

Ruda Zorc - Pleskovič¹, Danijel Petrovič²

Razvoj prebavil

Embryology of Digestive System

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: prebavila – embriologija

Primitivno črevo leži med žrelno membrano ventralno in kloako dorzalno. Delimo ga na prednje črevo, srednje črevo in zadnje črevo. Jetra se začnejo razvijati v 3. tednu razvoja. Iz zarodka zraste iz dna prednjega črevesa endodermalni jetrni divertikel, ki raste v mezenhim prečnega (transverzalnega) pretina. Neposredno po nastanku jetrnega divertikla se v prednjem črevesu pojavita dva pankreatična brstiča, dorzalni in ventralni, ki se kmalu združita v enoten organ.

ABSTRACT

KEY WORDS: digestive system – embryology

Digestive system arises from the primitive endodermally lined gut tube, which is bounded cranially by the oropharyngeal membrane and caudally by the cloacal membrane. The gut is divided into foregut, midgut, and hindgut segments. The primordium of the liver arises in the septum transversum, but as it expands, it protrudes into the ventral mesentery. The pancreas grows out as dorsal and ventral pancreatic buds that ultimately fuse to form a single pancreas.

¹ Izr. prof. dr. Ruda Zorc - Pleskovič, dr. stom., Inštitut za histologijo in embriologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Korytkova 2/1, 1105 Ljubljana, Slovenija.

² Doc. dr. Danijel Petrovič, dr. med., Inštitut za histologijo in embriologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Korytkova 2/1, 1105 Ljubljana, Slovenija.

RAZVOJ PREBAVIL

Primitivno črevo se začne razvijati proti koncu 1. meseca razvoja zarodka kot majhen endodermalni divertikel. Primitivno črevo leži med žrelno membrano ventralno in kloako dorsalno. Delimo ga na prednje, srednje in zadnje črevo (1–4).

Primitivno črevo se začne razvijati proti koncu 1. meseca razvoja zarodka kot majhen endodermalni divertikel. Med razvojem prebavne cevi poteka vrsta dogodkov, podaljševanje prebavne cevi, izbočenje skozi trebušno steno, zasuk prebavne cevi in gubanje prebavne cevi. Rast prebavne cevi je rezultat medsebojnega delovanja endoderma in mezoderma (1–4).

Razvoj požiralnika

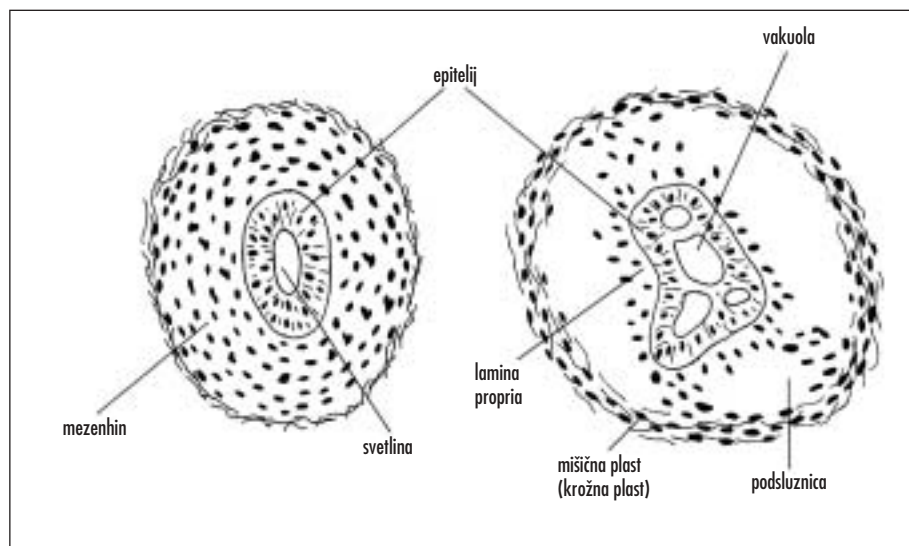
Požiralnik se začne razvijati iz prednjega črevesa, kavdalno od respiratornega divertikla. Požiralnik je sprva kratka cev, ki kmalu preide v želodec. Pri razvoju požiralnika si sledi vrsta dogodkov. Notranjost požiralnika pokriva sprva večskladni prizmatični epitelij. Do 8. tedna razvoja zarodka se svetlina požiralnika zapre; kmalu zatem se v požiralniku pojavijo vakuole in požiralnik se ponovno odpre (slika 1). Notranjost pokriva večvrstni epitelij z migetalkami, ki ga v 4. mesecu zamenja večskladni ploščati epitelij (kot pri

