corpus striatum** sestoji iz dveh, po filogenetskem in ontogenetskem razvoju, po histološki strukturi in funkciji, različnih delov: iz neostriata in paleostriata.

a) Neostriatum predstavljata *nucleus caudatus* in *putamen nuclei lentiformis*, ki sta oba po svoji histološki strukturi modificirana možganska skorja. Oba sestojita iz dvoje vrst živčnih celic

1. iz zelo številnih majhnih, jajčaste, vretenčaste ali trikotne oblike, s kratkimi, v bližini celice v gosto vejevje razpadajočimi nevriti in

2. iz velikih, poligonalnih, multipolarnih, z dolgimi nevriti, ki se razpletajo izven neostriata v palidu.

Razen omenjenih celic vsebuje neostriatum gosto pletenino mieliniziranih živčnih nitk.

Ontogenetsko pripada neostriatum telencefalu.

b) *Palaeostriatum* (*pallidum*) predstavlja *globus pallidus nuclei lentiformis*, ki sestoji iz samo ene vrste velikih, iztegnjenih ganglijskih celic, z izredno dolgimi dendriti in z bogato razvitimi Nisslovimi telesci. Nevriti teh celic sestavljajo palidofugalne proge, ki vodijo v več ali manj oddaljene dele živčevja. Razen iz celic sestoji tudi *pallidum* iz velike množine mieliniziranih živčnih nitk.

Ontogenetsko pripada *paleostriatum* (*pallidum*) diencefalu.

2. **Corpus Luysi** (*subthalamicum*) sestoji kakor *pallidum* iz samo ene vrste srednje velikih celic motoričnega tipa z dolgimi nevriti.

3. **Substantia nigra** (Soemering) sestoji iz dveh plasti:

a) dorzalno ležeča »zona compacta« vsebuje številne, gosto v gručah stoječe velike ganglijske celice, ki vsebujejo nek temen pigment, tako zvan »melanin«.

b) Ventralno ležeča »zona reticulata« pa spominja strukturelno na *pallidum*. Njene vretenčaste, na redko raztresene celice so brez melanina in leže med močnejšimi ali drobnejšimi povezki mieliniziranega nitja.

Ontogenetsko pripadata *corpus Luysi* in *Subst. nigra* mesencefalu.

Subkortikalna motorična centra so v ozki medsebojni zvezi in v zvezi s sosednjimi živčnimi centri.

Striatum (=neostriatum) in *pallidum* (=palaeostriatum) dobivata inervacijske impulze predvsem iz talama, in sicer iz njegovih ventromedialnih delov. To strio- in palido-petalno

nitje vodi »ansa lenticularis«. Glavni del tega nitja se razpleta v palidu, manjši del pa gre skozi palidum, razpletajoč se krog malih celic putamna, odnosno po križanju notranje vrzeli, krog celic repatega jedra. Razen tega dobivata striatum in pallidum aferentno nitje via fasciculus lenticularis (Foreli) iz hipotalamičnih tvorb (tuber cinerum, nucleus periventricularis itd.).

Striofugalno nitje, sestojče iz nevrinov velikih poligonalnih celic putamna in repatega jedra se razpleta v celoti v palidu, v katerem začenjajo važne eferentne (palidofugalne) proge.

Nekaj tega palidofugalnega nitja vodi nazaj v thalamus opticus, drugi del poteka v subtalamične tvorbe (tuber cinereum itd.), glavni del pa vodi v rdeče jedro iste, odnosno preko Forelove dekusacije v rdeče jedro kontralateralne strani ter v nucleus commissurae posterioris (Darkschewitsch)¹ oziroma v jedra četveroglavičja. Razen tega je pallidum po eferentnem nitju v zvezi s Soemeringovo črno substanco.

Corpus striatum.

Corpus striatum je motorični centrum za podzavedne izrazne kretnje (geste in mimiko), za reaktivne kretnje bega in obrambe, strahu in bojazni, za kretnje orientacije in pozornosti, za avtomatične kretnje držanja pri hoji in stoji, za podzavedne lokomocijske kretnje in za sokretnje, ki spremljajo zavedna dejanja. Pod njegovim vplivom je motiliteta govora, zvečenja in požiranja, razen tega vpliva corpus striatum regulirajoče na subtalamična vegetativna centra.

Inervacijske pobude dobiva corpus striatum preko talama in sicer via tractus corticothalamici iz možganske skorje, via tractus cerebello-rubro-thalamicus pa iz malih možganov.

V kakem medsebojnem razmerju stojita paleo- in neostriatum ni še točno ugotovljeno. Patološki procesi, ki se odigravajo v paleostriatu (palidu) povzročajo navadno tako zvani akinetično-hipertonični simptomni kompleks, ki je značilen za Par-

¹ Nucleus commissurae posterioris (nucleus fasciculi longitudinalis medialis) leži v višini zadnje komisure (commissura cerebri posterior) dorzolateralno od prednjega konca okulomotorijevega jedra in oddaja svoje nitje medialnemu longitudinalnemu povezku. Commissura posterior veže jedri desne in leve strani.

kinsonovo bolezen, dočim povzročajo procesi, ki uničijo male celice neostriata, hiperkinetično-hipotonični simptomni kompleks, kakor ga najdemo pri splošni atetozii odnosno pri horeji (chorea).

A kinetično-hipertonični simptomni kompleks (Parkinsonismus) sestavljajo sledeči simptomi:

1. Lahka pareza in zvišana utrudljivost prizadete muskulature. Ako nastopi poškodba neostriata akutno, apoplektiformno, so prizadete mišice za hotne impulze prehodno celo popolnoma paralitične.

Glavna motorična (piramidna) proga, ki veže psihomotorična polja možganske skorje s spinalnimi motoričnimi centri, poteka neprekinjeno skozi notranjo vrzel in možgansko deblo v oblongato, kjer križa deloma na drugo stran (decussatio pyramidum), potekajoč nato v stranskem svežnju hrbtne mozga in razpletajoč se sukcesivno krog motoričnih celic prednjih stebrov.

Razen te glavne proge pa veže možgansko skorjo s hrbtnim mozgom še druga postranska (ekstrapiramidna) proga, ki gre preko talama in striatnega telesa v nucleus ruber in od tu kot tractus rubrospinalis v hrbtni mozeg. Obolenje striata, ki prekine to progo, povzroča vsled tega parezo muskulature kontralateralne telesne strani.

Momentani izpad te ekstrapiramidne motorične inervacije pa povzroča, dokler se motorične celice hrbtne mozga ne prilagode izpremenjenim inervacijskim razmeram, kompletno temporerno hemiplegijo.

2. Nedostajanje motorične iniciative pri hotnem, zavednem udejstvovanju. Vzlic hotenju zastajajo kretnje, njih začetek je zapoznjen, njih razvoj in potek počasen, njih ekstenziteteta zmanjšana. Vse kretanje bolnika napravlja vtis, kakor da bi morali inervacijski impulzi premagovati neki upor, ki jim zabranjuje odtok v motorična centra hrbtne mozga. Kretnje se razvijajo trdoma, zastajajo v svojem razvoju kakor da bi se odigravale na slabo navitem avtomatu. Posledica tega je, da se bolniki sploh malo gibljejo, kakor da bi bili okameneli. Njih imobilnost je tem večja, ker je tudi nadaljni avtomatični potek hotnih in zavedno započelih vsakdanjih dejanj vsled izpada subkortikalnih motoričnih center otežkočen. Dočim opravlja zdrav človek enkrat započeta dejanja (n. pr. ko se oblači, umiva itd.) tako rekoč avtomatično dalje, ne da bi bil neprestano s svojo zavestjo pri njih, mora naš bolnik za vsako posamno kretnjo svojega opravila poslati nov hoten impulz

iz možganske skorje v muskulaturo dotičnega uda, kar pa zahteva od njega preveč iniciative in ga duševno hitro utrudi.

3. Pomanjkljivost ali popoln izpad hotna dejanja spremljajočih podzavednih (avtomatičnih) sokretenj (Mitbewegungen).

Ako izvede zdrav človek kako zavedno smotreno krettnjo, spravi istočasno svoje telo ali pa vsaj dotični ud v za dotično krettnjo najugodnejšo lego. Ako vržem n. pr. kamen, se nehote razkoračim in nagnem telo nazaj, pri hotni fleksiji komolca abduciram istočasno nehote celo ekstremiteto itd. Take podzavedne kretnje imenujemo sokretnje.

Tako izpade pri Parkinsonismu dorzalna fleksija roke pri hotni fleksiji prstov, pri hoji izostane nihanje rok poleg nezadostne fleksije kolena in ekstenzije stopala, pri pogledu navzgor izostane nagubanje čela itd. Vsled tega so vse kretnje neekonomične, brezizrazne in prazne. Obratno pa je tak bolnik v stanju proizvajati take gibe, ki jih zdrav človek baš radi avtomatične soinervacije številnih sinergistov ne more: n. pr. gibanje s poedinimi prsti na nogi itd.

Dočim so efekt kortikalne motorične inervacije predvsem individualni izolirani gibi posamnih udov ali delov kakega uda, skrbi striatum za koordinirano soinervacijo agonističnih sinergistov, stoječ pri tem pod kontrolo talama, ki mu pošilja na podlagi proprioceptivnih poročil, ki jih dobiva iz delujočih mišic, za to potrebne direktive.

4. Pomanjkljivost ali popoln izpad mimičnega izražanja afektov in čustev in pomanjkljivost gest.

5. Pomanjkljivost ali popoln izpad reaktivnih kretenj. Tudi dražljaji, ki povzročajo bolečino ne izprožijo nikakih avtomatičnih motoričnih reakcij. Tak bolnik ne umakne n. pr. reflektorično roke, če se ga zbode z iglo, se ne zdrzne, če počí v njegovi bližini strel, ne zapre avtomatično oči, če stopi v preintenzivno luč, se ne izogne na cesti avtomatično vozu, ne ekvilibrira s podzavednimi kretnjami telesa, če se je izpotaknil. Izraz pomanjkanja takih reaktivnih kretenj pri hoji so takozvane »pulzije«. In sicer razumemo pod »propulzijo« nemožnost preiti iz teka v miren korak, pod »retropulzijo« zanašanje vznak itd. Nadalje so pri takih bolnikih pomanjkljive pozornostne kretnje. Bolnik n. pr. ne dvigne avtomatično glave, ko sliši imenovati svoje ime, se ne ozre proti vratom, če se

nenadoma odpro, ne prisluhne, če sliši v bližini sumljiv ropot itd.

V predstoječem navedeni simptomi so izraz akinetične komponente Parkinsonisma. Izraz hipertonične komponente so pa sledeči simptomi:

1. zvišan plastični tonus mirujoče muskulature,
2. zvišan stezni upor,
3. zvišana adaptacijska in fiksacijska napetost. (Glej stran 183.) Ker mora bolnik pri vsaki kretnji premagati velik stezni upor v antagonistih, je kretanje še bolj otežkočeno. Vsled hipertoniije vseh mišic telesa je bolnik v celoti kakor odrevenel: se drži leseno, dela pri hoji majhne, drsajoče korake, odpira pri govorjenju nezadostno usta itd. Vsled preintenzivnih fiksacijskih refleksov persistirajo udje v vsakokratni poziciji, v obrazu persistira mimični izraz, dasi je afekt, ki ga je bil izprožil, že davno vgasnil, bolnik ne more takoj izpustiti predmeta, ki ga je stisnil v pest itd.

Ker se pri izraženem parkinsonizmu najdejo poleg patoloških procesov v paleostriatu (palidu) navadno tudi degenerativni procesi v neostriatu, in sicer procesi, ki zadenejo velike poligonalne celice tega subkortikalnega jedra, so nekateri avtorji¹ mnenja, da je parkinsonismus izraz izpada funkcije teh celic neostriata in da obstoji funkcija palida v tem, da skrbi za sinergetično pravilen potek od neostriata iniciiranih avtomatizmov, ter da vpliva poleg tega regulirajoče na delovanje motoričnih center možganskega debla (nucl. motorius tegmenti).

Za to naziranje govori dejstvo, da se razpletajo nevriti velikih neostriatnih celic v palidu in da začenjajo šele v tem eferentne proge, ki vodijo preko rdečega jedra v motorična centra hrbtne mozga.

Temu nasproti pa povdarjajo drugi avtorji, da je neostriatum filogenetsko mlajši centrum, ki se pojavi šele pri višje organiziranih vertebratih in da se mielinizira njegovo nitje šele po rojstvu individua, dočim je mielinizacija paleostriata ob rojstvu že dokončana. Razen tega dobiva paleostriatum glavni del aferentnega nitja direktno iz talama, kar govori tudi

¹ Dr. A. Jakob: Die extrapyramidalen Erkrankungen. Berlin 1924.

za to, da je do neke meje neodvisen od neostriata. Kot filogenetsko in ontogenetsko starejši organ mora biti paleostriatum glavni subkortikalni motorični centrum, ki pa je pod regulatoričnim vplivom mlajšega neostriata.

Pa naj bo temu kakor že hoče, v tem so si skoro vsi avtorji edini, da povzroča obolenje malih celic neostriata parkinsonizmu docela nasproten hiperkinetično-hipotonični simptomni kompleks ali v obliki atetotičnega ali pa horeatičnega sindroma.

Po Foersterju¹ tvorijo atetotični striatni sindrom sledeči simptomi:

1. Atetotično gibanje.

Pod izrazom »athetosis« razumemo nehotno, počasno, zvijanju in gibanju črvov podobno gibanje udov. V lahkih slučajih so prizadeti samo distalni deli ekstremitet, predvsem prsti na nogah in rokah. V nešteti kombinacijah si slede ekstenzije in fleksije posamnih prstov in prstnih členov: ob istočasni fleksiji enega prsta se ekstendira drugi, fleksijo osnovne falange spremlja ekstenzija končnih falang in obratno, fleksije in ekstenzije se menjavajo z abdukcijami in addukcijami, vse brez vsakega reda in ritma.

V težjih slučajih so prizadeti tudi proksimalni deli ekstremitet, v težkih pa celokupna muskulatura telesa. Supinacije in pronacije roke odnosno noge (stopala) se kombinirajo s fleksijami in ekstenzijami v komolcu odnosno v kolenu, z abdukcijami in addukcijami v rami odnosno v kolku, hiperekstenzijo prstov spremlja maksimalna fleksija roke v zapestju itd. Trup se zvija zdaj v smislu hiperekstenzije, zdaj v smislu rotacije ob istočasnem zavijanju glave. Obraz je v neprestanem pačenju, usta se šobijo, čelo se guba, oči gredo zdaj na desno zdaj na levo itd.

Vsako duševno vzbujenje, vsak najmanjši afekt, vsaka intendirana kretnja, sploh vsaka duševna aktivnost stopnjuje atetotično gibanje; istotako ga stopnjujejo senzibilni dražljaji ali neudobna lega bolnika, dočim preneha navadno v spanju.

2. Plastični tonus mirujoče muskulature je znižan: mišice, ki niso momentano udeležene na atetotičnih krčih, so mehke, brez izražene plastike.

3. Pri previdnem pasivnem izteganju, ki ne izproži reflektorično atetotičnih krčev, se najde, da manjka stezni upor v vseh mišicah, vsled česar se dajo n. pr. prsti prekomerno pasivno iztegniti.

¹ Foerster O.: Zur Analyse und Pathophysiologie der striären Bewegungsstörungen. Zeitschrift f. d. ges. Neurol. u. Psychiat. Bd. 73, 1921.

4. Adaptacijska in fiksacijska napetost ne nastopi takoj po zbližanju insercijskih točk mišice, marveč se razvije počasi ali pa sploh ne nastopi.

5. Vsak dražljaj izproži pretirano živahne reaktivne kretnje, tako glede njih intenzitete kakor glede njih ekstenzitet. Bolniki reagirajo na vsak dotikljaj, na vsak šum, na vsak optični dražljaj s primernimi reaktivnimi kretnjami, ki preidejo navadno v vsesplošno atetozo. Isto je reči o izraznih in mi-mičnih gibih vsled afektov in emocij. Pogosto pride do krčevitega jokanja ali smejanja ali pa do vsesplošnega grimasiranja.

6. Hotno kretanje je vsled patoloških soinervacij in avtomatičnih sokretenj skrajno otežkočeno. Hotni izolirani gibi poedinih udov ali udovih delov so sploh nemogoči. Soinervacije se pojavljajo predvsem v antagonistih in so neredko celo intenzivnejše od inervacij v protagonistih. Tako se zgodi, da se iztegnejo prsti, ako jih hoče bolnik vpogniti, da vpogne komolec, ko ga je hotel iztegniti itd. Pojavljajo se pa soinervacije tudi v oddaljenejših mišicah in mišičjih skupinah iste kakor kontralateralne telesne strani, neredko v vsem telesu. Ako hoče n. pr. bolnik prijeti z desno roko kak predmet, zavije hrbet, vpogne glavo, odpre usta itd. Tudi one sokretnje, ki podpirajo pri zdravem človeku hotne akcije, so tako pretirane, da jih preprečijo.

Vsled patoloških soinervacij in sokretenj je otežkočeno tudi govorenje, včasih celo zvečenje in požiranje. V težjih slučajih bolniki ne morejo ne sedeti, ne stati, ne hoditi. Vsak poizkus, postaviti se na noge, izproži nebroj najrazličnejših sokretenj, ki preidejo slednjič v vsesplošno atetozo.

Atetotičnemu simptomnemu kompleksu soroden je h o - r e a t i č n i s i m p t o m n i k o m p l e k s .

Pod izrazom »chorea« razumemo nehotne, hitre, sicer kolikor toliko koordinirane, pa nesmotrene, neritmične kretnje in gibe telesa: neprestano pačenje obraza, zvijanje in zavijanje trupa, nesmiselne, otepajoče gibe (abdukcije, addukcije, rotacije itd.) ekstremitet, sledeče si brez cilja in reda, ki onemogočujejo v težjih slučajih hojo in stojo in vsako smotreno delo, ki pa cesirajo v spanju.

Od atetoze se razlikuje chorea v tem, da so njeni gibi zelo hitri in zelo elementarni, brez vidnega smisla, spominjajoč na otepanje papirnatega možiclja (Hampelmann), dočim spominjajo počasnejše in kompleksnejše kretnje pri atetozni na kretnje plezanja in oprijemanja.

Tudi za horeatični simptomni kompleks je značilna splošna hiperkineza, ki se izraža

a) v patološko pretiranih izraznih in reaktivnih kretnjah in
b) v patološko pretiranih sokretnjah, ter
hipotonija miškulature, ki se izraža

- a) v zmanjšanem plastičnem tonusu,
- b) v zmanjšanem steznem upor,
 - c) v manjkanju adaptacijske in fiksacijske napetosti.

Po Försterju je pallidum (**palaeostriatum**) glavni subkortikalni motorični centrum, preko katerega vodi kortikospinalna ekstrapiramidna proga (tractus cortico-thalamo-pallido-rubro-spinalis).

Inervacijske pobude dobiva preko talama iz možganske skorje, stoječ pri tem istočasno pod vplivom perifernih (proprioceptivnih) dražljajev, dotekajočih mu via tractus spino- in bulbo-thalamici preko talama iz miškulature telesa.

Njegova funkcija obstoji v tem,

- a) da podpira kortikalno motorično inervacijo,
- b) da oddaja inervacijske impulze za hotna dejanja spremljajoče podzavedne sokretnje,
- c) da oddaja inervacijske impulze za vse podzavedne reaktivne in izrazne kretnje,
- d) da sodeluje na pravilni in smotreni sukcesiji poedinih gibov in kretenj pri hotno započetih dejanjih,
- e) da vpliva zavirajoče na delovanje malih možganov.

Pallidum je poleg tega nositelj onih prirojenih motoričnih mehanizmov, ki jih označujemo kot instinktivne in v katerih se izčrpava po večini udejstvovanje živali.

Zavirajoče na palaeostriatum (pallidum) vpliva **neostriatum**. Izpad njegove funkcije se izraža v hiperfunkciji palida. Najznačilnejša komponenta te hiperfunkcije je atetotično (odnosno horeatično) gibanje, v katerem se izražajo filogenetsko prastare instinktivne kretnje plezanja in oprijemanja. (Förster.)

Neostriatum je razen tega kot derivat možganske skorje nositelj inervacijskih engramov za vse tipično človeške gibe in kretnje, ki se jim človek priuči šele v teku življenja, ki jih pa s tisočero vajo mehanizira. Neostriatum skrbi torej za pravilen podzaveden potek hotno započetih dejanj, oddajajoč v tem smislu inervacijske impulze palidu. Pri tem je sam pod vplivom talama, preko katerega dobiva neprestano poročila o momentanem položaju v akciji stoječih udov v vseh fazah razvoja in poteka dotičnega mehaniziranega dejanja.

Kot delovanje palida zavirajoč in regulirajoč centrum, vpliva neostriatum slednjič posredno vzburljajoče na delovanje malih možganov s tem, da paralizira depresorični vpliv palida nanje.

Corpus Luysi.

Corpus Luysi je palidu podrejen centrum, kojega motorična funkcija obstoji mogoče v tem, da regulira sinergetično inervacijo telesa v celoti ali pa vsaj celih njegovih delov. Izpad njegove funkcije se izraža klinično v tako zvanem »hemibalizmu« kontralateralne polovice telesa, t. j. v ekscesivnih, na horeatično gibanje spominjajočih sokretnjah, v pretiranem, bizarnem zvijanju in zavijanju trupa in ekstremitet obolele telesne strani.

Substantia nigra.

Tudi substantia nigra je palidu podrejen centrum, kojega motorična funkcija obstoji poleg drugega v tem, da regulira tonus muskulature. Obolenje tega centra povzroča ekscesivno hipertonijo muskulature kontralateralne polovice telesa, kakor jo najdemo v težkih slučaji parkinsonisma.

F. Možganska skorja.

V možganski skorji se vrše vsi oni, nam po svojem bistvu povsem neznani, psihofizični procesi, ki se nam javljajo v naši duševnosti kot psihični doživljaji. V kolikor smo zmožni neposredno se zavedati funkcij svojega telesa in hotno vplivati na njihov potek, je možganska skorja najvišja in zadnja instanca življenskih pojavov. Na njej se projicirajo tako rekoč vsi receptivni, občutke posredujoči organi in v njej so inervatično zastopani vsi eksekutivni organi, ki so pod vplivom naše volje. V možgansko skorjo vodijo vse senzibilne, odnosno senzorične proge, kojih vzburjenje zaznamo v obliki zavednih občutkov (zaznav) in v njej začenjajo vse one centrifugalne (motorične) proge, ki so v službi hotnih, (zavednih) gibov in kretenj.

Možganska skorja je torej oni del centralnega živčevja, ki posreduje po eni strani zavedne občutke (zaznave), po drugi strani pa hotne inervacijske impulze.

Proge, ki vežejo receptivne aparate telesa z možgansko skorjo in proge, ki vežejo možgansko skorjo z eksekutivnimi (gibalnimi) aparati telesa, imenujemo projekcijske.

Pod neposrednim vplivom dražljajev, dotekajočih možganski skorji po centripetalnih projekcijskih progah iz periferije telesa se javljajo, kakor rečeno, v naši duševnosti doživljaji občutkov (zaznav = Empfindungen, Wahrnehmungen). Pod neposrednim vplivom psihičnega doživljaja volje (hotenja) pa odtekajo po centrifugalnih projekcijskih progah inervacijski impulzi v eksekutivne organe, kojih efekt so hotni gibi in kretnje.

Po zunanjih (odnosno notranjih) dražljajih nastalo vzburjenje možganske skorje, ki odmeva v naši duševnosti v obliki občutkov (zaznav), zapusti v skorji nekake odtiske (engrame), ki omogočujejo, da si enkrat doživete občutke pozneje v spominu zopet lahko predstavljamo. Podobno zapuste enkrat doživeti zavedni impulzi, kojih efekt so bili hotni gibi, oziroma kretnje, v možganski skorji nekake sledove (residue), ki omogočujejo, da se ista kretnja v ponovnih slučajih lažje, točneje in hitreje izpelje, (motorične predstave). Na motoričnih predstavah temelji oni pojav, ki ga imenujemo vaja.

Možganska skorja je torej poleg tega, da posreduje zavedne občutke in hotne inervacijske impulze, nositeljica spomina in kot taka posredovalka predstav (Vorstellungen).

Predstave so psihološka podlaga asociativnih procesov (mišljenja in sklepanja). Materialni substrat teh procesov so asociacijske proge, ki vežejo one dele možganske skorje, kjer so deponirani engrami enkrat poprej doživetih občutkov in hotnih inervacijskih impulzov.

Možganska skorja je torej tretjič oni del centralnega živčevja, kjer se vrši asociacija idej.

Možganska skorja vrši potemtakem trojno nalogo:

1. Ona je posredovalka zavednih občutkov in hotnih inervacijskih impulzov: receptivna in eksekutivna (projekcijska) funkcija.
2. Ona je nositeljica spomina (predstav): mnestična funkcija.
3. V njej se vrše asociacijski procesi: asociativna funkcija.

Da so veliki možgani oni del centralnega živčevja, na katerega je vezana na nek način človeška duševnost, so vedeli že misleci starega veka. Pa šele mikroskopična anatomija in histologija velikih možganov, kakor se je razvila v teku prošlega in tekočega stoletja, je v zvezi s kliničnim opazovanjem na možganih obolelih oseb in v zvezi s patološko anatomijo ugotovila pomen možganske skorje za zavestno udejstvovanje človeka.

Prvotno je smatrala večina fiziologov možgansko skorjo za homogen organ v tem smislu, da imajo vsi njeni deli (areali) enako funkcijo, da je torej možganska skorja v celoti posredovalka zavednih občutkov in hotnih inervacijskih impulzov in nositeljica višjih duševnih potenc. Šele ko se je Fritschu in Hitzigu posrečilo dokazati, da povzroča električno draženje le določenih arealov možganske skorje kontrakcije progastih mišic ekstremitet in trupa, se je razvil moderni nauk o različnih funkcijah različnih arealov možganske skorje (Lokalisationslehre). Z anatomske strani je podprl nauk o lokalizaciji posebno Paul Flechsig s svojimi mielogenetičnimi študijami.

