

Лијана Миленкова, Невена Костовска
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА НА ОРГАНСКИТЕ СИСТЕМИ
Одбрани поглавја за студиите по дентална медицина

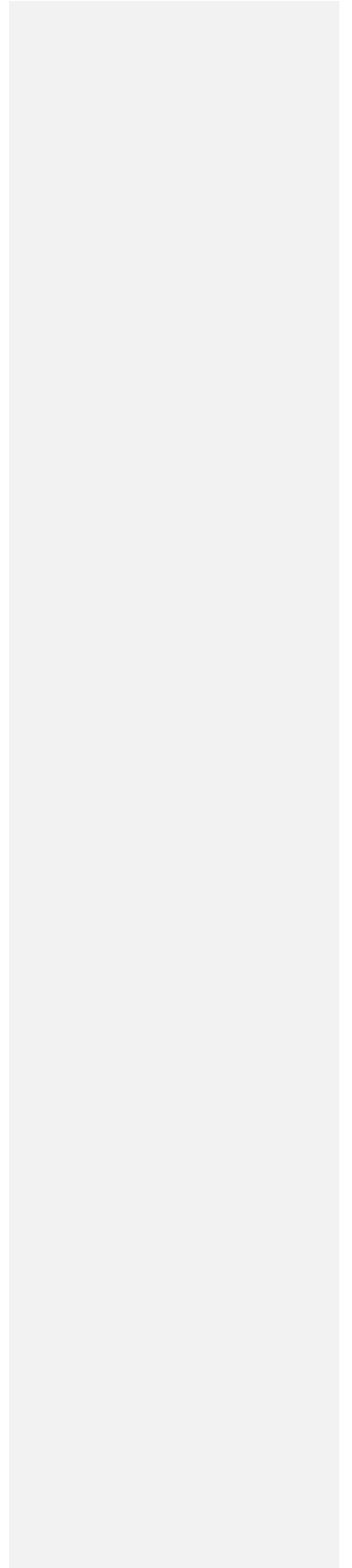
ЗАШТИТЕНО



СКОПЈЕ, 2013

ЗАШТИТЕНО

ISBN 978-608-4596-47-9





Катедра за хистологија и ембриологија
Медицински факултет во Скопје
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје



Проф. д-р **Лилјана Миленкова**,
редовен професор
по хистологија и ембриологија

Проф. д-р **Невена Костовска**,
редовен професор
по хистологија и ембриологија

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА НА ОРГАНСКИТЕ СИСТЕМИ

– Одбрани поглавја за студиите по дентална медицина –

УЧЕБНИК

Скопје, 2013

Лилјана Миленкова, Невена Костовска,
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА НА ОРГАНСКИТЕ СИСТЕМИ
Одбрани поглавја за студиите по дентална медицина

Уредници:

Проф д-р Лилјана Миленкова
Проф д-р Невена Костовска

Рецензенти:

Проф. д-р Грацилија Кироска
Проф. д-р Кире Ивановски
Доц. д-р Елида Митевска

Лектура:

Ката Ноневска

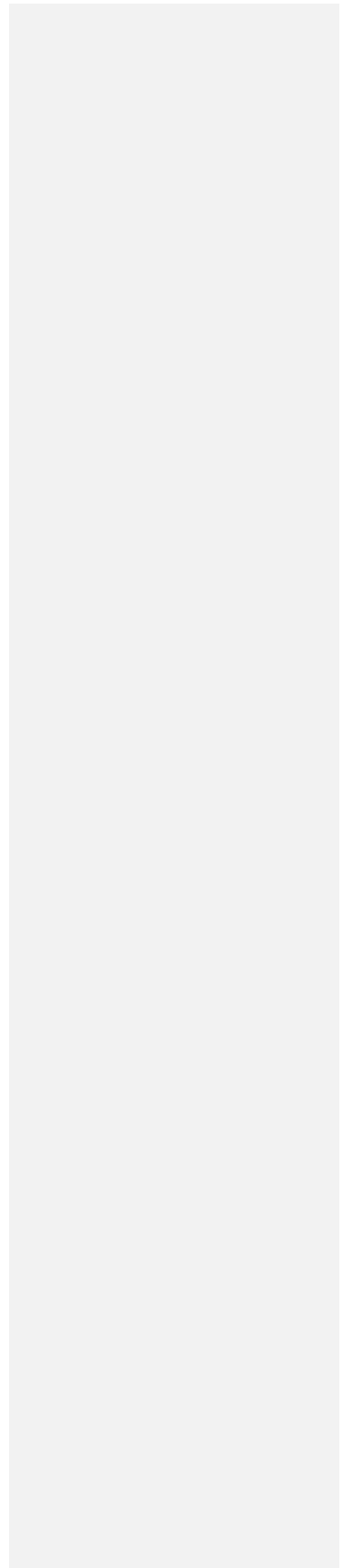
ЗАШТИТЕНО

Одобрено за печатење од Наставно-научниот совет на Медицинскиот факултет
со одлука бр. 02-2366/105 од 12. VI 2012 година

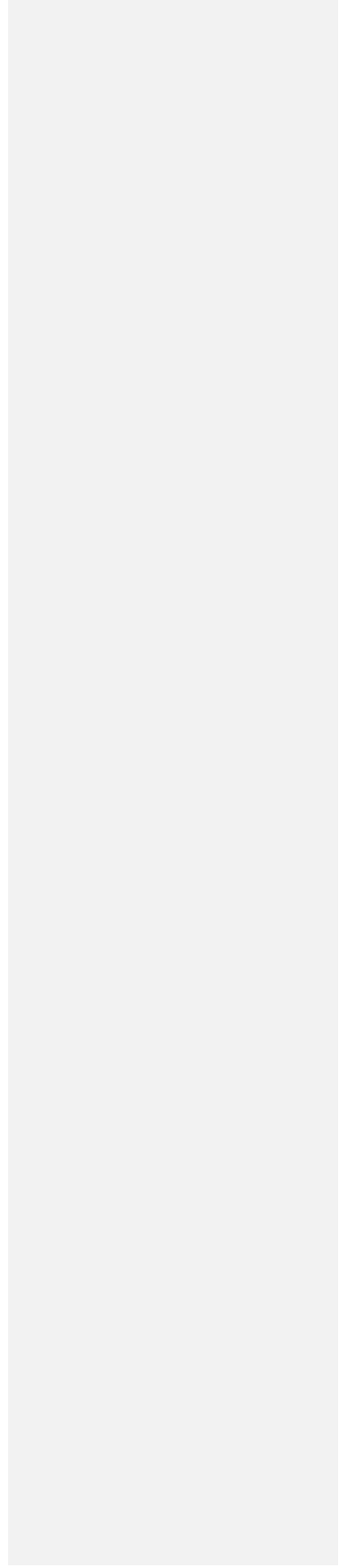
Сите права задржани. Авторските права на текстот им припаѓаат на авторите

ЗАШТИТЕНО

Мудроста и знаењето не се добиваат на подарок.
Ги стекнуваме сами, низ долго патување
кое никој друг за нас не може да го изоди.



ЗАШТИТЕНО



СОДРЖИНА

КАРДИОВАСКУЛАРЕН СИСТЕМ.....	9
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	11
ОРГАНИЗАЦИЈА НА КАРДИОВАСКУЛАРНИОТ СИСТЕМ.....	11
ЗАЕДНИЧКИ СТРУКТУРНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРДИОВАСКУЛАРНИОТ СИСТЕМ.....	12
СРЦЕ (лат. <i>cor</i> ; гр. <i>cardia</i>).....	12
КРВНИ САДОВИ.....	14
ЛИМФЕН ВАСКУЛАРЕН СИСТЕМ.....	20
ЛИМФНИ ОРГАНИ.....	23
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	25
ЛИМФЕН ЈАЗОЛ (<i>Nodus lymphaticus</i>).....	25
СЛЕЗИНА (<i>Lien</i>).....	28
РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ.....	31
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	33
СПРОВОДЕН ДЕЛ.....	34
РЕСПИРАТОРЕН ДЕЛ.....	40
ЕНДОКРИН СИСТЕМ.....	43
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА И ЕМБРИОНАЛЕН РАЗВИТОК.....	45
ХИПОФИЗА (<i>Hypophysis cerebri</i>).....	46
ТИРОИДНА (ШТИТНА) ЖЛЕЗДА (<i>Glandula thyreoidea</i>).....	49
НАДБУБРЕЖНИ – АДРЕНАЛНИ ЖЛЕЗДИ (<i>Glandulae suprarenales</i>).....	51
КОЖА И НЕЈЗИНИ ДЕРИВАТИ.....	55
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	57
ЕПИДЕРМИС (<i>Epidermis</i>).....	58
ДЕРМИС (<i>Corium</i>).....	60
ХИПОДЕРМИС.....	61
ДЕРИВАТИ НА КОЖАТА.....	61
ДИГЕСТИВЕН СИСТЕМ.....	69
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	71

ЗАЕДНИЧКИ СТРУКТУРНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ДИГЕСТИВНИОТ КАНАЛ (од <i>Esophagus</i> до <i>Canalis analis</i>)	71
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ХРАНОПРОВОДНИКОТ (<i>Esophagus</i>).....	73
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ЖЕЛУДНИКОТ (лат. <i>Ventriculus</i> , грч. <i>Gaster</i>).....	74
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ТЕНКОТО ЦРЕВО (<i>Intestinum tenue</i>).....	77
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ДЕБЕЛОТО ЦРЕВО (<i>Intestinum crassum</i>)	81
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА СЛЕПОТО ЦРЕВО (<i>Appendix vermiformis</i>).....	82
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА РЕКТУМОТ И АНАЛНИОТ КАНАЛ (<i>Rectum et Canalis analis</i>).....	82
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ПЕРИТОНЕУМОТ (<i>Peritoneum</i>).....	83
ЖЛЕЗДИ ПРИКЛУЧЕНИ КОН ДИГЕСТИВНИОТ КАНАЛ.....	84
ЦРН ДРОБ (<i>Hepar</i>).....	84
ЖОЛЧНО КЕСЕ (<i>Vesica fellea s. Biliaris</i>).....	88
ПАНКРЕАС (<i>Pancreas</i>).....	89
ОРГАН ЗА ВИД.....	93
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	95
ОЧНО ЈАБОЛКО (<i>Bulbus oculi</i>).....	95
ПОМОШНИ ОРГАНИ НА ОКОТО (<i>Organa oculi accessoria</i>).....	106
ОРГАН ЗА СЛУХ И РАМНОТЕЖА.....	109
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	111
НАДВОРЕШНО УВО (<i>Auris externa</i>).....	111
СРЕДНО УВО (<i>Auris media</i>).....	112
ВНАТРЕШНО УВО (<i>Auris interna</i>).....	112
УРИНАРЕН СИСТЕМ.....	119
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА.....	121
БУБРЕГ (<i>Ren</i>).....	121
ЕКСКРЕТОРНИ УРИНАРНИ ПАТИШТА.....	129
ЛИТЕРАТУРА.....	131

ЗАШТИТЕНО

Проф. д-р Лилјана Миленкова

Проф. д-р Невена Костовска

КАРДИОВАСКУЛАРЕН СИСТЕМ

С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

ОРГАНИЗАЦИЈА НА КАРДИОВАСКУЛАРНИОТ СИСТЕМ	11
ЗАЕДНИЧКИ СТРУКТУРНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРДИОВАСКУЛАРНИОТ СИСТЕМ	12
СРЦЕ (лат. <i>cor</i> ; гр. <i>cardia</i>)	12
Слоесви на срцевиот ѕид	12
Фиброзен скелет на срцето	14
КРВНИ САДОВИ	14
Артериски крвни садови	15
Капиларни садови	16
Венски крвни садови	18
Артерио венски анастомози	19
<i>Vasa vasorum</i>	20
ЛИМФЕН ВАСКУЛАРЕН СИСТЕМ	20

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

ОРГАНИЗАЦИЈА НА КАРДИОВАСКУЛАРНИОТ СИСТЕМ

Кардиоваскуларниот систем е систем на органи кои обезбедуваат константна циркулација на телесните течности низ организмот, заради континуирана и целисходна размена на материите во сите ткива.

Централно место во непрекинатиот затворен систем на цевчести органи (крвни садови) зазема срцето. Тоа е всушност модифициран крвен сад чија специфична градба му овозможува да генерира и изведува ритмични контракции кои ќе обезбедат постојано циркулирање на крвта низ крвните садови.

Артериските крвни садови ја изведуваат крвта од срцето и постојано се разгрануваат за соодветно да ја дистрибуираат крвта според потребите на органите, доведувајќи ја до нивните најмали сегменти. При тоа:

- прогресивно се намалува дијаметарот на крвните садови,
- се редуцира и бројот на структурните елементи во нивниот ѕид, со што
- тие стануваат значително потенки.

Најмалите и најтенки крвни садови се **капиларите**. Низ нивниот ѕид се остварува размената на гасови, метаболити и останати материи меѓу ткивата и крвта (сл. 1).



Слика 1. Поврзаност на артериските со венските крвни садови

Венските крвни садови настануваат со постепено конfluирање на капиларите. Тие ја враќаат крвта кон срцето, од каде таа ќе биде испратена во белите дробови за повторна оксигенација.

Кон кардиоваскуларниот систем е приклучен и **лимфниот васкуларен систем**. Тој претставува еднонасочен систем на лимфни садови кои започнуваат меѓу клетките на речиси сите ткива, а завршуваат со влевање во големите вени.

ЗАЕДНИЧКИ СТРУКТУРНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРДИОВАСКУЛАРНИОТ СИСТЕМ

Целиот кардиоваскуларен систем е граден на ист принцип. Сидот на неговите конститутивни делови е изграден од:

- Внатрешна тенка и мазна обвивка (*tunica interna s. intima*) изградена од еден слој плочест епител (ендотел) поткрепен од варијабилно количество на сврзно ткиво.
- Средишен слој (*tunica media*) изграден од фибромускулно ткиво.
- Надворешен потпорен слој (*tunica externa s. adventitia*) изграден од сврзно ткиво.

Сепак, секој сегмент од кардиоваскуларниот систем се одликува со специфички наметнати од строго определената функција што ја има.

Целиот кардиоваскуларен систем однатре е обложен со ендотел. Со својата мазна и непрекинатата површина и негативната наелектризираност, ендотелот го олеснува протокот на крвта (и лимфата) и спречува вртложее или таложее на крвните елементи врз сидот на срцето и садовите.

Ендотелните клетки имаат форма на многуаголни плочки. Нивната дебелина изнесува само 0,1 – 0,5 µm. Единствено во пределот на јадрото тие се подебели и испакнати кон луменот на крвниот сад.

Апикалната површина која гледа кон луменот е мазна и обложена со електронегативен гликокаликс (ги одбива крвните елементи).

Базалната површина е нерамна и испраќа цитоплазматски продолжетоци во базалната ламина. Со нив комуницира со субендотелното сврзно ткиво.

На латералните страни ендотелните клетки имаат интердигитации. Цврсто се поврзани со окулдентни и адхерентни врски и создаваат бариера помеѓу крвта и ткивата во сидот на крвниот сад.

Во цитоплазмата на ендотелната клетка се нагласени:

- а) цитоскелетот,
- б) пиноцитозните везикули (со чија помош од крвта ги транспортира супстанциите кои го хранат сидот на крвниот сад или ја регулираат неговата функција),
- в) гранули во кои е депониран факторот на коагулацијата (фактор VIII). Клетката го ослободува кога е оштетен сидот на крвниот сад за да иницира адхезија (прилепување) на тромбоцити кои ќе ја спречат екстравазацијата (крвавењето). Само ендотелните клетки на капиларите не се во состојба да синтезираат фактор VIII. Со тоа организмот се заштитува од создавање на тромби во капиларите, кои би го облитерирале нивниот лумен и би ја оневозможиле циркулацијата.

СРЦЕ

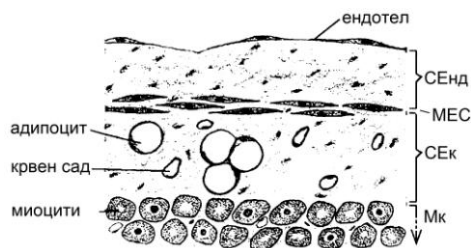
(лат. *cor*; гр. *cardia*)

СЛОЕВИ НА СРЦЕВИОТ СИД

а) Внатрешната обвивка (*Tunica interna*) во срцето има специфично име: **endocard** (*endo* – во, внатре; *cor* – срце) и е подебела отколку во крвните садови.

Се состои од:

- **ендотел** (еден слој плочести клетки);
- **субендотел** (нежно сврзно ткиво од колагени и еластични влакна);
- **миоеластичен слој** (се вклучуваат и мазни мускулни клетки);
- **субендокард** (ретко сврзно ткиво) на границата со миокардот (сл. 2).



Слика 2. Ендокард

СЕнд – субендотел; МЕС – мускулоеластичен слој; СЕк – субендокард; Мк – миокард

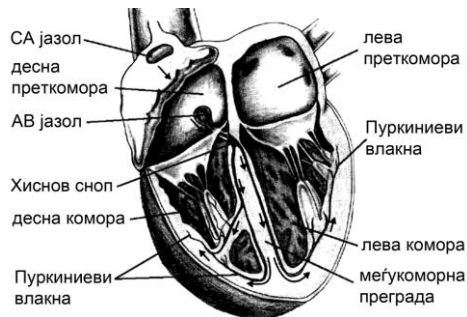
б) *Tunica media* е најдебелиот слој на срцето, наречена *myocard* (во слободен превод, мускулатура на срцето). Изградена е од **три вида миоцити** и од **сврзно ткиво** помеѓу нив.

Myociti cardiaci се најмногубројни. Се редат слоевито и на сложен начин спирално ги опкружуваат преткоморите и коморите. Поврзани во комплексна непрекината целина, ритмично изведуваат бранови од **контракции** и **релаксации** кои наизменично ги зафаќаат атриумите и вентрикулите.

Myociti conducens се срцеви мускулни клетки кои **генерираат електрични дразби** и истите брзо ги **спроведуваат до контрактилните миоцити** (кои имаат улога на ефектори). Покуси се и потенки од контрактилните миоцити а во цитоплазмата имаат малку контрактилни филаменти и немаат Т-тубули.

Во сидот на десната преткомора овие миоцити формираат два јазли: **синоатријален (СА)** и **атриовентрикуларен јазол (АВ)** (сл. 3). Тоа се места каде се генерира поттикот за ритмичката контракција на срцето. Во јазолот клетките се спирално поредени а во нивната непосредна близина доаѓаат многубројни симпатикус (Sy) и парасимпатикус (PSy) нервни влакна. Автономниот нервен систем не ги иницира срцевите контракции туку влијае на нивниот ритам. Симпатикусот го забрзува а парасимпатикусот го успорува срцевиот ритам.

Од секој јазол поаѓа **сноп од *myociti conducens*** кои се надоврзуваат еден на друг а потоа завршуваат со разгранување. Нивните гранича (**Пуркиниевы влакна**) воспоставуваат контакт со контрактилните миоцити и ним им го пренесуваат акцискиот потенцијал кој ја поттикнува контракцијата.



Слика 3. Спроводен систем на срцето

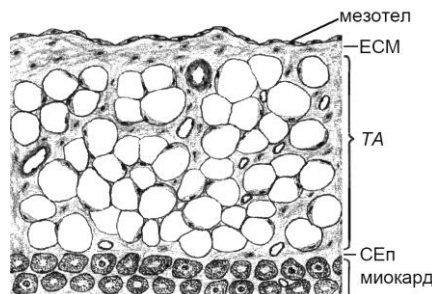
Миоендокрините миоцити се третиот тип клетки во миокардот. Најмалку на број, овие клетки во цитоплазмата содржат гранули во кои има **кардиопептиди**.

Меѓу мускулните клетки на миокардот се наоѓа **ретко сврзно ткиво** наречено **ендомизиум**. Неговата изобилна аморфна материја не дава отпор на мускулната контракција и ја овозможува интензивната размена на материји со миоцитите кои се во непрекината акција. Ендомизиумот содржи **богатата васкуларна мрежа**.

в) *Tunica externa* на срцето е наречена **Pericard** (*peri* – околу; *cor* – срце). Има два слоја одделени со тесен меѓупростор наречен **интраперикардијален простор**.

Внатрешниот слој на перикардот се нарекува **lamina visceralis pericardii**. Бидејќи е на површината од срцето, уште е наречен и **epicard** (*epi* – над, врз; *cor* – срце).

Со миокардот е поврзан преку сврзното ткиво кое, излегувајќи од миокардот, го формира првиот слој на епикардот (СЕп во сл. 4).



Слика 4. Епикард

СЕп – субепикардно сврзно ткиво; ТА – *textus adiposus*; ЕСМ – еластична серозна мембрана

Тој е најдлабокиот слој на епикардот, и се нарекува **субепикардно сврзно ткиво**.

Над овој прв слој на епикардот, се напластува **масно ткиво** (*textus adiposus*). Тоа е подебел слој, особено изразен околу текот на коронарните крвни садови.

Адипозната обвивка ги прекрива површински локализираните коронарки (крвни садови кои го исхрануваат срцето) и е од големо практично значење – дозволува лесен хируршки пристап за изведување на *bypass* на коронарните артерии.

Епикардот има уште слоеви. Над масното ткиво постои цврста но еластична **серозна мембрана** од колагени и еластични влакна. Влакната и □ даваат цврстина и таа ја одржува постојана формата на атриумите и вентрикулите, не дозволувајќи тие претерано да се шират при дијастола или да колабираат при систола. Оваа серозна мембрана е подебела околу атриумите за да го зацврсти нивниот ѕид кој има значително потенок миокард. **Површината**, над серозната мембрана е обложена со еден слој плочести епителни клетки (**мезотел**).

Lamina parietalis pericardii е потенкиот но поцврст надворешен слој на перикардот. Кон интраперикардијалната празнина е прекриен со мезотел. Претставува цврста но еластична мембрана градена од **дебели снопови на колагени и еластични влакна**. Од неа поаѓаат **траки кои ја прикрепуваат за градната коска** (напред), за **рбетот** (назад) и за **дијафрагмата** (долу).

Мезотелниот слој на двата листа од перикардот гледа кон интраперикардијалниот простор. Тој ја прави внатрешната површина на

двата листа мазна и сјајна. Поседува способност да излачува мало количество течност (**liq-uor pericardii**) кое се слева во интраперикардијалниот простор и го намалува триењето на двата листа на перикардот при срцевите контракции.

ФИБРОЗЕН СКЕЛЕТ НА СРЦЕТО

Некои делови на срцето се поинаку градени. Сочинети се од **густо сврзно ткиво во кое има и сегменти од влакнеста рскавица**. Тие делови на срцето образуваат фиброзен скелет на срцето. Така се градени:

- Преградата помеѓу преткоморите – **septum membranaceum**;
- Прстените околу атриовентрикуларните отвори и кај базата на коморите, од каде започнуваат големите крвни садови. Овие 4 фиброзни прстени се нарекуваат **anuli fibrosi**.

Прстените служат како обрачи за кои се прицврстени **залистоците**. Тоа се тенки вдлабнати мембрани (изградени од ендокард) кои не се инервирани и васкуларизирани, а имаат чисто механичка улога (да спречат враќање на крвта). Кај атриовентрикуларните отвори, за долната страна на залистоците се прикрепени тенки фиброзни нишки – **chordae tendineae**. Тоа се тетиви на тенките мускулни снопочиња (папиларни мускули) со кои долната страна на залистокот е поврзана со ѕидот на комората.

- Двете триаголни **рскавици** (**trigona fibrosa**) што се поставени меѓу прстените и кои со својата цврстина ги одржуваат и растојанието меѓу прстените и формата на срцето.

КРВНИ САДОВИ

Tunica interna (Intima)

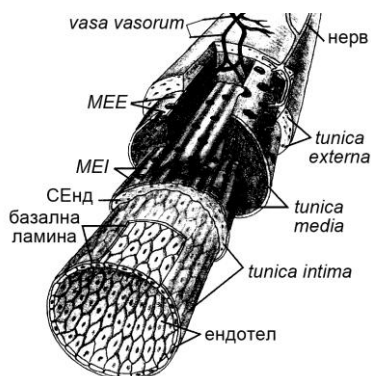
Tunica interna (intima) на крвните садови е тенка. Се состои од:

- еден слој ендотелни клетки,
- околу нив **базална ламина**,
- периферно, тенок слој ретко сврзно ткиво – **субендотел** (сл. 5).

Tunica media

Се состои од **сврзно и мускулно ткиво**. Сврзното ткиво е претставено со колагени и

еластични влакна, малку матрикс и фиброцити. Сврзното ткиво и □ дава еластичитет на **tunica media**. Мускулното е претставено со мазни мускулни клетки кои со својата контрактилна способност директно влијаат врз интензитетот на протокот. Ефектот од нивната активност е во право пропорционален однос со дебелината на слојот. Кај артериските крвни садови мускулните клетки се спирално поредени а кај венските надолжно. Освен контрактилна, мускулните клетки имаат и задача да синтезираат компоненти на меѓуклеточниот матрикс во **tunica media**. Матриксот ги поврзува мускулните клетки со колагените и еластичните влакна.



Слика 5. Градба на крвните садови (на примерот на артерија)

СЕнд – субендотелно сврзно ткиво; MEI – membrana elastica interna; MEE – membrana elastica externa

Tunica externa (Adventita)

Tunica externa е градена од сврзно ткиво (главно колагени влакна, фиброцити и матрикс).

Колагените влакна имаат надолжен ток и без јасни граници преминуваат во реткото сврзно ткиво на органот низ кој минуваат.

Кај поголемите крвни садови во tunica adventitia постои сплет од мали крвни садови, лимфни садови и нервни влакна кои се протегаат долж адвентицијата (сл. 5) Тие го опслужуваат крвниот сад како и секој друг орган. Со едно име се нарекуваат vasa vasorum (садови за садот).

АРТЕРИСКИ КРВНИ САДОВИ

Главни специфики на градбата на артериските крвни садови се:

- релативно дебелиот сид,
- доминантноста на tunica media.

Адвентицијата е потенка од медијата, а интимата е најтенка. Овој сооднос во дебелината на слоевите се запазува кај сите артерии, сè до најмалите артериски крвни садови означени како артериоли.

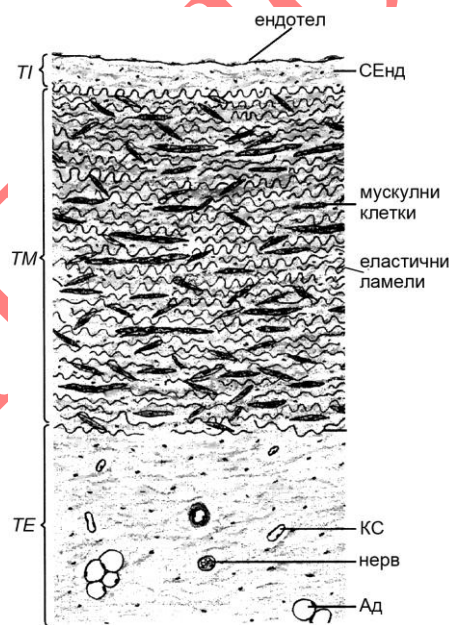
Артериските крвни садови се делат на еластични и мускулни, што зависи од типот на ткивото кое доминира во tunica media.