odraslih). Pod vplivom signalov iz endoderma prebavil se iz splanhičnega mezoderma razvije notranja krožna plast požiralnika (v 5. tednu) in zunanja krožna plast požiralnika (v 8. tednu). S poskusi na miših so dokazali, da nastane skeletna mišičnina v steni požiralnika (v zgornji tretjini) s preobrazbo gladkih mišičnih celic v skeletne (1–4).

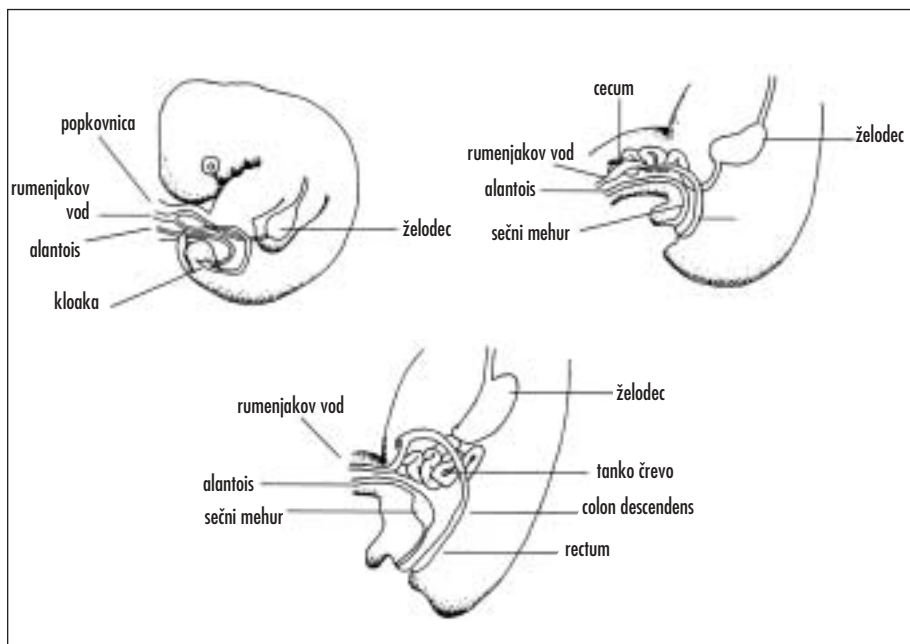
Razvoj želodca

Želodec prepoznamo že zgodaj v razvoju kot razširjen del prebavne cevi (prednjega črevesa) in ima obliko, ki zelo spominja na želodec odraslih (slika 2). Konkavni del želodca je usmerjen naprej, konveksni pa nazaj. Želodec se nato obrne za 90 stopinj okoli kraniokavdalne osi v smeri urinega kazalca – predhodno nazaj usmerjen konveksni del želodca pa v levo, predhodno naprej usmerjen konkavni del želodca gleda sedaj v desno (slika 3). Vrtenje želodca spremlja tudi vrtenje dorzalnega mezogastrija in posledično nastane bursa omentalis (slika 4). Slednja obdaja tudi vrhanico in rep trebušne slinavke; kmalu zatem del dorzalnega mezogastrija, ki postane omentum maius, prekrije transverzalni kolon in del tankega črevesa (slika 5).