Flechsig je namreč našel, da se ne mielinizira istočasno vse živčno nitje velikih možganov, marveč da dobi mielinje ovoje najprej nitje, ki vodi v one areale, ki se krijejo v bistvu s psihosenzoričnimi polji, kmalu nato ono nitje, ki izvira v psihomotoričnih poljih in potem šele nitje, ki veže one areale možganske skorje, ki niso ne v službi zavednih občutkov, ne v službi hotnih motoričnih impulzov. Te slednje je imenoval Flechsig »asociacijska polja«.

Po Flechsigu razpade vsa možganska skorja v tri kategorije mielogenetično različnih sistemov: v primordialne, intermediarne in terminalne.

Primordialni areali možganske skorje so oni, ki se mielinizirajo že pred rojstvom in v katerih se razpleta nitje centripetalnih (senzibilno-senzoričnih) prog. Ta polja posredujejo torej zavedne občutke. Nahajajo se v okcipitalni loputi (psihooptično polje), v temporalni loputi (psihokustično polje), v prednji in zadnji centralni vijugi (psihoeestetično polje) in v olfaktorni loputi (psihoozmično polje).

Terminalni areali možganske skorje so oni, ki se mielinizirajo šele po rojstvu in ki vsebujejo trajno samo asociacijsko odnosno komisurno nitje. Glavna asociacijska polja so: parieto-temporalno, frontalno in insularno.

Intermediarni areali možganske skorje so oni, ki se mielinizirajo ob času rojstva ali kmalu nato in ki so vrinjeni med primordialne in terminalne areale.

Flechsigov nauk se je izkazal sicer v posameznostih kot zmoten, zlasti trditev, da terminalna (asociacijska) polja ne vsebujejo projekcijskega nitja, vendar je mogočno vplival na razvoj modernega lokalizacijskega nauka.

Dejstvo je, da se razpleta centripetalno projekcijsko nitje predvsem v določenih arealih možganske skorje, kakor začenja centrifugalno projekcijsko nitje v posebnih arealih, dasi tudi ostala možganska skorja ni brez projekcijskega nitja. Istotako je dejstvo, da so projekcijska polja

v službi zavednih občutkov, odnosno hotnih inervacijskih impulzov, sporno pa je prašanje funkcije asociacijskih, na projekcijskem nitju revnih polj. Po Flechsigu so asociacijska polja samostojna centra, v katerih se vrše procesi, ki jim odgovarjajo v duševnosti višji duševni pojavi inteligence (mišljenja, sklepanja, čustvovanja), dočim so drugi nevrologi naziranja, da predstavljajo asociacijski areali prav za prav mnestična polja, kjer so deponirani spominski odtiski (engrami) čutnih zaznav in hotnih motoričnih inervacij. Po mnenju teh avtorjev (Wernicke, Exner, Ziehen, Liepmann i. dr.) so višji duševni pojavi rezultat asociacijskih procesov, kojih anatomske substrat so asociacijske proge, ki vežejo v nepregledni množini mnestična polja različnih čutnih kvalitete.

Ker so predstave kot produkt mnestične funkcije možganske skorje nekak odsev pristnih doživljajev (občutkov in hotnih impulzov) bomo v naslednjih izvajanjih iz didaktičnih razlogov govorili o možganski skorji

1. kot receptivnem (projekcijskem in mnestičnem) aparatu,
2. kot ekskutivnem (projekcijskem in mnestičnem) aparatu in
3. kot asociacijskem aparatu.

1. Možganska skorja kot receptiven aparat.

Možganska skorja dobiva poročila iz zunanjega sveta, (k zunanjemu svetu prištevamo tudi lastno telo, v kolikor je objekt zaznavanja), po centripetalnih projekcijskih progah.

Vse centripetalne projekcijske proge sestojajo iz najmanj treh nevronov. Prvi (periferni) nevron predstavljajo periferni senzibilni (senzorični) živci (izvzemši N. opticus, ki je z retino vred del centralnega živčevja). Ti se razpletajo v primarnih senzibilnih (senzoričnih) jedrih (centrih) hrbtnega mozga, odnosno možganskega debla, kjer so priklopljeni na nevrone II. reda. Ti križajo v svojem nadaljnjem poteku prej ali slej deloma ali v celoti na drugo stran in vodijo neposredno ali posredno (priklopljeni na vmesne nevrone) v thalamus opticus kot glavni subkortikalni senzibilno-senzorični centrum možganov. (Izjemo dela v tem pogledu le olfaktorna proga.) V talamu začenjajo nevroni zadnjega reda, ki vodijo neposredno v možgansko skorjo.

Centripetalne projekcijske proge se ne razpletajo difuzno v vseh arealih možganske skorje, marveč odgovarja vsakemu čutu posebno kortikalno polje, v katerem se dotična projekcijska proga z večino svojega nitja konča.

Ta projekcijska polja predstavljajo torej zaznavna centra možganske skorje.

Sporno pa je vprašanje o lokalizaciji predstavnih center, kojih vzburjenje se nam javlja v zavesti v obliki predstav. Nekateri avtorji so mnenja, da se krijejo topografično

zaznavna in predstavna centra, to se pravi, da zapuščajo vzburjenja, povzročena po zunanjih dražljajih, svoje engrame v projekcijskem polju samem, četudi v različnih plasteh (slojih) dotičnega areala možganske skorje, dočim zastopajo drugi mnenje, da so zaznavna in predstavna centra ločena. Po tem naziranju odteče vzburjenje iz projekcijskega polja (zaznavnega centra) po kratkih asociacijskih progah v sosednje (predstavne) areale, kjer šele zapusti spominske odtiske. Zopet drugi avtorji so slednjič mnenja, da se projekcijska in spomin-ska (mnestična) polja deloma krijejo, da pa se nahajajo v bližini projekcijskih prog čisto mnestična polja, ki služijo samo ohranitvi engramov. Vsekako moramo razločevati med zaznavnimi (projekcijskimi) centri, v katerih končajo projekcijske proge in predstavnimi (mnestičnimi) centri, kjer so deponirani spomini na enkrat doživete občutke.

Projekcijski centrum s pripadajočim mnestičnim centrom označujemo kot psihosenzorično polje dotičnega čuta.

V svrhu ugotovitve funkcije poedinih arealov možganske skorje se poslužuje fiziologija različnih metod. Poleg kliničnega opazovanja na velikih možganih obolelih oseb in postmortalne sekcije živčevja je skušala in skuša na višje organiziranih živalih (sesavcih) eksperimentalno dognati funkcionalni značaj določenih delov možganske skorje, opirajoč se pri tem na histološko dejstvo njih strukturelne različnosti in upoštevajoč odnos poedinih projekcijskih prog od teh delov. Tako se da n. pr. že iz strukturelne različnosti skorje prednje in zadnje centralne vijuge sklepati na njiju različno funkcijo, kakor govori dejstvo, da se razpleta nitje centralne optične proge v skorji okcipitalne lopute za to, da je ta del možganske skorje v službi optičnega doživljanja. Pri tem sta možni v glavnem dve metodi: dražna in ekstirpacijska.

Pri dražni metodi dražimo areale možganske skorje, kojih funkcijo hočemo ugotoviti, z električnimi dražljaji in opazujemo pozitivni efekt draženja; pri ekstirpacijski metodi pa odstranimo (ekstirpiramo) dotične areale in opazujemo funkcionalni izpad kot posledico operacije. Tako sta Fritsch in Hitzig najprej z dražno metodo ugotovila motorični značaj prednje centralne vijuge opazujoč, da povzroča draženje tega dela možganske skorje gibe udov telesa kontralateralne strani. Nato sta pa z ekstirpacijsko metodo pokazala, da povzroča ekstirpacija teh arealov parezo dotičnih udov. Drugačne so pa razmere pri proučavanju psihosenzoričnih polj. Tu pride v poštev le ekstirpacijska metoda, ker draženje teh polj ne povzroča vidnih, direktnemu opazovanju dostopnih efektov. Tako je H. Munk ugotovil, da povzroča ekstirpacija skorje obeh okcipitalnih loput kortikalno slepoto, ekstirpacija skorje obeh temporalnih loput

pa kortikalno gluhoto operirane živali. Ta metoda pa ima ta nedostatek, da je iz obnašanja operirane živali često zelo težko, če ne nemogoče, sklepati na izpad določenih občutkov in na ekstenzitetu in intenzitetu takih izpadov. Da obide to nesigurnost, se je poslužil O. Kalischer¹ tako zvane »dresurne metode«. Dresiral je namreč pse tako, da so vzeli pred njimi ležeče meso le na določene akustične, odnosno optične signale (n. pr. na tone določene višine, na luč določene barve, odnosno svetlobe itd.), jim nato ekstirpiral dozdevno psihoakustično, odnosno psihooptično polje možganske skorje in opazoval post operationem reakcijo živali na poprej priučene signale. Pri tem se je izkazalo, da Munkova psihosenzorična polja temporalne, odnosno okcipitalne lopute, za potek reakcij niso potrebna, ker so psi z ekstirpiranim psihoakustičnim poljem obeh hemisfer ravno tako razločevali različne tone, kakor so razločevali psi z ekstirpiranim psihooptičnim poljem luč različnih intenzitet. »Aus diesen Versuchen« — tako sklepa Kalischer — »geht mit Sicherheit hervor, dass es der Sinneszentren der Grosshirnrinde nicht bedarf, damit die feinsten Sinnesreize zu prägnanten Reaktionen führen, zu Reaktionen, die man kaum als Reflexe ansehen kann. — Trotz des Fehlens der Sinnessphäre des Grosshirns handelt es sich hier unzweifelhaft um Sinnesempfindungen, von denen man allerdings nicht sagen kann, welchen Anteil sie am allgemeinen Bewusstsein nehmen.«

Dresurni metodi je sorodna metoda, ki se poslužuje tako zvanih »pogojnih refleksov«.

Ako damo živali (n. pr. psu) hrane ali ako ji vlijemo razredčene solne kisline v gobec, nastopi redno reflektorična salivacija. Take reflekse označuje inavgurator teh poizkusov, ruski fiziolog Pavlov, kot »brezpogojne«. Ako pa učinkuje ponovno istočasno s krmljenjem, odnosno z vlivanjem solne kisline v gobec, kak drug (akustičen, optičen, taktilen itd.) dražljaj, se asociira s časom ta z brezpogojnim refleksom tako, da nastopi reflektorična salivacija že na »pogojni« dražljaj sam, ne da bi dali pri tem psu hrane ali mu vlili v gobec solne kisline. Ker so taki refleksi asociativno odvisni od prvotnih brezpogojnih refleksov, jih označuje Pavlov kot »pogojne«.

Pogojni refleksi niso trajni, to se pravi: oni oblede in izginejo kmalu popolnoma, ako jih od časa do časa ne asociiramo znova z brezpogojnim refleksom. Pogojni refleksi temelje torej na brezpogojnih kot na svojih podlagah in sicer ali neposredno ali pa posredno. Ako temelji pogojni refleks neposredno na kakem brezpogojnem refleksu, govorimo o pogojnem refleksu I. reda. Tak pogojni refleks I. reda pa zamore postati sam zopet podlaga novemu pogojnemu refleksu, ki ga označujemo radi tega kot pogojni refleks II. reda. Pavlov in njegova šola je naziranja, da grede pogojni refleksi preko psihosenzoričnih polj možganske skorje, da jih posredujejo torej zavedni občutki. V tem primeru bi bili seveda pogojni refleksi dragoceno sredstvo za proučevanje funkcij možganske skorje,

¹ O. Kalischer: Experimentelle Physiologie des Grosshirns. Lewandowskys Handbuch der Neurologie. Bd. 1, 1910.

specialno možganske skorje kot receptivnega aparata. Pa kakor kažejo rezultati, dobljeni z »dresurno metodo«, ni nikakor izključeno, da so tudi pogojni refleksi pravi subkortikalni refleksi in kot taki neodvisni od možganske skorje.

1. Areale možganske skorje, ki so v službi optičnih doživljajev (zaznav ali predstav) označujemo kot psihooptično polje.

Psihooptično polje zavzema areale okcipitalne lopute, in sicer leži centrum za optične zaznave (Wahrnehmungen) ob straneh fissurae calcarinae (Cuneus, gyrus lingualis), centrum optičnih predstav (Vorstellungen) pa krog zaznavnega centra na medialni in konveksni površini okcipitalne lopute.

a) V zaznavnem centru se izvrše pod vplivom zunanjih (svetlobnih) dražljajev psihofizični procesi optičnih občutkov, ki jih imamo, ako kak predmet vidimo. Krog celic tega centra se razpleta nitje centralne optične proge (radiatio optica-Gratiolett).

Posledica patološke iritacije zaznavnega optičnega centra so optične halucinacije, posledica uničenja (destrukcije) pa kortikalna slepota (Rindenblindheit). Ako je uničen samo centrum ene hemisfere, nastopi homonimna hemianopsia. Kvadrantna hemianopsia pa nastopi, ako so uničeni le deli enega centra.

Zenica kortikalno slepe retine reagira na luč.

Hemianopsia je posledica tega, ker križa nitje vidnega živca v vidnem križišču (chiasma opticum) le deloma v kontralateralni tractus opticus. In sicer križa le nitje nazalne polovice retine, dočim poteka nitje, prihajajoče iz temporalne polovice, nekrižano v primarna optična centra (corpus geniculatum laterale etc.). Ker so primarna optična centra v zvezi s kortikalnim centrom iste strani, povzroča izpad zaznavnega centra v možganski skorji ravno tako hemianopsio kakor obolenje primarnih optičnih center, odnosno vidnega svežnja (tractus opticus). In sicer oslepi temporalna polovica istostranske (homolateralne) in nazalna polovica drugostranske (kontralateralne) retine.

Homonimno imenujemo tako hemianopsijo radi tega, ker izpadeta vedno istoimenski (ali obe desni ali obe levi) polovici vidnega polja. Pri obolenju desne okcipitalne lopute n. pr. izpade leva polovica celokupnega vidnega polja (Gesichtsfeld).

Hemianopsia v pretežni večini slučajev ni totalna, marveč je izvzeta skoro vedno macula lutea (fovea centralis). To je posledica tega, ker je zastopana macula lutea v zaznavnem optičnem centru obeh hemisfer.

Dejstvo, da izpadejo včasih pri obolenju okcipitalne lopute samo posamezni kvadranti ali celo sekstanti vidnega polja, govori za to, da je retina do neke meje tako rekoč projecirana na možgansko skorjo.

Pri manj intenzivnih poškodbah zaznavnega centra nastopi mesto hemianopsije hemiachromatopsia t. j. izpad občutnosti retine za različne barve pri intaktni občutnosti za mešano (belo) luč.

Iste simptome kakor izpad zaznavnega centra povzročajo afekcije centralne optične proge.

Centralni optični progji je primešanega nekaj nitja, ki vodi centrifugalno iz zaznavnih optičnih center v primarna centra (*corp. genic. later., corpus quadrigeminum superius, pulvinar thal. optic.*). To nitje posreduje reflektorične pozornostne in fiksatorične kretnje kot odziv na optične dražljaje. (Človek se obrne nehote proti luči.) Refleks gre preko talama v corpus striatum ali pa preko četveroglavičja v jedra okulomotorija, odnosno via tractus tecto-spinalis v motorična jedra vratne muskulature.

Draženje okcipitalne lopute z električnimi dražljaji povzroča pri živalih (psu, opicah) gibe oči, in sicer v smislu pogleda v kontralateralno smer (pri draženju desne okcipitalne lopute n. pr. pogleda na levo stran). Pri psu nastopi razen tega rotacija glave v kontralateralno smer. Ti gibi in kretnje so v službi kortikalnih refleksov (pozornostnih kretenj), povzročenih po optičnih dražljajih. Ker eferentna proga teh refleksov ne gre preko psihomotoričnega polja (centralnih vijug), je reči, da izvira tudi v okcipitalni loputi centrifugalno projekcijsko nitje.

b) Vzburjenje predstavnega optičnega centra (povzročeno n. pr. po asociacijskih procesih), se nam javlja v duševnosti v obliki optičnih predstav, t. j. doživljajev, ki jih imamo, ako si kak predmet, barvo itd. v spominu optično predstavljamo.

Obolenje obojestranskih predstavnih optičnih center povzroča optično agnozijo (*Seelenblindheit*), t. j. nemožnost spoznanja (identifikacije) videnih predmetov vsled uničenja materielnih substratov (*engramov*) optičnih predstav.

Ako se nanaša optična agnozija na pisane ali tiskane črke (besede) govorimo o *aleksiji* (*alexia*).

Optično agnostična oseba vidi predmete, eventualno jih za silo tudi opiše, ne more jih pa imenovati, ker jih ne spozna kot to kar so in kar pomenijo. Tudi si ne more predmetov po njih obliki in često tudi ne po njih barvi predstavljati.

Predstavna optična centra se nahajajo na konveksiteti okcipitalne lopute obeh hemisfer, vendar pa je centrum leve hemisfere pri desničarju važnejši od onega desne hemisfere.

Vsak zaznavni centrum je po komisurnem nitju grede (splenium corporis callosi) v zvezi s predstavniimi centri obeh hemisfer. Vendar se pa deponirajo spominski optični engrami iz obeh zaznavnih center (desnega in levega) predvsem v predstavnem centru leve hemisfere.

Navadno je z optično agnozijo združena hemianopsia, in sicer v tem smislu, da je dotična oseba na homonimnih polovicah retin slepa, na drugih polovicah pa agnostična.

Posledice ekstirpacij okcipitalne lopute pri živalih so po različnih avtorjih različne. Dočim je našel Munk, da postanejo psi in opice po obojestranski ekstirpaciji okcipitalnih loput popolnoma slepi, tako za svetlobne kakor za barvne dražljaje, je opazoval Goltz na svojem »psu brez velikih možganov«, da žival ni bila popolnoma slepa, ker se je pri teku ogibala zaprekam, iz česar je sklepal, da je morala imeti nekake optične zaznave, ki so jih posredovala subkortikalna optična centra. Istotako je Kalischer s svojo dresurno metodo ugotovil, da živali z odstranjenim psihooptičnim poljem obeh hemisfer sicer ne reagirajo na barve, pač pa na razliko v svetlobni intenziteti.

Principielno se ne da zanikati, da bi subkortikalna centra ne mogla posredovati psihičnih doživljajev (n. pr. primitivnih občutkov), vsaj pri živalih. Ribe n. pr. sploh nimajo kortikalnih optičnih polj, ker se konča optična proga pri njih definitivno v prednjih glavicah četveroglavičja. In vendar se radi tega ne more trditi, da te živali nimajo nikakih optičnih doživljajev. Vsekako so pa optične predstave (optični spomini) v vsakem slučaju vezani na možgansko skorjo in pri človeku pač tudi vse optične zaznave.

Ekstirpacija oči novorojene živali povzroča konsekutivno degeneracijo vidnega živca, vidnega svežnja, primarnih optičnih center in zastoj razvoja centralne optične proge s psihooptičnim poljem možganske skorje. Obratno povzroča ekstirpacija psihooptičnega polja konsekutivno atrofijo centralne optične proge in primarnih optičnih center, neredko tudi vidnega svežnja in vidnega živca.

2. Areale možganske skorje, ki so v službi akustičnih doživljajev (zaznav ali predstav) označujemo kot psihoakustično polje.

Psihoakustično polje zavzema areale gornje temporalne vijuge (*gyrus temporalis superior*) in k tej pripadajočih prečnih vijug (*gyri transversi*) v globini lateralne fisure. In sicer leži centrum za akustične zaznave v srednjem delu vijuge in v prečnih vijugah, centrum za akustične predstave pa v prednjih in zadnjih delih.

a) V zaznavnem delu se izvrše pod vplivom zunanjih (zvočnih) dražljajev psihofizični procesi akustičnih občutkov, ki jih imamo, kadar kaj slišimo. Krog celic tega centra se razpleta nitje centralne akustične proge, ki prihaja iz medial-

nega kolenjega telesca (corpus geniculatum mediale) in iz zadnjih glavnic četveroglavičja (corpora quadrigemina inferiora).

Posledica patološke iritacije zaznavnega centra so akustične halucinacije, posledica vničenja (destrukcije) pa **k o r t i k a l n a g l u h o t a** (Rindentaubheit).

Ker križa akustična proga v svojem poteku proti kolenjemu telescu le deloma na drugo stran, sta zastopana v zaznavnem akustičnem centru ene hemisfere slušna živca obeh telesnih strani. Kortikalna gluhotost nastopi vsled tega le po destrukciji zaznavnih center obeh hemisfer.

Centralni akustični progi je primešanega nekaj nitja, ki vodi centrifugalno iz zaznavnih akustičnih center v zadnji glavici četveroglavičja, kjer je priklopljeno na tektospinalno progo. To nitje posreduje reflektorične pozornostne kretnje kot odziv na akustične dražljaje.

Destrukcija zaznavnega centra ene strani povzroča naglušnost na obeh ušesih. Tudi obolenje obojestranskih center povzroča navadno obojestransko naglušnost, ki se razlikuje od labirintne v tem, da zadene enakomerno vso tonsko skalo (Tonleiter), dočim je za labirintna obolenja značilen izpad distinktnih delov skale.

V koliko je Cortijev organ projiciran na možgansko skorjo, ni znano.

b) Vzburjenje predstavnega centra, povzročeno n. pr. po asociacijskih procesih, se nam javlja v naši duševnosti v obliki akustičnih predstav, ki jih doživljamo, ako si kak glas, zvok ali šum v spominu predstavljamo. Obolenje predstavnih center povzroča **a k u s t i č n o a g n o z i j o** (Seelentaubheit), t. j. nemožnost spoznanja (identifikacije) slišanih zvokov vsled vničenja materielnih substratov (engramov) akustičnih predstav.

Ako se nanaša akustična agnozija na slišane besede, govorimo o senzorični afaziji.

Akustično agnostična oseba sliši zvoke, jih pa ne spozna kot to kar so in kar pomenijo (sliši n. pr. ropotanje voza, šumenje vetra, padanje dežja, korake človeka, lajanje psa itd., ne ve pa kaj vse to pomeni). Tudi si ne more takih šumov spontano predstavljati.

Predstavna centra se nahajajo pri desničarjih predvsem v levi hemisferi, osobita centra za predstave besed.

Tudi posledice ekstirpacij skorje temporalnih loput so pri živalih po rezultatih različnih avtorjev različne. Munk je n. pr. opazoval, da povzroča ekstirpacija obeh temporalnih loput pri psu popolno gluhotost, ekstirpacija ene lopute pa gluhotost na kontralateralnem ušesu. Kalischer je pa s svojo dresurno metodo dognal, da razločuje pes tudi po oboje-

stranski ekstirpaciji temporalnih loput tone različnih višin in Rothmannov pes s popolnoma odstranjenima hemisferama je reagiral na žvižg z gibanjem uhljev in je do neke meje lokaliziral akustične dražljaje v prostoru.

Brown in Schäfer sta našla pri opici, da je žival po ekstirpaciji obeh temporalnih loput ravno tako dobro slišala kakor pred operacijo.

Vsekako je pa reči, da so akustične predstave vedno in v vsakem slučaju vezane na možgansko skorjo, in sicer na skorjo temporalne lopute, pri človeku posebej so pa vezane na skorjo temporalne lopute pač tudi vse akustične zaznave.

3. Areale možganske skorje, ki so v službi gustatoričnih doživljajev (zaznav ali predstav), označujemo kot **psihogevzično polje**.

Smatra se, da zavzema psihogevzično polje areale hipokampove vijuge.

4. Areale možganske skorje, ki so v službi olfaktornih doživljajev (zaznav ali predstav), označujemo kot psihoozmično polje.

Psihoozmično polje zavzema areale notranjega obroča hemisfere (lobus fornicatus) t. j. gyrus cinguli, gyrus hippocampi in cornu Ammonis.

Iritacija teh center povzroča ozmične halucinacije, destrukcija pa kortikalno anozmijo.

5. Areale možganske skorje, ki so v službi splošnih občutkov, t. j. občutkov dotika, temperature, lege in gibanja in njim odgovarjajočih predstav, označujemo kot **psihoeestetično polje**.

Psihoestetično polje zavzema areale zadnje centralne vijuge (gyrus centralis posterior) in sosednje dele gornje parietalne loputice (lobulus parietalis superior) in sega spredaj tudi še na prednjo centralno vijugo in paracentralno loputico.

Skorja zadnje centralne vijuge posreduje predvsem občutke lege in gibanja (kinestetične občutke), t. j. občutke, ki nam javljajo, v kaki legi se nahajajo momentano naši udje, v kaki napetosti naše mišice in v kaki smeri, s kako hitrostjo in proti kakemu uporju se naši udje gibljejo.

Ostali deli psihoeestetičnega polja (parietalna loputica in deloma tudi prednja centralna vijuga) pa posredujejo občutke

dotika in temperature, t. j. občutke, ki nam javljajo, ali je tipani predmet gladek ali raskav, vroč ali mrzel itd.

V psihoestetičnih arealnih možganske skorje se razpleta nitje spino- in bulbokortikalnih prog.

(Spino in bulbokortikalne proge sestojajo iz treh nevronov. Periferni nevron predstavljajo vsi senzibilni spinalni živci, od cerebralnih živcev pa senzibilne veje vago, glosofaringeja in trigemina. Nerone II. reda predstavljajo fibrae arcuatae internae, ki križajo v senzibilni dekusaciji in potekajo nato kot lemniscus medialis v thalamus opticus. V le-tem začenjajo nevroni III. reda, ki vodijo v možgansko skorjo.)

Zaznavna centra za dražljaje, prihajajoče iz spodnje polovice telesa leže v gornjih delih (ob gornjem robu hemisfere), za dražljaje, prihajajoče iz gornje polovice telesa (gornjih ekstremitet) leže v srednjih delih, za dražljaje, prihajajoče iz obraza, goltanca, nosne in ustne dupline pa v spodnjih delih projekcijskega polja (nad lateralno fisuro).