Артерии од еластичен тип

Тука спаѓаат пулмоналните артерии, аортата и нејзините главни гранки: truncus brachio-

cephalicus, a. carotis communis, a. subclavia, a. iliaca communis.

Специфика на еластичните артерии е што медијата содржи многу еластични влакна, кои формираат концентрични кругови (ламели) во вид на 40 – 75 прстени. Меѓу нив се сместени клетки на сврзното ткиво и ретки мазни мускулни клетки (сл. 6). Ламелите се порозни (фенестрирани) – што овозможува дифузија на материте низ ткивата на сидот на крвниот сад. Дебелината и бројот на еластичните ламели расте со староста и со покачувањето на крвниот притисок.

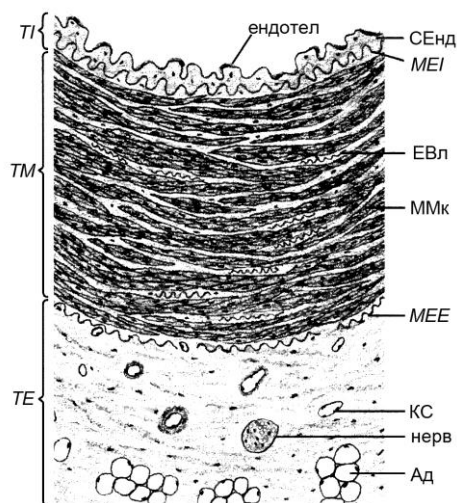


Слика 6. Артерија од еластичен тип

СЕнд – субендотел; TI – tunica intima; TM – tunica media; TE – tunica externa; КС – крвен сад; Ад – адипоцити

Артерии од мускулен тип

Тука спаѓаат останатите артерии (големи, средно големи, мали и артериоли), кои ја дистрибуираат крвта до сите органи и нивните ткива („дистрибутивни артерии“). Од морфолошки аспект се нарекуваат „мускулни“ бидејќи во tunica media доминира мускулното ткиво (сл. 7). Неговата контракција е регулатор на дистрибутивната моќ. Мазните мускулни клетки формираат спирално ориентирани слоеви (максимум 60 во најголемите артерии).



Слика 7. Артерија од мускулен тип
 СЕнд – субендотел; ЕВл – еластични влакна; ММк – мазни мускулни клетки; MEI – *membrana elastica interna*; MEE – *membrana elastica externa*

Кон интимата, мускулатурата е ограничена со еластичен прстен (*membrana elastica interna*). Еластичен прстен ја ограничува и кон адвентицијата (*membrana elastica externa*). Оваа сврзана компонента формира еден вид сендвич карактеристичен за сидот на мускулните артерии и придонесува сидот и на овој тип артерии да се одликува со еластицитет.

Посебен тип артерии

Коронарните артерии спаѓаат во мускулните артерии. Наменети се за исхрана на срцевиот сид. Посебни се бидејќи градбата на **нивната интима многу наликува на интимата на срцето**. Субендотелот на *tunica intima* е многу дебел и содржи матрикс, колагени и еластични влакна па дури и мазни мускулни клетки (како и ендокардот).

Околу 24-тата година неговата дебелина се изедначува со дебелината на *tunica media* а во подоцнежните години станува сè подебел. Особено е подложен на атеросклеротични промени кои водат кон сè послаба исхрана на миокардот и до настанување на инфаркти (изумирање на ткивото заради исхемија).

Артериоли

Артериолите се најситните артерии (со дијаметар од 10 до 100 μm). Во нивниот сид:

- присутни се сите слоеви,
- сите слоеви се пропорционално потенки. Така, *tunica media* се состои само од 1 до 5 слоја мускулни клетки, а постои само *membrana elastica interna* – многу тенка и постепено исчезнува.

Метаартериоли (Предкапиларни артериоли)

Најмалите завршни артериоли пред да се разгранат во мрежа од капилари се означуваат со терминот „прекапиларни“ или „метаартериоли“. Овие екстремно тенки артериоли имаат **дисконтинуиран мускулен слој**. На местото каде што преминуваат во капилар, мускулните клетки формираат прстен – **предкапиларен сфинктер** (сл. 1). Со својата контракција тој го регулира протокот на крвта кон капиларното корито.

Под влијание на нервни импулси и хормонални стимулуси, сфинктерот може да се контрахира и да го прекине протокот кон капиларната мрежа. Тогаш крвта се насочува директно во венската циркулација, преку таканаречени артериовенски анастомози (АВА). Со ваквите повремени регионални пренасочувања, привремено се исклучуваат помали региони од крвотокот, за крвта да се испрати кон регионите каде во моментот е попотребна. На пример, при физички напор, во мускулите се дилатираат прекапиларните сфинктери (за поголем доток на крв) а во цревата се контрахираат (се одзема од крвотокот на ГИТ). При обилен оброк се случува спротивна активност на прекапиларните сфинктери.

КАПИЛАРНИ САДОВИ

Заради минималните димензии, градбата на капиларниот сид отстапува од вообичаената шема за трислојност, а сите елементи се крајно редуцирани.

Интимата ја сочинува само **ендотел и базална ламина** што ја создал епителот.

Околу базалната ламина лежат **перицити** (поединечни разгранети клетки кои со своите цитоплазматски продолжетоци „го гушкаат“ капиларот) (сл. 9). Тоа се модифицирани мазни мускулни клетки (како репрезенти на *tunica media*). Во цитоплазмата содржат актински и миозински филаменти што покажува дека имаат

контрактилна способност, но исто така, може да манифестираат и фагоцитна моќ.

Со своите цитоплазматски продолжетоци се поврзуваат со клетките од околното сврзно ткиво, а преку базалната ламина со ендотелните клетки. На самата површина од капиларот најчесто има исклучително тенок и тешко воочлив слој од **нежни ретикуларни влакна**.

Капиларите се најтенките крвни садови во нашето тело. Името го добиле според латинскиот збор *capillus* кој значи влакно.

Должината на еден капилар изнесува максимум до 1 mm. Дијаметарот на капиларите се движи од 4 до 10 μm . Но, капиларите меѓусебе анастомозираат и така формираат капиларна мрежа чија вкупна должина изнесува околу 100 000 km а вкупната површина (за размена на материји со ткивата) околу 6 000 метри квадратни. Теоретски, нивната вкупна внатрешна површина би покрила едно фудбалско игралиште, а со капиларите на еден човек би можела 2,5 пати да се заобиколи целата земјина топка.

Капиларната мрежа е богато разгранета низ ткивата. Во нив максималната оддалеченост на капиларот од клетките е 30 μm . Густината на капиларите во едно ткиво е условена од степенот на неговата активност и затоа е посебно богата во хепарот, белите дробови, бубрежите и слезината, каде што е вклучена и во остварувањето на самата функција на органот. Исто така особено е богата во дигестивниот систем, срцето, мозокот, скелетната мускулатура. Во масното ткиво густината на капиларната мрежа расте заедно со количината на масното ткиво, што има негативни импликации бидејќи дополнително ја оптеретува работата на срцето.

Во ткивата со мала метаболна динамика (коските, мазните мускули и густото сврзно ткиво) капиларната мрежа е сиромашна. Во некои ткива (**епители и рскавици**) и во делови од некои органи (**во рожницата и леката, во дентинот и смајлот, во срцевите залистоци**) **нема капиларни садови**.

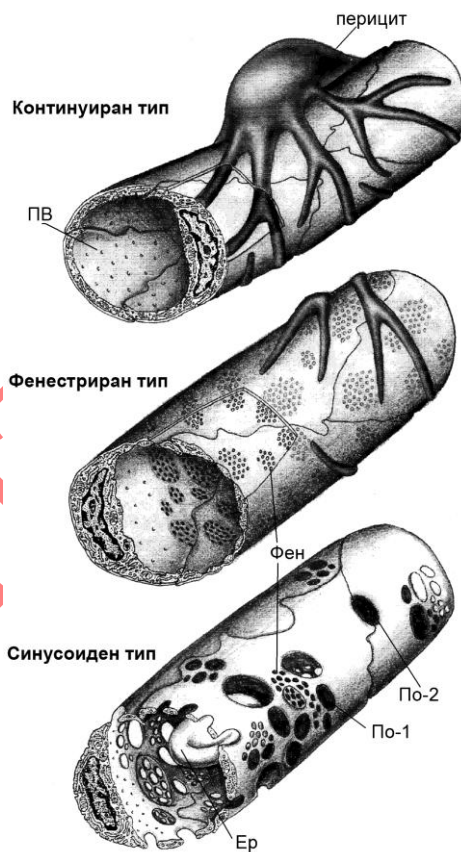
Типови капилари

Во зависност од степенот на континуитет на ткивата во сидот, капиларите се категоризираат во континуирани, фенестрирани и синусоидни (сл. 8).

Капилари со континуиран сид

Ендотелните клетки и базалната ламина се континуирани и непропустливи. Затоа

транспортот на материји од крвта кон ткивата (и обратно) се одвива **исклучително преку пиноцитозни везикули** (сл. 9-А). Ваков тип капилари има на пример во мускулите, коските и ЦНС.



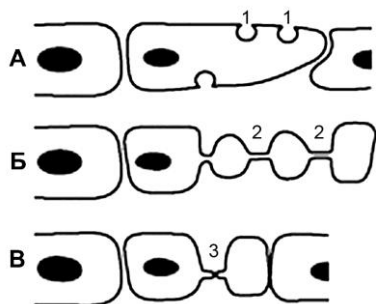
Слика 8. Типови капилари

ПВ – пиноцитозни везикули; Фен – фенестри во ендотелната клетка; По-1 – пори во ендотелната клетка; По-2 – пори меѓу ендотелните клетки; Ер – еритроцит во луменот

Капилари со фенестри (прозорци) кои се покриени со дијафрагма

На многу места ендотелната клетка е силно истенчена – не поседува цитоплазма, туку само редуцирана плазмалема наречена „**дијафрагма**“ (сл. 9-Б). Ваквите фенестри овозможуваат **поголем интензитет на метаболна размена** низ капиларниот сид. Својствени се за

органите со интензивна размена на материи: желудникот, цревата, ендокрините жлезди, хориоидниот плексус, синовијалните мембрани и бубрегот (но не и во гломерулите).



Слика 9. Шематски приказ на ендотелот кај различни типови капилари
 А – ендотел со пиноцитозни везикули (1); Б – ендотел со фенестри со дијафрагма (2); В – ендотел со фенестри без дијафрагма т.е. со процеп во дијафрагмата (3)

Капилари со фенестри (прозорци) без дијафрагма

Во фенестрите има **тесни пори кои ја пробиваат дијафрагмата** (сл. 9-В). „Отворените“ пори овозможуваат **забрзан протоколот на материи низ сидот**. Вака се градени капиларите на бубрежните гломерули.

Синусоидни капилари со дисконтинуиран сид

Се нарекуваат дисконтинуирани, бидејќи во сидот на овие крвни садови:

- 1) освен **фенестри** (со и без дијафрагма) во ендотелните клетки, постојат **пори и помеѓу самите ендотелни клетки**;
- 2) **базалната ламина е дисконтинуирана** (а на места и отсутна), со што бариерата помеѓу крвта и ткивото е дополнително ослабена;
- 3) околу капиларот **нема перицити**;
- 4) постои само нежна **растресита мрежа од ретикуларни влакна**.

Низ сидот на синусоидните капилари **размената на материите е најинтензивна**. Кон тоа дополнително придонесува и нивната ширина и вијугавост (вијугави како синусоиди) заради кои се успорува течењето на крвта.

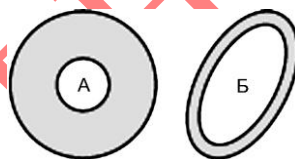
Карактеристични се за органите во кои крвотокот го напуштаат, или во него навлегуваат, макромолекули (како кај хепарот, надбубрежната жлезда и хипофизата) или цели клетки (како во слезенката и коскената срцевина).

ВЕНСКИ КРВНИ САДОВИ

Вените се крвни садови преку кои крвта се враќа во срцето. Низ нив крвта тече побавно и под помал притисок.

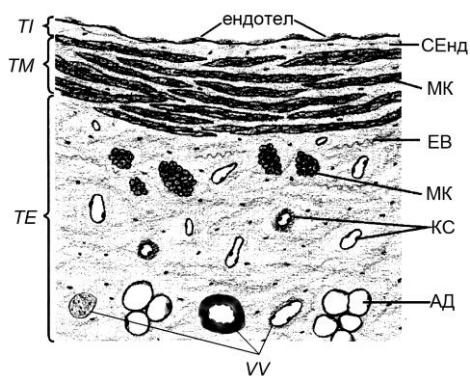
Во различни делови од телото вените имаат различна градба. Тие разлики се условени од различната околина; од различното механичко оптеретување на вената и од различниот хидростатски притисок на крвта која протекува низ нив. Затоа е тешко да се даде општа шема за градбата која би се однесувала на сите вени. Но, заеднички карактеристики кои важат за сите вени се следниве:

1) **Луменот на вените е поширок** од луменот на артериите (сл. 10).



Слика 10. Сооднос на луменот и дебелината на сидот кај артерија (А) и вена (Б)

- 2) **Сидот на вените е потенок** од сидот на артериите;
- 3) Сидот ги содржи сите три туники, но **границата меѓу туниките не е добро изразена**;
- 4) Медијата содржи многу **помалку мускулни клетки и еластични влакна**;
- 5) **Адвентицијата кај вените е значително подебела од медијата** (сл. 11).



Слика 11. Градба на венски крвен сад
 СЕнд – субендотел; МК – мазни мускулни клетки; ЕВл – еластични влакна; VV – vasa vasorum

Посткапиларни венули

Овие најситни венски садови се премин од капилари кон вени и имаат градба идентична со градбата на капиларите. Но, кај посткапиларните венули се лабави спојните комплекси меѓу ендотелните клетки. Тоа дозволува одделни клетки да поминуваат од крвта во околното сврзно ткиво (процес наречен дијапедеза). Дијапедезата е најизразена при инфламаторни и алергиски реакции кои се случуваат во сврзното ткиво. Тогаш од мастоцитите се ослободуваат супстанции кои ја зголемуваат пропустливоста на венулите.

Венули

Нивни одлики се:

- поголем лумен;
- имаат адвентиција;
- штом дијаметарот на венулата ќе надмине 50 μm , во медијата се појавуваат мускулни клетки.

Вени (мали и средно големи)

Ги имаат следниве компоненти а нивното количество расте со дијаметарот на вената:

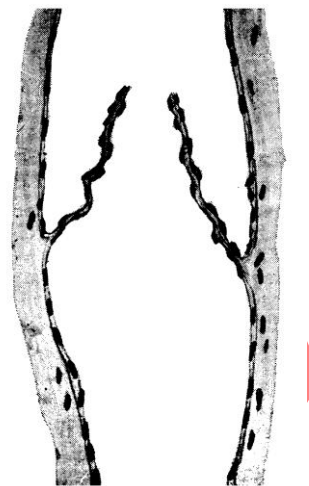
- под ендотелот – субендотелно сврзно ткиво;
- повеќе мускулни клетки (за да го потпомогнат движењето на крвта наспроти земјината тежа);
- дебела адвентиција;
- во адвентицијата има *vasa vasorum*;
- кај некои постојат венски залистоци.

Венските залистоци (*valvulae venosae*) се парни полумесечински набори (со конкавитет свртен нагоре) кои проминираат во луменот (сл. 12). Изградени се од елементи на *tunica intima*: скелет од колагени влакна (кои потекнуваат од субендотелното сврзно ткиво) а двете површини (горната и долната) им се обложени со ендотел на базална ламина. Овие залистоци не дозволуваат враќање на крвта под влијание на гравитацијата.

Големи вени

Специфики:

- немаат валвули;
- најдебела адвентиција;
- мускулни клетки во сите слоеви на сидот;
- надолжна поставеност на мускулните клетки.



Слика 12. Венски залистоци

Мускулните клетки му се спротивставуваат на хидростатскиот притисок на крвта во луменот и го спречуваат преголемото ширење на вената. Со својата контракција го потпомагаат движењето на крвта кон срцето.

Посебни типови вени

Структурните особености на некои вени претставуваат нивно прилагодување кон функцијата на органот и нејзино потпомагање. Така на пример, мускулни перничии во интимата има кај вените во слузницата на носот, кај плунковните жлезди и во медулата на надбубрежната жлезда. Повремената контракција на мускулните перничии го стеснува луменот на вената а тоа го намалува истекувањето на крвта. Така настапува привремен застој во капиларниот крвоток и ширење на луменот на капиларите. Таквата состојба на крвотокот ја поттикнува жлездената секреција. Бидејќи контракцијата на мускулното перничие привремено го „придушува“ крвотокот, ваквите вени се нарекуваат „придушни вени“.

АРТЕРИОВЕНСКИ АНАСТОМОЗИ

Тоа се мали сегменти од крвни садови поставени како мостови меѓу артериолите и венулите (сл. 1). Претставуваат резервен пат за крвта кога се затворени предкапиларните сфинктери.

Нивните мускулни клетки не се контрахираат во класичен смисол на зборот, туку го менуваат својот волумен. Кога се набабрени го затораат луменот на анастомозата и крвта нормално оди во капиларното корито. Кога се релаксирани луменот се отвора, па крвта минува низ анастомозата (а само минимално количество оди во капиларната мрежа).

Постоењето на артериовенските анастомози го овозможува економизирањето на крвотокот – крвта се насочува во ткивата со поголема активност и секој орган добива онолку крв колку во моментот му е потребна. Анастомози има во многу органи но **нема во мозокот**.

VASA VASORUM

Сидот на помалите крвни садови се исхранува со дифузија на материи од крвта која циркулира низ луменот. **Поголемите крвни са-**

ви во адвентицијата имаат и сопствени крвни садови „*vasa vasorum*“, кои обично потекнуваат од гранки на соседните артерии. Кај вените тие се побогато разгранети бидејќи концентрацијата на кислородот во венската крв е значително пониска, па исхраната на сидот само преку луменот би била инсуфициентна.

Покрај крвни, во сидот на крвниот сад постојат и **лимфни садови и нервни завршетоци** (сл. 11). Инервацијата потекнува од **вегетативниот нервен систем**, а е наменета за **стимулирање на контракцијата на мазните мускулни клетки**. Нервните завршетоци завршуваат во адвентицијата но, и покрај тоа што не пенетрираат до самите мускулни клетки, ослободените невротрансмитери дифундираат до периферните мускулни клетки. Постоењето на комуникациските врски меѓу клетките го овозможува протокот на акцискиот потенцијал и контракцијата на целиот мускулен слој.

ЛИМФЕН ВАСКУЛАРЕН СИСТЕМ

Лимфа

Лимфата претставува вишок од екстрацелуларна (ткивна) течност, кој не успеал да се врати во крвотокот, па заминува низ лимфните садови. Настаната во меѓуклеточниот простор на врзивните ткива, таа има ист состав како ткивната течност на местото во кое настанала. Се состои од вода, протеини и малку клетки – главно лимфоцити. Со себе ги понесува и супстанциите кои се нашле во ткивото: туѓите материи (антигените); материите настанати со деструкција на туѓи супстанции и клетки; детритусот од ткивниот распад.

Лимфни садови

Лимфниот васкуларен систем служи да го собере вишокот ткивна течност и да го спроведе до најголемите венски садови за да го врати во крвта. Затоа велите дека текот на лимфата која струи низ лимфниот васкуларен систем е еднонасочен.

Лимфотокот започнува од ткивата во вид на богата мрежа од лимфни капилари. **Лимфни капилари има во сите ткива и сите органи освен во:**

– епителното и 'рсквичното (кои се аваскуларни и во кои не се создава ткивна течност);

- во леката на окото и во корнеата (кои се исто така аваскуларни).
- во ЦНС (нема меѓуклеточна материја);
- во коскената срцевина (вишокот ткивната течност се дренира преку синусоидните капилари)

Најмалите лимфни садови започнуваат од ткивата а потоа конfluираат формирајќи мали, средни и големи одводни лимфни садови.

Лимфни капилари

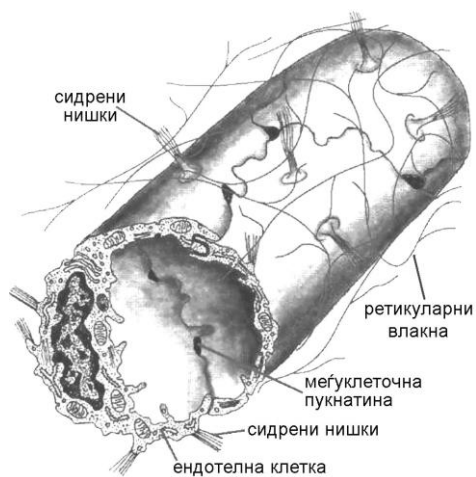
- димензии слични со капиларите;
- уште **потенок сид**;
- **нема базална ламина и перицити**;
- **само ендотел и ретикуларни влакна**.

Ендотелните клетки на лимфните капилари имаат свои единствени специфики:

- **Лабаво се врзани** меѓу себе, а на многу места **меѓу нив постојат пукнатини**.
- Во цитоплазмата имаат **актински филаменти** кои им овозможуваат контрактилност.
- Одредвор со **околното ткиво се поврзуваат преку сидрени нишки** (сл. 13).

Повременото затегнување на сидрените нишки (однадвор) заедно со контракцијата на

клетката (на нејзините актински филаменти) ги шири меѓуклеточните пукнатини и **дозволува ткивната течност да навлезе во лимфниот капилар**. Така е овозможен влезот и на поголемите молекули и лимфоцитите од ткивото во лимфотокот. На хистолошките препарати лимфните капилари се обично колабирани и потешко се воочуваат од крвните капилари.



Слика 13. Лимфен капилар

Собирни лимфни садови

Собирните лимфни садови ја прибираат лимфата од капиларите и ја предаваат во големите лимфни дуктуси. Имаат **ист концепт на градба како и сидовите на крвните садови**:

- интима – од ендотел, базална ламина и суб-ендотел;
- *tunica media* – од мазни мускулни клетки, колагени и ретикуларни влакна;
- адвентицијата – од ретко сврзано ткиво.

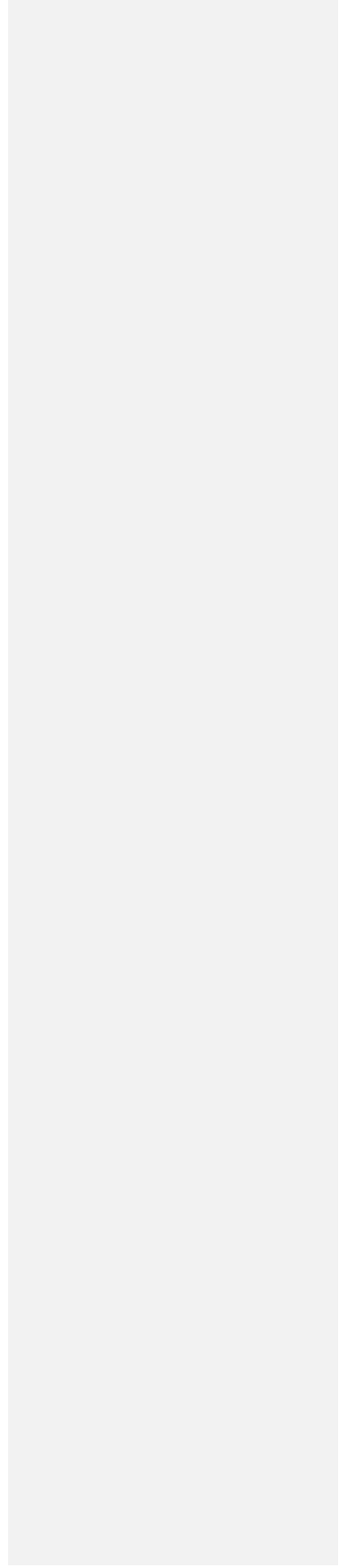
Разликата е во тоа што **границите меѓу слоевите се послабо изразени** и што **содржат залистоци**. Залистоците во лимфните садови се малку потенки но многу побројни од оние во венските садови.

Завршни лимфни садови

Лимфните садови преку кои лимфата се излева во венскиот систем се *ductus thoracicus* и *ductus lymphaticus dexter*.

Овие два најголеми лимфни сади имаат **градба идентична со поголемите венски садови**. Имаат **ретки валвули** а лимфата тече полесно и главно како резултат на компресијата од страна на околната мускулатура а делумно и на контракцијата на **мускулните клетки** во сидот на дуктусот, кои се **присутни во медијата и адвентицијата**.

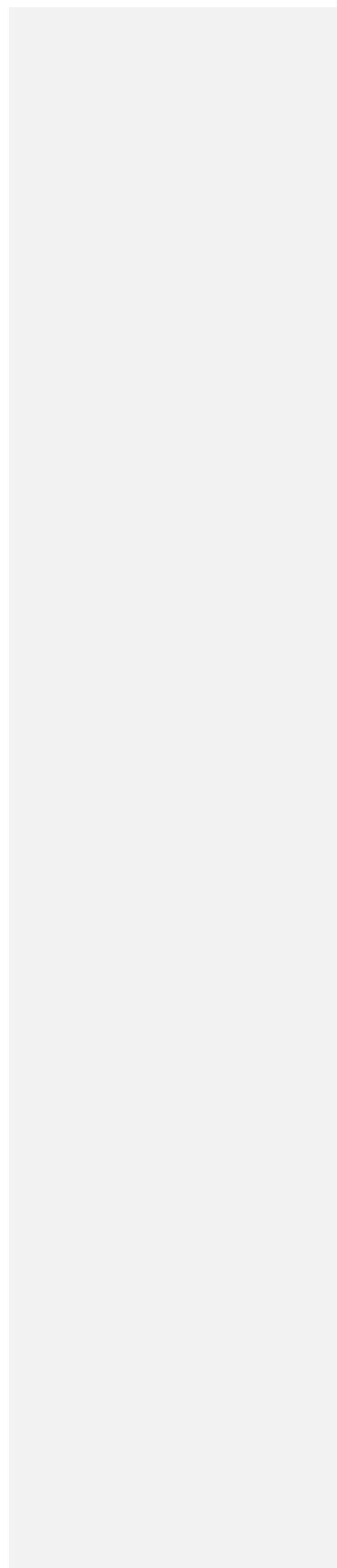
ЗАШТИТЕНО



ЗАШТИТЕНО

Проф. д-р Невена Костовска
Проф. д-р Лилјана Миленкова

ЛИМФНИ ОРГАНИ



С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

ЛИМФЕН ЈАЗОЛ (<i>Nodus lymphaticus</i>).....	25
Организација на лимфното ткиво во трите зони.....	25
Лимфоток.....	26
Градба и функција на лимфните синуси.....	26
Васкуларизација на лимфниот јазол.....	27
Посткапиларни венули (Градба и функција).....	27
Функции на лимфниот јазол.....	27
СЛЕЗИНА (<i>Lien</i>).....	28
Бела пулпа.....	28
Црвена пулпа.....	29
Функции на слезината.....	30

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

Во човечкиот организам постои систем кој има способност да ги препознава материите на сопствениот организам и да ги разликува од туѓите материи. Наречен е имун систем бидејќи е способен да ги неутрализира или инактивира туѓите молекули и да изврши деструкција на туѓите клетки.

Клетките на имуниот систем се распоредени по целото тело (ги има во крвта, лимфата, сврзното и епителното ткиво). Во сврзното ткиво на многу органи тие се организирани во вид на лимфни фоликули, а некаде и во вид на агрегати од лимфни фоликули.