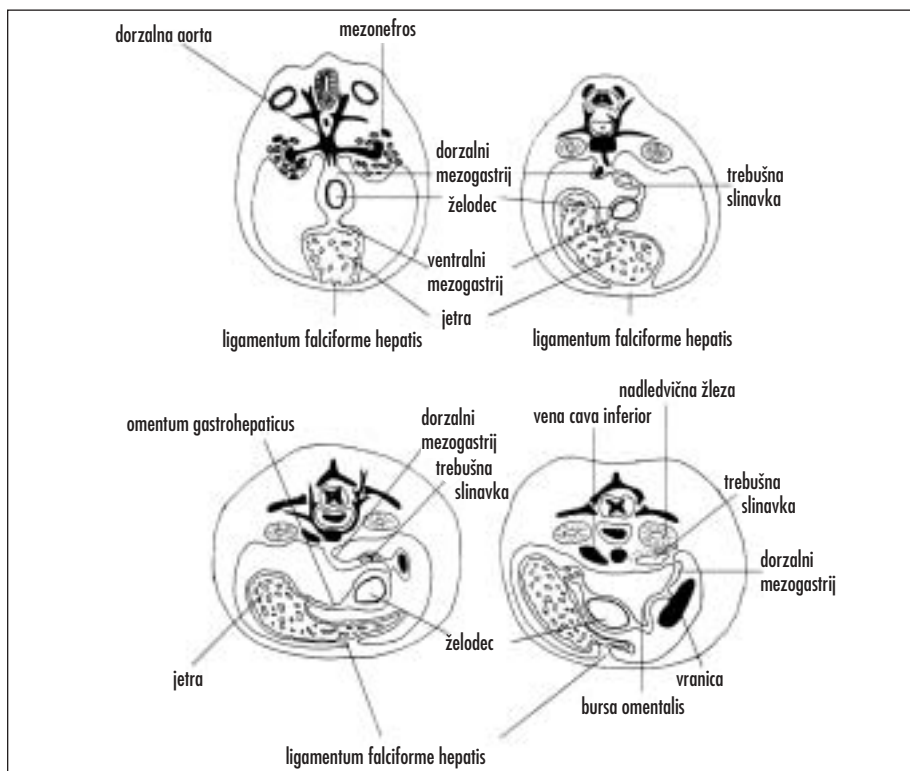
V 2. mesecu razvoja prepoznamo v sluznici želodca gube (rugae) in želodčne jamice (*foveolae gastricae*) in postopoma se začne



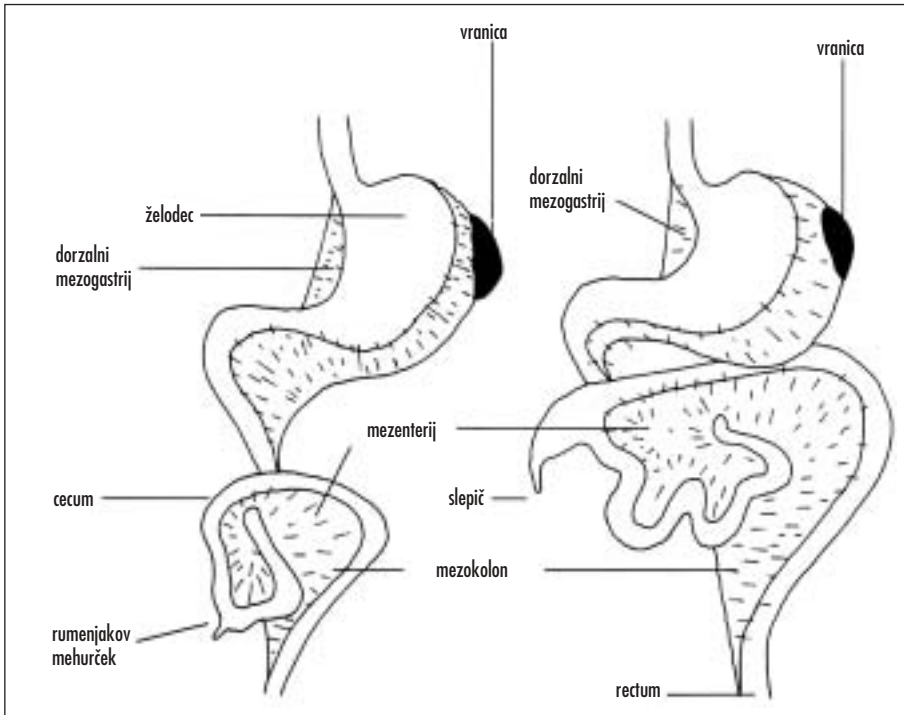
Slika 1. Razvoj požiralnika – levo v 7. tednu, desno v 8. tednu razvoja.