Eksperimentalno povzročene lezije zadnje centralne vijuge (pri opici) povzročajo vsled izpada kinestetičnih občutkov ataksijo kontralateralne (gornje) ekstremitete. Dočim so lokomocijske kretnje (n. pr. pri plezanju, intaktne, se pojavi pri izoliranih gibih, ki zahtevajo večjo preciznost, izražena nesigurnost v obliki ataksije. Žival seže z ataktično ekstremiteto mimo ali preko predmeta, drži predmet v roki nerodno, neokretno, omahuje z roko ako ga hoče vtakniti v usta itd. To dokazuje, da so lokomocijske in druge masivne kretnje v visoki meri neodvisne od možganske skorje in da zadošča za njih proizvajajo thalamus opticus s striatnim telesom. Gibe in kretnje pa, ki se jih je žival šele v teku individualnega življenja priučila, izvaja potom možganske skorje. Pri tem je vezana na kinestetične občutke, ki jih dobiva iz gibajočega se uda, na podlagi katerih regulira intenziteto in ekstenzitetu kortikalne inervacije.

Tudi pri človeku je posledica obolenja zadnje centralne vijuge cerebralna ataksija prizadete ekstremitete vsled izpada globoke občutnosti.

Totalen izpad vseh kvalitet splošne občutnosti vsled obolenja kortikalnih center je pa redek pojav. Navadno se hitro restituira površna občutnost (za termične in taktilne dražljaje) ali pa perzistira samo na distinktnih delih ekstremitet.

Totalno hemiaestezijsko spremlja navadno hemiplegija vsled afekcije prednje centralne vijuge.

Psihoestetično polje pa ne predstavlja samo zaznavnega centra splošne občutnosti, marveč je istočasno nositelj tozadevnih spominskih engramov (predstav).

Afekcije srednjega dela zadnje centralne vijuge (kjer leže centra za gornji ekstremiteti), ki ne vničijo perceptivnih

elementov, marveč okvarijo samo v tem arealu deponirane spominske engrame, povzročajo tako zvano *taktilno agnozijo*. Vkljub intaktni ali skoro intaktni občutnosti bolnik vsled nedostajanja estetičnih predstav ne more agnoscirati z otipavanjem predmetov.

Munk je opazoval, da povzročča ekstirpacija motoričnega areala možganske skorje pri psu motnje v splošni občutnosti, iz česar je sklepal, da se krije psihoestetično polje s psihomotoričnim. Do sličnega mnenja je prišel Dusser de Barenne, ki je našel, da povzročča draženje tega areala (pri mački) s strihninom hiperestezijo kontralateralnih delov telesa. Klinična opazovanja na človeku pa govore za to, da je psihoestetično polje, vsaj kar se tiče določenih čutnih kvalit, ločeno od psihomotoričnih arealov. Obolenja zadnje centralne vijuge povzročajo predvsem motnje v globoki občutnosti, dočim je občutnost za bolečino in temperaturo le malo tangirana. Poleg globoke občutnosti je prizadeta v takih slučajih tudi lokalizacijska sposobnost, t. j. sposobnost dražljaje na periferiji telesa pravilno lokalizirati.

II. Možganska skorja kot eksekutiven aparat.

Možganska skorja kot fizični substrat duševnosti oddaja inervacijske impulze eksekutivnim organom (mišicam) po centrifugalnih projekcijskih progah.

Glavne centrifugalne projekcijske proge: *tractus cortico-spino-musculares* za muskulaturo trupa in ekstremitet in *tractus cortico-bulbo-musculares* za muskulaturo oči, obraza, jezika, goltanca in grla sestojijo samo iz dveh nevronov.

Centralne nevrone predstavljajo piramidne celice možganske skorje, kojih nevriti gredo navzdol skozi notranjo vrzel (*capsula interna*) v možgansko deblo, razpletajoč se tam krog celic primarnih motoričnih jeder cerebralnih živcev, odnosno, ki gredo neprekinjeno skozi možgansko deblo v hrbtni mozeg, razpletajoč se tam krog motoričnih celic prednjih stebrov.

Periferne nevrone pa predstavljajo motorični živci, ki izvirajo v primarnih motoričnih jedrih in se razpletajo v mišicah.

Centralni nevroni projekcijskih prog križajo, predno dosežejo primarna motorična centra, deloma ali v celoti na kontralateralno stran. In sicer križajo v celoti proge za muskulaturo ekstremitet, dočim dobiva muskulatura obraza, jezika, goltanca in grla, mogoče tudi muskulatura trupa, inervacijske impulze iz skorje obeh hemisfer.

(Bilateralno so inervirane one mišice, ki se kontrahirajo vedno bilateralno simetrično, t. j. istočasno na desni in levi polovici telesa n. pr. *M. frontalis*, zvečna muskulatura itd.)

Areali možganske skorje, kjer izvirajo centrifugalne projekcijske proge, predstavljajo motorično projekcijsko polje.

Motorično projekcijsko polje zavzema areale prednje centralne vijuge (gyrus centralis anterior) in sega zgoraj preko dorzalnega roba hemisfere na paracentralno loputico, spredaj pa na zadnje dele srednje in spodnje frontalne vijuge.

In sicer leže:

- a) centra za inervacijo trupa v gornjih delih paracentralne loputice in v dorzalnem robu hemisfere,
- b) centra za inervacijo spodnjih ekstremitet v gornjih delih prednje centralne vijuge,
- c) centra za inervacijo gornjih ekstremitet v srednjih delih prednje centralne vijuge,
- d) centra za inervacijo mimične miškulature obraza in za inervacijo jezika v spodnjih delih prednje centralne vijuge,
- e) centra za inervacijo zvečne miškulature in miškulature goltanca in grla v operkularnem delu prednje centralne vijuge,
- f) centrum za inervacijo vratu (rotacijo glave) in za inervacijo oči pri pogledu na stran v zadnjem delu srednje frontalne vijuge.

Diferencijacija motoričnega projekcijskega polja gre pa še globlje. Lahko se trdi, da je projicirana na možgansko skorjo vsaka funkcionalno samostojna mišičja skupina, ki stopa vedno istočasno v funkcijo.

Tako se nahajajo v sredini prednje centralne vijuge distinktna centra za gibanje gornje ekstremitete v ramnem sklepu, posebna centra tako za fleksijo kakor za ekstenzijo komolca, posebna za fleksijo in za ekstenzijo, za pronacijo in za supinacijo roke, za fleksijo in za ekstenzijo prstov, za opozicijo palca itd.

Obolenje (destrukcija) motoričnih center možganske skorje povzroča spastično paralizo prizadetih delov (udov) telesa. Radi razmeroma velike razsežnosti projekcijskega polja so kortikalne hemiplegije zelo redke, v pretežni večini slučajev gre za monoplegije (paralize odnosno pareze samo enega uda).

V motoričnih centrih izvirajoče nitje projekcijskih prog konvergira v svojem poteku proti notranji vrzeli, kjer je združeno na razmeroma ozkem prostoru. (Motorične proge gredo skozi koleno in prednji del zadnjega

kraka notranje vrzeli.) Zato povzročajo destrukcije notranje vrzeli (n. pr. vsled krvavitve) v pretežni večini slučajev tipične hemiplegije in so kapsularne monoplegije velika redkost.

Iritacija kortikalnih motoričnih center povzroča krče v odgovarjajoči muskulaturi kontralateralne strani. Ako je iritacija kakega centra zelo intenzivna, iradiira vzburjenje na sosednja centra in se razširi slednjič preko komisurnega nitja grede (corpus callosum) na motorična centra druge strani. Klinični izraz tega dejstva so tonični in klonični krči celokupne muskulature telesa (= epileptični napad).

Kortikalna motorična centra sta odkrila prva Fritsch in Hitzig leta 1870 z električnim draženjem možganske skorje pri psu. Pri tem sta opazovala, da povzročajo dražljaji, ki zadenejo prednjo centralno vijugo, gibe v udih kontralateralne strani. Pozneje je določil Sherington z isto metodo kortikalna motorična centra pri opici. Pri človeku se je ugotovila lokalizacija motoričnih center možganske skorje potom patološke anatomije klinično dobro opazovanih monoplegij in z direktnim draženjem možganske skorje o priliki operativnih trepanacij.

Pri tozadevnih poizkusih se je izkazalo, da na čim višji razvojni stopnji kaka žival stoji, tem enostavnejši gibi se dajo z draženjem njene možganske skorje doseči. Možganska skorja se je torej s progresivnim razvojem tudi motorično vedno bolj diferencirala.

Centra za posamne enostavne gibe iste ekstremitete niso strogo ločena, marveč prehajajo zdržema drug v drugega.

Efekt draženja pa niso kontrakcije poedinih mišic, temveč več ali manj kompleksni gibi (fleksije, ekstenzije, abdukcije itd.) vsled istočasne kontrakcije večjega ali manjšega števila sinergetično delujočih mišic. Vsled tega ne nastopi nikdar istočasna kontrakcija pravih antagonistov, marveč ravno obratno: kontrakcijo sinergistov spremlja vedno relasakcija njihovih antagonistov (recipročna inervacija — Sherington).

Močni dražljaji iradiirajo na sosednja centra in sprožijo slednjič splošne konvulzije (kortikalna epilepsija = Jackson).

Vsak dražljaj povzroči en zgib. Ako si slede dražljaji s približno hitrostjo $\frac{1}{50}$ sek. (t. j. 50 dražljajev v sek.) preide dotična muskulatura v tetanično stanje.

Motorična centra so vzdražljiva tudi s kemičnimi dražljaji. Landois je opazoval pri psu, ki mu je posul motorične areale možganske skorje s snovmi, ki se nahajajo v seči (kreatin, kreatinin itd.) klonično tonične krče v muskulaturi in je mnenja, da so uremične in eklamptične konvulzije istega izvora.

Ekstirpacija psihomotoričnih arealov ne povzroča pri živalih trajnih motenj v kretanju. Tudi s popolnoma odstranjenimi hemisferami se gibljejo in kretajo psi skoro ravno tako kakor normalni. Pri opicah je izpad kortikalnih inervacij že usodnejši, pri človeku pa vodi prehodno do popolne paralize prizadetih udov. Na čim višji razvojni stopnji se nahaja

kako bitje, tem pomembnejša je možganska skorja za njuno motiliteto. Dočim se kreta žival še bistveno podzavedno, pod vplivom subkortikalnih motoričnih center, tako rekoč reflektorično, je človek v svojem udejstvanju povsem odvisen od možganske skorje.

Možganska skorja posreduje namreč gibe in kretnje, ki dotičnemu bitju niso prirojene, marveč katerim se je šele v teku individualnega življenja priučilo. Zato izpadejo tudi pri živali vsled obolenja motoričnih arealov možganske skorje vsi priučeni gibi, dočim ostanejo vsi prirojeni intaktni. Ker razpolaga človek le z malim številom prirojelih motoričnih mehanizmov, je posledica izpada možganske skorje skoro popolna imobilnost. Posebno so prizadeti pri tem distalni deli ekstremitet, ki so v službi individualnih gibov pri smotrenem delu, dočim je motiliteta za masivne prirojene lokomocijske kretnje več ali manj ohranjena.

Razen motoričnih »projekcijskih« center vsebuje možganska skorja motorična »predstavna centra«, kjer so depoinirani engrami t. j. spominski odtiski že enkrat izvršenih hotnih motoričnih inervacij.

Razločevati je treba strogo med zavednim (hotnim) in med podzavednim (avtomatičnim) gibanjem in kretanjem kakega bitja.

Avtomatične kretnje so podzavedni odzivi na zunanje ali notranje dražljaje, dočim so hotne kretnje odziv na psihične doživljaje in kot taki efekt volje. Na čim nižji razvojni stopnji je kaka žival, tem bolj se giblje zgolj avtomatično (reflektorično), neodvisno od psihičnih doživljajev, in sicer v smislu kompleksnih, prirojelih (preformiranih) motoričnih mehanizmov, ki stopajo pod vplivom zunanjih ali notranjih dražljajev avtomatično v akcijo.

Komaj izvaljeno pišče hodi okrog in si išče smotreno hrane, dasi nima še nikakih skušenj in vsled tega nikakega psihičnega doživljanja. Isto je reči v še večji meri o ribah, amfibijah in reptilijah. Komaj izležena kača se obnaša povsem tako kakor odrasla, vse njene kretnje so vseskozi dovršene. V primeri s temi živalmi je novorojen človek motorično skoro prava tabula rasa. Sicer proizvaja s svojimi ekstremitetami različne gibe in kretnje, toda ti gibi niso usmerjeni na določen motorični cilj. Prepuščen sam sebi, je novorojenček zapisan smrti vsled nesposobnosti smotrenega kretanja. Manjkajo mu oni prirojeni motorični mehanizmi, ki usposablajo niže stoječo žival za samostojno življenje.

Človek se mora vsem kretnjam poznejšega življenja šele priučiti, on si mora one mehanizme takorekoč šele ustvariti, in sicer ustvariti zavestno, v luči svoje duševnosti. V to ga usposablja visoko razvita možganska skorja. Sploh je reči, da na čim nižji razvojni stopnji se nahaja žival, tem večjo samostojnost imajo refleksna motorična centra.

Pri ribah so skoro vsi za smotreno kretanje in gibanje potrebni mehanizmi preformirani v hrbtnem mozgu, t. j. v najkavdalnejšem delu centralnega živčevja. Njih kranialno živčevje je še komaj razvito, njih veliki možgani predstavljajo nežno epiteliano ploščo. S progresivnim filogenet-

skim razvojem možganov pa se manjša vedno bolj samostojnost hrbtnega mozga, kojega avtomatične funkcije prevzame na višjih razvojnih stopnjah možgansko deblo. Sesavci so v svojem gibanju odvisni od mesencefalnih motoričnih center, pa še vedno razmeroma neodvisni od možganske skorje. Decerebrirani psi n. pr. se gibljejo pri plavanju, hoji in teku skoro kakor normalni, prestopajo zapreke itd., vse na podlagi refleksnih mehanizmov možganskega debela.

Pri človeku kot najviše organiziranem bitju z ogromno razvito možgansko skorjo, je tudi motiliteta stopila v luč psihičnega doživljanja in s tem prenehala biti avtomatičnega (refleksnega) značaja.

Človek se mora, kakor rečeno, vsem kretnjam, potom katerih se udejestvuje na zunaj, šele priučiti. On se mora učiti uporabljati svoje roke pri delu, govorilne organe pri govoru itd. Ker ga pri tem ne ovirajo preformirani motorični mehanizmi, mu je dana možnost priučiti se tudi takim gibom in kretnjam, ki jih zahteva kulturno udejestvovanje človeštva, to je smotreno delo.

Predpogoj vsakega učenja je pa možnost spominjanja.

Vsaka kretnja, ki se učečemu se, to se pravi, svojo okolico posnemajočemu otroku, posreči, se mora vtisniti nekako v možgansko skorjo, zapustiti v tej nekak engram, ki usposablja otroka dotično kretnjo iz motoričnega spomina samovoljno ponoviti. Čim večkrat pa otrok tako kretnjo ponovi, tem intenzivnejše se mu vtisne v spomin.

Ta spomin ni treba da bi bil zavesten, zadostuje že materielni engram, ki povzroča pod vplivom zavestnega hotenja dotično kretnjo proizvesti, pravilno kortikalno inervacijo pri dotični kretnji v akcijo stopajoče muskulature.

Otrok se pa ne uči inervirati posameznih mišic odnosno mišičjih skupin, o katerih eksistenci tudi v poznejšem življenju navadno ničesar ne ve, marveč se uči proizvajati gibe in kretnje kot take, ne glede na to, katere mišice stopajo pri tem v akcijo. Motorični engrami možganske skorje se nanašajo torej na funkcije udov in ne na inervacijo mišic. Zato tudi anatomično izobražen človek ne more samovoljno inervirati poedinih mišic (n. pr. biceps brachii), marveč da v tem slučaju hoten impulz za fleksijo komolca, pri čemer se kontrahira brez njegove volje tudi biceps brachii.

Predstavna motorična centra se krijejo po večini s projekcijskimi centri, deloma pa leže izven njih arealov.

S projekcijskimi centri se krijejo ona predstavna centra, v katerih so deponirani spominski odtiski (engrami) onih primitivnih gibov in kretenj, ki sestavljajo vsakdanje človeško udejestvovanje, dnevno opravilo in delo, manipulacije z najrazličnejšimi predmeti, orodjem itd., dočim zavzemajo predstavna centra za izgovarjavo besed posebne areale. In sicer leži motorični govorni centrum v triangularnem in operkularnem delu spodnje frontalne vijuge (Broca), segajoč navadno tudi

še na spodnji del prednje centralne vijuge in na prednje dele otoka (insula). Areale možganske skorje, kjer se nahajajo projekcijska in predstavna motorična centra, označujemo kot **psihomotorično polje**.

Afekcije psihomotoričnega polja, ki ne uničijo projekcijskih elementov, marveč okvarijo samo v teh arealih deponirane motorične predstave (spominske engrame), povzročajo **kinetično apraksijo**.

Izpad motoričnih engramov povzroča, da dotična oseba ne zna več spontano proizvesti vsakdanjih primitivnih gibov in kretenj, ki se pri vsakdanjem delu neprestano ponavljajo. Tako n. pr. ne zna vzeti pravilno svinčnika, šivanke, žlice, krtače itd. v roko, ne zna napraviti pesti, ne zna zastaviti ustnic za žvižg, ne zna podati roke v pozdrav. Vse kompleksnejše gibe in kretnje pa proizvaja surovo, neokorno, kakor otrok, ki se jim šele priučuje.

Predstavna motorična centra so lokalizirana pri desničarjih predvsem v psihomotoričnem polju leve hemisfere. Zato spremlja spastično paralizo ali pa tudi samo apraksijo desne gornje ekstremitete pogosto apraksija leve, dočim nima obolenje psihomotoričnega polja desne hemisfere, ki povzroča paralizo leve gornje ekstremitete, nikakih apraktičnih posledic.

Obolenje leve hemisfere, ki vniči projekcijske elemente, vniči z njimi navadno tudi spominske engrame. Posledica tega je (vsled križanja projekcijskih krog) paraliza in apraksija desne gornje ekstremitete. Apraksija radi paralize seveda ne pride do izraza. Večkrat je v takem slučaju apraktična (ne pa paralitična) tudi leva ekstremiteta.

Obolenje motoričnega govornega centra (v Brocajevi vijugi) povzroča »kortikalno motorično afazijo« vsled vničenja motoričnih besednih predstav.

Kortikalno afazične osebe razumejo govor, ne znajo pa samé govoriti, ker jim manjkajo za izgovor besedi potrebni inervacijski spomini. Njih govorilna muskulatura (grla, jezika, obraza itd.) je pri tem funkcionalna popolnoma intaktna, ne znajo jo pa za govorjenje uporabljati. Kortikalna motorična afazija je specialni slučaj kinetične apraksije.

III. Možganska skorja kot asociacijski aparat.

Psihosenzorična polja so med seboj in s psihomotoričnim poljem po ogromnem številu živčnega nitja, ki tvori glavni del hemisferine mozgovine, v najožji asociacijski zvezi, razen tega veže corpus callosum vse kortikalne areale ene hemisfere

s simetričnimi in asimetričnimi areali druge hemisfere. S tem je dana možnost, da se vzburjenje, nastalo pod vplivom zunanjih (odnosno notranjih) dražljajev v kakem psihosenzoričnem zaznavnem centru, v danem slučaju razširi ne le na predstavnega centra dotičnega čuta, marveč na predstavnega centra vseh drugih čutov, eventualno tudi na predstavnega in projekcijska motorična centra. Na tej organizaciji velikih možganov temelje oni psihični doživljaji, ki jih označujemo kot mišljenje in (logično) sklepanje.

Ker so vsa receptivna (zaznavna) centra možganske skorje in njih predstavniki adneksi v najožji asociacijski zvezi, se spajajo predstave različnih čutnih kvalitete v višje predstavnega komplekse, predvsem v konkretne pojme, iz kojih medsebojne korelacije se razvijejo po psiholoških zakonih abstraktni pojmi. Take intrapsihične procese imenujemo mišljenje.

Z mišljenjem so spojena višja kompleksna čustva: čustvena nagnenja in afekti, ki so mogočen impulz za samovoljne akcije individua. Vsa človeška dejanja so torej le reakcije na objektivne dražljaje ali subjektivne doživljaje.

Najvažnejši, najintenzivnejši in za duševni razvoj vsakega individua najpomembnejši doživljaji temelje na možnosti medsebojnega intelektualnega občevanja posameznih individuov v človeški družbi. Besede, ki jih slišimo in razumemo so glavna podlaga našim pojmom, na pojmih pa sloni naše mišljenje in sklepanje. In obratno: človek se udejestvuje kot psihično bitje najintenzivneje z intelektualnim vplivanjem na svojo okolico s pomočjo govora in pisma.

Fiziologija govora in pisma.

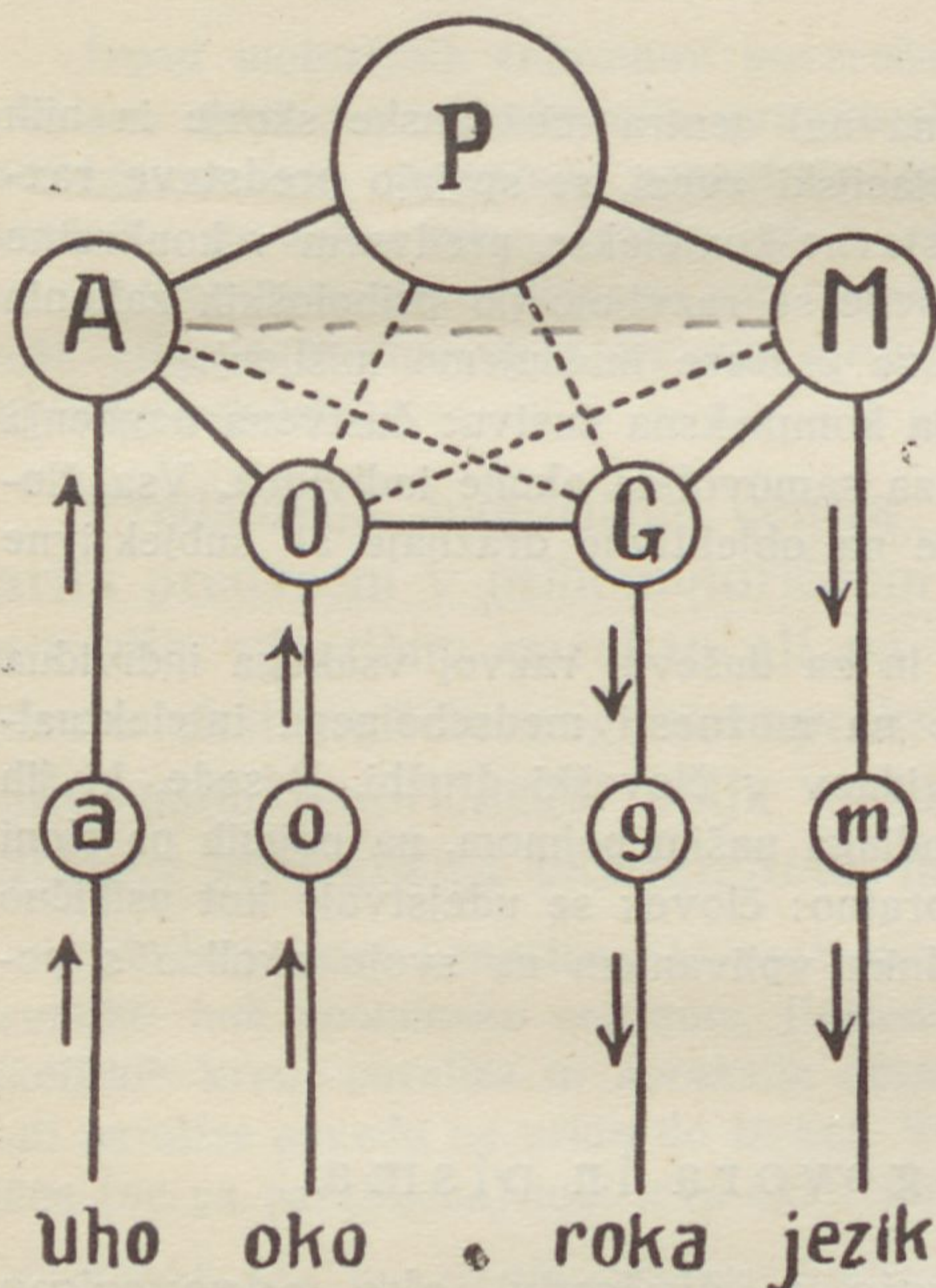
Procesi, ki se odigravajo v živčevju, ako odgovorimo n. pr. na kako vprašanje, so v bistvu sledeči:

Slušni živec (N. cochlearis) vodi akustične dražljaje izgovorjene besede preko subkortikalnih akustičnih center v kortikalni zaznavni centrum (a) prve temporalne vijuge. (Slika 26.)

V momentu vzburjenja tega centra slišimo dotično besedo. Da pa to besedo tudi kot tako spoznamo, je treba, da iradiira vzburjenje zaznavnega akustičnega centra (a) na predstavnega besedni centrum (A), kjer so deponirani spomini na že enkrat slišane besede. Besed, ki jih prvič čujemo, ne spoznamo, to se pravi, ne identificirano z nobeno besedno predstavo. V takem položaju se nahajamo, ako slišimo popolnoma tuj jezik.

V momentu, ko spoznamo (identificiramo) kako besedo, to se pravi, ko imamo njeno akustično predstavno, nam zbudi

ta predstava številne druge predstave, kot spomin na občutke, ki smo jih imeli istočasno kdaj prej, ko smo čuli dotično besedo. Slišana in spoznana beseda zbudi na ta način v naši zavesti predmetno predstavo (oziroma abstraktni pojem) dotične besede. Razločevati moramo torej med doživetjem besedne predstave in doživetjem smisla te besedne predstave. Kdor nima besednih predstav ne sliši besede kot besede, marveč kot



Slika št. 26.

Shema k fiziologiji govora in pisma.