Дигестивниот, респираторниот, уринарниот и репродуктивниот систем се подложни на инвазија од микроорганизми бидејќи со надворешната средина комуницираат преку својата слузница. Заради одбрана на организмот, во слузницата на овие органи се наоѓа лимфно ткиво. Лимфоцитите се **дифузно распоредени** низ слузницата, а на поедини места се **организирани во лимфни фоликули**. Со едно име се означуваат како **MALT** (анг. *Mucosa associated lymphoid tissue*).

Од лимфно ткиво како основна структурна и функционална компонента изградени се само неколку органи: тимусот, лимфните јазли, слезината и тонзилите. Првите три се наречени **инкапулирани лимфни органи** бидејќи се ограничени со сопствена капсула од сврзно ткиво.

ЛИМФЕН ЈАЗОЛ (*Nodus lymphaticus*)

Лимфните јазли се мали (0,5 – 2 cm) бубреговидни овални инкапулирани лимфни органи, **вклучени во лимфотокот**. Служат како филтри низ кои се „**прочистува**“ лимфата на **својот пат кон крвотокот**. Затоа во нив се рефлектираат сите збиднувања кои се случуваат во регијата од која доаѓа лимфата. Поретко се поединечни, а многу почесто се во групи (особено во пределот на вратот, местата на свивање на екстремитетите, медијастинумот и ретроперитонеумот). **Лимфни јазли нема во ЦНС и во внатрешноста на органите**.

Преку конвексната страна се влеваат повеќе доводни лимфни садови. Од конкавната страна (**хилус**) излегуваат одводниот лимфен сад и вената, а влегува артерија и нерв (сл. 1). На површината има капсула од која кон внатрешноста навлегуваат ленти (**трабекули**).

Лимфните јазли се лимфно ретикуларни органи. **Ретикуларното ткиво** ја исполнува целата внатрешност и дава потпора за **лимфното ткиво**. Постојат одредени зони низ ретикуларното ткиво без лимфоцити. Наречени се **лимфни синуси** и низ нив протекува лимфата.

Лимфниот јазол има **3 концентрични зони** (најповршна – кортекс, повнатрешна – паракортекс и централна зона – медула).

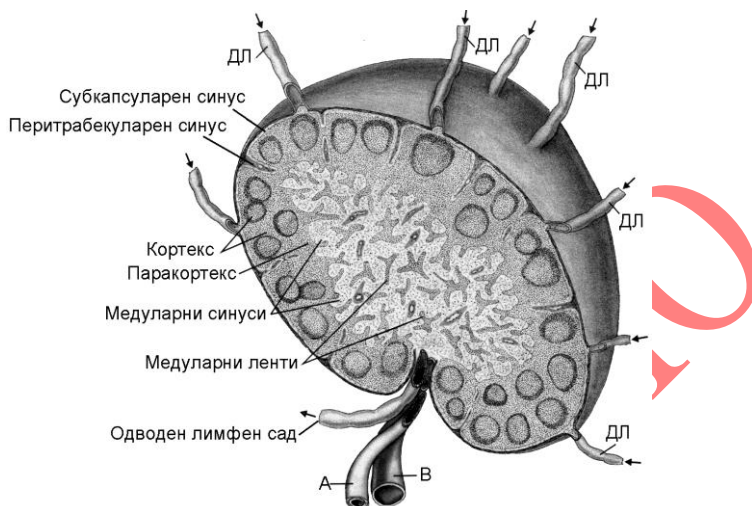
ОРГАНИЗАЦИЈА НА ЛИМФНОТО ТКИВО ВО ТРИТЕ ЗОНИ

Во најпериферната зона (**кортекс**) лимфоцитите се организирани во **мали јазолчиња** наречени ***noduli lymphatici***. Тие се топчести формации изградени од мали **Б лимфоцити**. Во текот на животот, по средбата со антигени супстанции донесени со лимфата, во средиштето на нодулите се појавуваат големи **активирани Б-лимфоцити, плазмоцити и макрофаги**. Таквиот средишен дел се нарекува **герминативен центар**.

Во повнатрешната зона (**паракортекс**) лимфоцитите се воглавно **Т-лимфоцити** и се **дифузно распоредени** (сл. 2). Оваа зона претставува **тимус зависна зона**.

Во медулата дифузно распоредените лимфоцити од паракортексот се групираат во медуларни ленти кои се стремат кон хилусот.

Лентите содржат Б-лимфоцити, плазма клетки и макрофаги.

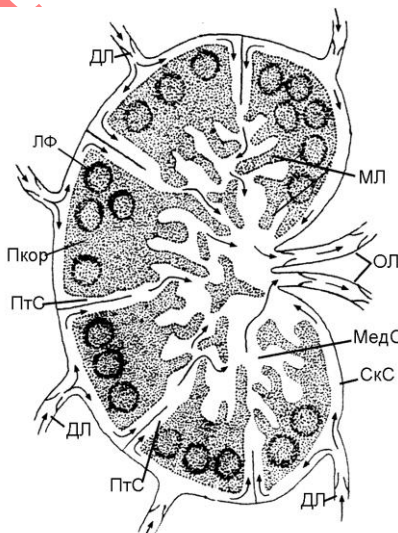


Слика 1. Лимфен јазол
ДЛ – доводни лимфни садови; А – артерија; В – вена

ЛИМФОТОК

Правецот на течење на лимфата е од периферијата кон хилусот. Но тука нема класични лимфни садови. Откако лимфата ќе навлезе преку доводните – аферентни лимфни садови (сл. 1 и 2), се излева во ретикуларниот простор помеѓу капсулата и надворешниот кортекс (наречен маргинален / субкапсуларен синус). Оттаму се упатува низ паракортексот течејќи низ тесните простори покрај самите трабекули (перитрабекуларни / кортикални синуси). На крај конфлуира кон широките синуси во медулата (медуларни синуси). Органот го напушта преку формирани одводни лимфни садови (еферентни лимфни садови) во пределот на хилусот (сл. 2).

Само доводните и одводните (вистински лимфни) садови имаат валвули кои го насочуваат течењето на лимфата.



Слика 2. Структурна организација на лимфниот јазол со приказ на лимфотокот
ЛФ – лимфни фоликули; Пкор – паракортекс; МЛ – медуларни ленти; ДЛ – доводни лимфни садови со залистоци; СкС – субкапсуларен синус; ПтС – перитрабекуларен (кортикален) синус; МедС – медуларен синус; ОЛ – одводни лимфни садови

ГРАДБА И ФУНКЦИЈА НА ЛИМФНИТЕ СИНУСИ

Лимфните синуси се простори изградени од ретикуларно ткиво, чии шуплини се обложени со ендотелни клетки.

Ретикуларното ткиво служи како механички филтер кој го успорува течењето на лимфата и овозможува ефикасно „ловење“ на бактериите, токсините и детритусот кој дошол со лимфата. **Ретикуларните клетки** (како дел од РЕС) стануваат **макрофаги**. Тие ги препознаваат туѓите материји, ги разградуваат и ги „презентираат“ пред **Б-лимфоцитите** (од лимфните јазолчиња). Под влијание на тие молекули во герминативниот центар се создаваат **плазма клетки** и **клетки со помнење**.

Плазма клетките мигрираат кон медуларните ленти. Таму **синтектизираат антитела** кои потоа се одведуваат во крвотокот.

Од **клетките со помнење**, некои остануваат во јазолот, а некои заминуваат во различни делови од телото каде брзо и силно **ќе реагираат** при следната средба со истиот антиген.

ВАСКУЛАРИЗАЦИЈА НА ЛИМФНИОТ ЈАЗОЛ

Артериите навлегуваат низ хилусот, попат се разгрануваат и во кортексот формираат капиларна мрежа. Од неа во паракортексот се формираат посткапиларни венули, а од нив со конfluирање поголеми венули кои се насочуваат кон медулата а во хилусот формираат вена.

Тип крвен сад:	Минува низ:
Артерија	Хилус
Арт. гранки	Медула
Артериоли	Паракортекс
Капилари	Кортекс
Посткапиларни венули	Паракортекс
Венули	Медула
Вена	Хилус

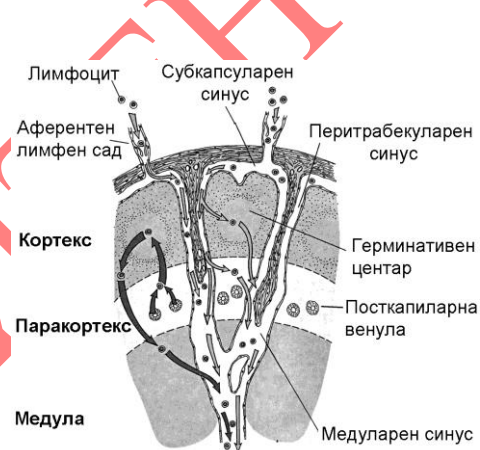
ПОСТКАПИЛАРНИ ВЕНУЛИ (ГРАДБА И ФУНКЦИЈА)

Во лимфниот јазол лимфоцитите стасуваат од два извора: од лимфата (преку аферентните лимфни садови) и од крвотокот (низ сидот на посткапиларните венули лоцирани во паракортексот). Всушност, 90% од лимфоцитите кои доаѓаат во лимфниот јазол, доаѓаат на овој на-

чин (низ посткапиларните венули), а само 10% доаѓаат со лимфотокот.

Посткапиларните венули во лимфниот јазол се **атипично градени**. **Ендотелот е со кубична форма и непропустлив**. Така се спречува излегувањето на крвната плазма во паренхимот (т.е. се спречува создавање на ткивна течност и создавање на сопствена лимфа).

Ендотелот поседува **лимфоцитни рецептори** со кои само на лимфоцитите им овозможува да поминуваат меѓу **ендотелните клетки**. Оттаму тие се упатуваат во кортексот, каде што се и лимфоцитите дојдени со лимфата. Лимфоцитите го напуштаат лимфниот јазол со лимфата (низ перитрабекуларните а потоа низ медуларните синуси (сл. 3).



Слика 3. Приказ на циркулацијата на лимфоцитите низ лимфниот јазол

ФУНКЦИИ НА ЛИМФНИОТ ЈАЗОЛ

На својот пат кон крвотокот, лимфата задолжително минува и се филтрира барем низ еден лимфен јазол. Лимфните јазли се активни филтри. Во нив се фагоцитираат материите кои од ткивата, преку лимфата, се донесени во јазолот, а се туѓи за организмот. Во фагоцитозата учествуваат **макрофагите**. Тие потоа **антигените им ги презентираат на Б-лимфоцитите** кои се во лимфните фоликули.

Под влијание на пристигнатите информации, во **герминативниот центар настануваат ефекторните клетки на хуморалниот имуни-**

тет (клетки со помнење и плазма клетки) кои преку лимфата и крвотокот дистрибуираат низ целиот организам.

Паракортексот е депо на Т-лимфоцити и микросредина во која **Т-лимфоцитите** го ми-

нуваат вториот дел од диференцијацијата, т.е. антиген зависната фаза на диференцијација.

СЛЕЗИНА (*Lien*)

Слезината е најголемиот инкапсулиран лимфен орган. Вклучена е во крвната циркулација и претставува **имунолошки филтер за крвта**.

Органот еднадвор е обвиен со **капсула** – тенка растеглива обвивка обложена со мезотел кој и дава мазност и сјај. Во внатрешноста на органот капсулата испраќа **трабекули** кои се разгрануваат и поврзуваат меѓусебе. Овие фиброзни структури ја сочинуваат **стромата** т.е. потпората на мекото ткиво на слезината. Во стромата се присутни и мазни мускулни клетки кои, заедно со еластичните влакна, му даваат на органот извесен степен на еластичност. Затоа слезината е способна да задржи големо количество крв и значајно да го зголеми својот волумен, а со активноста на миоцитите резервната крв ја истиснува во циркулацијата.

Паренхимот на слезината има мека конзистенција и затоа се означува како пулпа (лат. *pulpa* = мека маса). Во слезината има два морфолошки и функционално различни типа пулпа: **бела и црвена пулпа**. Терминологијата е базирана на колоритот на ткивото на свеж пресек на органот. На свеж пресек, со голо око, црвената пулпа има црвена боја и ја исполнува скоро целата внатрешност на органот. Белата пулпа се забележува како многубројни тркалезни или издолжени полиња со светло-сива боја, вгнездени насекаде низ црвената пулпа.

Белата и црвената пулпа содржат различни сегменти од крвотокот. **Белата пулпа е организирана околу артериските крвни садови, а црвената пулпа е организирана околу капиларите и венските синуси**.

На површината на слезината постои хилус кој претставува влезна и излезна порта за крвните садови, лимфните садови и нервите. Низ хилусот во слезината навлегува *arteria lienalis* која се дели на гранки кои патуваат низ трабекулите (*Arteriae trabeculares*). Разгранувањето оди по следниов редослед:

1. *Arteria lienalis*;

2. *Arteriae trabeculares*;
3. *Arteriae centrales*;
4. *Arteriolae penicillate*;
5. Капилари;
6. Венски синуси;
7. Венули и вени,
8. *Vena lienalis*.

БЕЛА ПУЛПА

Белата пулпа е претставена со **лимфно ткиво долж текот на *arteriae centrales***.

Веднаш по нивното одвојување од трабекуларните артерии, централните артерии ги обвиткува маса од лимфно ткиво наречена **периартеријална лимфна обвивка** (англ. *PALS* – *periarterial lymphatic sheath*) изградена претежно од **Т-лимфоцити** (сл. 3). Оваа лимфна обвивка има цилиндрична форма со аксијално локализирана *a. centralis*.

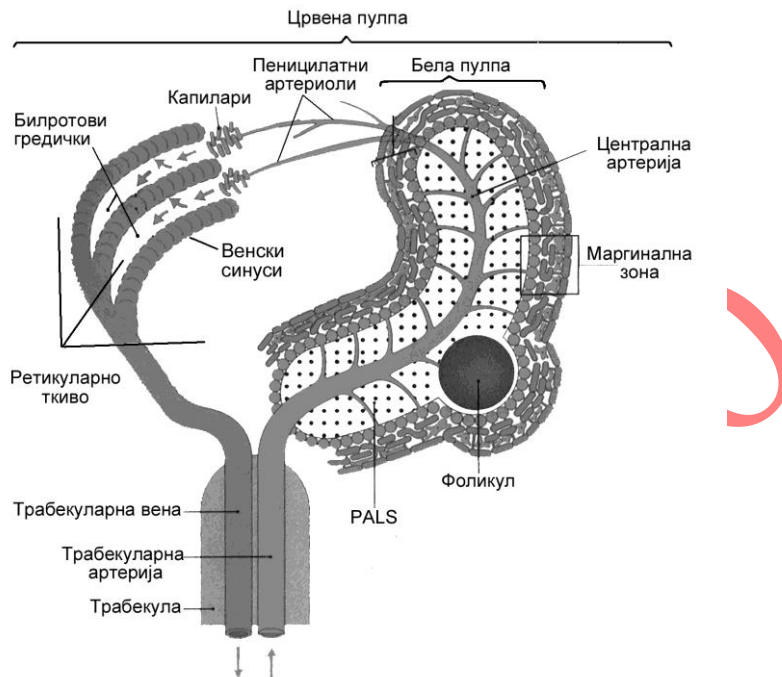
Во *PALS*, местимично се групираат и **Б-лимфоцити** формирајќи **лимфни фоликули**. Овие лимфни фоликули ја поместуваат централната артерија, па таа од централна позиција, се поставува ексцентрично во фоликулот.

Лимфните фоликули обично имаат **герминативни центри**. При антигена стимулација тие можат екстремно да нараснат и така зголемените фоликули се нарекуваат **Малпигиеви телца**.

На самата периферија од белата пулпа постои тесна **маргинална зона** (сл. 3) каде белата пулпа граничи со црвената.

Белата пулпа по својата структура и функција претставува еквивалент на другите лимфоидни органи бидејќи во неа:

- се активираат и пролиферираат Т-лимфоцитите,
- се диференцираат Б-лимфоцитите и плазма клетките,
- се секретираат антитела.



Слика 4. Шематски приказ на белата пулпа (организирана околу артериските крвни садови) и црвената пулпа (организирана околу капиларите и венските синуси)

ЦРВЕНА ПУЛПА

Поголемиот дел од паренхимот на слезината претставува црвена пулпа. Таа е изградена од **капилари**, мрежа од **ретикуларно сврзано ткиво** и **венски синуси**.

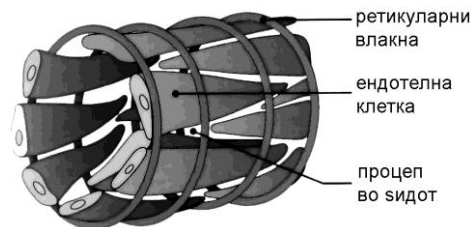
– *Aa. centrales* во црвената пулпа се разгрануваат на **пеницилатни артериоли** (сл. 4),

– **Пеницилатните артериоли** се разгрануваат на **капилари** кои се излеваат во **ретикуларната мрежа на црвената пулпа**,

– **Ретикуларната мрежа** на црвената пулпа е населена со клетки кои излегле од луменот на крвните садови. Околу венските синуси таа е погуста и во вид на надолжни зони кои се нарекуваат **Билротови гредички** (сл. 4). Во нив, освен **ретикуларни клетки** и ретикуларни влакна, има и динамична клеточна популација (голем и променлив број) од **еритроцити**, **макрофаги**, **лимфоцити**, **дендритски клетки**, **плазма клетки** и друго.

– Од ретикуларното ткиво крвта навлегува во **венски синуси**, па во венските крвни садови, за да ја напушти слезината преку *v. lienalis*.

Венските синуси се специфични собирни крвни садови. Обложени се со долги ендотелни клетки поставени паралелно со надолжната оска на крвниот сад (сл. 5).



Слика 5. Градба на венскиот синус во црвената пулпа

Ендотелните клетки се **оокружени само со ретикуларни влакна**, поставени како обрачи на буре. Меѓу клетките постојат ситни отвори низ кои:

– клетките на крвта преминуваат во околното ретикуларно ткиво,

– макрофагите од околното ретикуларно ткиво ги испраќаат своите цитоплазматски продолжетоци во луменот на синусот и ги ловат туѓите честички од крвта,

– крвта од ретикуларното ткиво заминува во венскиот систем.

ФУНКЦИИ НА СЛЕЗИНАТА

Во пренаталниот живот слезината има хематопоемска улога (создавање на еритроцити), но основната функција и е **имунолошка**, а претставува **и филтер на крвта**. Генерално, нејзина функција е:

1) Отстранување на антигените од крвта (преку активноста на макрофагите во црвената пулпа);

2) Отстранување на остарените и истрошените еритроцити и тромбоцити (преку активноста на макрофагите во црвената пулпа);

3) Создавање на антитела против антигените во крвта (во белата пулпа);

4) Активирање и пролиферација на Т- и Б-лимфоцити (во белата пулпа);

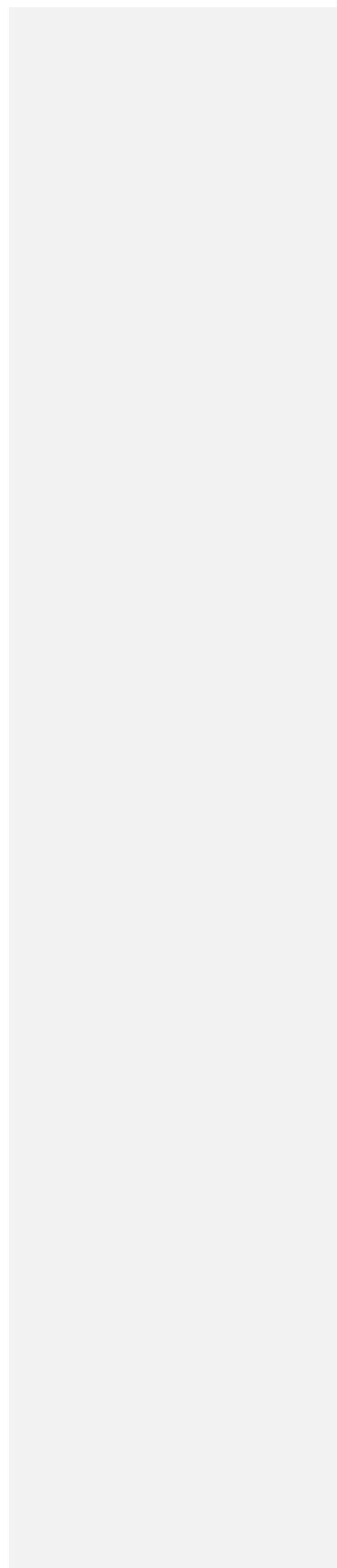
5) Складирање на крв (во ретикуларниот простор на црвената пулпа).

ЗАШТИТЕНО

ЗАШТИТЕНО

Проф. д-р Невена Костовска

РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ



С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

СПРОВОДЕН ДЕЛ	34
Носна празнина (<i>Cavum nasi</i>)	34
Параназални синуси	36
Назофаринкс (<i>Nasopharynx</i>)	36
Грклан (<i>Larynx</i>)	37
Душник (<i>Trachea</i>)	37
Бронхи (<i>Bronchi</i>)	38
Бронхиоли (<i>Bronchioles</i>)	39
РЕСПИРАТОРЕН ДЕЛ	40
Алвеоли (<i>Alveoles pulmonium</i>)	40
Интералвеоларен септум (воздушно-крвна бариера)	42
Плевра (<i>Pleura</i>)	42

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

Респираторниот систем е специфично структуриран за да овозможи размена на гасовите помеѓу крвта и воздухот, во смисла на трансфер на кислород од инспирираниот воздух во крвната циркулација и трансфер на јаглерод диоксид од крвната циркулација во еспирираниот воздух.

Респираторниот систем со својата специфична структурна организација овозможува извршување и на некои други функции: спроведување на воздухот до местото на размената на гасовите, перцепција на мирис, фонација (продукција на глас). Во обавувањето на неговата функција учествуваат следниве структури: носна празнина, фаринкс, ларинкс, трахеја, бронхи, бронхиоли и две белодробни крила.

Вообичаено овој систем, според функцијата на одделни негови структури, се дели на спроводен и респираторен дел.

Спроводниот дел на респираторниот систем има две основни функции: да го обезбеди патот низ кој воздухот навлегува и излегува од белодробното и да обезбеди подготовка (кондиционирање) на инспирираниот воздух. Овој дел се состои од структури вон белодробното (екстрапулмонални) и структури во белодробното (интрапулмонални).

Екстрапулмоналните спроводни структури го пренесуваат воздухот од надворешната средина до белите дробови и обратно. Во нив се вбројуваат:

- Носна празнина (*Cavum nasi*)
- *Nasopharynx* и *oropharynx*
- Грклан (*Larynx*)
- Душник (*Trachea*)
- Главни (примарни) бронхи (*bronchi primarii*)

Со навлегувањето на главните бронхи во белодробното, започнуваат **интрапулмоналните спроводни структури**:

- Бронхи (*bronches*), кои многукратно се разгрануваат на сè помали гранки сè до формирањето на најмалите сегменти од спроводниот дел.
- Бронхиоли (*bronchioles*), кои понатаму се разгрануваат сè до формирањето на терминални бронхиоли со кои завршува спроводниот дел на респираторниот систем.

Респираторниот дел на респираторниот систем ги опфаќа структурите кои учествуваат во размената на гасовите и тоа:

- Респираторни бронхиоли (*bronchioli respiratorii*)
- Алвеоларни ходници (*ductuli alveolares*)
- Алвеоларни вреќички (*sacculi alveolares*)

Во градбата на овие структури се инкорпорирани најмалите специјализирани структури – **алвеолите**, кои го сочинуваат најголемиот дел од паренхимот на белите дробови, а претставуваат место каде што се одвива размената на гасовите помеѓу инспирираниот воздух и крвната циркулација.

Во целиот систем на респирација учествува и вентилациониот механизам кој се состои од: торакални коскени делови, интеркостални мускули, дијафрагма и еластични и колагени влакна во белите дробови. Овие структури овозможуваат зголемување на торакалниот простор при вдишувањето и негова релаксација при издишувањето на воздухот.

СПРОВОДЕН ДЕЛ

Спроводниот дел на респираторниот систем има две основни функции:

– да го обезбеди патот низ кој воздухот навлегува и излегува од белодробиеото;

– да обезбеди подготовка или кондиционирање на инспирираниот воздух. Кондиционирањето на инспирираниот воздух подразбира негово чистење, влажење и затоплување.

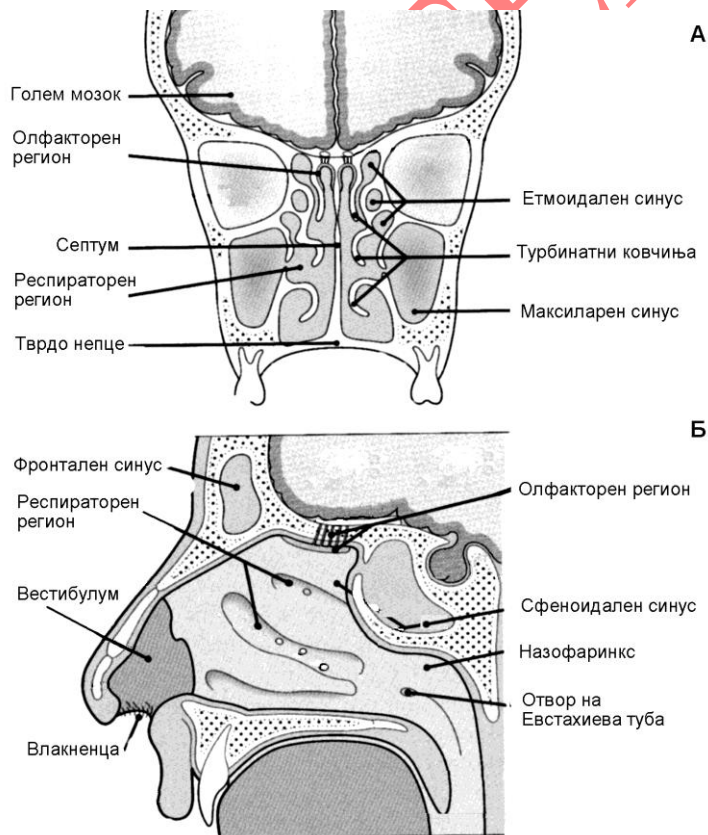
НОСНА ПРАЗНИНА (*Cavum nasi*)

Носната празнина е претставена со парни простори поделени со коскен и картилагинозен септум. Секој простор комуницира кон надворешното опкружување преку ноздрите, а кон внатре (назад) комуницира со назофаринкс,

преку хоаните (сл. 1). Секој простор е поделен на три регии:

- Предворје (*Vestibulum nasi*)
- Респираторен дел (*Regio respiratoria nasi*)
- Олфакторен дел (*Regio olfactoria nasi*)

Vestibulum nasi го претставува предворјето на носната празнина. Тоа е регионот кој комуницира со надворешната средина (сл. 1-Б). Кожата на лицето и носот го препокрива и вестибулулот, па затоа тој е обложен со **многуслоен плочест орожен епител**. Присутни се куси, дебели влакненца (*vibrissae*) и лојни и потни жлезди. Влакненцата и секретот на лојните жлезди ги задржуваат поголемите партикли и го спречуваат нивното навлегување во внатрешноста на носната празнина.