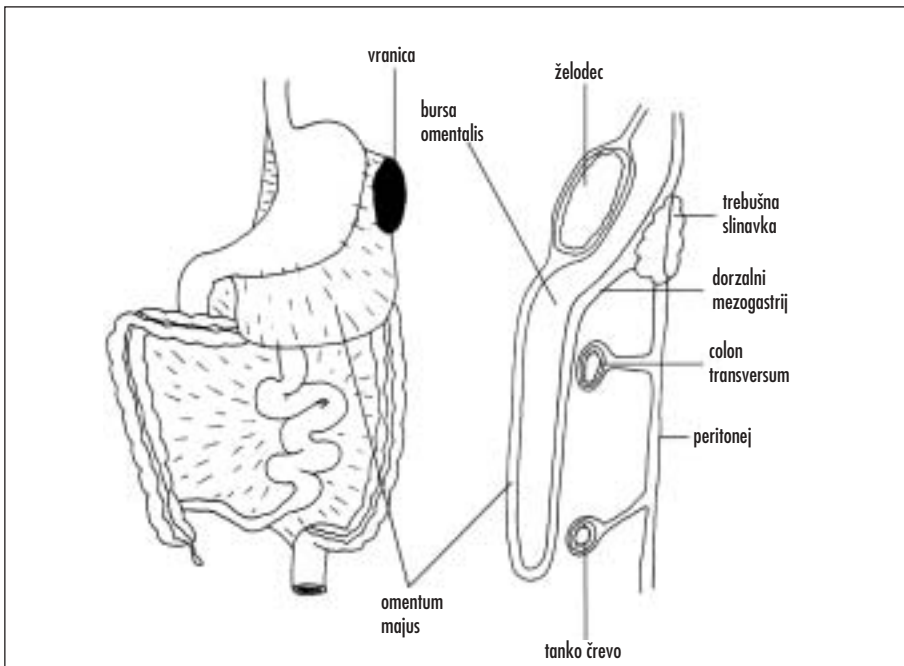
Slika 2. Razvoj prebavne cevi in kloake.



Slika 3. Razvoj želodca – prečni prerez skozi želodec.



Slika 4. Razvoj želodca – prikaz vrtenja želodca ter mezenterija in nastanka burze omentalis.



Slika 5. Razvoj želodca – prikaz vrtenja želodca ter mezenterija in nastanka burze omentalis in dorzalnega mezogastrija.

diferenciacija celic sluznice želodca. Parietalne celice želodca začnejo izločati solno kislino (HCl) neposredno pred rojstvom (1–4).

Razvoj tankega in debelega črevesa

Tanko in debelo črevo nastaneta iz zadnjega dela prednjega, srednjega in zadnjega črevesa. Pri razvoju tankega in debelega črevesa sta pomembni dve strukturi, rumenjakov mehureček (pripenja se na prebavila kranialno od ileocekalnega prehoda) in *a. mesenterica superior*, kajti predstavljata dve točki, okoli katerih poteka zasuk prebavne cevi. Zaradi zasuka prebavil leži debelo črevo končno ob trebušni steni in ima obliko črke C, tanko črevo pa leži za debelim črevesom. V tem času ozko črevo hitro raste. Zaradi intenzivne rasti prebavil (rast prebavne cevi je izrazitejša kot rast zarodka) se v tem času (6. do 7. teden) prebavila izbočijo (hernirajo) iz telesa v popkavnico, vendar se do 10. tedna razvoja prebavila ponovno vrnejo v trebušno votlino. Te premike prebavil (sukanje, izbočenje, vrnitev v trebušno steno) spremlja tudi premikanje mezenterija. V 6. tednu razvoja prepoznamo cecum, ki se kmalu zatem znatno poveča (1–4).

Enoskladni visokoprizmatični epitelij prebavil (endodermalnega izvora) obdaja splahnčni mezoderma. V prvem obdobju se epitelij prebavil intenzivno razmnožuje, v drugem se diferencira, v tretjem pa dozori. Podobno se razvija tudi mezenhim splahnčnega mezoderma, iz katerega nastane stena prebavil (mišična plast in adventicija) (1–4).

Na začetku 2. meseca razvoja se epitelij tankega črevesja razmnožuje in do 6. tedna zapre steno prebavne cevi, ki pa se v nekaj tednih spet odpre. Skupki mezoderma porivajo epitelij navzven. Posledica rasti in razmnoževanja epitelija ter hitre rasti mezoderma proti epiteliju (proti svetlini) je nastanek črevesnih resic (*villi intestinales*), kar znatno poveča absorpcijsko površino tankega črevesja. Istočasno nastajajo na bazi resic črevesne kripte (*criptae intestinales*). V kriptah so epiteljske matične celice (ang. epithelial stem cells), ki se hitro razmnožujejo in iz njih nastanejo vse epiteljske celice prebavil (celice se razmnožujejo, potujejo proti vrhu resic in nato gredo v svetlino) (1–4).