(Na sliki je izpadla črta, ki veže A z M)

- a* = Zaznavni akustični centrum
- A* = Predstavni akustični centr. (Werwicke)
- g* = Kortikalni motorični centr. roke
- G* = Grafični centrum (motorični predstavni centrum roke)
- m* = Kortikalni motorični centr. jezika
- M* = Centrum motoričnih besednih predstav (Broca)
- o* = Zaznavni optični centrum
- O* = Predstavni optični centrum
- P* = Pojemni centrum (celokupnost možganske skorje)

kompleks zvokov. Imamo pa lahko besedno predstavo, ne razumemo pa njenega smisla. V takem položaju se nahajamo, ako slišimo kako besedo, koje pomen smo pozabili.

Otrok sliši prvič v svojem življenju od svoje matere besedo »roža«, istočasno pa vidi pred sabo rdečo cvetko take in take vnanje oblike. Akustični občutki izgovorjene besede in optični občutki videnega predmeta se asociirajo, to se pravi: spomin na besedo (besedna predstava) zbudi od tega časa v otroku spomin na dotični predmet (predmetna predstava) in obratno: spomin na predmet (predmetna predstava) zbudi spomin na besedo (besedno predstavo).

Anatomična podlaga takih asociacij so asociacijske proge, ki vežejo predstavna centra različnih čutnih kvalit, (v našem primeru predstavni besedni centrum (A) z ostalimi predstavni centri možganske skorje, ki predstavljajo v svoji celokupnosti pojemni centrum (P).

Da nam vzbudi kaka beseda, ki smo jo identificirali v predstavnem akustičnem besednem centru (A) predstave drugovrstnih predstavnih center (optičnih, taktilnih, ozmičnih itd.) je treba, da so intaktne proge, ki vežejo centrum A z ostalimi centri P.

Za pojmovno razumevanje kake besede je torej potreben

1. intakten akustični aparat (Uho — a — A). (Slika 26),
2. intakten akustični predstavnih centrum A in
3. proge, ki vežejo ta centrum (A) z ostalimi predstavnimi centri možganske skorje (P).

Pri razumevanju govora gre živčno vzburjenje po progi

Uho — a — A — P.

*

Slišana in spoznana beseda zbudi, kakor omenjeno, v najrazličnejših predstavnih centrih po asociacijskih zakonih neštete druge predstave in predstavne komplekse, ideje in misli, ki odločijo slednjič način reakcije na slišano besedo. Normalna in najpogostejša reakcija na stavljeno vprašanje je besedni odgovor. Vsebina odgovora je produkt logičnega razmišljanja, odgovor sam pa, kot fiziološki proces sloni na sledečih momentih:

Predno izgovorimo kako besedo, moramo imeti jasno motorično predstavo dotične besede, to se pravi: vedeti moramo, kako in v kaki grupaciji nam je inervirati muskulaturo.

Motorične predstave besed so deponirane v skorji Brocajeve vijuge (v znožju 3. frontalne vijuge leve hemisfere). Destrukcija tega centra uniči motorične besedne predstave, ki si jih je človek pridobil v mladosti, ko se je učil govoriti materin jezik, odnosno v poznejšem življenju pri učenju govorjenja tujih jezikov. Izpad teh motoričnih besednih predstav povzroča neznanje izgovarjave besed. (V takem položaju se nahajamo približno, ako poskušamo izgovoriti kako težko besedo, ki smo jo prvokrat čuli.)

Vzburjenje motoričnega besednega centra (M) iradiira na projekcijska motorična centra muskulature grla, jezika itd. (m) in od tam preko kortikobulbarnega projekcijskega nitja v motorična jedra možganskega debla, v katerih izvirajo motorični cerebralni živci.

Za odgovor na dano vprašanje je nadalje potrebno, da je motorični besedni centrum (M) v nepretrgani asociacijski zvezi z ostalo možgansko skorjo kot nositeljico idej (P). Ako je ta vez pretrgana, je sicer mogoča izgovarjava poedinih besed, ne pa idejni odgovor na stavljeno vprašanje.

Pri večini ljudi je za izgovarjavo kake besede predpogoj intakten akustični besedni centrum (A). Predno izgovorimo namreč kako besedo, nam zazveni ta najprej v spominu (v akustičnem besednem centru) potem šele se zbudi njena motorična predstava.

Za idejno pravilen odgovor na stavljeno vprašanje je torej potreben

1. intakten akustični besedni centrum (A) z intaktnimi progami, ki ga vežejo z ostalimi predstavnimi centri možganske skorje (P),
2. intakten motorični besedni centrum (M) z intaktno progjo, ki ga veže z akustičnim besednim centrom A,
3. intakten motorični aparat (motorični projekcijski centrum, kortikobulbarna progja, periferni živec itd.).

Pri spontanem govorjenju gredo inervacijski impulzi po progji

$$P - A - M - m - \text{jezik},$$

le izjemoma po progji

$$P - M - m - \text{jezik}.$$

*

Motorični in akustični besedni centrum (M in A) sta kakor rečeno v vsestranski asociacijski zvezi z ostalimi predstavnimi centri možganske skorje, posebno ozka pa je zveza s centri, ki so v službi čitanja in pisanja.

Fiziološki procesi, na katerih temelji akt čitanja odnosno pisanja, so v bistvu sledeči:

Optična progja vodi vtise retine v optični zaznavni centrum (o) okcipitalne lopute (fiss. calcarina). V tem centru se odigravajo kortikalni procesi, kojih korelat so optični občutki. V momentu vzburjenja optičnega zaznavnega centra vidimo dotično črko (tiskano znamenje). Vzburjenje tega centra iradiira na optični predstavnici centrum v konveksiteti okcipitalne lopute (O). V tem momentu spoznamo črko kot tako, to se pravi,

mi se zavemo, da imamo pred seboj črko (oziroma pisano ali tiskano besedo) ne pa n. pr. kakega madeža na papirju. Po-
mena te videne in spoznane črke (besede) pa nimamo še. Da
se to zgodi, je potrebno, da zbudi videna in spoznana črka
(beseda) odgovarjajočo akustično predstavo v predstavnem
centru A in ta na to številne druge predstave v pojmovnem
centru P.

V normalnih razmerah, to je pri ljudeh, ki so se naučili čitanja šele
potem, ko so že govorili in razumeli dotični jezik, zbudi optična besedna
predstava v centru O najprej akustično predstavo v centru A in ta šele
mobilizira predstave v ostalih predstavnih centrih možganske skorje P.
Pri večini ljudi zbudi razen tega optična besedna predstava v O redno
tudi motorično besedno predstavo v M.

Uničenje akustičnega besednega centra (A) in deloma tudi
uničenje motoričnega besednega centra (M) onemogočuje v
pretežni večini slučajev razumevanje čitane besede.

Pri pismenih gluhonemih je optični besedni centrum ne-
odvisen od imenovanih dveh center, asociacijska proga gre
neposredno iz O v P.

Za pojmovno razumevanje pisane (tiskane) besede je torej
potreben

1. intakten optični aparat (retina, optična proga s projek-
cijskim (zaznavnim optičnim centrom),
2. intakten optični predstavnemu centru O,
3. intakten akustični predstavnemu centru (A) z intaktno
progo, ki ga veže z optičnim predstavnemu centrom O,
4. proge, ki vežejo akustični predstavnemu centru z ostalimi
predstavnimi centri možganske skorje (P).

Pri čitanju gre torej živčno vzburjenje po progi

Okno — o — O — A — P.

*

Tudi pisanje je (kakor čitanje) mogoče le na podlagi aku-
stičnih besednih predstav. Pri večini ljudi je razen tega pisanje
odvisno od motoričnih besednih predstav v M. Ko se človek
uči namreč pisati, asociira s pisnimi znaki (črkami) predstave
glasov, ki jih istočasno v notranjosti izgovarja. Predno zapišem
torej kako besedo, mi zazveni ta v akustičnem in v motoričnem
spominu. Akustična in motorična besedna predstava vzbudita

še le vsaka zase optično besedno predstavo v O, ki je zopet asociirana z grafično besedno predstavo v G, kot v motoričnem predstavnem centru desne gornje ekstremitete. Grafična besedna predstava je predpogoj pravilne inervacije pri pisanju udeležene muskulature, kakor omogočuje še le motorična besedna predstava (v M) pravilno kortikalno inervacijo govornilne muskulature.

Grafične predstave so deponirane, kakor rečeno, v srednjem delu prednje centralne vijuge leve hemisfere, ki je istočasno motorični projekcijski centrum desne gornje ekstremitete. Nekateri fiziologi pa lokalizirajo grafični centrum v zadnji del srednje frontalne vijuge.

Za spontano pisanje je torej potreben

1. intakten akustični besedni centrum (A) z intaktnimi progami, ki ga vežejo z ostalimi predstavnimi centri možganske skorje (P),

2. intakten motorični besedni centrum (M) z intaktno progjo, ki ga veže z akustičnim besednim centrom (A),

3. intakten optični besedni centrum (O) s progjo, ki ga veže z motoričnim besednim centrom (M), odnosno z akustičnim besednim centrom (A),

4. intakten grafični centrum G, v katerem so deponirani spominski engrami za inervacijo pri pisanju udeležene muskulature,

5. intakten kortiko-muskularni aparat roke (projekcijski centrum (g), kortikospinalna progja itd.).

Pri spontanem pisanju gredo torej impulsi po progji

$$P < \begin{matrix} A \\ M \end{matrix} > O - G - g - \text{roka}$$

Pri pisanju na diktat ni potrebno razumevanje diktiranih besed, proces se izvrši na progji

$$\text{Uho} - a - A - M - O - G - g - \text{roka.}$$

Pri mehničnem kopiranju pa zadostuje progja

$$\text{Oko} - o - O - G - g - \text{roka.}$$

*

Predstavna centra govora in pisma se nahajajo pri desničarjih v levi, pri levičarjih pa v desni hemisferi.

Patologija govora in pisma.¹

1. Destrukcija centripetalne projekcijske proge (Uho—a), ali pa akustičnega projekcijskega centra (a), povzroča gluho t o. Dotični ne razume govora, ker ga ne sliši. Pri tem pa misli in se izraža v besedah, piše in razume pisano (tiskano) besedo. Njegov »notranji govor« je intakten.

2. Destrukcija centrifugalne projekcijske proge (m—jezik), ali pa kortikalnega projekcijskega motoričnega centra (m), povzroča d i s a r t r i j o (otežkočeno izgovarjanje) vsled paralize cdnosno pareze govornilne miškulature. Bolnik v kljub temu misli v besedah in se izraža v pisavi. Njegov notranji govor je intakten.

3. Destrukcija asociacijske proge (a—A) povzroča »s u b - k o r t i k a l n o s e n z o r i č n o a f a z i j o«. Bolnik ne sliši besed kot besed, marveč kot nerazločljivo šumenje. Vkljub temu misli v besedah, razume pismo in se izraža ustmeno in pismeno. Njegov notranji govor je intakten.

4. Destrukcija asociacijske proge (M—m) povzroča »s u b - k o r t i k a l n o m o t o r i č n o a f a z i j o«. Bolnik ne more pri intaktni govornilni miškulaturi izgovarjati besed, dasi ve, kako se izgovarjajo. Pri tem razume tudi pismo in govor, misli v besedah in se izraža pismeno. Njegov notranji govor je intakten.

5. Destrukcija akustičnega besednega centra (A) povzroča »k o r t i k a l n o s e n z o r i č n o a f a z i j o«. Bolnik ne sliši besed kot besed, še manj jih seveda razume. Ker mu manjkajo besedne predstave, ne misli v besednih predstavah, se izraža parafazično in paragrafično in ne razume pisma. Njegov notranji govor je uničen.

Motorična beseda (motorična besedna predstava) je prvotno povsem odvisna od akustične besede (akustične besedne predstave). Otrok razume govor prej nego govori sam. On se uči govoriti (zbira motorične predstave) s tem, da skuša ponoviti to, kar je slišal. Zato se asociira motorična beseda z akustično: predno izgovori otrok besedo, jo sliši v spominu zveneti. Ako mu beseda ne zazveni v spominu, je ne more izgovoriti. Pozneje v teku življenja se emancipira motorična beseda več ali

¹ Primerjaj: H. Liepmann u. F. Kramer: Normale u. pathologische Physiologie des Gehirns. Curschmanns Handbuch der Nervenkrankheiten. Berlin 1925.

manj od akustične, vendar se pa navadno ne osamosvoji popolnoma. Zato je posledica izpada akustičnih besednih predstav pri kortikalni senzorični afaziji v pretežni večini slučajev, parafazija (t. j. zgrešena izgovarjava besed n. pr. rokodlor mesto kolodvor itd.).

Ker so pa od akustičnih besednih predstav odvisne motorične besedne predstave, od teh pa zopet grafične (glej sub 6), je posledica izpada akustičnih besednih predstav paragrafija (t. j. zgrešeno pisanje).

Kortikalno senzorično afazijo spremlja navadno aleksija (= nerazumevanje pisma). Optični besedni centrum je namreč zvezan z ostalimi predstavniimi centri možganske skorje (P) preko akustičnega besednega centra (A). Da zbudi videna beseda odgovarjajoči konkretni ali abstraktni pojem, mora zazveneti najprej v akustičnem spominu. Ako to vsled obolenja centra A izostane, bolnik ne razume pisma. (Alexia.)

6. Destrukcija motoričnega besednega centra (M) povzroča »k o r t i k a l n o m o t o r i č n o a f a z i j o«. Bolnik ne zna izgovarjati besed, ker nima motoričnih besednih predstav, dasi ima intakten govornilni aparat. Pri tem razume govor in deloma tudi pismo, se pa ne more izraziti ne v pismu, ne v govoru. Tudi ne more ponoviti slišane besede (Nachsprechen). Njegov notranji govor je defekten.

Kortikalna motorična afazija povzroča vedno tudi agrafijo. Naša pisava je namreč fonetična, to se pravi: pisni znaki (črke) so znamenja za glasove, ne pa za s temi glasovi asociirane pojme. Pisani besedi »stol« odgovarja glasna skupina »stol«, ne pa predmetna predstava stola. Ko se uči otrok pisati, izgovarja črko, ki jo skuša zapisati (pisanju nevajeni ljudje izgovarjajo tudi pozneje z usti besede, ki jih pišejo — pisanje z usti —). S tem se asociirajo grafične predstave kar najožje z motoričnimi besedami (motoričnimi besednimi predstavami). Izpad teh slednjih povzroča vsled tega agrafijo. Pač pa more tak bolnik črke mehanično kopirati.

7. Destrukcija akustičnega in motoričnega besednega centra (A in M) (n. pr. vsled embolije srednje možganske arterije) povzroča totalno afazijo. Bolnik ne razume govora, ne misli v besedah in se ne izraža ne ustmeno in ne pismeno. Njegov notranji govor je vničen.

8. Obolenja možganov, ki izolirajo kortikalna govorna centra (A ali M) od ostalih predstavniih center možganske skorje (P), ali pa ki ne vničijo popolnoma kortikalnih center, marveč jih le več ali manj okvarijo, povzročajo tako zvane »t r a n s k o r t i k a l n e a f a z i j e«.

Bistvena klinična razlika med transkortikalnimi in kortikalnimi afazijami obstoji v tem, da kortikalno afazični ne znajo niti spontano govoriti niti slišane besede ponoviti (nach-

sprechen), dočim je pri transkortikalno afazičnih slednja sposobnost ohranjena.

a) **T r a n s k o r t i k a l n a m o t o r i č n a a f a z i j a** nastopa navadno v obliki amnestične ali verbalne afazije, ki se izraža klinično v tem, da bolnik sicer razume govor popolnoma, da mu pa pri spontanem govorjenju manjka izrazov (besed). Če se mu pa izraz, ki ga ne more najti, ponudi, ga takoj akceptira in brez težave vporabi. (V podobnem slučaju se nahaja zdrav človek, ki razume sicer tuj jezik, ga pa le za silo »lomi«.)

V e r b a l n o a f a z i j o p o v z r o č a j o

- α) lahka obolenja (n. pr. atrofije senzoričnega besednega centra (A) v temporalni loputi s posledico, da je centrum za impulze, prihajajoče iz ostalih predstavnih center možganske skorje (P) nevzburljiv, da pa reagira na intenzivni dražljaj trenutno slišane besede. (Proga a — A — M — m). Bolnik ne najde spontano izraza, ga pa, ko ga je slišal, spozna in ponovi.
- β) Lahko obolenje proge P — A.
- γ) Difuzna obolenja možganske skorje v celoti (arterioskleroze itd.), predno vodijo do težje demence.
- δ) Lahka obolenja (atrofije) motoričnega besednega centra (M) v Brocajevi vijugi.
- ε) Lahko obolenje proge A — M v mozgovini otoka.

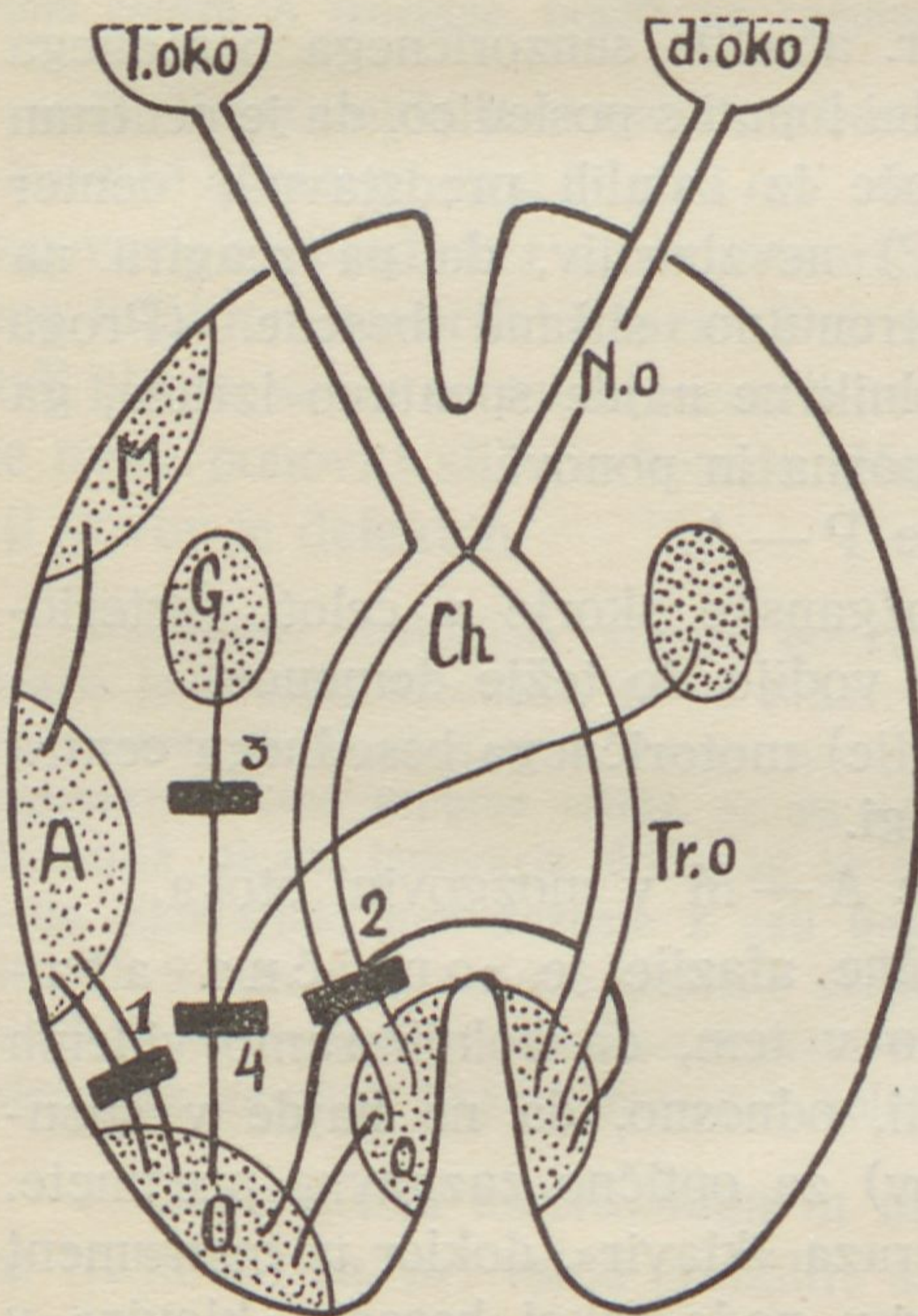
Poseben slučaj amnestične afazije je »optična afazija«, ki se izraža klinično v tem, da bolnik samo videnih predmetov ne zna imenovati, odnosno, da ne najde v spontanem govoru besed (izrazov) za optično zaznavne predmete. Tak bolnik n. pr. ne najde izraza »klavir«, dokler ta instrument samo vidi, ko ga pa sliši, mu pade takoj beseda »klavir« v spomin.

Optična afazija je izraz obolenja prog, ki vežejo okcipitalno loputo (optični predstavni centrum) z akustičnim besednim centrom (A) v levi temporalni loputi. Povzročajo jo patološki procesi v mozgovini parietalne lopute.

b) »**T r a n s k o r t i k a l n a s e n z o r i č n a a f a z i j a**« se izraža klinično v tem, da slišane in spoznane besede vsled prekinjene proge A — P ne zbudijo v ostalih centrih možganske skorje (P) nikakih predstav. Bolnik vsled intaktne proge a — A — M — m lahko ponovi slišano besedo, ne razume pa

smisla govora in se tudi sam spontano ne more izraziti. Transkortikalno senzorično afazijo spremlja torej vedno tudi transkortikalna motorična. Povzročajo jo pogosto atrofije v bližini 1. leve temporalne vijuge.

9. Procesi v mozgovini angularne vijuge (gyrus angularis), ki prekinejo asociacijsko nitje med optičnim predstavnim centrom okcipitalne lopute (O) in besednim predstavnim centrom v temporalni loputi (A), povzročajo poleg več ali manj izražene optične afazije a grafijo in aleksijo. (Slika 27. 1.)



Slika št. 27.

Shema k patologiji govora in pisma.
(Liepmann)

- A* = Predstavni akustični centr. (Wernicke)
- G* = Grafični centrum
- M* = Predstavni motorični centr. (Broca)
- o* = Zaznavni optični centrum
- O* = Predstavni optični centrum
- 1* = A grafija in aleksija, optična afazija
- 2* = Aleksija, homolateralna hemianopsia
- 3* = A grafija desne roke
- 4* = A grafija desne in leve roke

Vsled prekinjene proge *A* — *O* ne zbudi akustična besedna predstava optične besedne predstave, ki je za pisanje potrebna. Posledica je a grafija. Obratno ne zbudi optična besedna predstava (v *O*) akustične besedne predstave (v *A*), ki je za razumevanje pisma potrebna. Posledica je aleksija.

10. Procesi v globini angularne vijuge leve hemisfere, ki prekinejo centralno optično progo in nitje gredine žmule (splenium corporis callosi), povzročajo poleg homolateralne hemianopsije aleksijo. (Slika 27. 2.)

Vsled obstoječe levostranske hemianopsije dosežejo optični dražljaji samo okcipitalno loputo desne hemisfere. Ker so pa deponirane optične besedne predstave predvsem v levi okcipitalni loputi, mora odteči vzburjenje iz desne okcipitalne lopute v levo, da vzbudi videni besedi (črki) odgovarjajočo optično predstavo. Ako je ta asociacijska vez, ki gre preko grede, prekinjena, spremlja hemianopsijo aleksija, dočim ostane sposobnost za pisanje vsled intaktne proge P — A — M — O — G ohranjena.

11. Procesi v mozgovini parietalne lopute, ki prekinejo asociacijsko vez med optičnim besednim centrom (O) in grafičnim motoričnim centrom (G), povzročajo čisto agrafijo, in sicer obeh ali pa samo desne roke. (Glej sliko 27, 3, 4.)

Fiziologija hotnega udejstvovanja.¹

Dar govora je omogočil človeku, da si je vstvaril v teku časa ogromno idejno bogastvo, ki se podeduje in množi od roda do roda, dar smotrenega, vstvarjajočega dela ga je pa napravil za gospodarja neizmernih materielnih bogastev, ki mu omogočajo nadvlado nad vsemi ostalimi živimi bitji.

Eksekutivni organ človeka kot vstvarjajoče in svet oblikujoče potence so v prvi vrsti njegove roke. Hotna inervacija rok pri smotrenem delu pa je funkcija možganske skorje.

Predno izvršim kako smotreno dejanje (n. pr. ošpičim z nožem svinčnik), si moram to dejanje zamisliti, to se pravi: vedeti moram, kaj hočem in kako mi je pri tem postopati. V našem primeru moram vedeti, da rabim za to nož, ki ga moram vzeti iz žepa in mu odpreti klinjo, da moram vzeti svinčnik v levo, nož pa v desno roko itd. Imeti moram torej idejni načrt dejanja, ki ga hočem izvršiti. Zamisel kakega dejanja je funkcija možganske skorje kot asociacijskega aparata in predpostavlja intaktna mnestična polja (kjer so deponirane predstave objektov, na katerih, odnosno s pomočjo katerih se ima izvršiti nameravano dejanje) in pa intaktne asociacijske proge, ki spajajo ta mnestična polja.

Da pa zamišljeno dejanje tudi dejansko izvršim, moram oddati idejnemu načrtu primerne inervacijske impulze psiho-

¹ Primerjaj L. Liepmann in F. Kramer (glej stran 221).

motoričnemu polju, kjer so deponirane motorične predstave vseh onih posameznih kretenj in gibov, ki sestavljajo dotično dejanje. Za izvedbo takega dejanja ne zadostuje torej idejni načrt, marveč je potrebna razen tega tudi še psihomotorična sposobnost za to, to se pravi: znati se mora iz motoričnega spomina inervirati mišice v taki kombinaciji in v takem redu, kakor je to za dotično dejanje potrebno. V našem primeru moram znati prijeti in odpreti nož, držati pravilno svinčnik in ga obrezovati z nožem. Za to je treba motoričnih predstav, ki so deponirane v obliki engramov v psihomotoričnem arealu gornjih ekstremitet. Na podlagi takih motoričnih predstav šele inerviram po kortikomuskularni projekcijski progi muskulaturo rok. Da morajo biti te proge in pa eksekutivni organ sam intaktni, to se pravi, da moram biti za nameravano dejanje motorično sposoben, je samo po sebi umljivo.