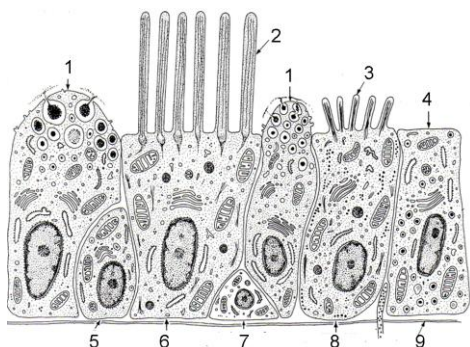


Слика 1. Анатомска градба на носната празнина

Во внатрешноста на вестибулумот епителот се менува од ороженет во влажен многуслоен плочест епител кој на крајот се истенчува и непосредно пред респираторниот регион преминува во респираторен епител.

Regio respiratoria nasi зазема најголем дел од носната празнина (сл. 1-А и Б). Од неговите латерални сидови се протегаат долги, завинени ковчиња наречени турбинатни ковчиња или конхи (*conchae*). Нивното присуство ја зголемува површината на респираторната регија, а истовремено го задржува подолго време инспирираниот воздух и овозможува негово ефикасно кондиционирање (сл. 1-А).

Слузницата која ја обложува респираторната регија е претставена со епител и **ламина проприја** која налегнува на периостот на коскните делови. **Епителот** е псевдослоен цилиндричен епител со трепки и пехарести клетки или уште е наречен **респираторен епител** (сл. 2). Тој е изграден од 5 типа клетки кои сите лежат на добро изразена базална мембрана:



Слика 2. Шематски приказ на респираторниот епител

1 – пехареста клетка; 2 – цилија; 3 – микровили; 4 – ентоендокрина клетка; 5 – лимфоцит; 6 – клетка со цилии; 7 – базална клетка; 8 – четкаста клетка; 9 – базална мембрана

1. Цилиндрични клетки со цилии. Тие се најбројни, високи клетки застапени по целата должина на епителот. На апикалната површина имаат бројни цилии кои со своите синхронизирани движења го придвижуваат мукусот на површината на слузницата во правец кон фарингсот и ларингсот, каде што дебрисот од заробените партикли се голта или се искашлува. На тој начин тие партиципаат во **чистењето** на инспирираниот воздух.

2. Пехарести (мукозни) клетки. Овие клетки се вметнати меѓу цилиндричните, а синтетизираат и екскретираат мукозен секрет со кој се обложува слузницата. Секретот има двојна улога: **влажнење** на слузницата и на инспирираниот воздух и заробување на ситните партикли со што се **очистува** воздухот.

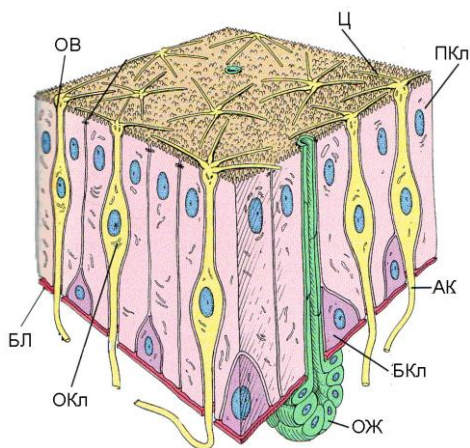
3. Четкасти клетки. Тие се мали клетки кои на апикалната површина имаат долги микровили заради што го добиле името. Со базалната страна клетките се во синаптички контакт со аферентни нервни завршетоци, па затоа претставуваат **рецепторни клетки**.

4. Мали гранулирани клетки. Овие клетки се претставници на **ентероендокрините клетки** во респираторниот систем. Во цитоплазмата содржат гранули по што се разликуваат од базалните клетки. Секретираат катехоламини или полипептидни хормони. Тие ја регулираат функцијата на пехарестите клетки и трепењето на цилиите на цилиндричните клетки.

5. Базални клетки. Претставуваат стем клетки кои со митотска делба можат да преминат во друг тип клетки од респираторниот епител, со што учествуваат во **обновувањето на епителот**.

Lamina propria во слузницата на респираторниот регион директно налегнува на периостот на коските, а се карактеризира со богата, извиткана капиларна мрежа локализирана во горните партии, блиску до епителот. Тоа овозможува близок контакт на крвната циркулација со инспирираниот воздух и негово **затоплување**. Капиларите, особено површните, можат екстремно да се прошират при алергиски реакции или настинки. Во тие случаи ламина проприја се исполнува со флуид, мукозата станува едематозна и врши рестрикција на воздушниот пасаж со што дишењето станува отежнато. Ламина проприја содржи и бројни **мукозни жлезди** чија секреција ја надополнува секрецијата на пехарестите клетки во респираторниот епител.

Regio olfactoria nasi е **сензорен регион** во носната празнина. Локализиран е на покривот на двете носни празнини и продолжува кусо по латералните и медијалните назални сидови (сл. 1-А и Б). Овој регион е одговорен за перцепција на **осетот за мирис** и софистициран осет за вкус. Обложен е со олфакторна слузница изградена од епител и ламина проприја. **Олфакторниот епител**, како и епителот на респираторниот дел е псевдослоен, но содржи различни клеточни популации (сл. 3):



Слика 3. Шематски приказ на олфакторниот епител АК – аксон; БКл – базална клетка; БЛ – базална ламина, ОВ – олфакторна везикула; ОЖ – олфакторна жлезда; ОКл – олфакторна клетка; ПКл – потпорна клетка; Ц – цилија

1. Олфакторни клетки. Претставуваат **биполарни неврони**. Апикалниот пол на секоја олфакторна клетка претставува **дендритично продолжение** кое се протега кон површината на епителниот слој каде што завршува со проширување наречено **олфакторна везикула**. Од неа излегуваат бројни **цилии** кои радијално се протегаат по површината на епителот. Цилиите главно не се подвижни, а содржат бројни хеморецептори кои ги препознаваат структурните разлики на мирисните супстанции. Мирисните молекули се раствораат во олфакторниот мукус и во интеракција со рецепторите индуцираат акциски потенцијал.

Базалниот пол на клетката прераснува во **аксон**, го напушта епителот и навлегува во сврзото ткиво на ламина проприја каде што се здружува со аксоните на другите олфакторни клетки формирајќи го **олфакторниот нерв (fila olfactoria)**.

Олфакторните клетки вообичаено живеат 1 месец. Во случај на нивно оштетување тие брзо се заменуваат со нови, што е меѓу единствените примери на вистинска репарација на неврони во текот на животот.

2. Потпорни клетки. Тие се најбројните клетки во олфакторниот епител. Имаат цилиндрична форма, а нивните јадра се сместени кон апикалниот дел. Имаат бројни микровили на апикалната површина и липофусцински гранули во цитоплазмата. Поврзани се со олфактор-

ните клетки со меѓуклеточни врски и овозможуваат нивна механичка и метаболна потпора.

3. Четкасти клетки. Овие клетки се идентични како во респираторниот епител.

4. Базални клетки. Претставуваат мали, прогениторни, стем клетки.

Lamina propria на олфакторната слузница содржи карактеристични олфакторни (**Bowman-ови**) жлезди. Тие се разгранети **тубулоалвеоларни серозни жлезди** кои својот секрет го излеваат на површината на олфакторната слузница преку одводен канал (сл. 3). Жлездените клетки содржат **липофусцински гранули**, кои заедно со липофусцинските гранули во епителните потпорни клетки, даваат **жолто-кафено обојување на олфакторната регија**. Серозниот секрет на олфакторните жлезди служи како замка и растворувач на мирисните супстанции. Константниот прилив на секрет ги мие остатоките од детектираните супстанции и овозможува детекција на новопрстигнатите.

ПАРАНАЗАЛНИ СИНУСИ

Параназалните синуси се џебови исполнети со воздух, формирани од коските на сидовите на носната празнина (сл. 1-А и Б). Името го добиваат според коската во која се наоѓаат: **етмоидални, фронтални, сфеноидални и максиларни синуси**. Сите синуси комуницираат со носната празнина преку серија отвори. Обложени се со тенок **респираторен епител** во кој се присутни бројни пехарести клетки. Секретот што се создава во нив, се дренира во носната празнина со помош на координираните движења на цилиите.

Синузитис е инфламаторен процес во синусите кој доведува до опструкција на дренажните отвори и исполнување на синусите со секрет.

НАЗОФАРИНКС (Nasopharynx)

Назофаринксот го опфаќа просторот зад носната празнина, а над мекото непце (сл. 1-Б). Неговата слузница е обложена со **респираторен епител** кој во делот на орофаринксот преминува во многуслоен плочест влажен епител.

Карактеристична структура за назофаринксот е назофарингеалната тонзила (**tonsilla pharyngea**) која претставува колекција на нодуларно лимфно ткиво локализирано на неговиот заден ѕид.

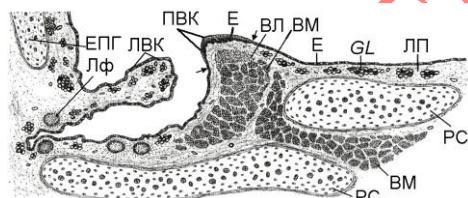
Назофарингсот е поврзан со средното уво преку Евстахиевите туби (*tuba auditiva – Eustachian*). Во слузницата на тубите, на местото каде што тие се отвораат, се наоѓаат парни колекции на лимфно ткиво (*tonsilla tubaria*) кои всушност претставуваат продолжение на назофарингеалната тонзила.

ГРКЛАН (Larynx)

Ларингсот претставува дел од спроводните респираторни патишта кој го поврзува орофарингсот со трахејата. Неговата комплексна градба обезбедува:

- пат на инспирираниот и експирираниот воздух,
- превенција од навлегување на инспирираниот воздух во езофагусот,
- превенција од навлегување на ингестираната храна во дишните патишта,
- продукција на глас.

Ларингсот е изграден од слузница, 'рскавични структури (хијалини и еластични картилагинозни плочи), лигаменти и скелетно мускулно ткиво (сл. 4).



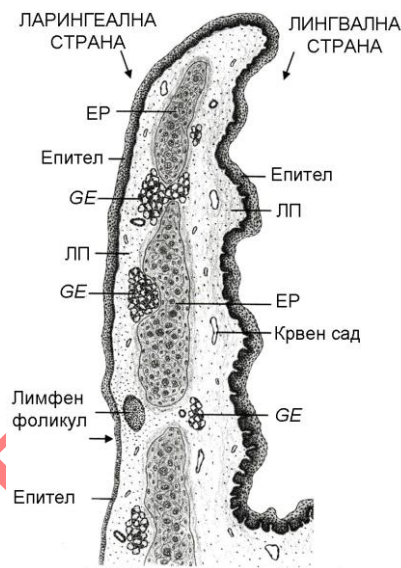
Слика 4. Larynx

GL – *gll. laringeales*; ВЛ – вокален лигамент; ВМ – вокален мускул; ЛП – ламина проприја; ЛФ – лимфен фоликул; Е – епител; ЕПГ – епиглотис; ЛВК – лажни вокални корди; ПВК – прави вокални корди; РС – а кервица; Стрелките покажуваат промена на епителот

Превенцијата од преминувањето на храната во дишните патишта, главно е задача на *epiglottis* (капаче), кој го затвора трахејалниот отвор при актот на голтањето. Централна позиција во епиглотисот има еластичната 'рскавица околу која има слузница. Лингвалната страна е обложена со многуслоен плочест влажен епител, а ларингеалната страна е обложена претежно со респираторен епител (сл. 5).

Под епиглотисот, ларингеалната мукоза формира 2 пара **вокални набори или корди**. Тие се изградени од мукоза, лигаменти (вокал-

ни) и скелетна мускулатура (вокални мускули) (сл. 4). Лигаментите и мускулните влакна се поврзани со картилагинозните плочи.



Слика 5. Epiglottis

ЕР – еластична 'рскавица; GE – *gll. Epiglotticae*; ЛП – ламина проприја; Стрелките покажуваат промена на епителот

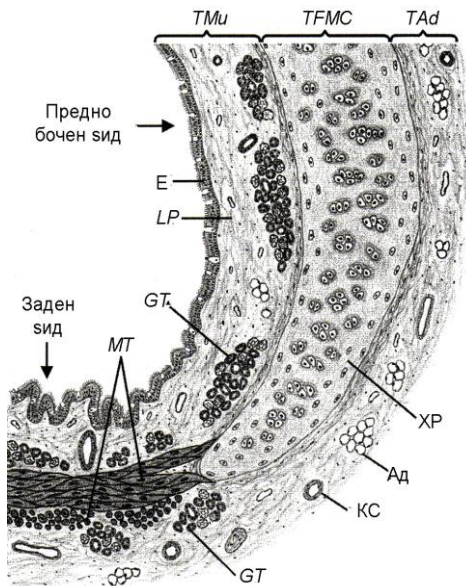
Вокалните корди кои се поставени погоре се нарекуваат **лажни вокални корди** (*plicae ventriculares*) бидејќи не учествуваат во формирањето на говорот, туку само во креирањето на резонанцијата на звукот. Овие корди се обложени со **респираторен епител**, а во ламина проприја содржат жлезди.

Под лажните, сместени се **вистинските вокални корди** (*plicae vocales*), кои учествуваат во формирањето на говорот. Тие се обложени со **многуслоен плочест влажен епител**. Воздухот кој што минува низ ларингсот, предизвикува вибрации на правите корди, а вокалните мускули ја регулираат тензијата на кордите.

ДУШНИК (Trachea)

Трахејата е тубуларна структура со должина од 10 cm и дијаметар од околу 2 до 3 cm. На долниот пол таа се разгранува на примарни (екстрапулмонални) бронхи.

Од хистолошки аспект, сидот на трахејата се состои од 4 добро диференцирани слоеви (сл. 6):



Слика 6. Trachea

TMu – tunica mucosa и submucosa; TFMC – tunica fibromusculocartilaginea; TAd – tunica adventitia; GT – gl. tracheales; MT – m. trachealis; E – епител; Ад – адипоцити; КС – крвен сад; XP – хијалина 'рскавица; LP – lamina propria

1. Tunica Mucosa, изградена од lamina epithelialis и lamina propria. Епителот ги има сите карактеристики на **респираторен епител**. Во него доминантни се цилиндричните клетки со бројни цилии кои треперат кон фарингсот. **Лamina проприја** се карактеризира со бројни еластични сврзни влакна и присуство на лимфоцити кои можат да го инфилтрираат и епителниот слој. Лимфоцитите може да се дифузно распоредени или организирани во нодули, но константно се присутни како во lamina propria, така и во субмукозата.

2. Tunica submucosa, претставена е со релативно ретко сврзно ткиво, па затоа тешко се разликува границата со lamina propria. Во субмукозата е присутно дифузно или нодуларно лимфатично ткиво. Во овој сегмент од сидот на трахејата сместени се **серомукозни жлезди (gl. Tracheales)** чии одводни канали се отвораат на површината на епителот. Субмукозата завршува таму каде што започнува перихондриумот на 'рскавицата.

3. Tunica fibromusculocartilaginea, изграден од 15 до 20 некомплетни прстени од **хијалина 'рскавица** во форма на потковица свртена кон напред. Само во задниот дел на трахејата недостасува 'рскавица, а на тоа место премостувањето на двата краја на 'рскавицата е преку фиброколагенозен лигамент богат со еластични влакна (*ligamentum anularae*) и снопови од мазни мускулни влакна на *m. transversus tracheae*, кои дозволуваат делумна констрикција на тој дел на трахејата.

4. Tunica adventitia, која ја поврзува трахејата со околните органи.

Горенаведената структура на сидот на трахејата претставува модел за останатите сегменти од спроводниот дел на респираторниот систем, со напомена дека овој модел претрпува модификации типични за одредени структури.

БРОНХИ (Bronchi)

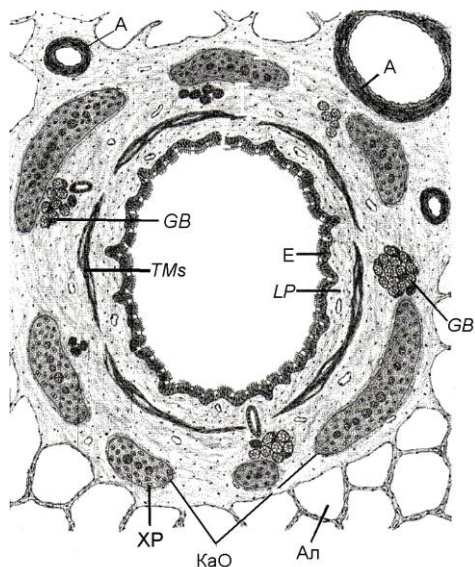
Со бифуркацијата на трахејата се формираат **екстрапулмоналните (примарни) бронхи**. Тие имаат нешто помал дијаметар од трахејата, а хистолошката градба им е идентична со градбата на трахејата.

Интрапулмонални бронхи се оние кои навлегуваат во белодробното, а настануваат со разгранување на примарните бронхи. Тие понатаму се разгрануваат на помали **лобарни бронхи**, а со нивното разгранување се формираат **сегментните бронхи**. Структурата на интрапулмоналните бронхи (сл. 7) претрпува модификации во однос на градбата на трахејата во смисла на:

Мукозата е изградена од **респираторен епител**, но висината на епителните клетки, како и дебелината на lamina propria се намалува со намалувањето на дијаметарот на бронхите.

Субмукозата е идентична, но **жлезди се присутни само во поголемите бронхи**.

Мускулното ткиво е локализирано на границата помеѓу lamina propria и субмукозата. Тоа е организирано во вид на вкрстени снопови од спирално ориентираните мазни мускулни клетки. Кај поголемите бронхи мускулниот слој може да биде дисконтинуиран, а кај помалите станува континуиран. Контракцијата на мазните мускулни клетки го регулира дијаметарот на бронхите за време на минувањето на воздухот низ нив.



Слика 7. Bronchus

TMs – tunica muscularis; E – епител; LP – lamina propria; GB – gll. Bronchiales; XP – хијалина рскавица; A – артерија; Ал – алвеола; КаО – картилагинозни островца

Картилагинозниот слој е дисконтинуиран, во вид на островчиња кои стануваат сè помали со намалувањето на дијаметарот на бронхите.

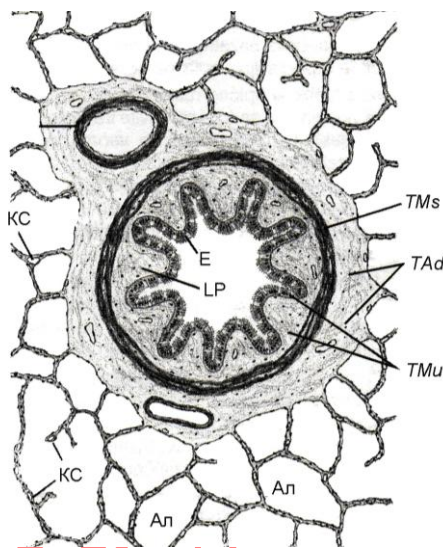
Адвентицијата не претрпува битни модификации во однос на онаа кај трахејата.

БРОНХИОЛИ (Bronchioles)

Најмалите бронхи се разгрануваат на бронхиоли. Бронхиолите повеќекратно се разгрануваат сè до формирањето на најмалите, терминални и респираторни бронхиоли. Со терминалните бронхиоли завршува спроводниот дел на респираторниот систем.

Бронхиолите се структури со дијаметар помал од 1 mm, со следниве специфики во градбата на нивниот ѕид (сл. 8):

– Епителот од респираторен (кај поголемите бронхиоли), со намалување на дијаметарот на бронхиолите, се менува во еднослоен цилиндричен или кубичен епител чии клетки ги задржале цилиите. Пехарести клетки има во поголемите бронхиоли, а во помалите тие исчезнуваат;



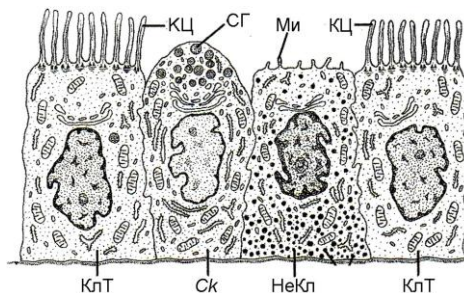
Слика 8. Bronchiolus

TMs – tunica muscularis; TAd – tunica adventitia; TMu – tunica mucosa; LP – lamina propria; Ал – алвеола; KC – крвен сад; E – епител

– Картилагинозни островчиња и жлезди нема во ѕидот на бронхиолите;

– Мазното мускулно ткиво формира циркуферентни дебели снопови.

– Најмалите бронхиоли со кои завршува спроводниот дел се терминалните бронхиоли. Тие се обложени со еден слој кубични клетки со цилии. Меѓу нив се вметнуваат Clara-клетки (сл. 9). По должината на терминалните бронхиоли постепено се намалува бројот на клетки со цилии, а се зголемува бројот на Clara-клетки.



Слика 9. Епител на бронхиола

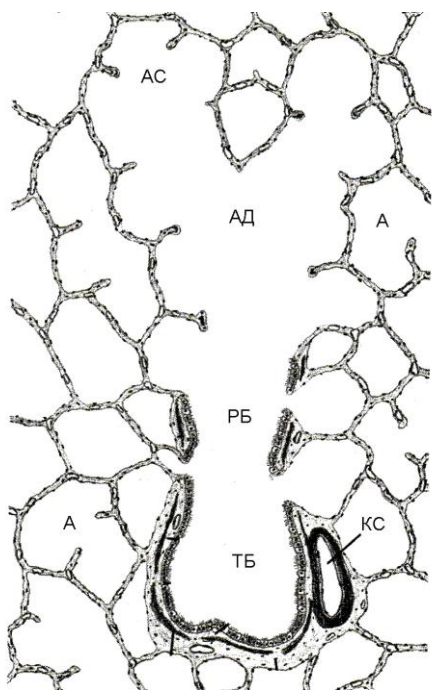
КЦ – киноцилии; СГ – секреторни гранули; КЛТ – клетки со трепки; Ck – Clara-клетка; НеКл – невроендокрина клетка; Ми – микровили

Clara-клетките се нецилијарни клетки со заоблена апикална површина (сл. 9). По своите електронско микроскопски карактеристики тие претставуваат **протенин-секретирачки клетки**.

Тие секретираат липопротеински секрет со кој се обложува слузницата на бронхиолите и се превенира колабирањето на нивниот лумен за време на експирацијата.

РЕСПИРАТОРЕН ДЕЛ

Последните структури на спроводниот дел на респираторниот систем (терминалните бронхиоли) се разгрануваат на **респираторни бронхиоли, со кои започнува респираторниот дел на овој систем**. Тие се преодни структури кои се делумно инволвирани и во спроведувањето на воздухот и во размената на гасовите (сл. 10).



Слика 10. Терминална и респираторна бронхиола. АД – алвеоларен дуктус; АС – алвеоларен сакулус; РБ – респираторна бронхиола; ТБ – терминална бронхиола; А – алвеола; КС – крвен сад

Респираторните бронхиоли имаат карактеристичен неправилен и наборен лумен. Обложени се со **кубичен епител со трепки и Clara-клетки**. Во дисталните партии доминираат *Clara*-клетките. Во сидот на овие бронхиоли сè уште е присутно мазното мускулно ткиво и тоа

во вид на снопови. Овој сегмент на респираторните бронхиоли учествува во спроведувањето на воздухот.

Местимично, во сидот на респираторните бронхиоли се присутни **алвеоли**. Како се оди кон дисталните партии на бронхиолите, така се зголемува застапеноста на алвеолите. Со овој сегмент, респираторните бронхиоли учествуваат во размената на гасовите.

Респираторните бронхиоли се отвораат во мултиалвеоларни структурни единици, **алвеоларни ходници (*ductuli alveolares*)**, а овие во **алвеоларни вреќички (*saculi alveolares*)**.

Алвеоларните ходници структурно се слични со респираторните бронхиоли, а нивна доминантна структура се алвеолите. Алвеолите меѓусебе се раздвоени со сврзано ткиво со богата капиларна мрежа и поединечни мазни мускулни клетки.

Алвеоларните **вреќички** претставуваат групации од алвеоли со централен простор каде што алвеолите се отвораат. Во сврзаното ткиво меѓу алвеолите **нема мазни мускулни клетки**.

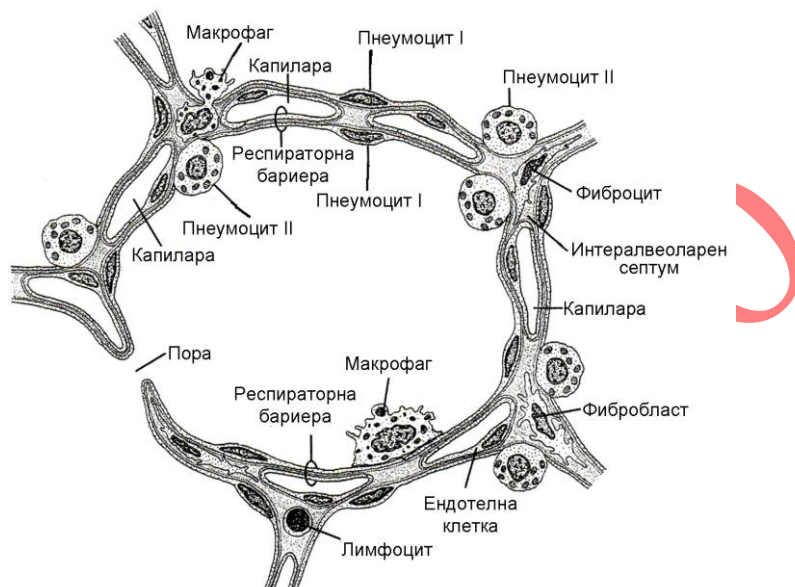
АЛВЕОЛИ (*Alveoles pulmonium*)

Алвеолите се терминални воздушни простори на респираторниот систем и претставуваат место за размена на гасовите меѓу инспирираниот воздух и крвната циркулација. Во двете белодробнија има околу 300 до 500 милиони алвеоли, кои обезбедуваат енормна ареа за размена на гасови од околу 143 m². Алвеолите се полигонални простори со дијаметар од 0,2 mm. Тие се обложени со **еднослоен епител** на кој се диференцираат два основни типови клетки. Со заедничко име клетките се нарекуваат **пнеумоцити**, кои лежат на добро изразена базална ламина. Се диференцираат **пнеумоцити тип I** и **пнеумоцити тип II**. (сл. 11).

Пнеумоцити тип I се сплескани, сквамозни клетки, **специјализирани за размена на гасовите**, кои препокриваат 95% од површината на алвеолите. Поврзани се со оклудентни врски

кои обезбедуваат ефективна бариера меѓу воздухот и компонентите на просторот меѓу алвео-

лите. Овие алвеоларни клетки **немаат способност за делба**.