Proti koncu 2. trimesečja nosečnosti so vse epiteljske celice prebavil diferencirane. Diferenciacija biokemičnih poti se začne v 12. tednu (npr. laktaza je prisotna v epiteliju tankega črevesja), a diferenciacija se zaključi šele po rojstvu, najverjetneje kot odgovor na različno vrsto hrane. Na diferenciacijo encimskih poti vplivajo tudi glukokortikoidni hormoni, ki jih izloča mezenhim (mezodermalni izvor), ki leži pod epitelijem. Omeniti je treba, da endoderm vpliva na nastanek gladkih mišičnih celic iz mezenhima (1–4).

Čeprav so prebavila ploda sposobna opravljati že številne funkcije, se izrazita dejavnost prebavil začne šele po rojstvu. V prebavni cevi ploda je zelenkast material, mekonij. Mekonij sestoji iz mešanice lanuga (las), masti, ki pokriva kožo (vernix caseosa), izluščenih celic iz prebavil, žolča in drugih snovi, ki jih je plod pogoltnil skupaj z amnijsko tekočino (1–4).

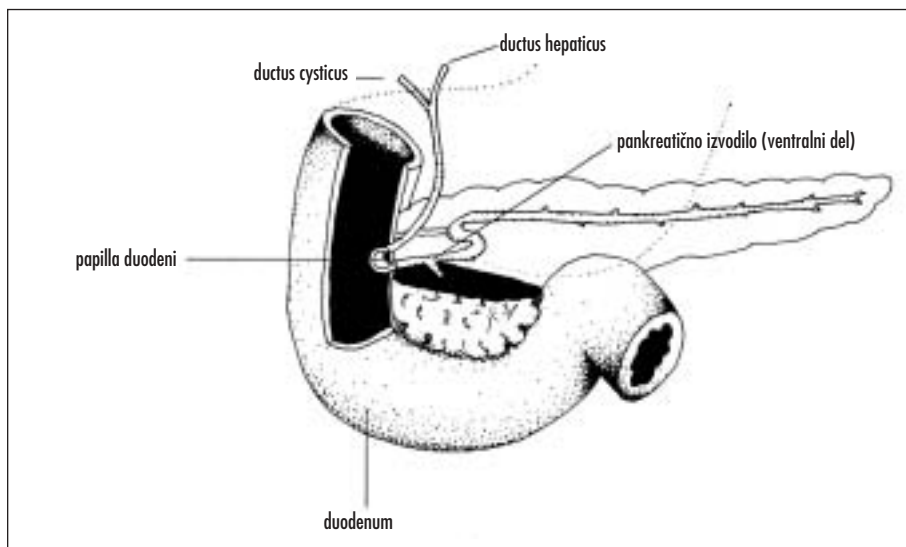
Delitev kloake

Kavdalni konec zadnjega črevesa je kloaka. Kloaka predstavlja sprva skupni končni del prebavil in urogenitalnega sistema, pokriva pa jo kloakina membrana (slika 2). Kloakino membrano, ki nastane v 4. tednu razvoja zarodka, pokrivata endoderm navznoter in ektoderm navzven. Del kloake predstavlja tudi alantoid. Zadnje črevo predeli od alantoida pretin iz mezoderma (urorektalni pretin), ki v 6. do 7. tednu razvoja zraste do kloakine membrane ter jo predeli na analno in urogenitalno membrano. Proti koncu 8. tedna razvoja analna membrana počí (1–4).