Psihomotorični centrum vsakostranske gornje ekstremitete leži v skorji srednjega dela prednje centralne vijuge kontralateralne hemisfere. Tu začenja vsakostranska kortikomuskularna projekcijska proga. Kar se pa tiče motoričnih predstav, na podlagi katerih inerviram pri smotrenem delu ekstremitete, so deponirane (pri desničarjih) pred vsem v psihomotoričnem polju leve hemisfere.

Tudi leva gornja ekstremiteta (koje kortikalna motorična centra se nahajajo v desni hemisferi) je glede inervacije iz motoričnega spomina odvisna od psihomotoričnega polja leve hemisfere. Ako se torej na podlagi idejnega načrta takega dejanja udejujem z levo roko, se zgodi to na podlagi motoričnih predstav, kojih engrami so vtisnjeni v psihomotorično polje leve hemisfere. Idejni impuls mora tudi v tem slučaju zadeti psihomotorično polje leve hemisfere, odkoder odteče šele po komisurnem nitju grede (*corp. callosum*) v psihomotorično polje desne hemisfere, kjer začenja kortikomuskularna proga za levo roko.

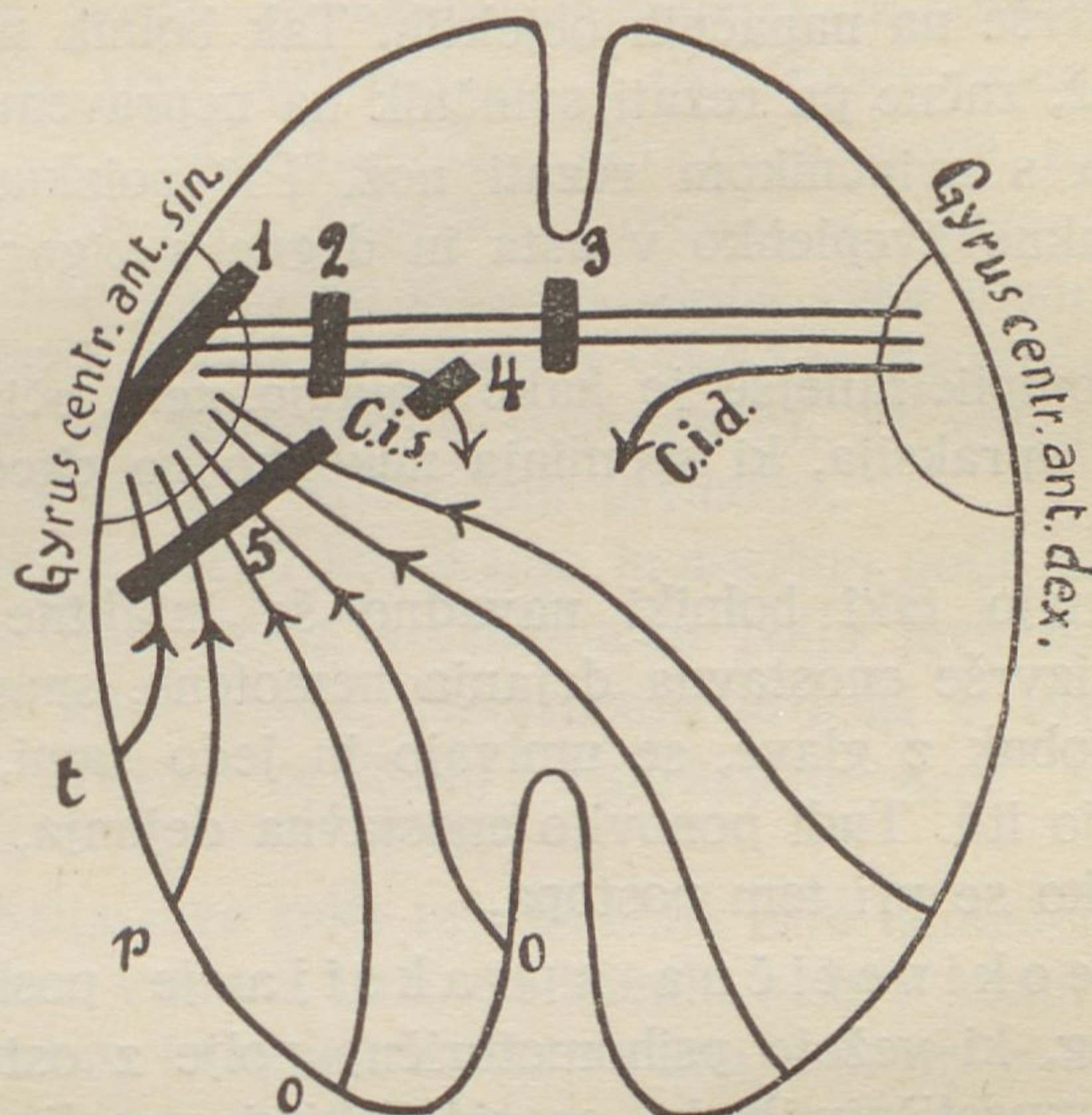
Psihomotorična inervacija pri smotrenem delu predpostavlja torej

1. intaktno možgansko skorjo v celoti, kot asociacijski aparat za idejni načrt,
2. intaktne proge, ki vežejo asociacijska in mnestična polja možganske skorje s psihomotoričnim poljem leve hemisfere,

3. intaktno psihomotorično polje leve hemisfere, kjer so deponirani engrami motoričnih predstav,

4. intaktni psihomotorični polji kot izhodišči desne in leve kortikomuskularne projekcijske proge.

Disfunkcija enega prvih treh faktorjev povzroča »apraksijo«, dočim povzroča disfunkcija zadnjega (4.) faktorja parezo dotičnega uda.



Slika št. 28.

Shema apraksij.

<i>C. i. s</i> = Capsula interna sinistra	2 = Paraliza desne gornje ekstremitete z apraksijo leve
<i>C. i. d</i> = Capsula interna dextra	3 = Apraksija leve ekstremitete pri intaktni desni
<i>o</i> = Areali okcipitalne lopute	4 = Kapsularna paraliza desne ekstremitete
<i>p</i> = Areali parietalne lopute	5 = Ideokinetična apraksija
<i>t</i> = Areali temporalne lopute	
1 = Kortikalna apraksija	

Pod izrazom »apraxia« razumemo nesposobnost pravilne psihomotorične inervacije pri smotrenem delu, dasi so eksekutivni organi (gibala) pri tem motorično intaktni (to se pravi ne paralitični, ali ataktični ali hipertonični itd.).

Z ozirom na patološko anatomijo razločujemo tri vrste apraksij: ideatorično, ideokinetično in kinetično.

1. »Ideatorična apraksija«, ki je izraz pomanjkljivosti idejnega načrta za kako dejanje, je posledica difuznih obolenj možganske skorje (n. pr. pri progresivni paralizi, arteriosklerozi, senilni demenci itd.), ki okvarijo več ali manj asociacijske procese, na podlagi katerih nastane idejni načrt za kako dejanje. Taki bolniki izvajajo sicer poedine kretnje kakega kompleksnega dejanja pravilno, napačna pa je sukcesija teh kretenj, ki si ne slede tako, kakor zahteva dotično dejanje ali pa ki se izvrše na napačnih objektih. Tak bolnik n. pr. odpre pravilno nož, začne pa rezati svinčnik na nepravem koncu, ali pa poskuša s svinčnikom rezati nož. Pri poizkusu prižgati smotko, vtakne žveplenko v usta in drgne s cigaro po škatlici itd.

Čim kompliciranejša je kako dejanje, tem očitnejša je ideatorična apraksija, ki spominja nekoliko na ekcesivno raztresenost.

Ker imajo taki bolniki navadno še intaktne motorične predstave, izvrše enostavna dejanja nemoteno, snamejo n. pr. pravilno klobuk z glave, se umivajo in jedo sami, se za silo tudi oblečejo itd. Tudi ponovijo enostavna dejanja, ako se jim pokaže, kako se pri tem postopa.

2. Ideokinetična apraksija je posledica prekinitev prog, ki vežejo psihomotorično polje z ostalimi predstavami (mnestičnimi) in asociacijskimi areali možganske skorje (P). Ker so motorične predstave, deponirane v psihomotoričnem polju, intaktne, izvrši tak bolnik sempatja kako zelo enostavno dejanje korektno, prime n. pr. pravilno kak predmet, zapiše kako črko, ki mu slučajno pade v spomin itd., vse to pa le nekako mehanično, slučajno, brez predhodne intencije. Po idejnem načrtu (t. j. smotreno) pa ne more izvesti tudi najenostavnejšega dejanja. Ne zna n. pr. upihnniti luči, natočiti vode v kozarec, podati roke v pozdrav, sneti klobuka z glave, odpreti noža itd. Tudi ne zna ponoviti takih dejanj, ako se mu pokaže, kako se napravijo. Dostikrat nastopi mesto zahtevanega dejanja kako drugo, ki pade bolniku slučajno v motorični spomin. (Slika 28, 5.)

3. Kinetična (kortikalna) apraksija je posledica obolenja psihomotoričnega polja samega vsled vničenja tam deponiranih engramov motoričnih predstav. Taki bolniki se obna-

šajo približno tako kakor oni, ki izvaja kako dejanje prvič v življenju. Vse kretnje so neprecizne, nerodne in neekonomične, dasi si slede po idejnem načrtu pravilno in na pravih objektih. Najenostavnejše kretnje in geste pa, ki se odigrajo v normalnih razmerah skoro mehanično, brez idejnega načrta, samo na podlagi motoričnih predstav, kakor n. pr. pihanje z usti, žvižganje, prikimavanje z glavo, zanikavanje z roko itd. pa se takim bolnikom sploh ne posrečijo. (Slika 28, 1.)

Ker so, kakor že zgoraj omenjeno, motorične predstave tudi za levo roko deponirane v psihomotoričnem polju leve hemisfere, povzročča kinetična apraksija desne roke pogosto tudi dispraksijo leve. Neredko spremlja iz istega vzroka spastično paralizo (odnosno parezo) desne roke dispraksija leve, in sicer takrat, kadar je paraliza (pareza) povzročena po kortikalnih (ne po kapsularnih poškodbah), ki vničijo tudi tam deponirane engrame motoričnih predstav.

Ker dobiva desno kortikalno motorično polje za levo roko inervacijske impulze iz kortikalnega polja leve hemisfere po komisurnem nitju grede, povzročajo procesi v gredi, ki prekinajo to zvezo, izolirano dispraksijo leve roke. (Glej slika 28, 3.)

Dispraksija leve roke pri obolenju leve hemisfere ali grede se izraža pred vsem v tem, da bolniki niso v stanu proizvajati gibov in kretenj iz spomina, da ne znajo n. pr. pokazati, kako se dvigne roko pri prisegi, kako se salutira, žuga, z roko zanika, kako se naliva vodo v kozarec, kako se kruh reže, glasovir igra itd. Bolniki ne morejo teh kretenj tudi ne ponoviti, ako se jim pokaže kako se napravijo. Ako pa ima tak bolnik objekt, na katerem ali s katerim se vrši kako dejanje v rokah, manipulira ž njim pravilno, natoči n. pr. vode v kozarec, odreže kos kruha itd.

Iz predstoječih izvajanj je razvidno, da je možganska skorja oni del centralnega živčevja, kojega vzburjenje odmeva pred vsem v duševnosti v obliki psihičnih doživljajev. Kot taka ni možganska skorja za ohranjenje življenja neobhodno potreben organ, kakor je n. pr. medulla oblongata s svojimi življensko-važnimi avtomatičnimi centri, pač pa je neobhodno potreben anatomski substrat vsakega duševnega doživljanja in hotnega udejstvovanja.

Vse druge funkcije, ki jih poleg tega vrši, so v primeri z njeno glavno funkcijo podrejene važnosti.

Tako sta Landois in Eulenburg našla, da povzročata destrukcija kortikalnega motoričnega polja pri psu hipertermijo kontralateralne polovice telesa, umetno vzburjenje pa hipotermijo. Kortikalna motorična polja vsebujejo torej tudi centra za regulacijo temperature.

Drugi avtorji so opazovali pri draženju možganske skorje izpremembe v krvnem pritisku, v frekvenci srčnih vtripov in v izpremembi respiracije. Tudi je ugotovljeno, da so od možganske skorje odvisni do neke meje peristaltika želodca in črevesa ter kontrakcije utera in sečnega mehurja. Draženje možganske skorje povzročata nadalje razširjenje pupile in exophthalmus.

V koliko in za katere življenske pojave je možganska skorja pri živalih neobhodno potrebna, je najbolje razvidno iz opazovanj živali z operativno odstranjenimi hemisferami. V tem pogledu je posebno instruktivna zgodovina psa, ki mu je Max Rothmann leta 1909 ekstirpiral obe hemisferi in ki je živel po operaciji še tri leta.

Sledeči podatki so povzeti iz Hans Rothmannovega poročila iz leta 1923.¹

12 kg 100 g težak, močan, bel terier. Samec.

6. II. 1909. **Ekstirpacija desne hemisfere** velikih možganov. Dva dni po operaciji leži žival nekoliko na levo zasukana, gleda samo na desno, se dvigne sama od sebe.

10. II. Teče v krogih na desno, včasih tudi nekaj korakov naravnost.

13. II. Teče sigurno in dobro, se suče pri tem na desno, včasih tudi na levo.

17. II. Da desno nogo, skuša dati tudi levo, se pa ne more prav dvigniti. Je rad, vzame hrano tudi na signal (žvižg).

4. III. Leži navadno v svojem kotu. Vznemirjen tuli. Teče popolnoma normalno, rajši na desno kakor na levo.

11. III. **Ekstirpacija leve hemisfere.** Po operaciji puls 80.

13. III. Leži na desno vpognjen. Diha težko, iztegne spontano jezik, pije vodo, se premetava vrteč se na desno, se pa ne more dvigniti na noge. Požira dobro. Kornealni refleks ohranjen. Ne vidi in ne sliši. Reagira živahno na kožne dražljaje.

15. III. Leži na desno vpognjen. Spi. Zbujen popije 1 liter mleka. Na močne dražljaje se dvigne in teče par korakov. Sicer je žival mirna.

¹ Hans Rothmann. Zusammenfassender Bericht über den Rothmannschen grosshirnlosen Hund nach klinischer und anatomischer Untersuchung. Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie Bd. 87, 1923.

17. III. Navadno počiva. Vznemirjen se dvigne in teče vrteč se na desno. Pri obvezovanju rane laja.

18. III. Se dvigne spontano, teče nekaj korakov, pri tem mu zanaša zadnji konec na stran. Drsi z nogami na ven, teče naravnost. Se brani spretno, umika glavo. Sekretija urina normalna.

19. III. Leži navadno v trebušni legi, se redkokdaj dvigne, giblje zadnji del telesa slabše od prednjega, suče na desno. Vščipnjen v rep steče, suče pri tem na desno, postavlja tace pravilno na tla. Ko vstane, otresa z uhlji. Ne reagira na akustične dražljaje. Pomežikne na močno luč. Obrača oči na stran. Pije dobro. Puls enakomeren. Praskalni refleks neizprožljiv. Izpije poldrugi liter tekočine na enkrat. Laja glasno, če se ga prime.

23. III. V zrak dvignjenemu vise ekstremitete v lahkih spazmih navzdol. Pomežikuje pogosto. Na močan žvižg okrene glavo na levo in zgane z levim uhljem. Spi mnogo.

24. III. Je živahen. Pri teku suče na desno, izpodrsuje na gladkih tleh s prednjima nogama. Na močan žvižg giblje z obema uhljema, okrene pri tem glavo na levo. Žveči dobro. Urinira čepe.

29. III. Teče vedno bolje. Defecira normalno. Žveči v usta mu vtaknjene koščke mesa. Ako se mu dvigne ena noga, skače po treh.

I. IV. Povžije pol funta mesa, ki se mu ga je vtaknilo v gobec. Teče sigurno, navadno na desno, redko na levo. Se obdrži tudi na poševni podlagi v ravnotežju. Pomežikne na luč. Otresa na žvižg živahno z uhlji, okrene pri tem glavo na levo. Renči, če se ga všcipne. Laja malo.

5. IV. Pri krmitvi stoji s sprednjima nogama na pručici. Ako se zaleti pri teku z glavo ob zid, začne tuliti.

8. 4. Če se mu drži eter ali salmiak pod nos, odmakne glavo, kiha, teče po stopnicah navzgor in navzdol. Pri teku povohava po tleh. Ako izgredi, kadar pije, z gobcem posodo, je ne skuša zopet najti.

14. IV. Postane, če se ga všcipne, besen, renči, laja, grize v zrak, vgrizne tudi v lastno nogo. Zavzame včasih napadalno pozicijo.

27. IV. Laja, če se mu gladi hrbet. Se praska z zadnjo nogo. Vzame danes prvič sam od sebe kos mesa v gobec.

4. V. Sedi pogosto z dvignjeno glavo. Ako zadene pri teku ob kak predmet, postane besen. Ne popravi, ako leži, neudobne lege ekstremitet. Občuti bolečine, ne reagira pa, ako se mu vtakne taca v vročo ali mrzlo vodo. Se otresa, ako se ga oblije. Požre tudi kinin. Na solncu pomežikuje.

18. V. Žre meso sam iz sklede. Voha pri tem po tleh. Se ne zadene dvakrat z glavo ob isti predmet. Teče navadno v krogu na desno ali na levo. Obrača živahno oči. Ne sliši, otresa pa z uhlji na močan žvižg. Ne vidi, pomežika pa na močno luč. Ne dvigne tace iz vroče ali mrzle vode. Z nogo v precepu tuli in grize, dviga in stresa nogo, ne obrne pa glave v isto smer.

31. V. Žre sam, išče meso. Dresura na žvižg brez uspeha. Zvije, ako se ga všcipne v stran, hrbtenico na isto stran in skuša vgrizniti. Se praska pogosto z zadnjo nogo. Kuhano meso vrže iz gobca.

15. VI. Hlasta po muhah, ki mu lezejo preko glave. Obrne na močan žvižg glavo na desno, otresa z uhlji. Pupilni in konjunktivalni refleks in-takten. V kletki ne zadeva z glavo ob stene.

2. VII. Voha pri hoji neprestano po tleh. Se ustavi pred steno predno se je zadene, včasih se tudi pred steno obrne v stran. Močni zvočni dražljaji ga zbude iz spanja. Besen, kaže zobe, viha smrček in popada spretno.

16. VII. V kletki se kreta sigurno, stenam se spretno umika. Stoji, s prednjima nogama naslonjen na stol, na zadnjih nogah, napravi, sledeč stolu, tudi nekaj korakov na zadnjih nogah. Nikakih znakov, da žival vidi. Ne laja nikdar kadar lajajo drugi psi.

13. VIII. Leži mnogo. Ne popravi neudobnih leg svojih udov. V solncu pomežikuje. Otresa z uhlji če mu sede muha na glavo, strese včasih tudi z glavo. Sledi z gobcem skledi z mlekom. Gre ob stolu na zadnjih nogah.

5. X. Išče, ako leži, z gobcem po tleh, grize slamo in travo. Pri teku popolnoma siguren, postavlja tace pravilno na tla. Teče navadno naravnost, včasih tudi v krogu na desno, redkeje na levo. Žre meso spontano iz sklede. Kadar sedi, nagne glavo nazaj. Se ne zmeni za druge pse. Brez seksualnih nagonov.

30. XI. Živahen, leta okoli, išče s smrčkom po tleh. Razdražen laja, se umika nazaj. Gre ob stolu na zadnjih nogah. S precepom na nogi skače po treh, tuli, ne skuša pa z gobcem odstraniti precepa. Občutek za lego udov pomanjkljiv. Tudi pri intenzivni luči nikakih znakov, da vidi. Pupile reagirajo točno. Oči prosto gibljive. Na močan žvižg se zgane, dvigne glavo. Laja če se ga gladi po hrbtu, zeha če se ga gladi po vratu. Pri jedi se umika nazaj, izgubi vsled tega pogosto skledo. V kletki se vzpne včasih s sprednjima nogama ob steni. Pričakuje strežaja ob času krmljenja pri vratih kletke.

Ako se mu zapre pot s prečko (Querbalken), se ustavi pred njo, včasih zavije tudi v stran. Ako je prišel z glavo čez prečko, je prestopi previdno z visoko dvignjenimi ekstremitetami. Obvezo preko oči skuša s prednjo nogo odstraniti, sicer se pa obnaša ravno tako kakor s prostimi očmi.

30. I. 1910. Stopa v snegu previdno, obotavlja, grebe z nogo po tleh preden gre naprej. Laja na glas.

Juli 1910. Teče normalno v trab in galop. Prekorači zapreke. Na močno luč pomežikne, dasi je popolnoma slep, reagira na močne akustične dražljaje s stresanjem uhljev, dasi je popolnoma gluha. Ne voha dišav, reagira pa na salmiak. Ne spozna, ako se pridene jedi kinin, razloči pa hrano od neprebavnih snovi (peska). Ne reagira na lahek dotik in na termične dražljaje. Urinira stoje, dvigne pri tem zadnjo nogo. Pri stoju nagne včasih glavo tako nazaj, da se prevrne vznak.

Stanje živali je ostalo v bodoče do njene usmrtitve dne 24. 4. 1912 v bistvu neizpremenjeno.

Z mikroskopično preiskavo možganov se je ugotovilo, da sta bili z operacijo odstranjeni obe hemisferi, t. j. frontalni, parietalni, okcipitalni in temporalni loputi z globokim mozgom in gredo (corpus callosum). Našli so se le neznatni ostanki cornu Ammonis in kavdalnih delov olfaktorne lopute. Odstranjen je pa bil na obeh straneh bulbus olfactorius.

Od bazalnih ganglijev je bila odstranjena na obeh straneh prednja tretjina repatega jedra (nucl. caudatus), ostali tretjini v bistvu nepoškodovani. Lateralni del putamna z zunanjo vrzeljo (capsula externa) ekstirpiran, ostali del nekoliko degeneriran. Nucleus amygdale na obeh straneh poškodovan, ne pa popolnoma vničen.

Globus pallidus je ostal intakten. Nucleus anterior in nucleus lateralis thalami optici manjkata po večini na obeh straneh, nuclei medialis, ventralis in centralis so ostali nepoškodovani. Istotako chiasma in tractus opticus. Odstranjena je nadalje commissura anterior in columnae fornicis s sekundarno degeneracijo mamilarnih telesc.

Tretji ventrikel mogočno razširjen, istotako infundibulum in akvedukt. Stranski ventrikli razširjeni, nepokriti, deloma jih sploh ni najti.

Iz predstoječega poročila je v glavnem povzeti

1. da je bila in ostala žival po operaciji slepa pri intaktnih očesnih refleksih in prosto gibljivih očeh. Žival je tudi na intenzivno luč zaprla oči, iz česar sledi, da proga tega refleksa pri psu ne gre čez možgansko skorjo.

2. Da je bila in ostala žival po operaciji gluha pri intaktnih akustičnih refleksih. Tudi proge teh refleksov torej ne gredo čez možgansko skorjo. Refleksni centrum leži pač v zadnjih glavicah četveroglavičja. Ker je žival do neke meje lokalizirala akustične dražljaje v prostoru, je Rothmann mnenja, da je imela morebiti vendarle neke akustične občutke vsled vzburjenja subkortikalnih akustičnih center.

3. Da je bila in ostala žival po operaciji brez okusa, dasi je razločevala nevžitno snov od hrane. Ta slednja sposobnost je torej funkcija subkortikalnih center.

4. Da je bila in ostala žival po operaciji brez voha, da pa je reagirala na salmiak s kihanjem (trigeminus).

5. Da je imela po operaciji še vedno nekako občutnost za lego udov, da je občutila živahno bolečine s približno pravilno lokalizacijo dražljajev, da pa je bila za taktilne in termične dražljaje neobčutljiva. Pač pa je reagirala reflektorično na taktilne dražljaje.

6. Žival se je že prvi dan po operaciji dvignila na noge in se hodeč brez ataksije premikala v prostoru. Sprva je postavljala tace nerodno na tla, pozneje se je pa kretala popolnoma sigurno in hitro. Naučila se je prekoračiti zapreke in se ogibati stenam. V teku časa se je priučila tudi izoliranim gibom (šarenje po tleh).

7. Prvi čas po operaciji je žival zavživala hrano samo sesaje iz sesalne steklenice, pozneje je začela grizti (zvečiti) in tudi spontano iz sklede jesti. Pri hoji je povohavala s smrčkom po tleh.

8. Prvi čas je urinirala čepe kakor mladi psi, pozneje normalno.

9. Po operaciji ni bilo opaziti znakov seksualnih nagonov.

10. Ves čas po operaciji so se menjavali časi spanja s časi bedenja.

11. Znakov psihičnega doživljanja na živali po operaciji ni bilo opaziti izvzemši pogoste napade besnosti. Vendar je reči, da so se sposobnosti živali v teku časa vedno bolj izpopolnjevale in dosegle ne majhno višino. Dočim je bila žival takoj po operaciji popoln motoričen avtomat, se je naučila kretati pozneje spontano iz lastnega nagiba.

*

Iz dejstva, da so se pri psu z odstranjenima hemisferama menjavali časi bedenja in spanja, sledi, da spanje ni izraz afunkcije možganske skorje, kakor se navadno misli, marveč izraz izpremenjene vzburljivosti vsega centralnega živčevja. Ker povzročajo zlasti obolenja (vnetni procesi) mesencefalnega dela možganskega debla, kakor jih opazujemo pri epidemični encefalitidi, motnje spanja, bodisi v obliki hipersomnije — odtod tudi ime bolezni: encephalitis lethargica — bodisi v obliki asomnije ali parasomnije, se vedno bolj uveljavlja mnenje, da se nahaja v možganskem deblu, po vsej priliki v centralni serovini možganskega vodovoda, poseben »spalni center«, kojega vzburjenje vpliva zavirajoče na ostala živčna centra, povzročujoč s tem spanje, dočim se izraža izpad funkcije tega centra v brezspanju.