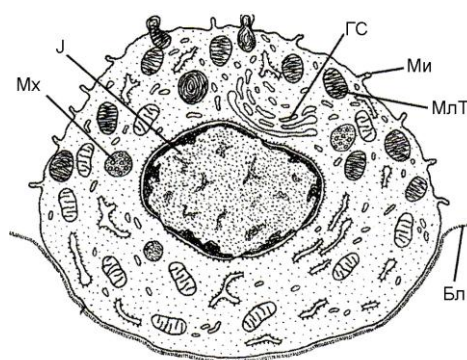
Слика 11. Структурни компоненти на алвеолата

Пнеумоцити тип II се **секреторни клетки** со кубоидна форма кои проминираат во алвеоларниот простор. Бројни се исто колку и пнеумоцитите тип I, но заради нивната конфигурација, препокриваат површина на алвеолите од околу 5%. Бидејќи се секреторни клетки, во цитоплазмата содржат екстензивен рапав ендоплазматски ретикулум и голем Голциев систем (сл. 12). Нивната апикална површина е богата со **ламеларни телца** кои содржат **фосфолипиди**, кои по пат на егзоцитоза се излучуваат во форма на **сурфактант** кој ја обложува површината на алвеолите. Сурфактантот е активен агенс кој ја редуцира површинската напнатост на алвеолите и не дозволува нивно колабирање за време на инспирацијата.

Пнеумоцитите тип II се и **прогениторни клетки** за пнеумоцитите тип I, па при оштетување на алвеоларниот епител пролиферираат и ги обновуваат алвеоларните клетки.

Меѓу пнеумоцитите, во алвеолите можат да се сретнат и **алвеоларни макрофаги**. Тие припаѓаат на мононуклеарниот фагоцитен сис-

тем. Го фагоцитираат инхалираниот дебрис и се битен одбранбен механизам за некои инхалирани инфективни агенси и алергени. Истовремено алвеоларните макрофаги го отстрануваат и вишокот на сурфактант.



Слика 12. Пнеумоцит тип II

Ј – јадро; Мх – митохондри; ГС – Голциев систем; МлТ – мутиламеларни телца; Бл – базална ламина; Ми – микровили

ИНТЕРАЛВЕОЛАРЕН СЕПТУМ (ВОЗДУШНО-КРВНА БАРИЕРА)

Ткивниот простор меѓу воздушните простори на две соседни алвеоли се нарекува **интералвеоларен септум**. Тој претставува место на **воздушно-крвната бариера**. Оваа бариера ги опфаќа пнеумоцитите и нивната базална ламина и сврзното ткиво со богатата капиларна мрежа. Капиларите се во близок контакт со алвеолите, а една капилара може да опслужува две или повеќе алвеоли.

Богато васкуларизираниот тенок сид на секоја алвеола е специјализиран за размена на гасовите помеѓу инспирираниот воздух во луменот на алвеолата и крвната циркулација во пеиалвеоларните капилари, формирајќи **воздушно-крвната бариера**. Оваа бариера е структурно хетерогена зона од клетки и клеточни продукти низ која гасовите мораат да дифундираат помеѓу алвеоларниот и капиларниот компартман. Притоа, кислородот од инспирираниот воздух навлегува во крвната циркулација, а јаглерод диоксидот, од крвната циркулација, навлегува во воздухот кој ќе биде еспириран. Во зависност од компонентите кои ги содржи, воздушно-крвната бариера има тенок и дебел дел.

Тенкиот дел на воздушно-крвната бариера го сочинуваат следниве компоненти:

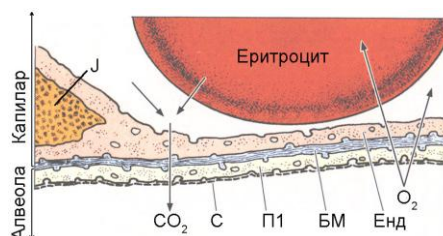
- пнеумоцити тип I
- базална ламина на пнеумоцитите
- базална ламина на ендотелните клетки
- ендотелни клетки на капиларите (сл. 13).

Поголема размена на гасовите се случува токму низ овој дел на бариерата.

Компонентите на **сврзното ткиво** можат да бидат присутни во просторот меѓу **двете базални ламини** при што се формира **дебелиот дел на воздушно-крвната бариера**. Во него се среќаваат и слободни макрофаги кои преку лимфната циркулација се транспортираат до регионалните лимфни јазли.

Во интералвеоларниот септум постојат отвори низ кои воздухот циркулира од една до друга алвеола. Тие отвори се нарекуваат **алвеоларни пори (Kohn-ови пори)** и имаат значајна улога при опструктивните заболувања каде што

е блокиран нормалниот пат на воздухот низ алвеолите. Алвеолите дистално од блокираниот дел можат да продолжат со аерацијата токму преку алвеоларните пори (сл. 11).



Слика 13. Дел од воздушно-крвната бариера
С – сурфактант; П1 – пнеумоцит тип I; БМ – базална мембрана (фузионирани две базални ламини); Енд – ендотелна клетка; J – јадро на ендотелна клетка

ПЛЕВРА (Pleura)

Плеврата е белодробна обвивка која има два дела: висцерален и париетален лист. **Висцералниот лист на плеврата** налегнува на белодробниот паренхим. Ондавор е обложен со **мезотел** под кој лежи тенок слој од сврзно ткиво со бројни колагени и еластични сврзни влакна. Сврзното ткиво, како дел од сврзно ткивниот скелет на белодробие, навлегува меѓу белодробниот паренхим, сè до најнежните и најдлабоки негови делови – интералвеоларните септуми.

Париеталниот лист на плеврата го обложува внатрешниот сид на торакалниот простор, а се состои од адипозно ткиво обвиткано со густо сврзно ткиво кое продолжува на перистотот на ребрата и перимизиумот на интеркосталните мускули.

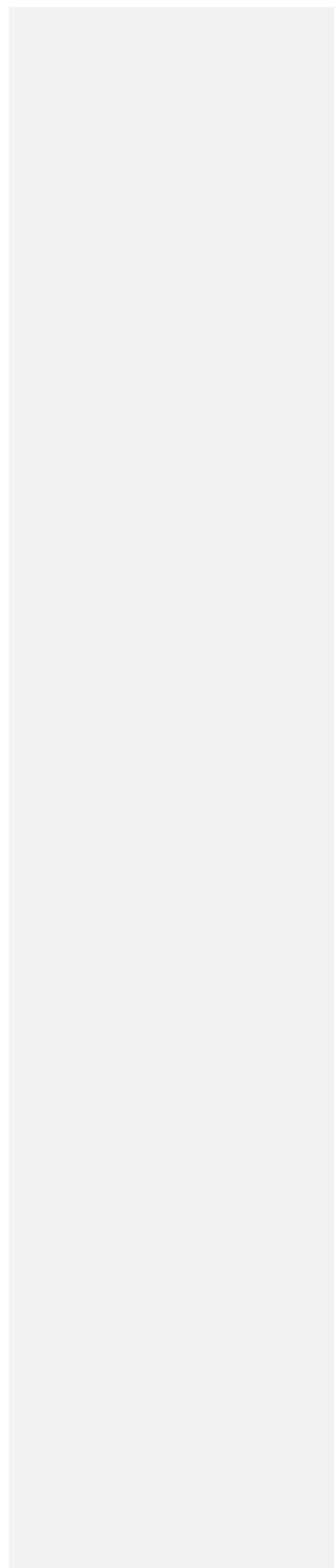
Помеѓу висцералниот и париеталниот лист на плеврата постои **плеврален простор** кој содржи тенок филм од лубрикантен флуид кој го намалува триењето на белодробие со торакалниот сид за време на респираторните движења.

Задача: објаснете зошто белодробниот крвоток е нутритивен и функционален?

ЗАШТИТЕНО

Проф. д-р Лилјана Миленкова

ЕНДОКРИН СИСТЕМ



С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА И ЕМБРИОНАЛЕН РАЗВИТОК

ХИПОФИЗА (<i>Hypophysis cerebri</i>).....	46
Аденохипофиза	47
Неврохипофиза.....	89
ТИРОИДНА (ШТИТНА) ЖЛЕЗДА (<i>Glandula thyroidea</i>).....	49
НАДБУБРЕЖНИ – АДРЕНАЛНИ ЖЛЕЗДИ (<i>Glandulae suprarenales</i>).....	51
Адренален кортекс	51
Адренална медула	53

ЗАШТИТЕНО

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА И ЕМБРИОНАЛЕН РАЗВИТОК

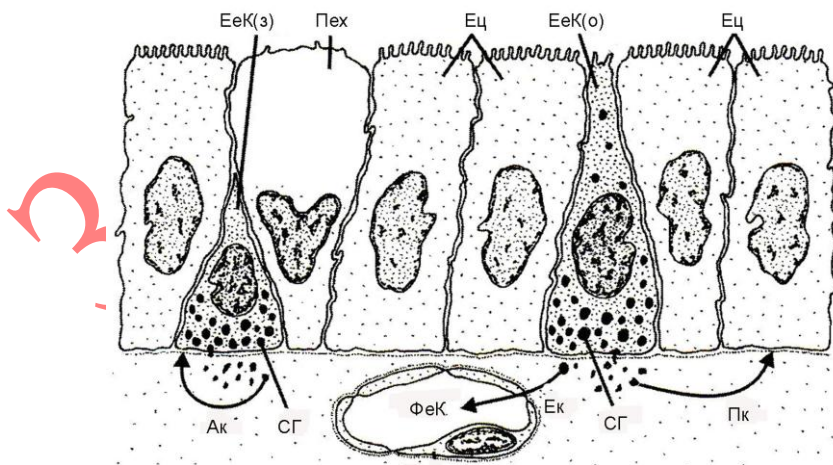
Ендокриниот систем е специфичен органски систем во кој органите кои го сочинуваат не се физички поврзани еден со друг. Нивната меѓусебна комуникација се остварува главно преку крвотокот, кој ги пренесува нивните пораки во форма на хемиски месинџери (гласници).

Ендокриниот систем врши синтеза и секреција на специфични материи наречени **хормони**. Овие материи со помош на крвта се разнесуваат низ организмот и делуваат врз точно определени органи, кои затоа се наречени **таргет органи**. Поретко, хормоните делуваат најнапред на НС, кој потоа ќе ја поттикне работата на соодветен таргет орган. **Ендокриниот систем, како и нервниот систем, координирајќи и интегрирајќи ги функциите на сите органски системи, прави од нив една совршена целина.**

Фактот дека структурите на ендокриниот систем синтетизираат и секретираат одредени материи, укажува на тоа дека се **градени од жлезден епител**. Во согласност со биосинтетската активност и природата на хормонот кој го синтетизираат, во ендокрините жлездени клетки ќе бидат поизразени и поактивни поедини органели.

Но, како и кај егзокрините жлезди, жлездениот паренхим секогаш е дискретно проткаен со **stroma од сврзно ткиво**, која му обезбедува подпора и нутриција (бидејќи е **богата со нерви, крвни садови и лимфни садови**).

Крвотокот на ендокрината жлезда истовремено е и функционален крвоток, бидејќи со себе, не само што ги доведува основните органски молекули кои жлездениот епител ќе ги искористи во процесот на биосинтезата на хормонот, туку и ги прима продуктите на таа биосинтеза и ги изведува од органот. На тој начин, **функционалниот крвоток врз себе ја презема и улогата на одводен систем**, па затоа ендокрините жлезди се жлезди без одводни канали.



Слика 1. Невроендокрини клетки на дигестивниот канал

ЕеК(з) – ентероендокрина клетка од затворен тип; **Пех** – пехареста клетка; **Ец** – ентероцити; **ЕеК(о)** – ентероендокрина клетка од отворен тип; **Фек** – фенестрирани капилари; **СГ** – секреторни гранули; **Ак, Пк, Ек** – автокрин, паракрин и ендокрин начин на секреција

Составните делови на ендокриниот систем се локализирани во различни делови на организмот, па дури се сместени и во внатрешноста на одделни органи од други органски системи. Затоа, одделните делови на овој систем меѓу себе многу се разликуваат :

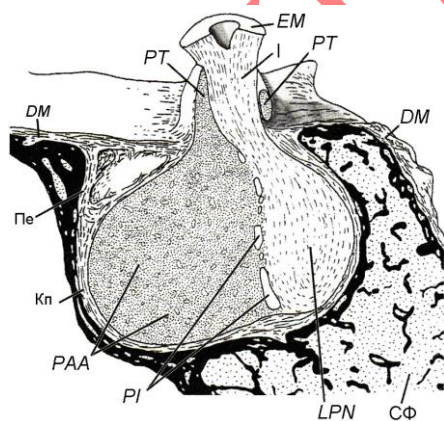
– Некои структури на ендокриниот систем се вообличени **во форма на органи** (надбубрежна жлезда; тироидна жлезда; паратиroidна жлезда; хипофиза; епифиза). Нивната градба ќе биде опишана во ова поглавје.

– Други структури на овој систем се јавуваат во форма на организиран збир од ендокрини клетки т.е. **ендокрино ткиво што се вгнездило во некој орган** (Лангерхансовите островчиња во панкреасот; јукстагломеруларниот апарат во бубрегот; *corpus luteum* во овариумот; интерстициелни-те Лајдигови клетки во тестисот).

– Понекогаш делови од ендокриниот систем перзистираат како **изолирани ендокрини клетки** во склоп на друг орган. Такви се ендокрините жлездени клетки во *glandulae gastricae propriae*, во Либеркиновите жлезди на тенкото и дебелото црево (сл. 1) и во жлездените алвеоли на простатата.

ХИПОФИЗА (*Hypophysis cerebri*)

Хипофизата е сместена во черепот и е поврзана со еден од битните делови на мозокот (хипоталамусот), па затоа се нарекува мозочна жлезда или *hypophysis cerebri*. Оваа мала жлезда, со тежина од 0,5 g и димензии $0,6 \times 1 \times 1,3$ cm, лежи во коскено владбување на сфеноидалната коска наречено *Sella turcica* (сл. 2). Таа истовремено обединува два релативно независни дела наречени **аденохипофиза** и **неврохипофиза** кои ембриолошки, хистолошки и функционално се разликуваат меѓу себе.



Слика 2. Хипофизна жлезда во коскено лежиште на *Sella Turcica*

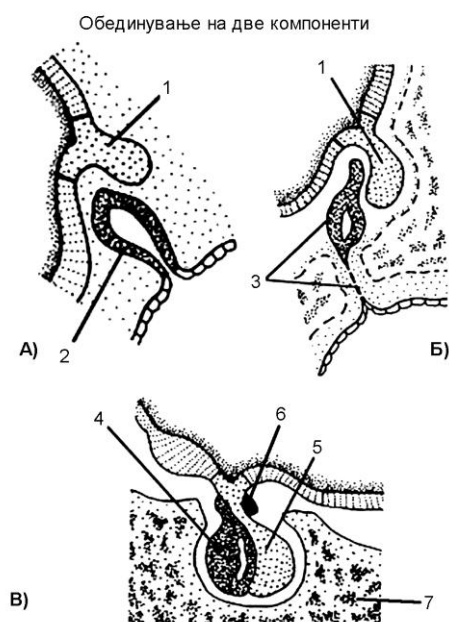
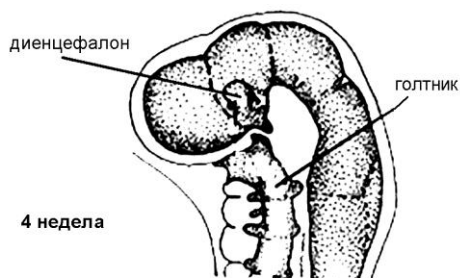
PAA – pars anterior adenohypophysae; *PI* – pars intermedia со Раткеови цисти; *PT* – pars tuberalis; *LPN* – lobus posterior neurohypophysae; *I* – infundibulum; *EM* – eminentia mediana; *DM* – dura mater; *Пе* – periosteum; *Кп* – капсула; *СФ* – сфеноидна коска

Хипофизата се формира од компоненти на голтничокот (ждзелото) и компоненти на мозокот.

Првиот знак на формирањето на хипофизата се огледа во нивното истовремено умножување. **Ектодермот од сводот на голтничокот** се издига во кранијален правец, а **невроектодермот од дното на диенцефалонот** се спушта каудално, обата со тенденција да се доближат еден до друг (сл. 3-А).

Со континуираното умножување на нивните клетки, од ектодермот ќе се формира евагинација (*Rathke*-ова евагинација) која набргу ќе го прекине контактот со ектодермот на голтничокот (сл. 3-Б). Од невроектодермот надолу ќе појде долга евагинација, која со тенка петелка (*infundibulum* = дршка) останува во траен контакт со невроектодермот на диенцефалонот.

Невроектодермалната творба е дел од диенцефалонот (затоа се нарекува **неврохипофиза**) и на неа анатомски се разликува дршка (*infundibulum*) и долен проширен дел (*lobus posterior neurohypophysae s. pars nervosa* – означено со 5 на сл. 3). Овие две структури кои потекнале од невроектодермот и останале во траен контакт со диенцефалонот, ја претставуваат неврохипофизата. И покрај тоа што е ендокрина жлезда, таа не е способна за сопствена продукција на хормони бидејќи не содржи жлездени клетки, туку низ неа само се спроведуваат и предаваат во крвта одредени материи. Тие материи се продукт на невросекретиската активност на повисоките нервни клетки, чии тела лежат во диенцефалонот (означено со 1а на сл. 4).



Слика 3. Формирање на хипофизата

1 – инфундибулум од невроектодермот на предниот мозок; 2 – Раткеова евагинација од епителот на голтникот; 3 – Раткеовата евагинација ја губи врската со голтникот; 4 – преден резен (ендокрин); 5 – заден резен (неврален); 6 – *pars tubularis*; 7 – *sella turcica*

Ектодермот на *Rathke*-овата евагинација се умножува особено на вентралната страна. При тоа се формира релативно масивниот преден крај на хипофизата (*pars anterior* – 4 на сл. 3), кој го потиснува луменот на везикулата кон назад (сл. 3-В) и го претвора во мала шуплина исполнета со течност (**Раткеова циста**). Зад неа останува задниот ѕид на везикулата во вид на тесен сегмент (*pars intermedia*). И на покривот на везикулата, исто така, се умножуваат екто-

дермалните клетки и формираат испакнување наречено *pars tuberalis*, кое се поставува покрај инфундибулумот на неврохипофизата (6 на сл. 3).

Епителната природа на структурите кои потекнуваат од ектодермот на усната празнина ја определува нивната понатамошна функција: тоа ќе биде **жлезден епител со многукратна ендокрина функција**. Затоа, деловите на хипофизата кои потекнале од ектодермот со едно име се нарекуваат **аденохипофиза**.

АДЕНОХИПОФИЗА

Pars anterior adenohipophysae

- Обвиен е со **капсула** од густо сврзано ткиво;
- **Деликатна строма** од ретикуларни влакна со фиброцити навлегува од капсулата кон внатрешноста на жлездата;
- **Богата васкуларна мрежа** која настанува со разгранување на порталниот крвоток од хипоталамусот (*porto* – носи, донесува). Таа донесува крв богата со **стимулативни хормони кои ја поттикнуваат секреторната активност на аденохипофизата**. Мрежата се состои од огромен број синусоидни капилари чии фенестри овозможуваат интензивна размена на молекулите, со жлездените епителни клетки на аденохипофизата (означено со ЕКА на сл. 4).

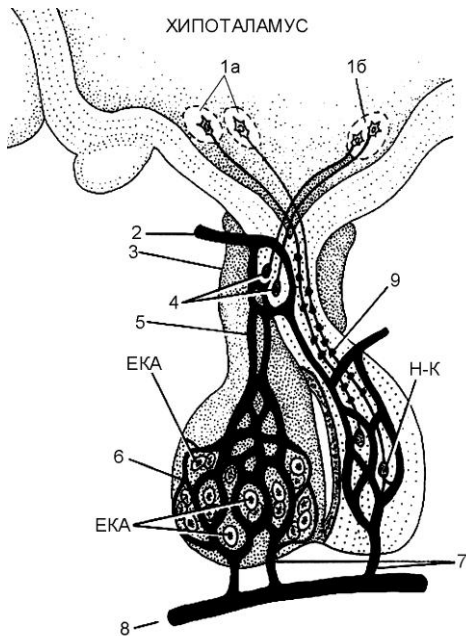
– **Паренхим од жлездени клетки** со различна секреторна способност и со различен однос кон хистолошките бои. Најлесно е да ги подредиме на следниот начин:

А) Хромофобни клетки:

- светли се на хистолошки препарат;
- содржат малку гранули, што укажува на слаба секреторна активност;
- се смета дека се недиференцирани стем (прекурзорни) клетки;

Б) Хромафини клетки:

- а) Ацидофилни (со кисели бои се обојуват црвено):
 - едни синтезираат **соматотропен хормон (STH)** кој влијае на растот на телото, бидејќи го поттикнува умножувањето на мускулните влакна, растот на долгите коски и умножувањето на масното ткиво;
 - други синтезираат **пролактин (PRL)** кој ја поттикнува секреторната активност на млечната жлезда;



Слика 4. Вазкуларна и неврална поврзаност на хипофизата со хипоталамусот
1a, 16, – јадра на хипоталамусот; 2 – горна хипофизарна артерија; 3 – *pars tuberalis*; 4 – место за ослободување стимулаторски фактори во порталниот крвоток; 5 – портален крвоток; 6 – капиларна мрежа; 7 – хипофизарни вени; 8 – кон системската циркулација; ЕКА – ендокрини клетки на аденохипофизата; 9 – Херингови телца; Н-К – контакт на дилатираниот завршеток на невритот со синусоидниот капилар

б) Базофилни (со базични бои се обојуват сино). Синтетизираат хормони кои ја поттикнуваат активноста на другите ендокрини жлезди;

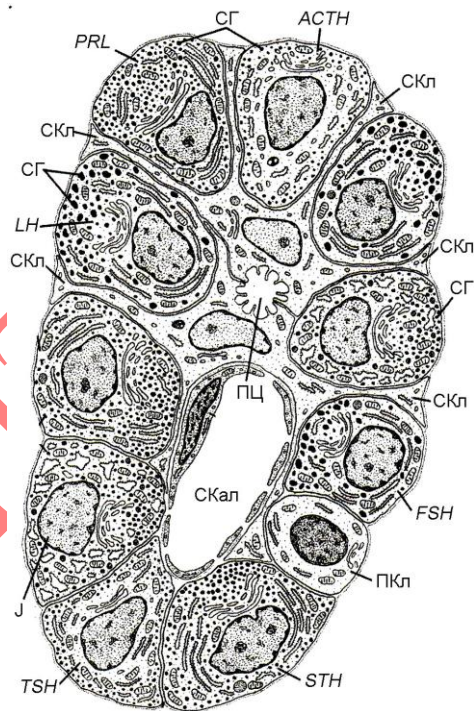
– едни синтетизираат **тиреостимулативен хормон (TSH)** – кој ја стимулира *Glandula thyroidea*;

– други синтетизираат **адrenокортикотропен хормон (ACTH)** – кој го стимулира *Cortex glandulae suprarenalis*;

– некои синтетизираат **фоликулостимулативен хормон (FSH)**, а некои **лутеален хормон (LH)**, кои ја стимулираат активноста на овариумот и тестисот (затоа се наречени **гонадоотропни хормони**).

Паренхимните жлездени клетки на прв поглед изгледаат дифузно распоредени. Сепак, во жлездата постои специфична организација на распоредот на клетките. Група клетки е обе-

динета околу еден капилар (СКап на сл. 5). Клетките се втиснати во вдлабнувањата на цитоплазмата на потпорните клетки (стелатни клетки – СКл на сл. 5). Тие се со ѕвездест изглед и цврсто се поврзани меѓу себе. Овие клетки освен потпора, претставуваат еден вид селективен медиум кој го контролира протоколот на материите од клетките кон крвта во капиларот и обратно.



Слика 5. Цитоархитектоника на аденохипофизата (организација на жлездените клетки околу стелатните клетки и синусоидниот капилар)
ПКл – прекурзорна (хромобна) клетка; СКл – цитоплазматски продолжетоци на стелатните клетки; ПЦ – псевдоцистичен простор помеѓу 2 стелатни клетки; СКап – синусоиден капилар; STH, LH, ACTH, TSH, FSH, PRL – клетки кои го синтетизираат соодветниот хормон; СГ – секретни гранули; J – јадро

Pars intermedia adenohypophysae

- Лежи зад Раткеовите цисти (сл. 4).
- Претставува 2% од аденохипофизата.
- Изградена е од **базофилни клетки** кои синтетизираат **меланостимулативен хормон** –

MSH, кој влијае врз синтезата на меланин во меланоцитите.

– Како и секој друг дел од ендокрината жлезда, содржи сврзно ткиво и богата васкуларна мрежа.

Pars tuberalis adenohypophysae

– Изобилува со крвни садови, затоа што низ него протекува **порталниот доведен крвоток** (сл. 4) кој доведува стимулирачки хормони за аденохипофизата.

– Содржи и базофилни жлездени клетки кои синтетизираат **гонадотропни хормони**.

НЕВРОХИПОФИЗА

Pars infundibularis neurohypophysae

– Ги спроведува **крвните садови од хипофизарниот портален крвоток**.

– Ги спроведува **невритите на невроглан-дларните клетки од јадрата на хипоталамусот** (1а на сл. 4). Тие потоа навлегуваат во *lobus posterior*.

Lobus posterior neurohypophysae

– Обвиен со сопствена **капсула** од ретикуларни влакна.

ТИРОИДНА (ШТИТНА) ЖЛЕЗДА (*Glandula thyroidea*)

Жлезда со форма која потсетува на пеперутка; сместена во вратната регија, допрена до предната страна на трахејата, а на нејзината дорзална страна налегнуваат 4 минијатурни паратироидни жлездички (сл. 11).

Тироидната жлезда потекнува од ендодермалните клетки на примитивното црево. Одреден број клетки се вселуваат во јамичката на горната страна од јазикот (*foramen caecum*). Тие ендодермални клетки се множат и формираат лента која расте надолу: низ јазикот, низ вратот и стигнува под ларингеалните 'рскивици. Наречена е *ductus thyreoglossus* (сл. 8).

Пред трахејата мезодермот прави погодна средина која ги индуцира стасаните ендодермални клетки да се диференцираат во тироци-

– Содржи **растресита строма од ретикуларни влакна и глиа клетки** (наместо фиброцити).

– Содржи мноштво **синусоидни капилари**.

– Ги содржи **завршните сегменти на невритите на невроглануларните клетки** од јадрата во хипоталамусот.

Продуктот на тие невроглануларни клетки се лизга долж невритот во вид на гранули, наречени **Херингови телца** (означени со 9 на сл. 4). Кога ќе стасаат до дилатираниот крај на невритот гранулитите се ослободуваат директно (низ сидот) во луменот на синусоидните капилари. Продукт на ваквата **невросекреција** се два неврохормона: **окситоцин** и **вазопресин**.

Таргет клетки за окситоцинонот се мазните мускулни клетки на утерусот (ја стимулира нивната контракција при актот на породувањето и во текот на оргазмот) и мазните мускулни клетки на изводните канали во млечната жлезда (ја стимулира нивната контракција при актот на доењето).

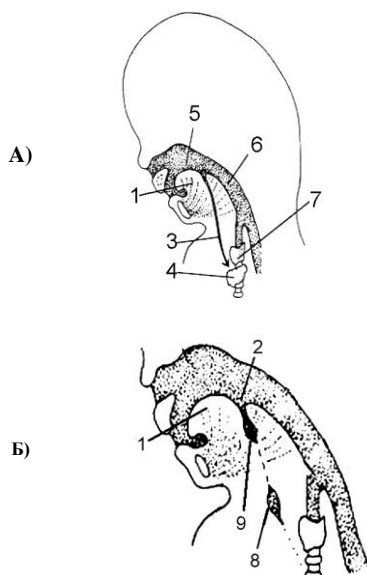
Таргет клетки на вазопресинонот се мазните мускулни клетки во сидот на артериолите (со што прави вазоконстрикција) и епителните клетки на бубрежните тубули (кои ги стимулира да ја реасорбираат водата од урината кон крвотокот). Со активноста на двата типа таргет клетки, вазопресинонот влијае врз покачувањето на крвниот притисок.