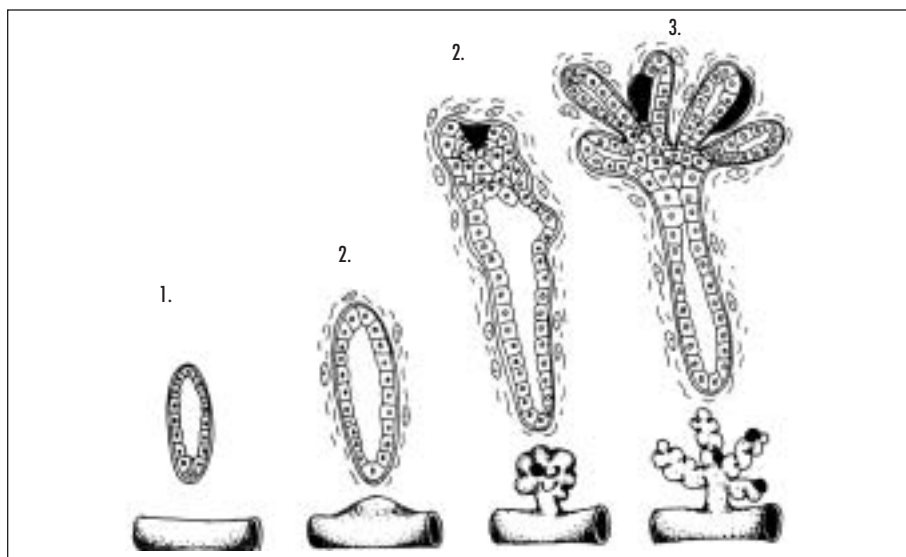
RAZVOJ JETER

V 3. tednu razvoja zarodka zraste iz dna prednjega črevesa endodermalni jetrni divertikel ter raste v mezenhim prečnega pretina (*septum transversum*) (slika 6). Izvorni jetrni divertikel se razveji v številne jetrne povezke (povezki hepatocitov), ki so tesno povezani z mezenhimom transverzalnega pretina (izvira iz splahnčnega mezoderma) (1–4).

Hkrati z rastjo jetrnih povezok nastaja tudi sistem žolčnih izvodil, med jetrnimi povezki pa so tudi sinusoidi, preko katerih poteka izmenjava hranil in stranskih produktov presnove z hepatociti (1–4).



Slika 7. Razvoj trebušne slinavke – nastanek skupnega izvodila.



Slika 8. Razvoj trebušne slinavke – diferenciacija eksokrinega dela v treh obdobjih. 1. obdobje – prediferencirano, 2. obdobje – protodiferencirano, 3. obdobje – diferencirano obdobje.

lij trebušne slinavke raste v obliki povezkov, iz katerih nastanejo acinusi in izvodila (1–4).

Diferenciacija eksokrinega dela, acinusov, poteka v treh obdobjih (slika 8). V 1. obdobju (prediferencirano obdobje) se celice razmnožujejo, vendar še ne proizvajajo prebavnih encimov. V 2. obdobju (protodiferencirano obdobje) celice proizvajajo majhne količine

prebavnih encimov. V 3. obdobju (diferencirano obdobje) so celice zrele in popolnoma pripravljene za proizvodnjo beljakovin (encimov); celice shranjujejo prebavne encime v neaktivni obliki v zimogenih zrnih (1–4).

Diferenciacija endokrinega dela (Langerhansovi otočki) poteka postopoma. Langerhansovi otočki nastanejo iz epitelijskih celic v acinu-

sih v protodiferenciranem obdobju (2. obdobje razvoja). Najprej se pojavijo celice α , ki proizvajajo inzulin (v 8. do 9. tednu), nato celice β , (proizvajajo glukagon), celice γ (proizvajajo somatostatin), celice PP ali celice F (proizvajajo polipeptide); inzulin in glukagon sta prisotna v plodovem obtoku proti koncu 5. meseca razvoja (1–4).

Zahvala

Zahvala Alešu Pleskoviču, študentu medicine, ki je narisal slike.

LITERATURA

1. Carlson BM. *Human embryology and developmental biology*. 2nd ed. St. Louis, Baltimore, Boston, Carlsbad, Chicago, Minneapolis, New York, Philadelphia, London: Mosby; 1999.
2. Sadler TW, eds. *Langman's medical embryology*. 8th ed. Baltimore: Lippincott, Williams and Wilkins; 2000.
3. Larsen WJ, eds. *Human embryology*. 2nd ed. New York, Edinburgh, London, Philadelphia, San Francisco: Churchill Livingstone; 1997.
4. Kališnik M. *Oris histologije z embriologijo*. 3. izd. Ljubljana: Acta stereologica, Državna založba Slovenije; 1992.

Prispelo 28. 5. 2003