*

Posledice ekstirpacije možganskih hemisfer bi bile pri človeku, ako bi človek tako operacijo sploh prenesel, seveda povsem različne od posledic kakor jih opazujemo pri psu.

Na čim nižji razvojni stopnji je kaka žival, tem manj je razvita pri njej možganska skorja, tem bolj se udejstvuje zgolj podzavedno, subkortikalno, tako rekoč avtomatično, s pomočjo nižjih refleksnih center, tem manjše so vsled tega tudi posledice ekstirpacije velikih možganov.

Pri ribah v takem slučaju sploh ni opaziti, kar se tiče njih gibanja in kretanja, bistvenih izprememb, izvzemši okoliščino, da si spontano ne iščejo hrane, pač ker jim manjka sensorium voha.

Isto je reči o amfibijah in reptilijah. Telencefalnih mehurjev oropana žaba se kreta na suhem in v vodi kakor normalna, se zagrebe pozimi v blato, lovi muhe itd. Šele ako se ji odstrani diencefalon, izgubi vsako spontaneiteto in se giblje le še na zunanje dražljaje. Pa tudi v tem primeru se njeno kretanje v ničemer ne razlikuje od kretanja zdravih živali.

Tudi ptice (golobi) z odstranjenima hemisferama proizvajajo skoro vse kretnje ravno tako kakor normalne, kretajo pa se popolnoma kakor brezdušni avtomati: ne kažejo znakov zadovoljstva v prijetnih in nezadovoljstva (n. pr. preplašenosti itd.) v neprijetnih situacijah, se ne brigajo za svoje mladiče, se ne umaknejo preteči nevarnosti, sploh ne očitujejo nobenega duševnega doživljanja.

Pri sesavcih so posledice take operacije že pomembnejše. Sicer se nauče psi po ekstirpaciji obeh hemisfer v teku časa skoro normalno se kretati in zaprekam izogibati, te kretnje pa niso več tako precizne kakor pri zdravih živalih, zlasti pa izpadejo vse priučene kretnje. Žival je kakor defekten avtomat. Še težje so posledice ekstirpacije možganskih hemisfer pri opicah. Ne le da živali ne kažejo nikakih znakov psihičnega doživljanja, so njih kretnje, ki jih še proizvajajo zelo elementarne in enolične: ena in ista priprosta kretnja se neprestano ponavlja, razen tega je surova motorična moč mišičja zmanjšana in se živali kretajo pri lokomociji le še s težavo.

Pri človeku kot najvišje organiziranem bitju sicer možganska skorja ni za življenje neobhodno potreben del centralnega živčevja, vendar bi človek brez možganske skorje bil kar se tiče spontaneitete mnogo na slabšem kakor novorojeno dete. Vsled spastične pareze celokupne miškulature bi bil popolnoma imobilen, ne imel bi nobenih občutkov, nobene volje, sploh nikake zavesti, vsled česar bi se nahajal trajno v komatoznem stanju.

Dočim preneso nižji vertebrați ekstirpacijo velikih možganov zelo lahko in se takoj po operaciji obnašajo kakor intaktni, ne prežive sesavci, izvzemši poedine slučaje, take operacije daljši čas. Kunci n. pr. poginejo v teku nekaj tednov, opice v teku nekaj dni. Človek bi pa umrl že med operacijo, in sicer vsled tako zvanega živčnega šoka.

Šok je posledica poškodbe kakega dela centralnega živčevja in se izraža v tem, da ustavijo prehodno svojo funkcijo tudi taki deli (centra) živčevja, ki niso bili direktno poškodovani. Navadno vpliva šok na distalno od poškodbe ležeče dele živčevja. Pri akutni poškodbi hrbtne mozga nastopi omamljenje v kavalno od poškodbe ležečih segmentih. Pri poškodbi velikih možganov vstavijo lahko sploh vsa živčna centra — tudi oblongatina vegetativna — svojo funkcijo.

S centralnim živčevjem v najožji zvezi sta dve žlezi z notranjo sekrecijo, namreč hipofiza (glandula pituitaria) in epifiza (glandula pinealis).¹

Hipofiza (hypophysis) sestoji iz dveh, embriološko in histološko različnih loput. Prednja loputa je žlezaste strukture, sestojča iz epitelialnih celic, ki leže gručasto v veznem tkivu, zadnja loputa pa sestoji v bistvu iz nevroglioznega tkiva.

Ekstirpacija cele hipofize povzroča v kratkem času smrt dotične živali, istotako ekstirpacija njene prednje lopute, dočim ne povzroča odstranjenje zadnje lopute vidnih simptomov. Posledica delne ekstirpacije so motnje v rasti, v presnavljanju maščobe in v funkciji seksualnih organov.

Pri človeku povzroča hipofunkcija hipofize (hypopituitarismus) tako zvano »degeneratio adiposogenitalis«, ki se izraža klinično v splošni zamaščenosti (adipositas generalis = Fettsucht) in v atrofiji genitalnih organov.

Hiperfunkcija (hyperpituitarismus) pa povzroča v mladosti (predno so okostele epifizne črte cevastih kosti), orjaško rast (gigantismus = Riesenwuchs), pri odraslem človeku pa tako zvano »akromegalijo«, to je naknadno porast distalnih delov ekstremitet, nosu in spodnje čeljusti. Akromegalijo spremljajo navadno še drugi simptomi: pri ženskah atrofija mlečne žleze in amenorrhoe, pri moških pa atrofija seksualnih organov in impotenca. Neredko se pridruži še poliurija, polidipsija, polifagija in diabetes melitus. Psihično postanejo bolniki čmerni in indolentni.

Intravenozne injekcije hipofiznega ekstrakta povzročajo

a) ogromno zvišanje krvnega pritiska vsled zoženja krvnih žil (izvzemši žile ledvic) in energičnejšega delovanja srca. In sicer se zmanjša pod vplivom hipofiznega ekstrakta število, zato pa zviša energija srčnih vtropov.

Ker se pojavi vpliv na srce tudi pri prerezanih vagih, mora vplivati hipofizni ekstrakt neposredno na muskulaturo srca, kakor vpliva tudi neposredno na muskulaturo arterij. Istočasno pa vpliva tudi vzburja-joče na depresorični centrum srca v oblongati.

¹ Primerjaj A. Biedel: Innere Sekretion. Wien 1910.

b) Zvišanje množine izločene seči (zvišana diureza) vsled razširjenja vej renalnih arterij.

Epifiza (epiphysis) sestoji iz gosto stoječih epiteloidnih celic z velikimi granuliranimi jedri. Celice leže v večjih ali manjših gručah v veznem tkivu.

Injekcije epifiznega ekstrakta ne izpremene krvnega pritiska, pač pa povzročajo aritmijo srca.

Obolenja epifize s popolno destrukcijo organa (tumorji) povzročajo težko kaheksijo z atrofičnimi motnjami (decubitus); v poedinih slučajih so pa opazovali tudi splošno zamaščenost (adipositas pinealis).

Afekcije epifize pri mladih individuih povzročajo tako zvani »d i s p i n e a l i s m u s«, t. j. gigantismus in hipertrofijo genitalnih organov s preuranjeno duševno in seksualno dozorelostjo. Epifiza vpliva torej v mladosti individua zavirajoče na razvoj seksualnih organov, kakor vpliva hipofiza do neke meje pospešujoče.

III. del.

Zgodovinski pregled.¹

Kakor o anatomiji so imeli narodi starega veka tudi o fiziologiji živčevja zelo nejasne pojme. Vendar sta učila že

Alkmaion (krog leta 580 pr. K.) in

Platon (427—347 pr. K.), da so možgani organ mišljenja, dočim sta lokalizirala občutke, čustva in nagone v srce, odnosno v prepono (diaphragma).

Aristoteles (384—322 pr. K.) je smatral srce za sedež duše, pripisujoč možganom funkcijo izločevanja sluzi in ohlajevanja krvi.

Herophilos iz Aleksandrije (krog leta 300 pr. K.) je že ločil motorične in senzibilne živce in imel možgane za sedež duše. Poznal je tudi že veliko važnost IV. ventrikla za življenje.

Galenos (130—201 po K.) je učil, da je vzrok življenja vse telo prepajajoči »spiritus«, ki se javlja v različnih organih na različen način. Na najvišji stopnji svoje funkcije se nahaja kot »Spiritus animalis« v možganih, kjer ima misleča duša (»anima rationalis«) svoj sedež, dočim je sedež afektov srce, sedež nagonov pa jetra. Razločeval je med motoričnimi (trdimi) in senzibilnimi (mehkimi) živci, ki izvirajo v možganih, odnosno v hrbtnem mozgu. Opazoval je tudi že paralize udov po eksperimentalnih poškodbah hrbtne mozga in vedel, da povzroča obolenje ene polovice možganov paralizo udov kontralateralne strani. Galenov nauk je ostal merodajen za ves srednji vek, vse do renesančne dobe 16. in 17. stoletja.

Malpighi Marcello, profesor anatomije v Bologni (1628—1694), znamenit kot histolog, je smatral možgane

¹ Primerjaj: Handbuch der Geschichte der Medizin Bd. II. Jena 1903.

za veliko žlezo, ki secernira Galenove »spiritus animales«. Ti se nabirajo v možganskih ventriklih, odkoder odtekajo v živce.

Nič manj fantastične nazore je razvijal slavni francoske filozof in matematik

Descartes Rene (1596—1650) v svoji knjigi

Traite de l'homme... Paris 1664,

kjer primerja možgane sistemu cevi in kanalov, po katerih se pretaka »spiritus animalis«. Kot sedež duše (*anima rationalis*) je pa smatral Descartes neparno češariko (*glandula pinealis*).

Borelli Giovanni Alfonso, matematik, fizik in fiziolog, rojen v Neaplu leta 1608, umrl v Rimu 1679, je izdal leta 1681 svoje glavno delo

De motu animalium. Leyden 1681,

v katerem se peča z mehaniko živalskega gibanja. Borelli je bil naziranja, da se nahaja v živcih nek sok »*succus nerveus*«, ki preide pod vplivom vznurjenja v valovanje, povzročujoč v mišicah kontrakcije.

Willis Thomas, angleški anatom (1621—1675) je prvi poskušal ločiti različne živčne funkcije in jih lokalizirati v različne dele možganov. In sicer je lokaliziral občutke v striatno telo (*corpus striatum*), predstave v gredo (*corpus callosum*), spomin v možgansko skorjo, instinkt v *thalamus opticus* in *corpora quadrigemina*, vegetativne funkcije pa v male možgane.

Cerebri anatome, cui accessit nervorum descriptio et usus. London 1664.

Affectionum hysteric... acc. exercitationes medicophysicae duae de sanguinis accensione et de motu musculari. London 1670.

De anima brutarum exercitationes duae. Oxford 1672.

Vieussens Raymond, francoski anatom (Montpellier 1641—1715) je iskal sedež duši v mozgovini hemisfer, v centrum semiovale, ki nosi po njem ime.

Lancisi Giovanni (Rim 1654—1720) pa je bil mnenja, da je sedež duše *corpus callosum*.

De sede cogitantis animae. 1718.

Pacchioni Antonio, rimski anatom (1665—1725) je pripisoval veliko važnost trdi opni možganov (*dura mater*),

o kateri je mislil, da goni z aktivnimi pulzacijami živčni sok («succus nerveus») po telesu.

De durae matris fabrica et usu. Roma 1701.

Proti Pacchionijevim nazorom sta nastopila

Fantoni Giovanni (1675—1758) in

Santorini Domenico (1681—1737), ki sta trdila, da so pulzacije možganov neodvisne od trde opne. Isto mnenje je bil zastopal že prej

Ridley Henry, londonski anatom (1635—1708), ki je eksperimentalno dokazal, da pulzirajo možgani tudi po parcialni odstranitvi mening.

*

Novo dobo v fiziologiji živčevja, kakor v fiziologiji sploh, je inavguriral v 18. stoletju veliki

Haller Albrecht von, profesor anatomije v Göttingenu, rojen v Bernu leta 1708, umrl istotam leta 1777. Na podlagi številnih poizkusov je strogo ločil »iritabiliteto« mišičja od »senzibilitete« (vzdražljivosti) živčevja, učeč, da pripada samo mišicam aktivna kontraktibilnost, dočim so živci le provodniki dražljajev brez vsake aktivne kontraktibilnosti. Senzibilnost kakega organa je odvisna od množine živčnega nitja, ki se v njem razpleta. Za neobčutljivo je pa Haller smatral duro mater in možgansko skorjo, pač pa je na podlagi eksperimentov pripisoval vzdražljivost mozgovini možganov. Bil je nasprotnik vsake lokalizacije duše, dasi je poznal življensko važnost oblongate. Vedel je tudi, da mali možgani niso za življenje nujno potrebni. Nadalje je učil, da je delovanje srca v bistvu neodvisno od centralnega živčevja.

De partibus corporis humani sentientibus et iritabilibus. Göttingen 1753.

Primae lineae Physiologicae. Göttingen 1747.

Elementa Physiologiae Corporis humani. Bern 1759—1766.

Hallerjev sodobnik, francoski fiziolog

Lorry (1725—1786) je opazoval, da so krči navadno posledica draženja oblongate in da je posledica poškodbe tega dela živčevja hipna smrt dotičnega bitja.

Pourfour du Petit François (1664—1741) je bil že pred Hallerjem odkril piramidno dekusacijo in eksperimentalno dokazal kontralateralno inervacijo.

Trois lettres d'un médecin etc... Namur 1710.

Whytt Robert (1714—1766) je poudarjal odvisnost iritabilite od senzibilitete in opiraje se na opazovanja reakcij obglavljenih žab strogo ločil zavedne občutke od podzavednih reakcij na dražljaje.

Pa šele

Bell Charles, profesor anatomije v Londonu (1774 do 1842) je dal pravo podlago nauku o refleksih s tem, da je leta 1811 eksperimentalno dokazal, da povzročča samo draženje prednjih korenin hrbtne mozga (radices anteriores) krče in gibe, dočim je draženje zadnjih korenin brez motoričnega efekta.

Idea of a new anatomy of the brain. London 1811.

An exposition of the natural system of nerves in human body. London 1824.

Tozadevne poskuse je nadaljeval veliki pariški fiziolog

Magendie François (1783—1855) in eksperimentalno dokazal, da povzročča prerez prednjih korenin paralizo dotične ekstremitete z ohranjeno senzibiliteto, prerez zadnjih korenin pa neobčutnost pri ohranjeni motiliteti.

Anatomie des systèmes nerveux... Paris 1821.

Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux. Paris 1839.

Magendieju se je pozneje v polnem obsegu pridružil Charles Bell, ko je spoznal, da je N. facialis in njemu analogna prednja korenina hrbtne mozga motoričnega, N. trigeminus in njemu analogna zadnja korenina pa senzibilnega značaja.

Leta 1839 je Magendie našel in razložil še pojav tako zvane rekurentne senzibilnosti (sensibilite recurrenente) prednje korenine.

Refleksni mehanizem hrbtne mozga in oblongate pa je prvi pravilno spoznal in opisal

Hall Marshall, londonski zdravnik (1790—1857) v svoji razpravi

The reflex function of the medulla oblongata and medulla spinalis. 1833.

V razpravi iz leta 1837

The true spinal marrow and excitomotory system of nerves pa je ločil senzibilno nitje, ki vodi v velike možgane, posredujoč zavedne občutke od ekcitolomotoričnega nitja, ki je izključno v službi refleksov.

Istočasno in neodvisno od Marshall Halla je prišel do sličnih rezultatov znameniti nemški fiziolog

Müller Johannes, profesor fiziologije v Bonnu in Berlinu (rojen leta 1801 v Koblenzu, umrl leta 1858 v Berlinu). Razen tega si je stekel Joh. Müller zasluge za fiziologijo simpatika.

Važen korak naprej v fiziologiji hrbtnega mozga je napravil

Longet François Achille, francoski eksperimentalni fiziolog (1811—1871), ko je eksperimentalno dokazal, da posredujejo prednji in stranski svežnji mozgovine hrbtnega mozga zavedne gibe, zadnji pa zavedne občutke.

Recherches sur les propriétés et les fonctions des faisceaux de la moelle épinière. 1841.

Longet je tudi natančno opisal inervacijo larinksa

Recherches sur les fonctions des muscles et de nerfs du larynx in si stekel zasluge za klasifikacijo možganskih živcev.

Njegovo glavno delo je

Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux vertebres. Paris 1843/46.

*

Kar se tiče vegetativnih funkcij živčevja so že

Hunter John, angleški kirurg (1728—1794),

Cruikshank William (Edinburgh 1746—1800) in

Bichat François, pariški zdravnik (1771—1802)

spoznali važnost cervikalnega mozga za dihanje.

Legallois Julien Jean, francoski fiziolog (1770—1814) pa je s pomočjo eksperimentov na živalih (mački) dokazal, da se nahaja v oblongati, v višini vagovega jedra dihalni centrum, kojega destrukcija povzroči smrt.

Expériences sur le principe de la vie. Paris 1812.

Tozadevne poizkuse je nadaljeval pariški primerjalni anatom

Flourens Jean Pierre (1794—1867) in ugotovil leta 1837, da povzročča poškodba zadnjega dela oblongate (calamus scriptorius) hipni zastoj dihanja in smrt. To mesto oblongate je imenoval »Noeud vital« (vozel življenja).

Čutenje in voljo je lokaliziral Flourens v hemisferi velikih možganov in eksperimentalno dognal, da so mali možgani organ koordinacije gibov in kretenj. Našel je tudi, da povzročča ekstirpacija labirinta pri golobih motnje v koordinaciji lokomocijskih kretenj.

Recherches experim. sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertebres. Paris 1824.

Expériences sur le système nerveux. Paris 1825.

Bernard Claude, učenec in naslednik Magendiejev v Collège de France (1813—1878) se je pečal osobito z fiziologijo jeter, v katerih je spoznal asimilacijski organ ogljikovih hidratov. Pri tem je našel, da povzročča vbodljaj v kavdalni del oblongate (calamus scriptorius) glikozurijo. (Piqûre diabétique — Zuckerstich). Še večje zasluge pa si je stekel za fiziologijo simpatičnega sistema s tem, da je odkril vazomotorične živce in ugotovil njih pomen za delovanje žlez.

Bernardovo delo so nadaljevali v Nemčiji

Ludwig Karl Friedrich, profesor fiziologije v Leipzigu (1816—1895), ki je odkril sekretorične živce s tem, da je dokazal, da povzročča draženje chordae tympani secernacijo sline v submaksilarni žlezi in sicer neodvisno od krvnega pritiska.

Neue Versuche über die Beihülfe der Nerven zur Speichelabsonderung. Zeitschrift f. die ration. Medic. N. F. I. 1851.

Leta 1894 je izdal razpravo

Ueber den Einfluss des Halsmarkes auf den Blutstrom.

Tudi je Ludwig uvedel leta 1850 grafično metodo v fiziologijo

Izmed njegovih učencev je imenovati

Eckhard Konrad, profesor fiziologije v Giessenu (rojen 1. 1822), ki je proučeval inervacijo slinavk, mlečne žleze,

ledvic in seksualnih organov. Poleg tega se je intenzivno pečal s splošno fiziologijo živčevja (refleksi itd.).

Experimentalphysiologie des Nervensystems. Giessen 1867.

Bezold Albert von (1836—1868), ki se je pečal predvsem z inervacijo srca.

Untersuchungen über d. Innervat. d. Herzens. 1863.

Cyon Elias (rojen leta 1843), ki je odkril N. depressor cordis in spoznal simpatični značaj N. accelerantis cordis.

Die Nerven des Herzens. Berlin 1907.

S problemom inervacije pljuč so se pečali osobito

Rosenthal Isidor, profesor fiziologije v Erlangenu (rojen leta 1836), ki je v razpravi

Ueber die Atembewegungen und ihre Beziehungen zum N. vagus. Berlin 1862.

zastopal mnenje, da povzroča draženje vaga samo inspiracijske impulze, dočim je

Hering Ewald, profesor fiziologije v Pragi, pozneje v Leipzigu (rojen leta 1834), postavil tezo, da vpliva inspiracija zavirajoče, ekspiracija pa vzbujajoče na respiratorični centrum. (Selbststeuerung der Atmung.)

Loewy Adolf (rojen leta 1862) pa je zastopal mnenje, da dovaja vagus respiracijskemu centru samo ekspiracijo zavirajoče dražljaje.

Iz te dobe je nadalje imenovati še dva za fiziologijo živčevja pomembna avtorja:

Brown-Sequard Charles Eduard, Bernardov naslednik v Collège de France (1818—1894), ki si je stekel zasluge za fiziologijo in patologijo hrbtnega mozga. (Brown-Sequardov simptomni kompleks.)

Waller Avgust Volnay (1816—1870), ki je odkril leta 1852 po njem imenovani »Wallerjev zakon« o degeneraciji od živčne celice odločene živčne nitke.

*

Z odkritjem kontaktne elektrike, ki jo je našel

Galvani Luigi, profesor anatomije v Bologni (1737—1798), se pojavi v fiziologiji prašanje o živalski elektriki. Njena glavna zagovornika poleg Galvanija sta bila

Humboldt Alexander von (1769—1859) in
Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfasern. Berlin 1797/99.

Ritter Johann Wilhelm (1776—1810).

Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess im Tierreich begleitet. Weimar 1798.

Beiträge zur Kenntnis des Galvanismus. Jena 1800.

Neue Beiträge... Tübingen 1808.

Ueber den Einfluss des Galvanismus auf die Erregbarkeit tierischer Teile. Denkschrift der Münchener Akademie 1809.

Ritter je prvi opazil, da povzroča sklep in prekin toka zgib mišice in da se pod vplivom konstantnega toka izpremeni vzdražljivost živca.

Nadalje je opazoval leta 1798, da povzroča prekin dalj časa z živcem sklenjenega toka tetanus mišice. (Ritterjev tetanus.) Tudi je Ritter že poznal odvisnost zgiba mišice od jakosti in smeri toka.

Popoln razmah pa je dobila elektrofiziologija šele z odkritjem elektromagnetizma (Oersted 1820) in električne indukcije (Faraday 1832). Po eni strani je bilo namreč z indukcijskimi toki možno eksaktno draženje živčevja, po drugi strani pa s pomočjo občutljivih galvanometrov opazovanje električnih pojavov v delujočih organih.

Iznajditelj astaticnih magnetnih igel

Nobili Leopoldo, profesor fizike v Firenci (1784—1835) je našel leta 1827, da kroži po živem telesu žabe konstanten in konstantno usmerjen električen tok (»žabji tok«).

Matteucci Carlo, profesor fizike v Bologni (1811 do 1868) je pa odkril leta 1841 »sekundarni zgib mišice«.

V momentu kontrakcije mišice se pojavi v njej akcijski tok. Ako položimo na mišico žabjega preparata (N. ischiadicus-M. gastrocnemius) živec drugega sličnega preparata, se zgane tudi mišica slednjega, ako vzburimo živec prvega preparata. Zgib mišice drugega preparata (»sekundarni zgib«) je izraz draženja živca po akcijskem toku v mišici prvega preparata.

Matteucci je nadalje odkril potencialno električno diferenco med površino in notranjostjo mišice.

Traité des phénomènes électrophysiologiques. Paris 1844.

S pomočjo draženja z indukcijskimi toki sta brata

Weber Eduard Fr. (1806—1871) in

Weber Ernst H. (1795—1878) leta 1835 dokazala, da povzroča draženje vaga retardacijo odnosno zastoj, draženje simpatika pa akceleracijo srčnega vtripanja.

Največje zasluge za elektrofiziologijo pa si je stekel znameniti učenec Johannes Müllerja

Du Bois-Reymond Emil, profesor fiziologije v Berlinu (1818—1896). Izpopolnil je elektrofiziološko aparaturo (občutljivi multiplikatorji, nepolarizirajoče elektrode itd.) in formuliral splošni elektrofiziološki zakon (Du Bois Reymondov zakon). Popisal je točno električne toke v mirujočem živcu in njih negativni koleb. Opisal je tudi ekstrapolarni tok v električno vzburjenem živcu (fizi-kalični elektrotonus).

Untersuchungen über tierische Elektrizität. Berlin 1848/49/60.

Poleg Reymonda je imenovati še sledeče avtorje:

Helmholtz Hermann von, profesor fiziologije v Königsbergu in Bonnu, pozneje profesor fizike v Berlinu (1821 do 1894) se je poslužil od Ludwiga v fiziologijo vpeljane grafične metode za registriranje mišičjih gibov. S pomočjo miografija je ugotovil latenčno dobo zgiba progaste mišice, iz difference latenčnih dob pri draženju živca v različnih distancah od mišice pa je izračunal hitrost, s katero se širi živčno vzburjenje po motoričnem živcu (ca 30 m v sek.). Nadalje je Helmholtz ugotovil, da se s padajočo temperaturo zniža provodnost živca in spoznal, da sestoji tetanus mišice iz cele vrste (serije) posameznih kontrakcij, ki se pri zadostni hitrosti dražljajev sumirajo, povzročujoč trajno (tetanično) kontrakcijo mišice.

Fick Adolf, profesor fiziologije v Würzburgu (1829 do 1901) je objavil več razprav

Ueber elektrische Nervenreizung.

Ueber übermaximale Zuckungen.

Ueber Reflexbewegungen u. direkte Rückenmarkkreuzung.

Donders Frans Cornelis, profesor fiziologije v Utrechtu (1818—1889) je proučeval reakcijski čas psihičnih doživljajev in meril hitrost, s katero se širi živčno vzburjenje v senzibilnih živcih.

Die Schnelligkeit psychischer Processe. Reichert u. Du Bois Archiv 1868.

Schiff Moritz, profesor fiziologije v Firenzi, pozneje v Genovi (1823—1896) si je stekel zasluge za fiziologijo možganske baze in malih možganov.

De vi motoria baseos encephali. 1845.

Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems. 1855.

Sul sistema nervoso encefalico. 1865.

Aeby Chr. Thom., profesor anatomije v Bernu (1835 do 1885) je meril hitrost kontrakcijskih valov v mišicah.