ти. Во новоформираната жлезда подоцна ќе се вселат и други ендодермални клетки (од речесусите на ждрелниот апарат). Тие ќе се диференцираат во парафоликуларни „C“ клетки.

По формирањето на жлездата *ductus thyreoglossus* се ресорбира и со тоа се прекинува врската со јазикот. Но ако остане да перзистира (*ductus thyreoglossus persistens*), од него може да се создадат и **аксесорни штитни жлезди** во јазикот или вратот (9 на сл. 8), или пак да се создадат **бенигни цисти исполнети со течност** (8 на сл. 8).

Цистите секогаш се лоцирани на медијалната линија на вратот а во текот на животот може да се воспалат и да формираат фистули кон кожата.

Тироидната жлезда е обвиена со две обвивки: **надворешна** (потекнува од фасцијата на вратот) и **внатрешна** сопствена, од погусто фиброзно сврзно ткиво. Од внатрешната обвивка навнатре поаѓаат **трабекули** кои ја делат жлездата на помали регии (лобуси и лобулуси), па потоа преминуваат во ретко сврзно ткиво (**интралобуларно сврзно ткиво**).

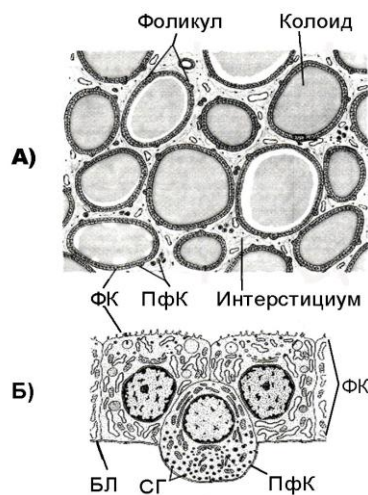


Слика 6. А – Формирање на тироидната жлезда; Б – можни вродени аномалии, 1 – јазик; 2 – *Foarmen cecum*; 3 – спуштање на *ductus thyreoglossus*; 4 – финална позиција и формирање на жлездата; 5 – усна празнина; 6 – голтник; 7 – ларингеални а крвници; 8 – циста; 9 – ектопична штитна жлезда во јазикот

Сврзното ткиво (стромата на жлездата) е солидно **инервирано** од влакната на В.Н.С. кои имаат свој удел во **поттикнувањето на секрецијата на жлездата**. Стромата изобилува со **васкуларна мрежа** која истовремено **претставува и нутритивен и функционален крвоток**. Преку него се одведуваат продуктите на ендокрината секреција на жлездениот паренхим бидејќи богатата капиларна мрежа воспоставува интимен контакт со жлездениот паренхим.

Жлездениот паренхим е изграден од мноштво епителни клетки наречени **тиреоцити**. Специфичниот процес на продукција, магационирање и одложено предавање на хормонот

во крвта, наложува распоредот на тироцитите да биде специфичен т.е. по неколку стотини тироцити се групираат и **формираат глобуларни формации наречени фоликули** (сл. 7 и 8).

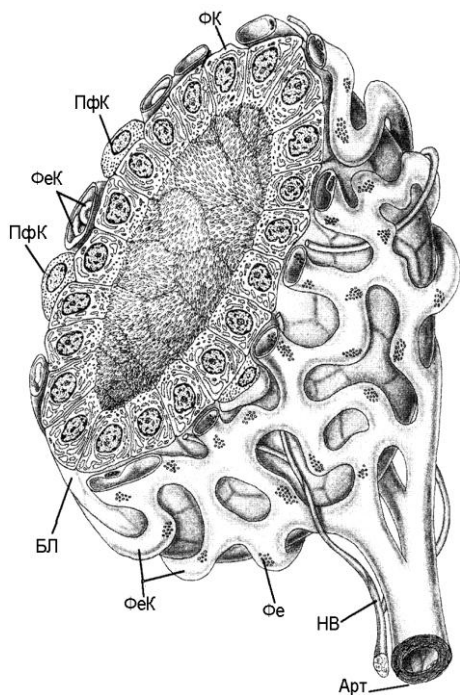


Слика 9. А) Фоликули на тироидна жлезда Б) градба на фоликуларен епител (тиреоцити и парафоликуларна клетка) **ФК** – фоликуларни клетки; **ПфК** – парафоликуларни клетки; **СГ** – секретни гранули во парафоликуларната клетка; **БЛ** – базална ламина

Секој фоликул во својот центар содржи празнина (лумен), околу која тироцитите се поредени само во една низа, формирајќи тенок сид на фоликулот. Нивната апикална површина, на која се забележливи изразени ретки микровили, гледа кон луменот на фоликулот. Нивната базална површина е ориентирана кон периферијата на фоликулот и е поткрепена со тенка базална ламина. Преку неа тироцитите комуницираат со синусоидните капилари, со што ја остваруваат својата врска со крвотокот (сл. 10).

Тироцитите (сл. 7) се полигонални кубични клетки со променлива висина, која ја одразува соодветната фаза (од **5-те фази**) во **активноста на тироцитот**:

1. фаза на биосинтеза;
2. фаза на екскреција на продуктот во луменот на фоликулот;
3. фаза на апсорпција на супстратот од луменот на фоликулот;



Слика 8. Пресек на фоликулот и приказ на неговата васкуларизација

Арт – артериола; ФЕК – фенестрирани капилари; Фе – фенестри; НВ – нервно влакно од ВНС; ФК – фоликуларна клетка; ПФК – парафоликуларна клетка; БЛ – базална ламина

4. фаза во која доаѓа до раскинување на врската меѓу хормонот и неговиот протеински носач (тиреоглобулинот);

5. фаза на предавање на хормонот во крвта. Соодветно на тоа, цитоплазмата ќе изобилува со органи ангажирани во различните фази од активноста на тироцитот.

Луменот на фоликулот е исполнет со содржина, која по своите квалитети претставува **желатинозен колоид**, а по својот состав – **спој помеѓу хормонот и тиреоглобулинот** како негов привремен носач.

Активноста на тироцитите е стимулирана од тиреостимулативниот хормон од аденохипофизата, од вегетативниот нервен систем и од внесот на јод во организмот.

Продукт на ендокрината активност се тријод и тетрајодтиронинот – хормони кои ги поттикнуваат базалниот метаболизам во организмот и растот на коските.

Покрај тироцитите, во жлездата се присутни и друг тип ендокрини жлездени клетки кои, заради својата изразито светла цитоплазма, се наречени – „*clear*“ или кратко, **С-клетки**. Локализирани се меѓу или околу тироцитите и со апикалната површина најчесто не достигнуаат до луменот на фоликулот и затоа уште се нарекуваат „*парафоликуларни*“ (сл. 7). Хормонот **тиреокалцитонин** директно го излучуваат во крвта, а тој ги поттикнува механизмите со кои го намалува нивото на Ca^{++} во крвта.

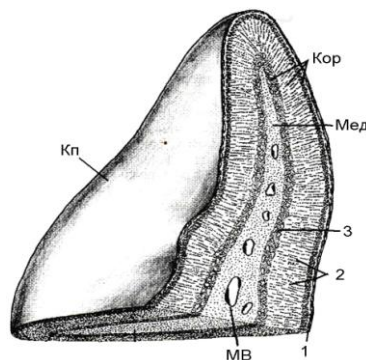
НАДБУБРЕЖНИ – АДРЕНАЛНИ ЖЛЕЗДИ (*Glandulae suprarenales*)

Овие парни жлезди лежат (по една) на горниот пол на секој бубрег, со кого се обвивени со заедничка обвивка. Во жлездата се сместени **две, речиси независни, жлездени структури** кои се разликуваат по своето потекло, по својата градба и по својата функција. Наречени се **адренилен кортекс** и **адренилна медула** (сл. 9).

АДРЕНАЛЕН КОРТЕКС

Cortex glandulae suprarenalis води потекло од интермедијарниот мезодерм (од кој настануваат и бубрезите и половите жлезди).

Мезодермните клетки се диференцирале во **жлездени клетки кои, во физиолошко единство со крвните садови**, (исто така со мезенхимно потекло), **развиле ендокрина активност**.



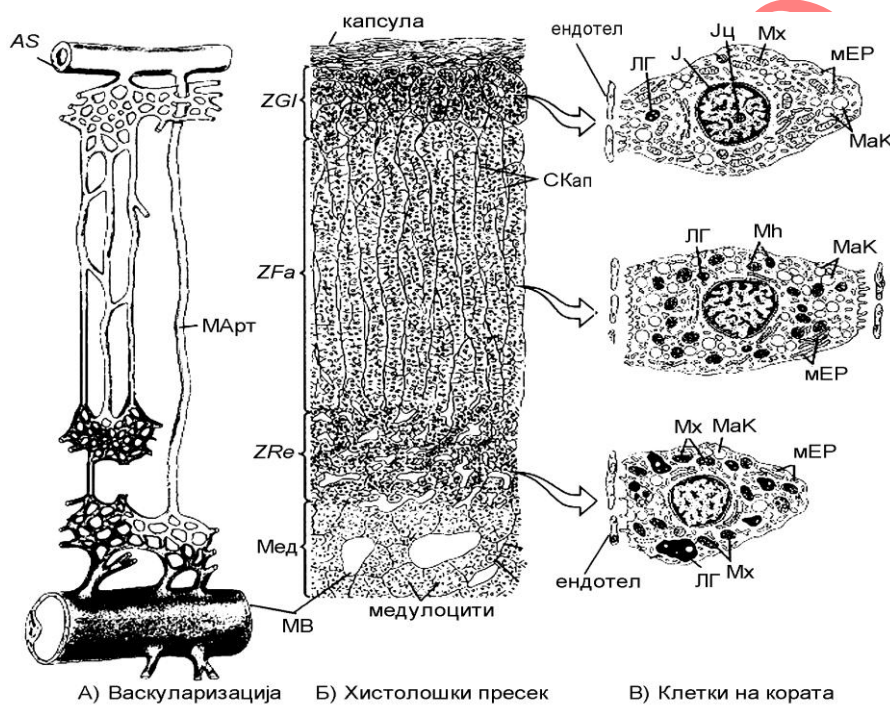
Слика 9. Пресек низ надбубрежната жлезда
1 – *zona glomerulosa*; 2 – *zona fasciculata*; 3 – *zona reticularis*; МВ – медуларна вена; Мед – медула; Кор – кортекс; Кп – капсула

Секретира стероидни хормони (чиј прекурзор е холестеролот). Жлездената активност е стимулирана од хипофизата, конкретно од адренокортикотропниот хормон (АСТН).

Обвивки

Адреналниот кортекс лежи околу медулата и затоа обата се обвивени со една заедничка капсула и имаат единствена циркулација. Надворешниот слој на капсулата изобилува со масно

ткиво (*capsula adiposa*), а внатрешниот слој (*capsula fibrosa*) е граден од густо сврзано ткиво. Од него, кон внатрешноста на жлездата, поаѓаат ретикуларни влакна кои ќе ја формираат деликатна строма на целата жлезда. Во капсулата се наоѓаат артериски крвни садови од кои веќе во самата капсула се издвојуваат артерии наменети за кортексот а посебно артериите наменети за медулата (означени со МАрт на сл. 10).



Слика 10. Надбубрежна жлезда (васкуларизација и структура)
 AS – *a. suprarenalis*; SКап – синусоидни капилари; MB – медуларна вена; Мед – медула; ZRe – *zona reticularis*; ZFa – *zona fasciculata*; ZGl – *zona glomerulosa*; ЛГ – липофусцини гранули; МЕР – мазен ендоплазматски ретикулум; МАрт – артериола наменета за медулата; МП – мускулно перниче; МаК – триглицеридни капки; Мх – митохондрии; J – јадро; Jц – јадренце

Васкуларна мрежа

Гранките на *a. suprarenalis* кои се наменети за кортексот, веднаш се разгрануваат во богата мрежа од фенестрирани капилари во секоја зона на кортексот (сл. 10-A). Тенкиот сид на синусоидните капилари доаѓа во интимен контакт со жлездените епителни клетки (сл. 10-B) и ја овозможува билатералната размена на материите (помеѓу жлездениот епител и крвта). На границата со медулата, дел од капиларната мрежа

на кортексот се влева во венули, кои потоа се влеваат во централната вена во медулата. Поголемиот дел продолжува во капиларната мрежа на медулата (сл. 10-A).

Заеднички цитолошки карактеристики на жлездените клетки кои синтетизираат стероидни хормони

Жлездените клетки на адреналниот кортекс имаат задача да синтетизираат стероидни

хормони и затоа имаат одредени заеднички цитолошки карактеристики.

Клетките се во непосреден контакт со фенестрираните синусоидни капилари, кои кои испраќаат цитоплазматски продолжетоци (сл. 10-В).

Цитоплазмата содржи густа тубуларна мрежа од **мазен ендоплазматски ретикулум, во кој се присутни ензимите потребни за синтеза на стероидните хормони.**

Цитоплазмата е богата со **митохондри** кои, не само што се енергетски батерии на клетката, туку **(во овие клетки) содржат и ензими кои се вклучуваат на различни нивоа во процесот на синтезата на стероидните хормони.** Според тоа, синтезата на стероидните хормони е резултат на блиска соработка помеѓу митохондриите и мазниот ендоплазматски ретикулум, што ја објаснува и физичката близина на овие две органели во клетките кои синтетизираат стероидни хормони.

Цитоплазмата на клетката содржи варијабилно количество **триглицеридни капки како резервен супстрат.** На самиот почеток од биосинтезата, од триглицеридите се ослободуваат масни киселини. Со нивната оксидација се добиваат ацетатни молекули, потребни за синтеза на холестерол. Холестеролот е прекурзор (претходник) во биосинтезата на стероидите.

Крајниот продукт на биосинтезата се молекулите на **стероидните хормони** кои, заради својата липидна природа и мала молекулска маса, веднаш лесно **дифундираат низ клеточната мембрана.** Хормонот воопшто не се задржува во цитоплазмата, па клетката нема секреторни гранули. **Клетката синтетизира само по потреба и веднаш го екскретира продуктот на својата биосинтеза** (ова се однесува на жлездените клетки на адреналниот кортекс).

Зони на кортексот

Адреналниот кортекс содржи **три типа епителни жлездени** клетки кои се групирани и поставени во три концентрични зони (сл. 10-Б):

Клетките во најповршната зона од кортексот се релативно мали и групирани во **глобуларни неправилни формации.** Меѓу групите клетки се протега стромата со синусоидните капилари. Заради ваквиот распоред на клетките, оваа зона е наречена **zona glomerulosa.** Клетките синтетизираат група хормони наречени со едно име **минералокортикони.** Во организмот тие ги иницираат механизмите кои го

одржуваат нивото на минералите (особено на Na^+ и K^+) во телесните течности.

Втората концентрична зона на кортексот е најширока, најсветла и во неа владее најправилан распоред (сл. 10-Б). Жлездените клетки се подредени во приближно паралелни низи кои се протегаат од капсулата кон медулата на жлездата. Заради овој специфичен **распоред во снопови (односно фасцикули),** оваа зона е наречена **zona fasciculata.** Меѓу сноповите од епителни клетки се пробиваат нежните ретикуларни влакна на стромата низ која протекуваат **широки синусоидни капилари** со фенестрирани сидови. Клетките се крупни, полигонални, имаат големо централно положено јадро и богата цитоплазма. Таа е светла заради изобилството со триглицеридни капки. При хистолошка анализа се добива впечаток дека **zona fasciculata** се состои од клетки кои личат на сунѓер, па од таа причина клетките уште се нарекуваат и **спонџоцити.**

Продукт на ендокрината активност на овие клетки се група стероидни хормони со заедничко име наречени **гlikокортикони.** Тие имаат широк спектар на метаболни ефекти, затоа што **имаат индуктивно дејство врз различни фази од метаболизмот на јаглените хидрати, протеините и липидите.**

Најмедијалната концентрична зона на адреналниот кортекс е изградена од клетки кои се нижат во неправилни разгранети низови. Тие меѓу себе се испреплетуваат и формираат **мрежа од клеточни ленти** меѓу кои се пробива сплет од широки синусоидни капилари. Затоа оваа зона на кортексот го носи името **zona reticularis.** Клетките се помали, со помалку липидни капки, а во цитоплазмата е присутен пигмент липофусцин. Како резултат на жлездената активност, овие клетки синтетизираат адренални **андрогени хормони.**

АДРЕНАЛНА МЕДУЛА

Medulla glandulae suprarenalis има **ектодермално потекло.** Потекнува од **невралните гребени** (идентично потекло со вегетативниот нервен систем). Во раните развојни фази на органогенезата клетките на неврналните гребени се населиле под кортексот. Тие не развиле аксон и дендрити туку **се диференцирале во неврогландуларни клетки** (нервни клетки кои синтетизираат катехоламини).

Плазмалемата на неврогландуларните клетки има **синаптички рецептори на кои завршуваат аксоните на симпатичните неврони**

(сл. 10). Преку синапсата симпатичкиот нервен систем директно ја стимулира активноста на клетката. Резултат на таа стимулација е секреција на катехоламин, кој се излучува во крвта. Ефектот од катехоламинот е поддршка и засилување на ефектите на симпатичкиот нервен систем (особено при состојби на стрес). Затоа **медулата на надбубрежната жлезда не е вистинска ендокрина жлезда туку се смета за високо специјализиран дел на симпатикусот.**

Паренхим на медулата

Невроглангуларните клетки (**медулоцити**) се големи полигонални жлездени клетки поредени во неправилни куси ленти или групи (сл. 11). Цитоплазмата им е богата со секретиски зрнца кои содржат депонирани **катехоламини (адреналин или норадреналин)**. Богатството од секретиски зрнца може да се прикаже со помош на хромни соли (тие го оксидираат супстратот на секретиските зрнца и го обојуваат кафено). Заради овој нивен афинитет кон хромни соли, медулоцитите **уште се нарекуваат и хромофилни клетки.**



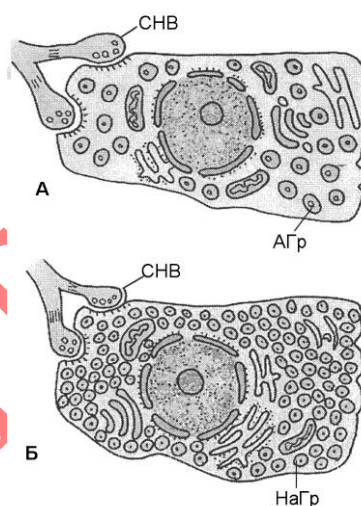
Слика 11. Компоненти на адреналната медула
1 – капилари; 2 – ганглиска клетка; 3 жлездени клетки; 4 – строма

Двата катехоламина се синтетизирани од два различни типа медулоцити кои цитолошки речиси и не се разликуваат меѓу себе. Врз нивната различна синтетска активност влијае составот на крвта со која доаѓаат во контакт (дали од капсулата директно доаѓа до медулоцитот или пак на својот пат низ кортексот крвта претходно се збогатила со хормони од кортексот).

Заради неврогеното потекло и поврзаноста со вегетативниот нервен систем, во медулата се среќаваат и **поединечни ганглиски клетки**, за кои е утврдено дека му припаѓаат на **парасимпатикусот**.

Строма и васкуларна мрежа на медулата

Нежната строма е изградена од сврзно ткиво кое се протега меѓу жлездените клетки. Низ неа протекува богатата васкуларна мрежа составена од (1) синусоидните капилари на медулата; (2) венулите што ја прибираат крвта од капиларите; (3) венулите кои настанале од капиларното корито на кортексот; и (4) медуларни вени (кои настануваат со конфлуирање на сите венули).



Слика 12. Два типа медулоцити
А – клетка која синтетизира адреналин; АГр – адреналински гранули; СНВ – симпатичен нервен завршеток кој воспоставува синапса со медулоцитот; Б – клетка која синтетизира норадреналин; НаГр – норадреналински гранули

Артериската крв за медулата доаѓа преку артерии кои го пробиваат кортексот (па затоа ги нарекуваат *aa. perforantes*). Низ нежната строма на медулата се разгрануваат во мрежа од капилари кои доаѓаат во контакт со жлездените клетки. Од капиларите крвта се дренира во венули, а тие се влеваат во централната вена на медулата (сл. 10). Таа спаѓа во групата на **придушни вени** бидејќи во нејзиниот ѕид, под *tunica intima*, лежат многубројни лонгитудинални снопчиња од мазни мускулни клетки. Се смета дека со својата повремени контракција тие краткотрајно го запираат протокот на крвта, предизвикувајќи **застој во капиларното корито** и во кортексот и во медулата. Зголемениот притисок е **еден од механизмите кои ја стимулираат екскрецијата на хормоните** од клетката во крвта.

ЗАШТИТЕНО

Проф. д-р Невена Костовска

**КОЖА
И НЕЈЗИНИ ДЕРИВАТИ**

Содржина

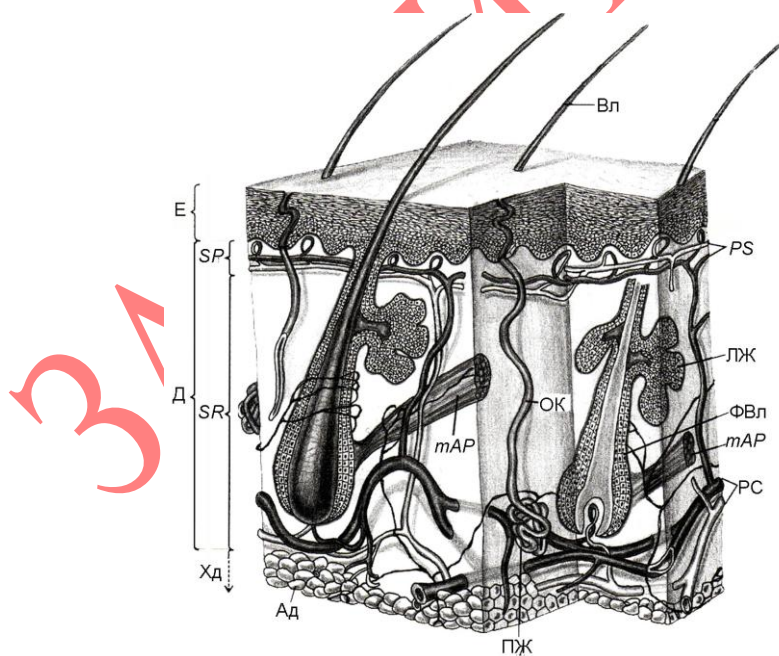
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

ЕПИДЕРМИС (<i>Epidermis</i>).....	58
Дермо-епидермална врска.....	60
ДЕРМИС (<i>Corium</i>).....	60
ХИПОДЕРМИС	61
Васкуларизација и инервација на кожата	61
ДЕРИВАТИ НА КОЖАТА	61
Влакна (<i>Pili</i>)	62
Нокти (<i>Ungues</i>).....	63
Жлезди во кожата	64

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

Кожата е најраспространетиот орган на човечкиот организам, а зафаќа површина од 1,2 до 2,3 m². Го препокрива целото човечко тело еднавдор, а на одделни природни отвори минува во слузница. Површната локализација на кожата ја одредува нејзината многукратна функција:

- **Заштитна** – како физичка бариера кожата го штити организмот од различни надворешни влијанија: механички, хемиски, топлински, патогени агенси. Со својата релативна инпермеабилност, ја превенира дехидратацијата и дејствува како физичка бариера против инвазијата на микроорганизмите.
- **Сензорна** – кожата е најголемиот сензорен орган кој содржи бројни рецептори за допир, притисок, болка, температура.
- **Терморегулаторна** – во регулацијата на телесната температура кожата учествува преку влакната, потните жлезди, васкуларната мрежа, поткожното масно ткиво.
- **Метаболна** – учествува во синтезата на витаминот Д, а поткожното масно ткиво претставува голем енергетски резервоар за одвивање на метаболичните процеси.
- **Екскреторна** – преку неа се излучуваат распадните продукти, водата, минералите, а во нејзините деривати се синтетизира млечниот секрет.



Слика 1. Кожа

Е – епидермис; Д – дермис; Хд – хиподермис; SP – *stratum papillare*; SR – *stratum reticulare*; Вл – влакно; ФВл – фоликул на влакното; ПЖ – потна жлезда; ЛЖ – лојна жлезда; ОК – одводен канал; mAP – *m. arrector pili*; PC – *plexus cutaneus*; PS – *plexus subpapillaris*

Во различни делови од човечкото тело кожата покажува варијации во однос на дебелината, колоритот, присуството на влакна, жлезди и нокти. Варијации во структурата на кожата се забележуваат и со стареењето, како и при различни патолошки состојби.

Дебелината на кожата се движи од 0,5 до 5 mm. Класификацијата на тенка и дебела кожа, од хистолошки аспект, се темели на дебелината на нејзиниот најповршен слој, епидермисот.

Дебелата кожа е присутна на прстите на рацете и стапалата, а останатите делови од телото се препокриени со тенка кожа. Карактеристично за површината на дебелата кожа е нејзината релјефност т.е. присуството на бројни различно ориентираните набори и бразди кои на прстите на дланките и стапалата се означуваат како **дерматоглифи**. Секоја индивидуа има уникатни дерматоглифи, па оттаму и нивната примена во идентификацијата.

Од анатомски аспект кожата се класифицира на тенка и дебела според дебелината на дермисот, па така најдебела е кожата на грбот, а најтенка е на очните капаци.

На кожата се диференцираат три структурни дела (сл. 1):

- *epidermis*,
- *dermis*,
- *hypodermis (subcutis)*.

ЕПИДЕРМИС (*Epidermis*)

Епидермисот е најповршниот слој на кожата, а е изграден од **многослоен плочест орожен епител**. Епидермисот е населен од две популации клетки: **кератиноцити** и **некератиноцити**.

Кератиноцитите се најзастапените клетки во епидермисот (95%) кои ја чинат главната клеточна популација. Тие се клетки кои создаваат протеин **кератин**. Нивниот животен циклус опфаќа различна диференцијација на клетките (од фаза на раст, пролиферација, созревање, до клеточна смрт и десквамација). Одејќи од подлабоките слоеви кон површината на епидермисот кератиноцитите се диференцираат во 6 слоеви: *stratum basale*, *stratum spinosum*, *stratum granulosum*, *stratum lucidum*, *stratum corneum* и *stratum disjunctum*.