Marey Etienne Jules, naslednik Flourensov v Collège de France (1830—1904), je izpopolnil grafično metodo s konstrukcijo novih miografijev in se pečal s proučevanjem mišičjega tetanusa in kontrakcijskih valov.

La méthode graphique et ses applications en physiologie. 1878.

Chauveau August (rojen leta 1827) je meril hitrost živčnega vzburjenja.

Pflüger Eduard Fr. Wilh., profesor fiziologije v Bonnu (1829—1910), je s pomočjo du Bois Reymondovih metod proučeval vpliv konstantnega toka na živec in ugotovil, da je vzdražljivost živca v območju katode zvišana (kat-elektrotonus), v območju anode pa znižana (anelektrotonus). Pflüger je tudi formuliral zakon o polarnem draženju (das polare Zuckungsgesetz), ki pravi, da učinkuje vzburjajoče na živec pri sklepu toka katoda, pri prekinu toka pa anoda in ga spravil v sklad z dejstvi, ki jih je opazoval glede zgibov mišice pri draženju živca z različno močnimi toki različnih smeri. (Pflügerjev zakon.)

Physiologie des Elektrotonus. Berlin 1856.

Ueber die sensorischen Funktionen des Rückenmarkes. Berlin 1853.

Bernstein Julius, du Bois-Reymondov učenec, profesor fiziologije v Halle a/S., rojen leta 1839, je proučeval Reymondov negativni koleb toka in pri tem s pomočjo zrcalnega galvanometra ugotovil, da se pojavijo v živcu istočasno z vzburjenjem elektromotorične izpremembe v tem smislu, da je trenutno vzburjeni del živca vedno negativno električen. (Akcijski tok.)

Bernstein je tudi prvi dokazal relativno neutrudljivost živčnega nitja.

Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem. Heidelberg 1871.

Lippmann Gabriel, Helmholtzev učenec, rojen l. 1845, je iznašel leta 1873 kapilarni elektrometer.

Hermann Ludwig, prof. fiziologije v Zürichu, pozneje v Königsbergu (1838—1914) je dokazal, da je nepoškodovana mirujoča mišica električno indiferentna in formuliral tako zvano alteracijsko teorijo akcijskih, odnosno demarkacijskih tokov.

Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. Berlin 1867/68.

Handbuch der Physiologie. Leipzig 1879/82.

Kühne Willy, profesor fiziologije v Amsterdamu, pozneje v Heidelbergu (1837—1900) je proučeval osobito akcijske toke v mišicah.

Tigerstedt Robert, profesor fiziologije v Stockholmu, pozneje v Helsingforsu (1853) se je pa osobito pečal s študijem latenčne dobe zgiba mišice.

*

Vsi poizkusi starejših avtorjev lokalizirati različne funkcije možganov v njih različne oddelke (areale), so bili vseskozi spekulativnega značaja. Do skrajnosti je šel v tem pogledu

Gall Franz Joseph (1758—1828), ki je učil, da je vsaki duševni potenci dodeljen določen areal velikih možganov in da je vsled tega mogoče že iz oblike možganov in posredno iz oblike lobanje sklepati na sposobnosti, značaj in nagnenja kakega človeka. Gallovo »frenologijo« je propagiral posebno njegov prijatelj

Spurzheim J. Christian (1776—1832).

Anatomie et physiologie du système nerveux. Paris 1810/19.

Šele

Flourens Jean Pierre (glej zgoraj) je stopil s svojimi eksperimenti na realna tla. Po njem je možganska skorja organ čutenja (zaznavanja) in volje, dočim so mali možgani organ lokomocije. Pri tem je bil Flourens naziranja, da so vsi areali možganske skorje funkcionalno enakovredni, to se pravi, da je možganska skorja v celoti nositeljica zaznavanja in volje brez specifičnih diferenc v njenih poedinih arealih.

Prvi, ki je na podlagi patološke anatomije lokaliziral določeno funkcijo živčevja v določen areal možganske skorje je bil

Broca Paul, pariški anatom in antropolog (1824 do 1880), ki je opazil, da je vzrok tako zване afazije poškodba tretje leve frontalne vijuge in sicer njenega operkularnega dela, vsled česar je označil ta areal možganske skorje kot govorni centrum.

Bulletin de la soc. anatomique de Paris 1861/63.

Kmalu na to sta

Fritsch Gustav (fiziolog v Berlinu, rojen leta 1838) in

Hitzig Eduard, psihiater v Zürichu, pozneje v Halle (rojen leta 1838) publicirala svojo epohalno razpravo

Ueber die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. Reicherts u. du Bois Reymonds Archiv 1870.,

kjer sta pokazala, da povzročata električno draženje določenega areala možganske skorje klonične gibe udov kontralateralne polovice telesa, in sicer da povzročata draženje različnih točk tega areala kontrakcije različnih mišic, dočim je draženje ostale možganske skorje brez vsakega motoričnega efekta.

Par let pozneje (v letih 1874/75) je angleški psihiater

Ferrier David poročal o svojih ekstirpacijskih poizkusih na možganih opic, izvajajoč, da je gyrus angularis centrum vida, gyrus temporo-sphenoidalis superior centrum sluha, globoki mozeg temporalne lopute centrum okusa, uncus hippocampi centrum voha, gyrus hippocampi in hippocampus major centrum tipa, areali možganske skorje pred in za Rolandovo centralno fisuro pa centrum hotnega gibanja.

The functions of the brain. London 1876.

Ferrierova odkritja pa niso zbudila posebne pozornosti.

Odločilen korak v tem pogledu je napravil šele

Munk Hermann, profesor fiziologije v Berlinu, rojen leta 1839.

Ueber die Funktionen der Grosshirnrinde. Berlin 1881, 1890.

Ueber die Funktionen v. Hirn und Rückenmark. Berlin 1909.

Munk je opazoval, da povzročajo ekstirpacije možganske skorje okcipitalne lopute psihično slepoto (Seelenblindheit), ekstirpacije možganske skorje temporalne lopute pa psihično gluhosto. Tudi je potrdil izsledke Fritscha in Hitziga glede motoričnih arealov možganske skorje. Munk je zastopal mnenje, da odgovarja vsaki točki telesne površine, ravno tako kakor vsaki točki retine, vsaki vitri bazalne membrane in vsaki mišici določena točka možganske skorje, kot njen projekcijski centrum in bil v tem pogledu najekstremnejši zastopnik nauka o lokalizaciji.

Proti Munku je nastopil

Goltz Friedrich Leopold, profesor fiziologije v Strassburgu (1834—1902),

Abhandlungen über die Verrichtungen des Grosshirns. Bonn 1881. s trditvijo, da povzročajo poškodbe možganske skorje kjerkoli vedno iste simptome, vsled česar je nedopustno govoriti o distinktnih senzoričnih odnosno motoričnih arealih. Zlasti je negiral, da se nahaja psihooptično polje v okcipitalni loputi. Tem večjo važnost je pa polagal Goltz na »zavorne pojave« (Hemmungerscheinungen), kot posledico poškodb možganske skorje. Velike zasluge si je stekel s svojimi ekstirpacijskimi poizkusi za poznavanje funkcije velikih možganov sploh. Slovit je v tem pogledu njegov »pes brez velikih možganov«.

Der Hund ohne Grosshirn. Pflügers Archiv Bd. 51. 1892.

Z ekstirpacijami na hrbtnem mozgu je ugotovil važnost spinalnih center za visceralno inervacijo in relativno neodvisnost inervacije vegetativnih organov od možganske skorje.

S fiziologijo možganske skorje so se nadalje pečali

Horsley Victor, angleški kirurg rojen leta 1857, ki je kakor Hitzig in Fritsch dražil možgansko skorjo z električnim tokom in opazoval motorični efekt draženja. Pri tem je našel, da si slede motorična centra v prednji centralni vijugi od zgoraj navzdol v tem smislu, da leže centra za gibe v rami više od center za gibe lehti, ta zopet više od center za gibe podlehti in da leže od center za motorično inervacijo gornje ekstremitete najnižje centra za gibe prstov.

Exner Siegmund, profesor fiziologije na Dunaju, rojen leta 1846.

Die Lokalisation der Funktionen des Grosshirns. 1881.

Charcot Jean Martin, pariški nevrolog (1825—1893).

Le centres corticaux moteurs. Paris 1895.

Flechsig Paul, nemški nevrolog Leipzig (rojen l. 1847).

Gehirn und Seele. Leipzig 1896.

Die Lokalisation der geistigen Vorgänge. Leipzig 1896.

Wernicke Carl, nemški psihiater (1848—1905), ki je našel senzorični centrum govora v levi temporalni loputi in položil temelje nauku o afaziji.

Der aphasische Symptomenkomplex. Breslau 1874.

Der aphasische Symptomenkomplex. Deutsche Klinik. Wien 1903.

Liepmann Hugo, nemški psihiater (1863—1925) učenec Wernickejev, je prvi opisal apraktične motnje.

Ueber Störungen des Handelns bei Gehirnkranken. Berlin 1905.

S fiziologijo malih možganov so se pečali

Luciani Luigi, profesor fiziologije v Firenzi, rojen leta 1842.

Das Kleinhirn. Deutsch von Fraenkel. Leipzig 1893.

Thomas Andre

Le cervelet. Paris 1897.

La fonction cérébelleuse. Paris 1911.

Munk Hermann (glej zgoraj).

Ueber die Funktionen des Kleinhirns. Ber. d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1906.

Lewandowsky M.

Ueber die Verrichtungen des Kleinhirns. Arch. f. Physiol. 1903.

Rynberk G. van

Tentativi di localizzazioni funzionali nel cervelletto. Arch. d. fisiologia. 1904.

*

Fiziologijo simpatičnega (vegetativnega) živčnega sistema so obogatili:

Langley J. N., angleški fiziolog.

The Autonomic Nervous Systems. Brain 1903.

Das sympathische und verwandte nervöse System. Erg. d. Physiol. 2.

Sherrington Charles Scott, angleški fiziolog, ki ima razen tega velike zasluge za fiziologijo hrbtnega mozga, možganskega debla in motorične inervacije.

Decerebrate rigidity and reflex coordination of movements
Journ. of. Physiologie. 22. 1898.

On Reciprocal Inervation of Antagonistic Muscles. Proc.
Roy. Soc.

Das Zusammenwirken der Rückenmarkreflexe. Ergebn. der
Physiol. 1905.

The integrativ Action of the Nervous system. London 1906.

Karplus J. in **Kreidel** A., dunajska fiziologa.

Zwischenhirnbasis und Sympathicus. Arch. f. ges. Physiol.
1909, 1910, 1911, 1918.

Müller L. R., profesor v Würzburgu.

Das vegetative Nervensystem. Berlin 1920.

*

S fiziologijo bazalnih ganglijev so se pečali osobito

Wilson, angleški nevrolog, ki je prvi opozoril na klinične znake obolenja lečastega jedra (Nucl. lenticularis).

Progresive lenticular degeneration. Brain 1912.

Vogt C. in O., ki sta položila temelj histologiji in patologiji striatnega telesa (corpus striatum).

Erster Versuch einer pathologisch-anatomischen Einteilung striärer Motilitätsstörungen. Journ. f. Psych. u. Neurol. Bd. 24. 1918.

Zur Lehre der Erkrankungen des striären Systems. Journ. für Psychol. u. Neurol. Bd. 25. 1920.

Förster O., profesor v Breslavi.

Zur Analyse und Pathophysiologie der striären Bewegungsstörungen. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatr. Bd. 73. 1921.

Jakob A., nevrolog v Hamburgu.

Die extrapyramidalen Erkrankungen. Monographien aus dem Gesamtgebiete d. Neurol. u. Psychiatrie. Bd. 37. 1923.

Stavne in labirintne reflekse pa sta odkrila

De Kleijn Dr. A. in

Magnus R., profesor v Utrechtu.

Körperstellung. Monographien aus d. Gesamtgebiete der Physiologie der Pflanzen und der Tiere. Bd. 6. 1924.

*

Razen v predstojećem pregledu navedenih del pridejo za študij fiziologije živčevja iz novejšje dobe v poštev med mnogimi drugimi še osobito sledeča:

Baglioni S.: Das Problem der Funktionen des Nervensystems. 1912.

Becher E.: Gehirn und Seele. 1911.

Bechterev Vl.: Die Funktionen der Nervenzentren. Bd. 1—3. 1908/11.

Biedermann: Elektrophysiologie. Jena 1905.

Brodmann: Vergleichende Lokalisationstheorie der Grosshirnrinde. 1909.

Buddenbrock W.: Grundriss der vergleichenden Physiologie. Teil. I. Sinnesorgane und Nervensystem. 1924.

Christiani A.: Zur Physiologie des Gehirns. Berlin 1885.

Donath J.: Reflex und Psyche. 1910.

Ebbecke U.: Die kortikalen Erregungen. 1919.

Feuchtwanger E.: Die Funktionen des Stirnhirns. Monographien ... Bd. 38. 1923.

Goldstein M.: Ueber Wesen und Bedeutung der Reflexe. Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. Bd. 11. 1922.

Hermanns Handbuch der Physiologie. Leipzig 1880.

Hitzig: Physiologische und klinische Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1904.

Köster: Zur Physiologie der Spinalganglien und die trophischen Nerven. 1904.

Lewandowsky M.: Die Funktionen des zentralen Nervensystems. 1907. — Handbuch der Neurologie. Bd. 8. 1910.

Mingazini G.: Der Balkan. Monographien ... Bd. 28. 1922.

Monakow K.: Die Lokalisation im Grosshirn. 1914.

Müller L. R.: Die Lebensnerven. 1924.

Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen.
Bd. 4. 1909.

Niessl v. M.: Die aphasischen Symptome und ihre
kortikale Lokalisation. 1911.

Rosenthal J.: Allgemeine Physiologie der Muskeln
und der Nerven. 1889.

Sachs H.: Vorträge ü. d. Bau u. Tätigkeit d. Gross-
hirns. 1893.

Steiner: Funktionen des Zentralnervensystems und
ihre Phylogenese. 1885/1900.

Schultz: Gehirn und Seele. 1906.

Tigerstedt R.: Handbuch der physiologischen Me-
thodik. Bd. 3. 1912.

Verworn M.: Erregung und Lähmung. 1914.

INDEX.

Številke pomenijo strani.

- A**chsenstrom 30
Adaptacijska napetost 183
Adiadochokinesis 178
Adipositas generalis 234
Adipositas pinealis 235
Adrenalin 74
Aeby Christian 245
Afazija motor. kortikalna 214, 222
Afazija motor. subkortikalna 221
Afazija optična 223
Afazija senzorična 206
Afazija sensor. kortikalna 221
Afazija sensor. subkortikalna 221
Afazija totalna 222
Afazija transkortikalna 222, 223
Afazija verbalna 223
Agnozija akustična 206
Agnozija optična 204
Agnozija taktilna 209
Agrafija 222, 224, 225
Akcijski toki 27
— enofazni 29
— dvofazni 27
Akromegalija 234
Akustična agnozija 206
Aleksija 204, 222, 224
Alkalijske 15
Alkaloidi 15
Alkmaion 238
Alkohol 11
Alteracijska teorija 31
Amaurosis 60
Amblyopia 60
Amoniak 15
Anakusis 67
Anaesthesia dissociata 106
Anelektrotonus 22
Animalni organi 2
Anoda 24
Anodni prekin 25
Anodni sklep 25
Anomalije držanja 183
Ansa lenticularis 190
Antagonizem simp. in parasimp. 72
Apnoe 153
— spuria 156
Apraksija 227
— ideatorična 228
— ideokinetična 228
— kinetična 214, 228
— kortikalna 228
Areali intermediarni 199
— primordialni 199
— terminalni 199
Arefleksija 121
Argyll-Robertson 89
Aristoteles 238
Asphyxia 154
Astasia cerebellaris 178, 106
Asthenia cerebellaris 178
Asthma bronchiale 70
Ataxia cerebellaris 178
Ataksija spinalna 106
Athetosis 194
Atonia cerebellaris 178
Atropin 74, 78
Auerbachov preplet 92
Avtomatizmi 37
- B**aglioni S. 253
Becher E. 253
Bechterev VI. 253
Bedingte Reflexe 35
Beljakovine 6
Bell Charles 241
Bellovo pravilo 45
Bernard Claude 243
Bernstein Julius 244
Bichat François 242
Biedermann 253

- Blepharoclonus 66
 Blepharospasmus 66
 Blicklähmung 149
 Blickzentrum 149
 Bljuvanje 153
 Bois Reymond du 246
 Bois Reymondov zakon 16
 Borelli Giovanni 239
 Broca Paul 249
 Brodmann K. 253
 Bronhiji 102
 Brown-Sequard 244
 — simptom 138
 Buddenbrock W. 253.
- Caput obstipum** 71
 Centra predstavna 200, 213
 — projekcijska 201
 — refleksna 150
 — sekretorična 127
 — vasomotorična 127
 — zaznavna 200
 Centrum anospinale 131
 — besedni akustični 217
 — besedni motorični 217
 — bljuvalni 153
 — ciliospinale 89, 135
 — dihalni 153
 — fonacije 152
 — genitolumbale 134
 — genitospinale 134
 — grafični 220
 — hladilni 186
 — kašljanja 152
 — kihanja 152
 — konvulzijski 160
 — pogledni 149
 — pojmovni 216
 — porodni 135
 — predstavniki optični 218
 — požiranja 152
 — salivacije 152
 — sesanja 152
 — spalni 234
 — srca depresorični 157
 — — ekcitatorni 158
 — termoregulacijski 186
 — toplotni 186
- Centrum vasodilatatorični 159
 — vasomotorični 158
 — vesicolumbale 133
 — vesicosacrane 133
 Cerebelarna ataksija 106
 Cerebelarna hipotonija 179
 Cerebrosidi 7
 Charcot Jean Martin 251
 Chauveau August 247
 Cheyn-Stokesovo dihanje 154
 Chorda tympani 64, 66, 90
 Chorea 195
 Christiani A. 253
 Cornu Ammonis 207
 Corpus callosum 211
 — Luysi 189, 197
 — striatum 189, 190
 — subthalamicum 189, 197
 Cruikshank William 242
 Cuneus 203
 Cyon Elias 244
- Čas** refleksni 34
 Črevo 93
 Čutila 2
- Decerebracijska odrevenelost** 160, 180
 Degeneracija retrogradna 9
 — sekundarna 9
 — adiposogenitalis 234
 Dehnungswiderstand 182
 Dekatelektrotonizacija 22
 Dekrement 9
 Demarkacijski toki 29
 Dermatomeri 47
 Dermographia 129
 Desanelektrotonizacija 22
 Descartes Rene 239
 Diaphragma 51
 Dilatatio pupillae 89
 Diplegia masticatoria 65
 Diplegije 56
 Disartrija 221
 Disociirana neobčutnost 106
 Dispinealismus 237
 Dispnoe 154
 Dispraksija 229
 Draženje direktno 24, 25

- Draženje indirektno 24, 25
 — s konstantnim tokom 18
 — z indukcijo 17
 Dražljaji 13
 — centralni 13
 — električni 15
 — eksteroceptivni = zunanji
 — fiziološki 13
 — kemični 14
 — mehanični 14
 — notranji 13
 — propioceptivni 13
 — umetni 14
 — termični 14
 — zavirajoči 34
 — zburjajoči 34
 — zunanji 13
 Donders Frans 246
 Donath J. 253

Ebbecke U. 253
 Eckhard Konrad 243
 Ejaculatio 134
 Ekcitacija prehodna 12
 Ekstirpacija labirinta 68
 — velikih možganov 230
 Ekstrapolarna proga 18
 Električni toki Tesla 17
 Elektroda diferentna 24
 — indiferentna 24
 — nepolarizirajoča 15
 Elektrodiagnostika 23
 Elektrofiziologija 15
 Elektrometer kapilarni 31
 Elektrotonus fizikalični 23
 Elektrotonus fiziološki 22
 Enophtalmus 78, 135
 Enthirnungsstarre 160
 Epifiza 236
 Epilepsija kortikalna 211
 Epileptični napad 211
 Erectio clitoridis 135
 — penis 134
 Ergotoksin 74
 Eupnoe 154
 Eter 11
 Exner Siegmund 251
 Exophtalmus 62

Fantoni Giovanni 240
 Faraday 245
 Fascicul. longit. medial. 143
 Ferrier David 249
 Feuchtwanger E. 253
 Fick Adolf 246
 Fiksacijska napetost 183
 Fissura calcarina 218
 Fiziološko draženje 8
 Fizostigmin 74
 Flechsig Paul 251
 Flourens Jean 243, 248
 Foerster O. 252
 Fosfatidi 6
 Fovilleova paraliza 147
 Fritsch Gustav 249
 Funkcija mišic očesa 61

Galenos 238
 Gall Fr. Jos. 248
 Galvani Luigi 244
 Galvanometer žični 29
 Ganglia muralia 84
 — praevertebralia 76
 Ganglia vertebralia 76
 Ggl. cardiacum 99
 — ciliare 83
 — hypogastric. infer. 97, 98
 — Ludwigi 86
 — oticum 84
 — solare 92, 93, 95
 — sphenopalatinum 83
 — submaxillare 84
 — Wrisbergi 99
 Gastrospasmus 92
 Gaumenreflex 127
 Glandula lacrimalis 79, 89
 Gld. parotis 78
 — pinealis 237
 — pituitaria 236
 — salivales 90
 — sublingualis 79, 90
 — submaxillaris 79, 90
 — sudoriferae 79
 — suprarenalis 102
 — thyreoidea 103
 Glad 93
 Gladka muskulatura očesa 88

- Glicerinski ester 7
 Globulini 6
 Glossoplegia 144
 Glossospasmus 72
 Gluhota 221
 — kortikalna 206
 Glycosuria 206
 Goldstein M. 253
 Goltz Friedrich 250
 Gostota elektr. toka 15
 Gostota minimalna 15
 Gostota efektivna 14
 Grafični centrum 220
 Gustatorična inervacija
 — N. glossopharing. 69
 — N. intermedius 66
 — N. facialis 64
 Gyrus angularis 224
 — Broca 213
 — centralis anterior 210
 — centralis posterior 207
 — cinguli 207
 — frontales 210
 — hippocampi 207
 — lingualis 203
 — temporalis 205
 — transversi 205
- H**all Marshall 241
 Haller Albrecht 240
 Haltungsanomalien 183
 Hautreflexe 122
 Headova hiperalgezija 82
 Hemianopsija
 — bitemporalna 60
 — binazalna 60
 — homonimna 60, 203
 — kvadrantna 203
 Hemiplegije 95
 — alternans facialis 146
 — alternans hypoglossi 144
 — alternans oculomotoria 150
 — alternans Weber 150
 — Millard Gubler 146
 Hepar 95
 Hering Ewald 244
 Hermann Ludwig 248
 Hermannova alteracijska teorija 31
- Herophilos 236
 Helmholtz Hermann 246
 Hiperalgesia Head 82
 Hiperrefleksija 40, 121
 Hipertermija 186, 230
 Hipertonija 40
 Hipofiza 234
 Hiporefleksija 121
 Hipotonija 40
 — cerebelarna 179
 Hitrost vzburjenja 12, 17
 Hitzig Eduard 249, 253
 Holesterini 7
 Horsley Viktor 250
 Hrbtne mozeg 104
 Humboldt Alexander 245
 Hunter John 242
 Hypakusis 67
 Hyperakusis 67
 Hyperglykaemia 80
 Hyperpituitarismus 236
 Hypophysis 236
 Hypopituitarismus 236
 Hypothalamus 186
- I**deatorična apraksija 228
 Ideokinetična apraksija 228
 Incontinentia alvi 132
 Indiferentna točka 21
 Indukcija 36
 — simultana 36
 — sukcesivna 37
 Indukcijski toki 17
 Inervacija križana 73
 Inervacija motorična
 — dihalne muskulature 155
 — ekstremitet gornjih 52, 53
 — ekstremitet spodnjih 54, 55
 — genitalnih organov 56
 — goltanca 69
 — jezika 71
 — larinksa 69
 — lobanje 66
 — nebni obokov 69
 — obraza (mimike) 66
 — oči 61, 62, 65
 — perineja 56
 — pleč 51, 71

- prsnega koša 51, 53
- tilnika 51
- trebušne stene 54
- vratu 51, 71
- žvekalk 64
- Inervacija parasimpatična 83
- Inervacija periferna 47, 48
- Inervacija radikularna 47, 48
- Inervacija recipročna 36, 211
- Inervacija sekretorična
 - črevesa 85
 - goltanca 66, 84
 - jeter 70, 80, 85
 - larinksa 70
 - ledvic 70, 80, 85
 - nebesa 66, 84
 - nosne dupline 66, 84
 - pankreasa 70, 80, 85
 - parotide 64, 69, 70, 78, 85
 - požiralnika 70
 - sapnika 70
 - solzne žleze 63, 66, 79, 84
 - sublingvalne žleze 64, 66, 79, 85
 - submaksilarne žleze 64, 66, 79, 85
 - tireoidne žleze 85
 - znojnic obraza 66, 79
 - znojnic telesa 80
- Inervacija senzibilna
 - bobniča 64
 - brade 64
 - ušesne dupline 68
 - čela 62
 - čeljustne dupline 62, 63
 - čeljustnega sklepa 64
 - čelne dupline 62, 63
 - ekstremitet 49, 50
 - epiglotide 69
 - etmoidalne dupline 62, 63
 - goltanca 63, 69
 - gornje čeljusti 63
 - gornje ustne 63
 - gornje veke 63
 - jezika 64, 69, 72
 - konjunktive 63
 - larinksa 69
 - mastoidnih celic 68
 - nebesa 63, 69
 - nosu 63
- nosne dupline 62, 63
- obraza 62, 63
- open možganov 62, 63
- požiralnika 69
- roženice 63
- senca 64
- sfenoidalne dupline 62, 63
- sluhovoda 64, 69
- solzne vrečice 63
- spodnje čeljusti 64
- spodnje ustne 64
- spodnje veke 63
- šarenice 63
- tentorija 62
- tireoidne žleze 69
- tonzil 63, 69
- trupa 49, 50
- tubae auditivae 64, 68
- uhlja 64, 69
- ustne dupline 62, 64
- venoznih krvovodov 62, 69
- Inervacija simpatična 77
- Inervacija vasomotorična
 - bronhijev 70, 79
 - ekstremitet 79
 - genitalnih organov 80, 87
 - goltanca 66, 78, 85
 - intestinalnega trakta 80
 - jeter 80
 - jezika 72, 85
 - koronarnih arterij 70
 - larinksa 66, 78
 - ledvic 80
 - možganov 78
 - nebesa 66, 85
 - nosne dupline 62, 85
 - očesa 78
 - obraza 66, 78
 - pankreasa 80
 - parotide 78, 85
 - solzne žleze 66
 - sublingv. žleze 66, 85
 - submaksil. žleze 66, 85
 - tireoidne žleze 70, 78
 - trupa 79
 - ustne dupline 85
- Inervacijski impulz 8
- Inkontinenca urina 134

Insula 223
 Interferenca dražljajev 36
 Intermediarni areali 199
 Intermittierende Inkontinenz 134
 Interpolarna proga 18

Jakob A. 252
 Jakost toka 15
 — efektivna 15
 Jendrassikov trik 117

Karplus J. 252
 Katelektrotonus 21
 Katoda 25
 Katodni prekin 25
 Katodni sklep 25
 Kazanje mimo 180
 Kazalni poizkus 180
 Kefalini 7
 Keratitis neuroparalytica 65
 Kihanje 64, 152
 Kinetična apraksija 228
 Kisline 15
 Kleijn de 252
 Kloralhidrat 11
 Kloroform 11
 Kokain 11, 78
 Kompresija aorte 11
 Kompresija hrbtnega mozga 136
 Kompresija karotid 11
 Konstantni elektr. toki 18
 Kopičenje dražljajev 33
 Kortikalna apraksija 228
 Kortikalna gluhotā 206
 Kortikalna slepota 203
 Köster 253
 Kožni refleksi 125
 Kranialno avtonomn. sistem 83
 Krči klonični 211
 Krči tonični 212
 Kreidel A. 252
 Kretnje avtomatične 212
 — fiksatorične 204
 — hotne 212
 — mimične 192
 — podzavedne 212
 — pozornostne 204
 — reaktivne 192

Krvna zapora 12
 Krvne žile 100
 Kühne Willy 248
Lagophtalmus 66
 Lancisi Giovanni 239
 Langley I. N. 251
 Latenčna doba 17
 Lateralna zanka 140
 Lecitini 6
 Ledvice 96
 Legallois Julien 242
 Lewandowsky M. 251, 253
 Liepmann Hugo 251
 Lipoidi 6
 Lippmann Gabriel 248
 Lobulus paracentralis 210, 207
 — parietalis 207
 Lobus occipitalis 203
 — parietalis 223
 — temporalis
 Loewy Adolf 244
 Longet François 242
 Lorry 240
 Luciani Luigi 251
 Ludwig Karl Fr. 243

Magendie François 251
 Magnus R. 252
 Mali možgani 173, 175
 Malpighi Marcello 238
 Marey Etienne 247
 Maščobne kisline 7
 Matteucci Carlo 245
 Medialna zanka 140
 Metoda dražna 201
 — dresurna 202
 — ekstirpacijska 201
 Mežik 151
 Mielinizacija striata 193
 Mimična muskulatura 66
 Mimične kretnje 192
 Mingazini G. 253
 Miomeri 45
 Miosis paralytica 78, 135
 Miosis spinalis 135
 Mlečna žleza 103
 Monakow K. 258
 Monoplegije 56

- Monoplegia facialis 66
 — masticatoria 65
 Motorična centra spinalna 110, 112
 Motorična iniciativa 191
 Motorična jedra 44
 Motorična jedra oči 148
 Motorično projekc. polje 210
 Možganska skorja 197
 Müller Johannes 242
 Müller L. R. 252, 253
 Munk Hermann 149, 251
 Muskarin 74
 Muskulatura bronhij 69, 86
 — črevesa 70, 86, 88
 — dihalna 155
 — grla 69
 — intestinalnega trakta 81
 — požiralnika 69, 86
 — prostate 81
 — sapnika 69
 — semenovoda 81
 — semenskih mešičkov 81
 — srca 69, 81, 86
 — želodca 70, 86
 — žolčnega mehurja 70, 81, 87
 Mm. abdominis 54
 M. abductor dig. V. 53, 56
 M. abductor poll. brevis 52
 M. abductor poll. longus 53
 M. adductor brevis 54
 M. adductor hallucis 56
 Mm. adductores femoris 54
 M. biceps brachii 52
 M. biceps femoris 55
 M. brachialis 52
 M. brachioradialis 53
 M. bulbocavernosus 56
 M. ciliaris 89
 Mm. constrict. pharyng. 69
 M. coracobrachialis 52
 M. deltoideus 52
 M. detrusor vesicae 82, 87
 M. digastricus 62, 64, 66
 M. dilatator pupillae 78
 M. erector trunci 53
 Mm. extensores carpi 53
 M. extens. dig. V. propr. 53
 Mm. extens. digitorum 55
 M. extens. digit. commun. 53
 Mm. extens. hallucis 55
 M. extens. indicis propr. 53
 Mm. extens. pollicis 53
 Mm. flexores carpi 52
 M. flexor dig. V. 53, 56
 Mm. flexor. digitorum manus 52
 Mm. flexores digitorum pedis 55
 Mm. flexor. hallucis 55, 56
 Mm. flexores pollicis 52
 M. frontalis 66
 M. gastrocnemius 55
 Mm. gemelli 55
 M. genioglossus 71
 M. geniohyoideus
 Mm. glutaei 54, 55
 M. gracilis 54
 M. hyoglossus 71
 M. iliopsoas 54
 M. infraspinatus 52
 Mm. intercostales 54
 Mm. interossei 53, 56
 M. ischiocavernosus 56
 M. latissimus dorsi 52
 M. levator ani 56
 Mm. levatores costarum 54
 M. levator palpebrae 61
 M. levator scapulae 51
 M. longitud. linguae 71
 M. longus capitis 51
 M. longus colli 51
 Mm. lumbricales 52, 56
 M. masseter 64
 M. mylohyoideus 62, 64
 Mm. obliqui capitis 51
 Mm. obliqui oculi 62
 M. obturator externus 54
 M. obturator internus 55
 M. occipitalis 66
 M. opponens dig. V. 53, 56
 M. opponens pollicis 52
 M. orbicularis oculi 66
 M. orbitalis 78, 89
 M. omohyoideus 71
 M. palatoglossus 69
 M. palatopharyngeus 69
 M. palmaris longus 52
 M. palmaris brevis 53

- M. pectineus* 54
Mm. pectorales 51
Mm. peronaei 55
M. piriformis 54
M. pronator quadratus 52
M. pronator teres 52
Mm. pterygoidei 64
M. quadratus femoris 55
M. quadratus plantae 56
M. quadriceps femoris 54
Mm. recti capitis 51
Mm. recti oculi 61, 65
Mm. rhomboidei 51
M. sartorius 54
Mm. scaleni 51
M. semimembranosus 55
M. semitendinosus 55
Mm. serrati 51, 53, 54
M. soleus 55
M. sphincter ani extern. 56
M. sphincter vesicae 82, 88
Mm. splenii 51
M. stapedius 65
M. sternocleidomastoideus 71
M. sternohyoideus 71
M. sternothyreoideus 71
M. stylohyoideus 66
M. stylopharyngeus 69
M. subscapularis 52
Mm. subcostales 54
M. supinator 53
M. supraspinatus 52
Mm. tarsales 78, 89
M. temporalis 64
M. tensor fasciae latae 54
M. tensor veli palatini 64
M. tensor tympani 64
Mm. teretes 52
M. thyreohyoideus 71
Mm. tibiales 55
M. transversus spinalis 53
M. transversus linguae 71
Mm. transversi perinei 56
M. trapezius 71
M. triceps brachii 53
M. verticalis linguae 71
Mydriasis spastica 78
— *paralytica* 62, 78
- Nagels Handbuch d. Physiologie** 254
Napetost adaptacijska 183, 193
— **fiksacijska** 183, 193
Narkoza 11
Negativni koleb toka 29, 246
Neostriatum 196, 189
Neprevodnost živcev 9
Nervus abducens 65
Nn. accellerantes 81, 99
N. accessorius 71
N. acusticus 67
Nn. alveolares 63, 64
Nn. ampullares 68
N. auricularis poster. 66
N. auriculotemporalis 64, 90
N. axillaris 52
N. buccinatorius 64
N. caroticus internus 78
Nn. cervicales 51
Nn. ciliares 78, 88
N. cochlearis 67
N. depressor cordis 70, 157
N. digastricus 66
N. dorsal. scapulae 51
N. facialis 65
N. femoralis 54
N. frontalis 63
N. glossopharyngeus 68
Nn. glutaei 55, 54
N. hypoglossus 71
N. infraorbitalis 63
Nn. intercostales 53
N. intermedius 66
N. ischiadicus 55
N. lacrimalis 63
Nn. laryngei 103, 156, 69
N. lingualis 64
Nn. lumbosacrales 54
N. mandibularis 64
N. masticatorius 64
N. maxillaris 63
N. medianus 52
Nn. mesenterici 94
N. musculocutaneus 52
Nn. nasales 64
N. nasociliaris 63
N. obturatorius 54
N. oculomotorius 61

- Nn. olfactorii 58
 N. ophtalmicus 62
 N. opticus 58
 Nn. palatini 64
 Nn. pelvici 97, 98
 Nn. peronaei 55
 N. petrosus superf. 89
 N. phrenicus 51
 N. radialis 53
 N. recurrens 91
 N. saccularis 68
 Nn. splanchnici 92, 93, 95, 96, 102
 N. stapedius 65
 N. suboccipitalis 51
 N. subscapularis 52
 N. suprascapularis 52
 Nn. thoracales 53, 51
 N. thoracicus longus 51
 N. tibialis 55
 N. trigeminus 62, 101, 156
 N. trochlearis 62
 N. ulnaris 52
 N. utricularis 68
 N. vagus 69, 156, 157
 N. vestibularis 67
 N. zygomaticus 63
 Neuralgiae 64
 Neurokeratin 6
 Nevralni segmenti 47
 Nevromeri 45
 Nevtralne masti 7
 Niessl v. M. 254
 Nitje depresorično
 — — parasimpatika 86, 88
 — — simpatika 81
 Nitje ekcitatatorično
 — — parasimpatika 86, 87
 — — simpatika 81
 Nitje motorično 45
 — N. abducentis 65
 — N. accessorii 71
 — N. facialis 65
 — N. glossopharyngei 69
 — N. hypoglossi 71
 — N. mandibularis 64
 — N. oculomotorii 61
 — N. trigemini 62
 — N. trochlearis 62
 — N. vagi 69
 — parasimpatika 84
 — simpatika 78
 — spinalnih živcev 51
 Nitje preganglionarno 72
 Nitje postganglionarno 72
 Nitje reflektorično
 — N. glossopharyngei 69
 — N. optici 59
 — N. trigemini 64
 — vagi 70
 — N. vestibularis 67
 — parasimpatika 87
 Nitje sekretorično 47
 — N. facialis 64, 66
 — N. glossopharyngei 69
 — N. intermedii 66
 — N. mandibularis 64
 — N. vagi 70
 — parasimpatika 84
 — simpatika 78, 80
 Nitje senzibilno 47
 — N. abducentis 65
 — N. accessorii 71
 — N. facialis 66
 — N. glossopharyngei 68
 — N. hypoglossi 72
 — N. mandibularis 64
 — N. maxillaris 63
 — N. oculomotorii 61
 — N. ophtalmici 62
 — N. trigemini 62
 — N. trochlearis
 — N. vagi 69
 — spinalnih živcev 49
 Nitje senzorično
 — N. cochlearis 58
 — N. glossopharyngei 69
 — N. intermedii 66
 — N. olfactorii 58
 — N. optici 58
 Nitje vasomotorično 47
 Nitje vasodilatatorično
 — N. facialis 66
 — N. intermedii 66
 — N. vagi 70
 — parasimpatika 85, 87
 Nitje vasokonstriktorično 78, 79

- Nitje viscerosenzibilno 82
 Noeud vital 243
 Nobili Leopoldo 245
 Nukleoproteidi 6
 Nucleus ambiguus 145
 — comissurae post. 190
 — Darkschewitsch 190
 — mikrocellularis oculom 88
 — motorius tegmenti 160, 147
 — N. abducentis
 — N. accessorii 145
 — N. facialis 145
 — N. hypoglossi 144
 — N. oculomotorii 149
 — N. trochlearis 149
 Nucleus ruber 161
 Nucleus sympathicus 76
- Občutki** 198
 — akustični 205
 — bolečine 42
 — dolorični 105, 42
 — dotika 42
 — gibanja 42
 — kinestetični 105, 207, 42
 — lege 42
 — notranji 42
 — optični 203
 — taktilni 105, 207, 42
 — temperature 42
 — termični 42, 105, 207
- Občutnost globoka 42
 Občutnost površna 42
 Obračalo toka 24
 Odrevenelost 180
 Oerstedt 245
 Oesophagismus 70, 91
 Okulopupilni simptom 78, 135
 Oligurija 80
 Ophtalmoplegiae 62, 65
 Opisthotonus 177
 Optična agnozija 204
 Optična proga 59
 Organi animalni 2
 Organi receptivni 2
 Organi vegetativni 2
 Osni tok 30
 Otrp aksilarna 57
 — Duchenne Erbova
 Otrp femoralna 57
 — Klumpkejeva 57
 — mediana 57
 — peronealna 57
 — radialna 56
 — ramnega prepleta 57
 — tibialna 57
 — ulnarna 57
- Pacchioni Antonio** 239
 Palaeostriatum 189, 196
 Pallidum 189
 Pancreas 95
 Parafazija 221
 Paragrafija 221
 Paraliza Fovilleova 147
 — progresivna bulbarna 147
 — atrofična 44
 — spastična 45
 — konjugirana 65
 — periferna 44
 — nuklearna 44
 — supranuklearna 44
- Paraplegija 56
 Parasimpatikus 72, 82
 Pareze 44
 Parkinsonismus 191
 Patološke reakcije 25
 Periferna inervacija 47, 48
 Pflüger Eduard 247
 Pflügerjev zakon 19
 Pharyngismus 69
 Pilocarpin 74
 Piqûre diabétique 243
 Platisma 66
 Plastični tonus 182, 193
 Platon 238
 Plegia = otrp
 Pleurothotonus 177
 Plexus arteriae mamariae 103
 Plexus art. temporal 78, 90
 — Auerbachi 86
 — brachialis 51
 — cardiacus 99
 — carotic. intern. 78, 89
 — cervicalis 51
 — hepaticus 95

- Plexus maxillaris 90
- meningeus 78
 - myentericus 94
 - ophtalmicus 89
 - pudendus 56
 - renalis 96
 - sacralis 54
 - submucosus 94
 - suprarenalis 102
 - thyreoideus 103
- Polja asociacijska 201
- mnestična 201
 - projekcijska 201, 210
 - psihosenzorična 201
- Polje psihoakustično 205
- psihoestetično 207
 - psihogevzično 207
 - psihomotorično 214
 - psihooptično 203
 - psihoozmično 207
- Polarizirajoči tok 22
- Polyuria 80
- Pomežikanje 64
- Pourfour du Petit 241
- Požiranje 152, 64
- Predstave 198, 216, 220
- Prekinjalo toka 24
- Prekin toka 16, 19, 22
- Presnavljanje 11
- Primordialni areali 199
- Proga akustična centralna 206
- optična centralna 60, 204
 - respiratorična 108
 - rubrospinalna 107, 140
 - sekretorična
 - spinobulbarna 104, 140
 - spinocerebelarna 105
 - spinotalamična 105, 140
 - tektospinalna 107, 140
 - vasomotorična 108
 - vestibulospinalna
- Proge asociacijske 216, 198
- cerebelopetalne 174
 - kortikospinalne 140
 - piramidne 106
 - projekcijske 197, 209, 200
- Prosopoplegia 66
- Protagon 7
- Proteidi 6
- Proteini 6
- Provodnost živcev 8, 9, 12
- Provodna hitrost 17
- Psihoakustično polje 205
- Psihoestetično polje
- Psihogevzično polje 207
- Psihomotorično polje 214
- Psihooptično polje 203
- Psihoozmično polje 207
- Ptozis 62
- paralytica 78
 - sympathica 135
- R**adikularna inervacija 47, 48
- Radikularni pasovi 47
- Rami communicantes 100, 101
- Razdražnost 12
- Reakcija antagonistična 26
- degenerativna 26, 27
 - na električni tok 22
 - konsenzuelna 60
 - kvalitativna 26
 - kvantitativna 26
 - miastenična 26
 - miotonična 26
 - nevrotonična 26
- Reakcija pupile na luč 88
- na konvergenco 89
 - psihična 89
- Reaktivne kretnje 192
- Receptivni organi 2
- Recipročna inervacija 36, 211
- Refrakturna perioda 18, 118
- Regeneracija 10
- Reizbarkeit 8
- Rekurentna senzibilnost 45
- Retentio alvi 132
- Retrogradna degeneracija 9
- Refleks abdominalni 126
- ahilni 122
 - analni 127
 - bicepsov 122
 - čeljustni 12
 - epigastrični 126
 - glutealni 127
 - kremasterni 126
- Refleks maseterni 122

- modni 126
- nebni 127
- palmarni 126
- patelarni 122
- plantarni 127
- pupilni 60, 151
- radialni 122
- skapularni 126
- srca 100
- tricepsov 122
- Refleksi 31**
 - bilateralni 33
 - brezpogojni 35
 - cerebrosposinalni 44
 - dihalni 156
 - eksteroceptivni 113
 - enostavni 32
 - homolateralni 33
 - kitni 114
 - klonični 34
 - kontralateralni 33
 - kožni 122, 123, 124
 - labirintni 164, 166, 68
 - lastni 116
 - lokomocijski 125
 - motorični 34
 - muralni 75
 - neurejeni 33
 - obrambni 124
 - očesni 168, 172, 169
 - osvajalni 125
 - periostni 115
 - pogojni 202, 35
 - psihooptični 151
 - sekretorični 34
 - sestavljeni 33
 - spinalni 113, 114
 - statokinetični 172
 - stavni 165, 167
 - telesni 166, 198
 - tetanični 35
 - tonični 162, 34
 - urejeni 33
 - vegetativni 72
 - žrelni 127
- Reflexbogen 32**
- Reflexhemmung 35**
- Refleksni centrum 32**
- Refleksni čas 34, 119, 118**
- Refleksni sklop 32**
- Refleksni zavor 35**
- Reflektorično kašljanje 152**
 - kihanje 152
 - mežikanje 151
 - slinjenje 152
 - sesanje 152
- Reflektorični tetanus 116**
- Regeneracija živcev 10**
- Regio olfactoria 58**
- Ridley Henry 240**
- Rigor 40**
- Rindenblindheit 203**
- Rindentaubheit 206**
- Ritter Johann 245**
- Ritterjev tetanus 245**
- Ritter-Vallijev zakon 9**
- Rosenthal Izidor 244**
- Rosenthal J. 254**
- Rynberk G. van 251**

- Sachs H. 254**
- Saitengalvanometer 31**
- Sakralno avtonomni sistem 87**
- Salivacija 90, 152**
- Santorini Domenico 240**
- Schiff Moritz 247**
- Schultz 254**
- Sečni mehur 97**
- Seelenblindheit 204**
- Seelentaubheit 206**
- Sehnenreflexe 114**
- Seksualni organi 98**
- Sekundarna degeneracija 9**
- Sekundarni zgib 245**
- Selbststeuerung d. Atmung 244**
- Senzacije 42**
- Senzibilnost rekurentna 45**
- Senzorična afazija 206**
- Sesanje 64, 152**
- Sherrington Charles 252**
- Simpatikus 72, 76**
- Simpatikotonija 74**
- Simultana indukcija 36**
- Sinapsa 36**
- Sklep toka 16, 19, 22**
- Slepota kortikalna 203**

- Slinjenje 64
 Sokretnje 192
 Solzenje 64
 Spalni centrum 234
 Spastična paraliza 108
 Spastični upor 182
 Spasmus 41
 Spasmus glottidis 70
 — nutans 71
 Sphincter pupillae 88
 Spinalna ataksija 106
 — dermografija 129
 Spinalni prepleti 46
 Spiritus animales 238
 Spurzheim Christian 248
 Srce 99, 130
 Steiner 254
 Stensonov poizkus 11
 Stezni upor 182
 Strabismus 65
 Striatum 189, 193
 Stromwender 24
 Substantia alba 7
 — grisea 7
 — nigra 189, 197
 Succus nerveus 239
 Sufokacija 154
 Sukcesivna indukcija 37
 Sumacija dražljajev 35, 33
 Sumacija efektov 17

Šok živčni 235

Taktilna agnozija 209
 Terminalni areali 199
 Termoregulacija 187
 Tetanično stanje 18
 Tetanus reflektorični 116
 — Ritterjev 245
 Tetraplegije 56
 Thalamus opticus 184
 Thomas Andre 251
 Tic convulsif 66
 Tigerstedt Robert 248, 254
 Tinnitus 67
 Toki akcijski 27
 — demarkacijski 29
 — osni 30

 Toki padajoče smeri 18
 — polarizirajoči 22
 — vstajajoče smeri 18
 — žabji 245
 Tonus 38
 Torticollis 71
 Tractus = proga
 Tractus frontopontinus 143
 — corticospinales 106
 — intermediolateralis 76, 127
 — occipitotemporopontinus 143
 — rubroreticularis 143
 — tectocerebellaris 143
 — tectopontinus 143
 — thalamoolivaris 143
 Triplegije 56
 Tuber cinereum 190

Umetno draženje 8
Unbedingte Reflexe 35
 Upor spastični 182
 — stezni 182, 193
 Utrudljivost 12

Vagotonija 74
 Vegetativni organi 2
 Verworn M. 254
 Vieussens Reymond 239
 Vogt C. & O. 252
 Vzburljivost 8
 Vzdražljivost 8

Waller August 244
 Wallerjev zakon 9
 Weber Eduard 245
 Weber Ernst 246
 Wernicke Karl 251
 Whytt Robert 241
 Willis Thomas 239
 Wilson 252
 Würgregreflex 127

Zavor refleksov 34, 35
 Zaznave 198
 Zeigeversuch 180
 Zgib mišice 17, 25
 Zgib sekundarni 245
 Znojnice 101

Zoženje žil 64
 Zuckerstich 243
 Zuckungsdauer 17
 Zvečenje 64

Žabji tok 245

Žeja 92

Želodec 92

Žile ekstremitet 101, 79

- bronhijev 79
- genitalij 80
- goltanca 78
- grla 78
- intestinalnega trakta 80
- jeter 80
- ledvic 80
- možganov 78, 101
- obraza 78, 101
- očesa 78

Žile pankreasa 80

- pljuč 79
- slinavk 78
- trebuha 101
- trupa 79, 101

Živci centrifugalni 43

- centripetalni 42
- cerebralni 58
- cerebrospinalni 43
- depresorični 43, 159
- motorični 43
- presorični 159
- reflektorični 43
- sekretorični 43
- senzibilni 42
- senzorični 43
- spinalni 45
- vegetativni 72

Živčno vzburjenje 8.



POPRAVKI:

Na strani 13 v predzadnji vrsti čitaj „respiratorično“ namesto „na respiratorično“.

Na strani 143 v 7. vrsti čitaj „so priklopljeni v mostiču“ namesto „so prilepljeni v mostiču“.

V sliki št. 2. čitaj „Katelektrotonus in Anelektrotonus“ namesto „Katelektrotonus in Anelektrotonus“.

SPLOŠNÁ KNIŽNICA

Zaštevani in vsebine knjig:

- I. Dr. L. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- II. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- III. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- IV. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- V. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- VI. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- VII. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- VIII. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- IX. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*
- X. Dr. J. Čadež: *Priloge k zgodovini slovenskega jezika*

Knjige so na voljo v knjižnici.

Zveza knjižnic v Ljubljani, Mariboru, Murski Sotli in Ptujem.

SPLOŠNA KNJIŽNICA.

Znanstvena in strokovna zbirka:

- Št. I. Dr. L. Čermelj: **Boškovičev nauk o materiji — prostoru — času v luči relativnostne teorije**, 52 str. 8^o, broš. Din 16.—, vez. Din 24.—.
- „ II. Dr. Jože Rus: **Slovenska zemlja, kratka analiza njene zgradnje in izoblike**. 48 str. 8^o z ilustracijami, broš. Din 24.—, vez. Din 32.—.
- „ III. Univ. prof. dr. Alfred Šerko: **Živčevje človeka**. I. knjiga: **Anatomija**, 304 str. 8^o s 100 ilustracijami, broš. Din 150.—, vez. Din 162.—.
- „ IV. Bohuslav Skalický: **Kletarstvo**, 200 str. 8^o s 85 ilustracijami, broš. Din 60.—, vez. Din 72.—.
- „ V. Dr. And. Gosar: **Socialna ekonomija**, XII + 300 str. 8^o, broš. Din 85.—, vez. Din 96.—.
- „ VI. Dr. Janko Polec: **Kraljestvo Ilirija**, XII + 337 str. 8^o, broš. Din 150.—, vez. Din 165.—.
- „ VII. Tadeusz Zieliński-Dr. Joža Glonar: **Antični in moderni svet**, 101 str. 8^o, broš. Din 36.—, vez. Din 45.—.
- „ VIII. Dr. Metod Dolenc: **Dušanov zakonik**, 214 str. 8^o, broš. Din 75.—, vez. Din 86.—.
- „ IX. Dr. Fr. Veber: **Estetika** (v tisku).
- „ X. Univ. prof. dr. Alfred Šerko: **Živčevje človeka**. II. knjiga: **Fiziologija**, 276 str. 8^o z 28 ilustracijami, broš. Din 140.—, vez. Din 152.—.

Naročila sprejema:

Zvezna knjigarna v Ljubljani, Marijin trg št. 8.

NARODNA IN UNIVERZITETNA
KNJIŽNICA



0000441803

COBISS 0