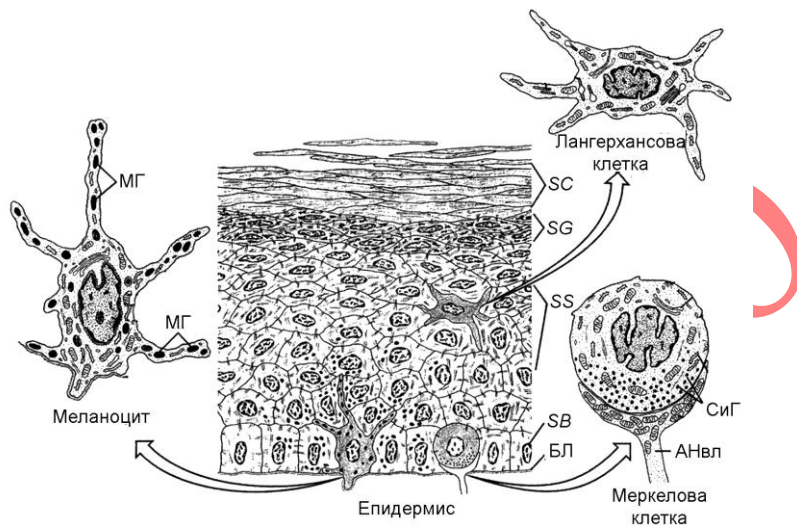
Stratum basale е најдлабокиот слој на епидермисот, а се состои од еден слој цилиндрични клетки кои лежат на базалната мембрана (сл. 2). Меѓусебе се поврзани со десмозоми, а со базалната мембрана, со хемидесмозоми. Тие имаат способност интензивно митотски да се делат и со тоа ги обновуваат клетките во погорните слоеви. Обновувањето на епидермисот се одвива во период од 15 до 30 дена. Клетките имаат овално јадро и јадренце. Карактеристично за цитоплазмата на овие клетки е присуството на рибозоми (за синтеза на протеинот кератин) и интермедијарните кератински филаменти (тонофиламенти).

Stratum spinosum е изграден од неколку слоеви спинозни клетки. Тие имаат полигонална форма со централно поставено јадро и јадренце. Имаат бројни мали цитоплазматски продолжетоци (спини, боцки) во кои се сместени десмозомите, преку кои клетките цврсто се поврзуваат меѓусебе. Во цитоплазмата на овие клетки има снопови од **тонофиламенти** кои продолжуваат и во продолжетците, т.е. во десмозомите. И овие клетки имаат способност митотски да се делат и заедно со клетките на базалниот слој формираат ***stratum germinativum***. Кон погорните слоеви формата на клетките се менува, па одејќи кон површината на овој слој тие стануваат издолжени.

Stratum granulosum се состои од 3–5 слоја вретеновидни клетки чија цитоплазма е исполнета со базофилни, **кератохијалини гранули** (сл. 2). Протеинот што го содржат гранулитите е богат со хистидин и цистин. Друга карактеристична структура во цитоплазмата на клетките од гранулозниот слој се **ламеларните телца (кератинозоми)**. Тие се обвиткани со мембрана, а содржат дискови изградени од липиден двослој. Фузионираат со клеточната мембрана и својата содржина ја ослободуваат во меѓуклеточниот простор. Липидната материја се исталожува над клеточната мембрана и меѓу клетките. Притоа, мембраната на клетките се забелува, а липидната материја меѓу нив има улога на цемент. Овие структурни промени имаат

важна улога во транспортот на материите. Имено, тоа го спречува продирањето на надворешни материји и има улога на бариера, но истовре-

мено го спречува продирањето на хранливи материји што предизвикува постепено губиток на органелите и јадрото во клетките.



Слика 2. Епидермис (кератиноцити и некератиноцити)

SB – stratum basale; SS – stratum spinosum; SG – stratum granulosum; SC – stratum corneum; МГ – меланински гранули; СиГ – синаптички гранули; АНВл – аферентно нервно влакно; БЛ – базална ламина

Stratum lucidum е тенок и просирен слој кој е добро изразен кај дебелата кожа. Клетките имаат изразито елонгирана форма, во нив **органелите исчезнуваат**, а јадрото е мало и видоизменето. Цитоплазмата на клетките во овој слој е исполнета со густо збиени кератински филаменти вметнати во електронско густ матрик.

Stratum corneum (орожнет слој) се состои од 5 до 20 слоеви сплескани, плочести, орожнети клетки со задебелена клеточна мембрана. Нивната цитоплазма е исполнета со **филаментозен склеропротин – кератин**. Тонофиламентите се густо збиени во матриксот кој настанал од кератохијалинските гранули. **Јадрото е напълно исчезнато**, а за време на кератинизацијата лизозомите ги отстраниле и остатоците од органелите. Така создадените клетки се **мртви**, орожнети клетки. Во површните слоеви недостасуваат и меѓуклеточните врски што условува одлупување и отпаѓање на клетките. Орожнетиот слој на епидермисот е најдебел кај дебелата кожа.

Stratum disjunctum е слој на одлупени орожнети клетки кои всушност веќе не припаѓаат на епидермисот. Делот на клетките којшто

отпаѓа се надополнува со нови клетки од *stratum germinativum*. Тој процес укажува дека епидермисот на кожата е во постојан *turn over*, т.е. во постојано создавање и отпаѓање.

Некератиноцитите ја чинат многу помалубројната клеточна популација во епидермисот. Претставени се со три типа клетки: **меланоцити**, **Langerhans-ови клетки** и **Merkel-ови клетки**. Овие клетки се создаваат во кожата, а потоа мигрираат и се населуваат во епидермисот.

Меланоцитите во текот на ембрионалниот развој се создаваат во невралниот гребен, а потоа мигрираат кон епидермисот. Тие имаат овално тело од кое излегуваат долги цитоплазматски продолжетоци (сл. 2). Телото е сместено помеѓу кератиноцитите во базалниот слој и е приклучено за базалната мембрана со хемидезмосоми. Цитоплазматските продолжетоци се протегаат и во погорните слоеви на кератиноцити, во *stratum spinosum*.

Улогата на меланоцитите е во синтезата на пигментот **меланин** кој се јавува во две форми – како еумеланин (кафеав пигмент) и феомеланин (жолт или црвен пигмент). Синтезата на

меланинот се одвива во Голдиевиот апарат, со помош на ензимот **тирозиназа**, при што се создаваат везикули наречени **премеланозоми**. Овие везикули мигрираат кон периферијата на клетката, созреваат во меланозоми исполнети со пигмент и навлегуваат и во цитоплазматските продолжетоци. Околните кератиноцити ги фагоцитираат врвовите на продолжетоците, го примаат пигментот во себе и го распоредуваат над своите јадра, штитејќи го генетскиот материјал од штетното ултравиолетово зрачење. Кај луѓето од белата раса нема пигмент во површните слоеви на епидермисот.

Меланоцитите не само што ги штитат клетките од штетното дејство на ултравиолетовите зраци, туку истовремено ја одредуваат и бојата на кожата. Пигментираноста на кожата зависи од бројот, големината и од дистрибуцијата на меланозомите. Од друга страна, создавањето на меланозомите зависи од генетските фактори, хормоните и од изложувањето на сончевите зраци. Пигментираноста на кожата покажува бројни варијации кај една индивидуа, кај различни индивидуи од иста раса, како и кај различни раси. При вроден недостаток на ензимот тирозиназа, не се создава меланин, а таквата појава е наречена **албинизам** (отсуство на пигмент во кожата, влакната и шареницата на окото).

Лангерхансовите (Langerhans) клетки се дел од имуниот систем бидејќи имаат способност да го препознаат антигенот (**антиген презентирачки клетки**). Се создаваат во коскена-та срцевина и преку крвта мигрираат во епидермисот каде што се диференцираат во зрели клетки. Имаат разгранета морфологија, т.е. имаат неправилно тело и цитоплазматски продолжетоци. Најмногу ги има во спинозниот слој на епидермисот (сл. 2). Учувуваат во иницијалната фаза на клеточниот имун одговор. Нивниот број значајно се зголемува при контактните алергиски реакции на кожата. По стимулација-

та со антигенот, Лангерхансовите клетки мигрираат кон дермисот од каде што по лимфен пат се пренесуваат до лимфните јазли, каде им ги презентираат антигените на Т-лимфоцитите.

Меркеловите (Merkel) клетки се сместени меѓу кератиноцитите, во базалниот дел на епидермисот. Се смета дека претставуваат модифицирани кератиноцити бидејќи во цитоплазмата содржат кератински филаменти. Со околните кератиноцити се поврзани со дезмосоми. Меркеловите клетки имаат сферична форма со лобулирано јадро (сл. 2). На светлосен микроскоп не се видливи. Клеточните органели им се сместени супрануклеарно, а во базалниот дел содржат **невросекреторни гранули**. Кон базалната страна им се приклучуваат слободни аферентни нервни завршетоци градејќи со клетките комплекс наречен **Меркелово телце**. Вака создадените телца претставуваат сензорни **механорецептори** (тактилни корпускули) кои имаат улога во перцепцијата на допир. Меркеловите клетки се особено бројни во епидермисот на јагодиците на прстите и на усните.

ДЕРМО-ЕПИДЕРМАЛНА ВРСКА

Епидермисот нема сопствени крвни садови, а се исхранува од добро васкуларизираното сврзно ткиво на дермисот, врз кое лежи. Епидермо-дермалната граница е нерамна бидејќи дермисот прака бројни **дермални папили** кон епидермисот, а овој се повлекува меѓу изданоците формирајќи **епидермални гребени** (сл. 1). Папилите се најбројни и најдолги на местата каде што кожата е изложена на постојан притисок и триење. Вака назабената гранична линија обезбедува поголема контактна површина и подобро врзување на епидермисот за дермисот како и подобра исхрана и обновување на клетките во епидермисот.

ДЕРМИС (Corium)

Дермисот е **сврзно ткиво**, локализирано под епидермисот, кое му дава потпора на епидермисот, го исхранува и го поврзува со поткожното ткиво. Дермисот е одвоен од епидермисот со базална мембрана, а границата кон хиподермисот е нејасна. Дебелината на дермисот е различна, во различни региони на телото, а се смета дека е подебел кај мажите.

Од хистолошки аспект, дермисот се состои од два нејасно ограничени дела: *stratum papillare* и *stratum reticulre* (сл. 1).

Stratum papillare е површниот слој на дермисот, кој лежи непосредно под епидермисот. Тенкиот папиларен слој е изграден од **ретко сврзно ткиво** со бројни клетки: фибробласти, мастоцити, макрофаги, леукоцити и други кле-

тки. Овој слој на дермисот содржи ирегуларна мрежа од тенки колагени и еластични сврзни влакна. Наречен е папиларен бидејќи ги формира дермалните папили. Оваа зона на дермисот е особено богата со крвни садови и нерви.

Stratum reticulare е подебел слој, изграден од ирегуларно **густо сврзно ткиво**, локализирано во подлабоките слоеви на дермисот. Содржи дебели снопови од колагени влакна придружени со тенки еластични влакна. **Колагените и еластичните влакна** се протегаат во правец на истегнувањето на кожата при што образуваат

т.н. **линии на истегнување**, кои имаат значење во хирургијата бидејќи резевите паралелни со овие линии полесно зараснуваат. Нагласеното истегнување на кожата може да доведе до пукање на дермисот и создавање линии, видливи низ епидермисот, наречени **стрии**. Ретикуларниот слој има помалку клетки во споредба со папиларниот и оскудна основна материја богата со протеоглигани, особено дерматан сулфат.

Во дермисот се сместени фоликулите на влакната, лојните и потните жлезди, а има и крвни, лимфни садови и нерви (сл. 1).

ХИПОДЕРМИС

Хиподермисот е сврзно ткиво кое ја покрива кожата со подлогата на којашто лежи, како на пример: мускулна фасција, перихондриум или периост. Изграден е од ретко сврзно ткиво во кое доминираат адипоцитите групирани во лобули. Поголемите групации на адипоцити го формираат поткожното масно ткиво (**panniculus adiposus**). Дебелината на масното ткиво варира во различни региони на телото, а зависи од возраста, полот, конституцијата и сл. Во хиподермисот се среќаваат крвни садови, Фатер Пачиниеви телца, а има и структури на дермисот кои допираат до него, како што се фоликулите на влакната и потните жлезди.

ВАСКУЛАРИЗАЦИЈА И ИНЕРВАЦИЈА НА КОЖАТА

Сврзното ткиво на кожата содржи богата мрежа на крвни и лимфни садови. Васкуларната мрежа е специфично организирана бидејќи има нутритивна и терморегулациона улога. Во пределот на хиподермисот сместени се големите артериски крвни садови кои формираат **plexus subcutaneus**. Од нив се одвојуваат гранки кои се упатуваат кон погорните слоеви каде што на границата меѓу хиподермис и **stratum reticulare** формираат втор сплет – **plexus cutaneus** (сл. 1). Од нив помали гранки пенетрираат во дермисот за васкуларизација на кожните деривати. Помали гранки се упатуваат кон површните слоеви на дермисот формирајќи **plexus subpapillaris** – на границата помеѓу ретикулар-

ниот и папиларниот дел на дермисот. Од овој сплет се одвојуваат најмалите крвни садови – капиларите кои во папилите на дермисот формираат богат капиларен сплет. Венската мрежа кореспондира со артериската.

Помеѓу артериските и венските крвни садови постојат бројни **анастомози** кои имаат клучна улога во терморегулацијата, контролирајќи го приливот на крв во површните делови на дермисот. На пример, ако телото е изложено на студ, се зголемува протокот на крв во анастомозите, а само мала количина крв доаѓа до површината на кожата, со што губитокот на топлина се сведува на минимум.

Кожата има богата **лимфна мрежа** која започнува во папиларниот дел како слепи капилари кои, како се спуштаат во подолните слоеви на кожата, преминуваат во поголеми лимфни садови.

Една од најважните функции на кожата е да прима информации од околината. Токму затоа таа изобилува со сензорна инервација и претставува **најголем сензорен рецептор**. Слободни нервни завршетоци има во епидермисот, фоликулите на влакната и жлездите. Тие примаат сензации за допир, болка, висока и ниска температура и сл. Во сврзното ткиво на дермисот и хиподермисот сместени се инкапсулирани рецептори како што се Мајснеровите (**Meissner**) и Краузеовите (**Krause**) телца, кои се сместени во папиларниот слој и Фатер Пачиниевите (**Vater Pacini**) телца, кои се сместени длабоко во дермисот и хиподермисот.

ДЕРИВАТИ НА КОЖАТА

Творбите на кожата кои во текот на ембрионалниот развој се формираат од епидерми-

сот или дермисот се нарекуваат деривати. Некои од нив, како што се: влакната, лојните и

Во пределот на булбусот, од страната која граничи со папилата, сместени се епителни клетки кои имаат идентична улога како клетките на герминативниот слој на епидермисот. Овие клетки се нарекуваат **матриксни клетки** (сл. 3), постојано се делат и се диференцираат во специфични видови клетки, со што учествуваат во формирањето и растот на стеблото на влакното. Освен матриксни клетки, во делот од булбусот има и **меланоцити**.

Стеблото или самото влакно е кончеста структура која расте од фоликулот со пролиферација на матриксните клетки во булбусот во правец кон површината на кожата. Матриксните клетки се орожнети клетки кои не содржат кератохијалини гранули, туку се создава т.н. тврд кератин. Тие не десквамираат, па клетките кои од нив се создаваат се држат заедно и формираат три концентрични слоја на стеблото на влакното (сл. 3):

1. Substantia medullaris – претставува централен дел на стеблото на влакното. Клетките во него, на ниво на булбусот содржат меланински и трихохијалински гранули. Колку се оди кон површината, клетките стануваат силно орожнети, без пигмент, а можат да содржат и меурчиња од воздух.

2. Substantia corticalis – е претставена со неколку концентрични слоеви на орожнети, густо збиени, вретеновидни клетки околу медулата на стеблото. Овој дел ја одредува бојата на косата бидејќи клетките содржат пигмент меланин.

3. Cuticula pili – е најпериферниот слој на стеблото. Содржи еден слој сплеснати, силно орожнети клетки кои се редат како керамида и го препокриваат влакното.

Фоликулот, или обвивката на влакното, претставува цилиндрична епителна структура сместена во дермисот. Фоликулот е место од кое влакното расте и во него е сместено до крајот на својот животен циклус по кој отпаѓа. Структурно, на фоликулот се диференцираат два дела: внатрешна и надворешна обвивка.

Внатрешната обвивка е делот од фоликулот кој непосредно го обвиткува влакното. Него го создаваат најпериферните клетки на булбусот. Се состои од 3 слоеви клетки: *cuticula*, *Huxle*-ев слој и *Henley*-ев слој. **Кутикулата** (*cuticula*) е изградена од еден слој сплескани орожнети клетки локализирани најблиску до влакното. Во делот на булбусот преминува во кутикулата на стеблото. **Хакслевиот** (*Huxle*) **слој** го сочинуваат 1–3 слоја кубични клетки, а

Хенлевиот (*Henley*) **слој** е изграден од 1 слој кубични клетки кои содржат кератохијалини гранули, орожнуваат и десквамираат во пилосебацеалниот канал (просторот помеѓу стеблото на влакното и внатрешната обвивка). Внатрешната обвивка исчезнува на нивото на лојните жлезди (сл. 3).

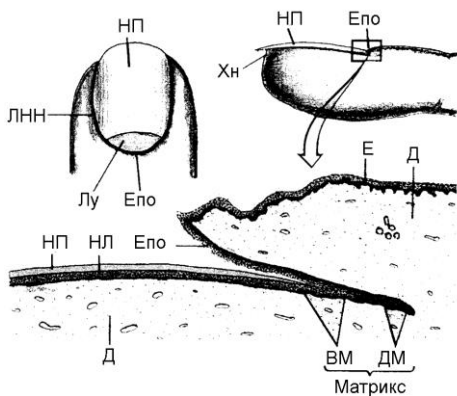
Надворешната обвивка на фоликулот се надоврзува на внатрешната и има два дела: епидермален и сврзен дел. **Епидермалниот дел** настанува со враснување на епидермисот во дермисот. Во делот на булбусот тој е изграден само од *stratum basale*, а кон горе го сочинуваат неколку слоеви од епидермални клетки. Околу епидермалниот дел се наоѓа стаклеста мембрана која е продолжение на базалната мембрана на епидермисот. **Сврзниот дел** е дел од сврзното ткиво во дермисот кој го обвиткува фоликулот и претставува место каде што се припојува мускулот подигнувач на влакното (*m. arrector pili*). Овој мускул е изграден од мазни мускулни клетки. Се протега од средишниот дел на фоликулот, ги опфаќа лојните жлезди и оди косо кон површината, завршувајќи под епидермисот. При контракција на мускулот, влакното се исправува.

НОКТИ (Ungues)

Ноктите се плочести творби кои имаат епидермална структура бидејќи се изградени од орожнети епителни клетки. На нив се диференцираат следните основни структурни делови: **плоча, лежиште и матрикс**.

Плочата на нокотот е прозирна структура изградена од орожнети клетки кои не десквамираат и одговара на *stratum corneum* од епидермисот (сл. 4). Плочата на нокотот лежи во **лежиште** изградено од *stratum basale* и *stratum spinosum*. Под лежиштето на нокотот се наоѓа дермисот кој се карактеризира со изразени папили богати со крвни капилари и нервни завршетоци. Дермалните папили даваат надолжна испруганост на нокотот, а богатата прокрвеност ја дава светло розовата боја на нокотот.

Дисталниот дел на плочата е слободен, додека проксималниот дел на нокотот е скриен во жлебот и препокриен со кожа, а се нарекува **корен на нокотот**. Епителот на кожниот набор кој го прекрива коренот на нокотот се состои од вообичаените слоеви на епидермисот, а неговиот орожнет дел формира *eponychium* или **кутикула**.



Слика 4. Нокот

НП – нокотна плоча; ЛНН – латерален нокотен набор; Лу – лулула; Епо – епонихиум; Хн – хипонихиум; Е – епидермис; Д – дермис; НЛ – нокотно лежиште; ДМ – дорзален матрикс; ВМ – вентрален матрикс

Плочата на нокотот расте од специјализираниот епител наречен **матрикс** на нокотот (сл. 4). Проксималниот дел на матриксот се протега длабоко и го опфаќа коренот на нокотот. Клетките на матриксот се делат, мигрираат дистално и орожуваат формирајќи го проксималниот дел на плочата на нокотот кој има белулава боја и се нарекува **lunula**. Дисталниот дел на матриксот расте преку плочата и го формира епонихиумот, а неговиот ороженет слој ја формира заноктицата или кутикулата.

Дистално од лежиштето на нокотот, под слободниот крај на плочата на нокотот, епидермисот задебелува и се нарекува **hyponychium**. Во овој дел има добро развиени епидермални гребени богати со осетни телца.

Растот на ноктите е континуиран (околу 0,5 mm неделно), а бидејќи епидермалните клетки не десквамираат, ноктите редовно се сечат.

ЖЛЕЗДИ ВО КОЖАТА

Во дермисот на кожата сместени се: лојните жлезди, потните жлезди и нивната модификација – мирисните жлезди.

Лојни жлезди (*Gl. Sebaceae*)

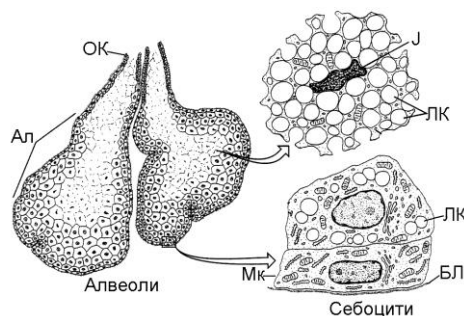
Лојните жлезди се дел од **пилосебацеалниот апарат**, кого го сочинуваат 3 структури: дел од фоликулот на влакното, *m. arrector pili* и лојната жлезда (позиционирана во аголот што

го формираат фоликулот на влакното и *m. arrector pili*) (сл. 1).

Лојните жлезди се распространети во дермисот на целата кожа, освен на дланките и стапалата. Градени се по типот на сложени алвеоларни жлезди, а се состојат од неколку **ацинуси или алвеоли** кои се влеваат во заеднички **одводен канал**. Овие жлезди излучуваат по **холокрин** начин на секреција.

Алвеолите се изградени од базална ламина на која лежат **недиференцирани клетки**. Над овие клетки се редат клетки со повисок степен на диференцијација (**матични клетки**) додека зрелите клетки (**себоцити**) се централно локализирани. Матичните клетки се сплескани, со овално јадро и малку органели, а претставуваат стем клетки од кои се создаваат нови клетки.

Себоцитите имаат полигонална форма, светла цитоплазма и централно поставено кружно јадро (сл. 5). Во цитоплазмата доминира мазен ендоплазматски ретикулум во кој се синтетизираат масни капки кои постепено ја исполнуваат цитоплазмата. Со зголемувањето на количеството на масни капки, се редуцираат органелите, јадрото станува пикнотично и на крај целата клетка пука. Пропаднатите клетки се отфрлаат и влегуваат во состав на секретот, што претставува холокрин начин на секреција. Дезинтегрираните клетки се надополнуваат со делба на матичните клетки.



Слика 5. Лојна жлезда

Ал – алвеола; Мк – матична клетка; ЛК – липидни капки; ОК – одводен канал

Секретот на лојните жлезди претставува полутечен лој или **себум** кој содржи триглицериди, холестерол и распаднати продукти на жлездените клетки. Себумот го подмачкува влакното и површината на кожата, а воедно се

претпоставува дека има бактерицидно и фунгицидно дејство. Активноста на лојните жлезди го постигнува својот максимум во периодот на пубертетот, под влијание на **половите хормони**.

Истиснувањето на секретот во одводниот канал е потпомогнато од *m. arrector pili*. **Одводниот канал** е обложен со многуслоен плосчест ороженет епител, се влева во просторот помеѓу фоликулот и самото влакно, а секретот од него се одведува на површината на кожата.

Во некои региони на кожата лојните жлезди не се во врска со фоликулот на влакната туку нивниот одводен канал се отвора директно на површината на кожата (на пример, во усните, во очните капаци, на гланс penis и др).

Потни жлезди (*Gll. Sudoriferae*)

Потните жлезди се распоредени во подлабоките слоеви на дермисот, а ги има речиси во сите региони на кожата. Според типот на секрецијата и својствата на секретот, потните жлезди се делат на **екрини и апокрини**.

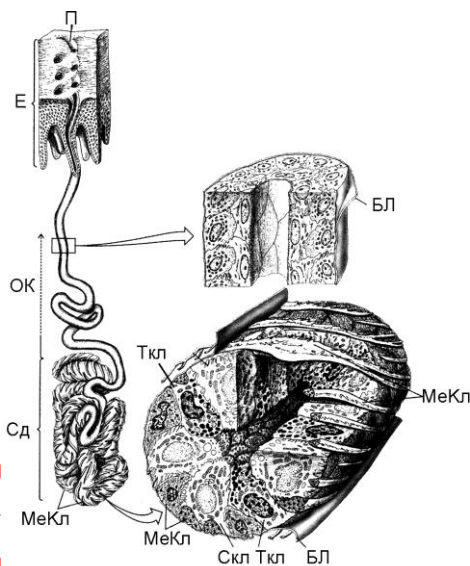
Екрини (мерокрини) потни жлезди (*Gll. Sudoriferae minores*)

Екрините (мерокрини) потни жлезди се едноставни тубулузни жлезди кои секретираат по **мерокрин** тип на секреција. Секреторниот дел на жлездата лежи во дермисот, а е изграден од два вида клетки: темни и светли клетки (сл. 6). **Темните клетки** имаат пирамидален облик и го обложуваат луменот на жлездата. Не ја допираат базалната ламина, а во апикалниот дел содржат секреторни гранули богати со гликопротеини. **Светлите клетки** лежат на базалната ламина, но ретко кога го достигнуваат луменот. За нив се карактеристични базалните интердигитации и микровилите бидејќи се вклучени во транспортот на вода и соли. Овие клетки немаат секреторни гранули.

Помеѓу базалната ламина и жлездените клетки сместени се **миоепителните клетки**, кои со својата контракција го истиснуваат секретот во одводниот канал. **Одводниот канал** е обложен со двослоен епител и се протега право кон површината на кожата. Штом достигне до епидермисот тој поприма вијугав тек и го губи ѕидот, а секретот слободно се излева на површината од кожата.

Потта содржи најмногу вода, натриум хлорид, уреа, амонијак и урична киселина. Откако ќе се излеа на површината на кожата, потта ис-

парува и го лади телото. Преку потта се излучуваат и некои супстанции кои на организмот не му се потребни.



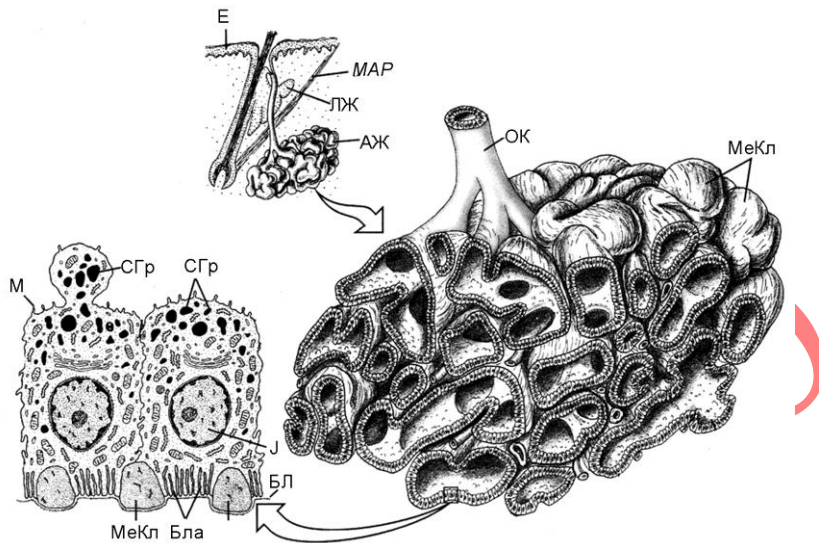
Слика 6. Мерокрина потна жлезда
СД – секреторен дел; ОК – одводен канал; П – потна пора;
Е – епидермис; Мекл – миоепителни клетки; Скл – светла
клетка; Ткл – темна клетка; БЛ – базална ламина

Апокрини (мирисни) потни жлезди (*Gll. Sudoriferae majores*)

Во организмот, покрај екрини потни жлезди, постојат и апокрини или мирисни потни жлезди. Тие се застапени во одредени региони како што се: пазувите, ареолата на млечната жлезда, во ананалната регија. Сместени се во најдлабоките делови на дермисот и во хиподермисот.

Апокрините жлезди претставуваат тубуларни или тубулоалвеоларни жлезди изградени од секреторен дел и одводен канал (сл. 7). **Секреторниот дел** содржи базална ламина на која лежат цилиндрични клетки. Секреторните клетки во апикалниот дел содржат секреторни везикули и вакуоли чија содржина се евакуира во луменот на алвеолите. Помеѓу базалната ламина и секреторните клетки има миоепителни клетки.

Одводниот канал е идентично граден како кај екрините жлезди, но за разлика од него, се влева во фоликулот на влакното (сл. 7).



Слика 7. Апокринна потна жлезда

Е – епидермис; ЛЖ – лојна жлезда; АЖ – апокринна жлезда; МАР – *m. arrector pili*; ОК – одводен канал; МеКл – миоепителни клетки; Бла – базален лавиринт; М – микровили; СГр – секреторни гранули; БЛ – базална ламина

Апокрините жлезди произведуваат вискозен и бистар секрет кој содржи протеини, липиди, јаглени хидрати, масни киселини, амонијак и др. Се мисли дека во секретот има и мирисни компоненти слични на феромоните. Правилот мирис на секретот, карактеристичен за секоја индивидуа, се формира по инкорпорацијата на различни бактерии и габички.

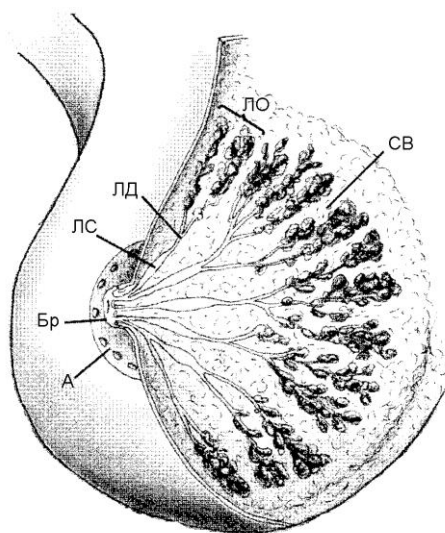
Во групата на апокрини жлезди се вбројуваат и оние во очните капаци, во слушниот канал и млечната жлезда кои всушност претставуваат модифицирани апокрини жлезди.

Млечна жлезда (*gl. Mammaria*)

Млечната жлезда претставува најголема жлезда на кожата (сл. 8). Застапена е кај двата пола, но кај жената е подложна на структурни и функционални промени во текот на животот.

Млечната жлезда е парна тубулоалвеоларна, модифицирана апокринна жлезда прекриена со кожа. Изградена е од паренхим и строма. Паренхимот го сочинуваат жлездените ацинуси и системот на одводни канали, а стромата е претставена со фиброзно и масно ткиво. Паренхимот и стромата се организирани во лобуси. Меѓу лобусите има интерлобарно густо сврзно ткиво, а во внатрешноста на секој лобус

се сместени се неколку лобуси кои претставуваат основна структурна и функционална единица на млечната жлезда.



Слика 8. Млечна жлезда

Бр – брадавица; А – ареола; ЛО – лобус; СВ – сврзно ткиво; ЛД – лактиферен дуктус; ЛС – лактиферен синус

Лобулусите се изградени од жлездени ацинуси, интралобуларни одводни канали и интралобуларно сврзно ткиво. Меѓу лобулусите има интерлобуларно сврзно ткиво.

Жлездените ацинуси (алвеоли) се обложени со жлездени епителни клетки кои лежат на базална ламина, а присутни се и миоепителни клетки кои се активираат за време на бременоста.

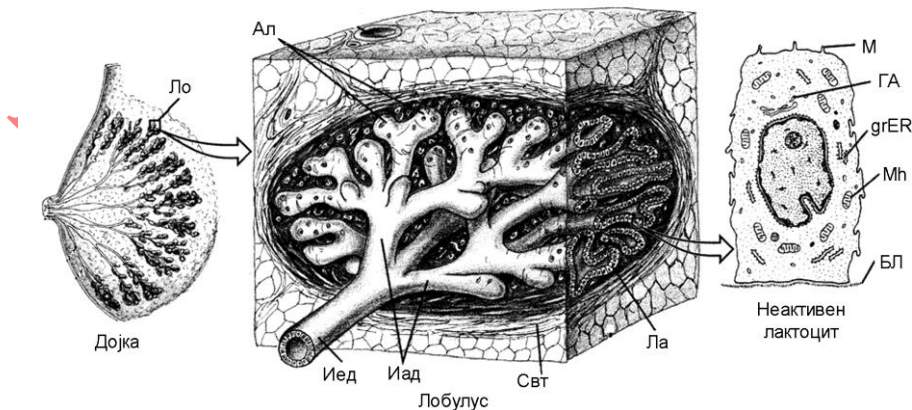
Одводните канали во млечната жлезда се сместени во сврзното ткиво, а обложени се со различни видови епител. Најмалите, интралобуларни и интерлобуларни одводни канали се обложени со еднослоен кубичен до цилиндричен епител и миоепителни клетки. Интерлобуларните канали се отвораат во поголеми, интралобуларни одводни канали (или лактиферни дуктуси – *ductuli lactiferi*) кои се обложени со еднослоен цилиндричен епител.

Околу 15 до 20 лактиферни дуктуси конвергираат кон брадавицата на млечната жлезда, каде што се прошируваат и формираат лактиферни синуси (*sinus lactiferus*). Овие синуси во пределот на ареолата на брадавицата продолжуваат како папиларни дуктуси (*ductuli papillares*), кои се спојуваат и се отвораат низ 5 до 10 отвори, распоредени концентрично во пределот на брадавицата на млечната жлезда. Лактиферните синуси и почетниот дел на папиларните дуктуси се обложени со двослоен кубичен епител, а завршните делови на папиларните дуктуси се обложени со многуслоен плочест орожен епител кој продолжува во епителот на кожата на брадавицата.

Брадавицата на млечната жлезда (*papilla mammae*) претставува модифицирана кожа со наборан епидермис. Околу брадавицата се наоѓа зона наречена **ареола** која е препокриена со кожа со одредени специфики. Во неа има поизразена пигментираност, а ретикуларниот слој содржи мноштво еластични сврзни влакна и циркуларно распоредени мазни мускулни клетки. Од нив се одвојуваат мускулни клетки кои во брадавицата формираат мускул кој при контракција, предизвикува ерекција на брадавицата. На периферијата на ареолата се наоѓаат *gll. areolares – Montgomery*, кои претставуваат акумулации на лојни и апокрини жлезди кои својот секрет директно го излеваат на површината на кожата. Секретот ја лепи устата на доенчето и го спречува вшмукувањето на воздух при цицањето. Во кожата на брадавицата и ареолата има мноштво нервни завршетоци со што претставува високо сензитивна зона.

Млечната жлезда кај жената ја менува својата градба во зависност од функционалната состојба, дејството на хормоните од хипофизата и овариумите.

При раѓањето, во млечната жлезда има само малубројни епителни ленти. Пред пубертетот, се присутни по неколку лобулуси, куси и колабирани дуктуси и развиена строма. Во пубертетот, под дејство на хормоните од овариумите, вкупната маса на млечната жлезда се зголемува. Се зголемува бројот на лобулусите, дуктусите, а се зголемува и количеството на фиброзно и масно ткиво (сл. 9). Најбурни промени во структурата на млечната жлезда се случуваат за време на бременоста и лактацијата.

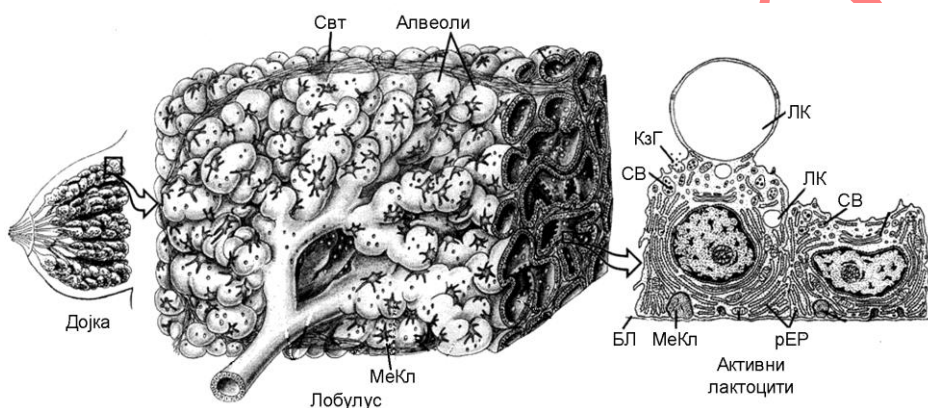


Слика 9. Млечна жлезда во мирување

Ло – лобулус; Свт – сврзно ткиво; Иад – интралобуларен дуктус; Иед – интерлобуларен дуктус; Ал – алвеоли; Ла – лактоцит

За време на **бременоста**, под дејство на прогестеронот и хормоните од плацентата, се случуваат следниве промени: се зголемува пигментираноста на брадавицата и ареолата, се зголемува бројот на лобулусите, се разгрануваат дуктусите, а фиброзното ткиво се редуцира. Во вториот триместер на бременоста, започнува секрецијата на жлездените клетки, а кон крајот на бременоста започнува излучувањето на **колострум** – предстадиум на млечен секрет.

За време на **лактацијата** (доењето) млечната жлезда е во својата активна фаза (сл. 10). Хистолошките промени се случуваат во смисла на: зголемување на бројот и големината на лобулусите; изразено намалување на фиброзното ткиво; тубулоалвеоларните делови се проширени и обложени со високи цилиндрични клетки наречени **лактоцити**; миоепителните клетки се побројни и поголеми, а со својата контракција потпомагаат при истиснувањето на млечниот секрет; капиларната мрежа е побогата.



Слика 10. Млечна жлезда во лактација

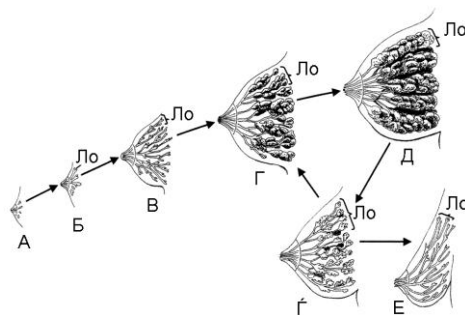
МеКл – миоепителни клетки; КзГ – казеински гранули; ЛК – липидни капки; СВ – секреторни везикули; Свт – сврзно ткиво; БЛ – базална ламина

Жлездените клетки – лактоцити имаат централно поставено јадро, изразен рЕР и Голџи систем, како и големи липидни капки и казеински гранули во апикалниот дел на цитоплазмата (сл. 10). По пат на апокринна секреција, липидните капки се ослободуваат во луменот на алвеолите, а казеинските гранули се празнат по пат на екринна секреција. Со емулзија на липидните капки се создава **млекото**. Хуманото млеко е течност со беложолтеникава боја, која содржи 88% вода, 7% лактоза, 4% масти, и 1% протеини, растворени јагленихидрати, витамини, имуноглобулини, електролити и др.

По престанокот на лактацијата, се намалува бројот и големината на лобулусите и млечната жлезда минува во неактивна фаза. За сметка на намалувањето на паренхимот, се зголемува количеството на фиброзно и масно ткиво.

По менопаузата, намалувањето на естрогените хормони и прогестеронот доведува до ре-

гресија на млечната жлезда со изразено намалување на паренхимот и стромата, кое води кон атрофија на жлездените делови (сл. 11).



Слика 11. Млечна жлезда кај жената во различни возрасти и физиолошки состојби

А – при раѓање; Б – пред пубертет; В – во пубертет; Г – во бременост; Д – во лактација; Е – по лактација; Лo – лобулус

ЗАШТИТЕНО

Проф. д р Невена Костовска

ДИГЕСТИВЕН СИСТЕМ

Comment [B1]:

С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

ЗАЕДНИЧКИ СТРУКТУРНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ДИГЕСТИВНИОТ КАНАЛ (од <i>Esophagus</i> до <i>Canalis analis</i>).....	71
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА: – ХРАНОПРОВОДНИКОТ (<i>Esophagus</i>).....	72
– ЖЕЛУДНИКОТ (лат. <i>Ventriculus</i> , грч. <i>Gaster</i>).....	74
Дно и тело на желудникот (<i>Fundus et Corpus ventriculi</i>).....	74
Кардија (<i>Pars cardiaca</i>).....	77
Пилорус (<i>Pars pylorica</i>).....	77
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА: – ТЕНКОТО ЦРЕВО (<i>Intestinum tenue</i>).....	77
– ДЕБЕЛОТО ЦРЕВО (<i>Intestinum crassum</i>).....	81
– СЛЕПОТО ЦРЕВО (<i>Appendix vermiformis</i>).....	82
– РЕКТУМОТ И АНАЛНИОТ КАНАЛ (<i>Rectum et Canalis analis</i>)....	82
– ПЕРИТОНЕУМОТ (<i>Peritoneum</i>).....	84
ЖЛЕЗДИ ПРИКЛУЧЕНИ КОН ДИГЕСТИВНИОТ КАНАЛ.....	84
ЦРН ДРОБ (<i>Hepar</i>).....	84
<i>Lobulus hepatis</i>	85
Хепатоцити.....	86
Строма на хепарот.....	87
Жолчни патишта.....	88
Регенерација на хепарот.....	88
ЖОЛЧНО КЕСЕ (<i>Vesica fellea s. biliaris</i>).....	88
ПАНКРЕАС (<i>Pancreas</i>).....	89
Егзокрин панкреас.....	90
Ендокрин панкреас.....	91

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

Дигестивниот систем (Гастроинтестинален тракт – ГИТ) ги опфаќа сите органи кои се вклучени во внесувањето, варењето, транспортот и апсорпцијата на храната. Преку системот за варење, внесената храна се разложува на молекули кои преку сидот на цревата се апсорбираат во крвната и лимфната циркулација и служат како извор на енергија во телото, а несварениот остаток се елиминира надвор од телото, како фецес. Дигестивниот систем го чинат следниве компоненти:

А) Дигестивен или алиментарен канал

Б) Жлезди приклучени кон дигестивниот систем (плункови жлезди, прн дроб, жолчно кесе и панкреас).

Проксималниот дел на дигестивниот канал започнува со усната празнина и орофарингсот, а дистално продолжува со езофагусот, желудникот, тенкото и дебелото црево.

Структурите во усната празнина овозможуваат внесување на храната, нејзино фрагментирање на ситни делови и навлажнување при што се формира *bolus*. Преку орофарингсот болусот брзо се пренесува до езофагусот и желудникот. Низ желудникот и цревата внесените хранливи материи патуваат многу побавно бидејќи во овие органи се одвива дигестијата и апсорпцијата. Недигестираните супстанции се елиминираат преку завршниот сегмент на дигестивниот канал во форма на фецес.

ЗАЕДНИЧКИ СТРУКТУРНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ДИГЕСТИВНИОТ КАНАЛ (од *Esophagus* до *Canalis analis*)

Дигестивниот канал претставува мускулна цевка со централна празнина (лумен) и сид изграден од 4 слоја (туники) (сл. 1):

1) *Tunica mucosa* (слузница) е внатрешниот слој изграден од **3 листа (ламини)**:

- а) *Lamina epithelialis mucosae* (епител)
- б) *Lamina propria mucosae* (ретко сврзно ткиво)
- в) *Lamina muscularis mucosae* (мускулен слој на слузницата)

2) *Tunica submucosa* (подслузница)

3) *Tunica muscularis* (мускулен слој) најчесто изграден од два подслоја:

- а) *stratum circulare*
- б) *stratum longitudinale*

4) *Tunica serosa s. adventitia* (надворешна обвивка)

Tunica mucosa

Слузницата на дигестивниот канал има три основни улоги: заштитна (барьерна), секретор-

на и апсорптивна улога, а *Lamina epithelialis* партиципира во сите наведени улоги. Во различни сегменти на дигестивниот канал се наоѓаат различни типови епител, во согласност со специфичната функција на одредениот сегмент.

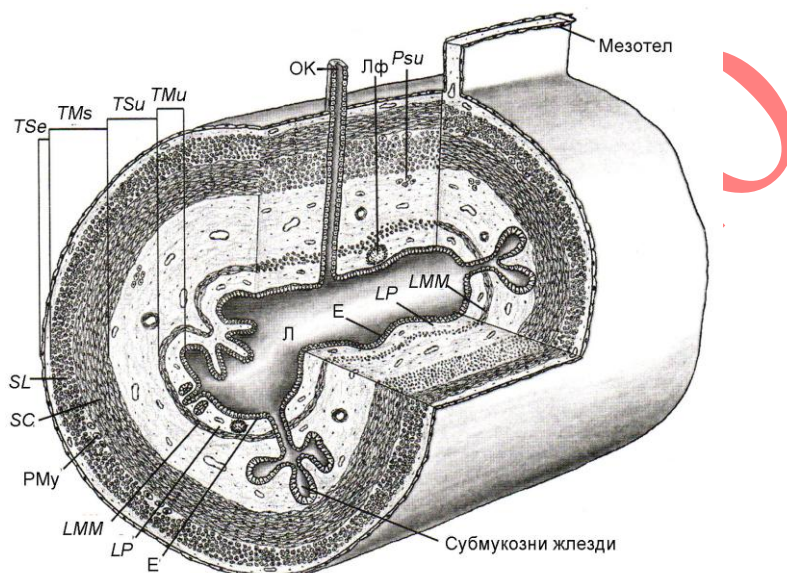
Од проксималниот дел од дигестивниот канал до крајот на езофагусот, е застапен **многуслоен плочест влажен епител**; во желудникот епителот е **еднослоен цилиндричен**; во цревата е еднослоен цилиндричен со присуство на повеќе видови клетки, а во аналната регија е повторно застапен **многуслојниот плочест влажен и ороженет епител**.

Lamina propria mucosae насекаде е изградена од **ретко сврзно ткиво** богато со крвни и лимфни садови, нерви и елементи на имуниот систем. Васкуларната капиларна мрежа особено е богата во тенкото и дебелото црево.

Капиларите се фенестрирани и прилагодени за прифаќање на апсорбираните продукти. Лимфните капилари се бројни во тенкото цре-

во, а вклучени се во транспортот на липидите и протеините. За пропријата е карактеристично присуството на елементи на имуниот систем. Тие образуваат имунолошка бариера која го заштитува организмот од микроорганизми и антигени. Лимфното ткиво во дигестивниот систем се означува како ГАЛТ (англ. *Gut – Associated Lymphoid Tissue*), а претставува дифузно лимф-

но ткиво и лимфни фоликули распоредени по целата слузница на дигестивниот канал. Особено е застапено во илеумот и во апендиксот, каде што формира т.н. *Peayer*-ови плочи. Како целина, ГАЛТ е најголемиот лимфен орган во човечкото тело. Освен лимфоцити, во ГАЛТ се присутни и макрофаги, плазмоцити, еозинофили и М-клетките од епителот.



Слика 1. Шематски приказ на градбата на дигестивниот канал

Л – лумен; Е – епител; LP – lamina propria; LMM – lamina muscularis mucosae; Tmu – tunica mucosa; TSu – tunica submucosa; TMs – tunica muscularis; TSe – tunica serosa; PSe – plexus submucosus; PMy – plexus myentericus; SL – stratum longitudinale; SC – stratum circulare; Лф – лимфен фоликул; ОК – одводен канал

По целата должина на дигестивниот канал пропријата содржи **жлезди** кои соодветно партиципираат во активноста на секој негов сегмент. Оттаму произлегуваат и различните структурни карактеристики на жлездите, од усната празнина па сè до крајот на трактот.

Lamina muscularis mucosae е третиот слој на слузницата. Граден е од два слоја мазни мускулни клетки: внатрешен (**циркуларен**) и надворешен (**лонгитудинален**). Овие мускулни слоеви овозможуваат подвижност на слузницата независно од другите слоеви во сидот.

Tunica submucosa

Подслузницата содржи **умерено густо сврзно ткиво** со крвни и лимфни садови, нервни влакна, а во одделни делови на дигестивни-

от канал содржи и жлезди. Крвните садови во субмукозата се со поголем калибар. Во овој сегмент се присутни сензорни и моторни влакна на автономниот нервен систем, измешани со ганглиски клетки. Заедно, немиелинизираните нервни влакна и ганглиските клетки формираат **субмукозен нервен сплет – plexus submucosus – Meissneri**.

Во субмукозата на езофагусот и дуоденумот има жлезди, додека во илеумот доминираат лимфни фоликули.

Tunica muscularis

Мускулниот слој содржи два релативно дебели слоја од мазни мускулни клетки: внатрешен (**stratum circulare**), и надворешен слој (**stratum longitudinale**). Нивната контракција го

стеснува луменот и го скратува каналот (перисталтични движења), што овозможува содржината да се меша, компримира и придвижува кон аналниот канал. Во почетниот и завршниот дел на дигестивниот канал *tunica muscularis* е градена од напречно – пругаста мускулатура и нејзината контракција е контролирана (може волево да се контролира).

Помеѓу циркуларниот и лонгитудиналниот слој е присутно сврзно ткиво во кое е сместен **миентеричниот нервен сплет** (*plexus myentericus – Auerbachii*) кој по градба е сличен со субмукозниот нервен сплет. Неговите постганглиски нервни влакна завршуваат на мазните мускулни клетки на *tunica muscularis*, а имаат улога во забрзувањето или успорувањето на перисталтиката.

Во одделни региони мускулниот слој има **дополнителни специфики**:

– На поедини места циркуларниот слој е задебелен и формира сфинктери (фарингоезо-

фагеален, езофагокардијален, пилоричен и внатрешен анален сфинктер) или валвули (илеоцекална валвула).

– Во желудникот се појавува и трет слој од косо ориентирани мускулни клетки.

– Во дебелото црево лонгитудиналниот подслој е групиран во три ленти – *teniae coli*.

Tunica serosa

Серозата е надворешната обвивка на дигестивниот канал, а претставува **висцерален лист на перитонеумот**. Се состои од тенок слој од **ретко сврзно ткиво** и **мезотел** кој и дава мазност и сјај на серозата. Под сврзното ткиво на серозата може да има значајно количество масно ткиво.

Adventitia (добро васкуларизирано ретко сврзно ткиво) има само кај наддиафрагмалниот дел на езофагусот и во асцендентниот и десцендентниот колон.

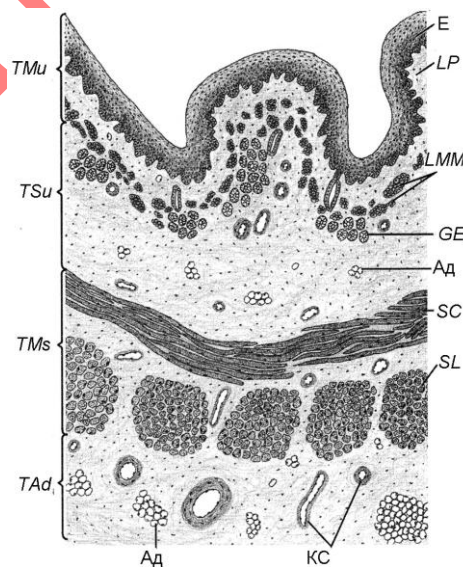
ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ХРАНОПРОВОДНИКОТ (*Esophagus*)

Хранопроводникот е мускулен цевчест орган со должина од 25 cm кој има задача да ги спроведува хранливите материи од орофарингсот кон желудникот. Тој има изразена, дебела слузница со надолжни набори кои на напречен пресек даваат ѕвездест изглед на луменот (сл. 2).

Lamina epithelialis во езофагусот е изградена од многуслоен плочест и влажен епител. Во делот на кардијата тој нагло преминува во епителот на желудникот.

Меѓу реткото сврзно ткиво на *lamina propria* се среќава нодуларно и дифузно распоредено лимфно ткиво. Во дисталните делови на органот се присутни жлезди слични на оние во кардијата на желудникот и се нарекуваат **кардијачни жлезди на езофагусот**. Овие жлезди продуцираат неутрален секрет кој го штити езофагусот од регургитираната желудечна содржина.

Lamina muscularis mucosae ја сочинуваат лонгитудинално ориентирани снопови на мазна мускулатура која има пресудно значење во истегнувањето кое во езофагусот често се случува.



Слика 2. Горна третина на езофагусот
TMu – *tunica mucosa*; *TSu* – *tunica submucosa*; *TMs* – *tunica muscularis*; *TAd* – *tunica adventitia*; *E* – епител; *LP* – *lamina propria*; *LMM* – *lamina muscularis mucosae*; *GE* – *gll. Esophageae*; *SC* – *stratum circulare*; *SL* – *stratum longitudinale*; *Ad* – адипоцити; *KC* – крвен сад

Tunica submucosa заедно со мукозата учествува во формирањето на надолжните набори. Во овој структурен сегмент се сместени сложени тубулоалвеоларни, мукозни жлезди (*gll. Esophageae*). Секретот на овие жлезди е слузав, умерено кисел и служи за подмачкување на епителот.

Tunica muscularis е дебела околу 2 mm и е составена од 2 подслоја: внатрешен кружен и надворешен надолжен, кои меѓусебе се поста-

вени под прав агол. Во горната третина на езофагусот е застапена скелетна мускулатура, во средната третина е застапена скелетна и мазна мускулатура, а долната третина е изградена исклучително од мазна мускулатура.

Tunica adventitia го поврзува езофагусот со околните структури во торакалниот простор. Кусиот интраабдоминален дел е препокриен со перитонеум, односно со сероза.

ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ЖЕЛУДНИКОТ (лат. *Ventriculus*, грч. *Gaster*)

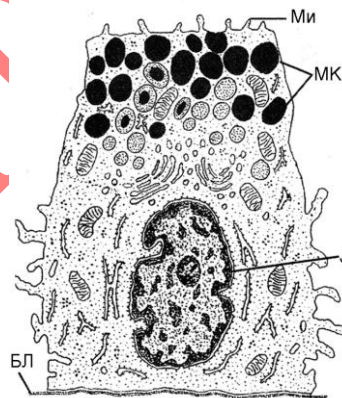
Желудникот е кесесто проширување на дигестивниот канал во кој се врши мешање и парцијална дигестија на храната. Под влијание на желудечниот секрет соцваканата храна (*bolus*) се трансформира во кашеста маса (*himus*) која преминува во цревата.

Од анатомски аспект се разликуваат 4 региони во желудникот: *pars cardiaca*, *fundus ventriculi*, *corpus ventriculi* и *pars pylorica*. Хистолошки, корпусот и фундусот имаат идентична градба.

Во празен желудник слузницата и подслузницата формираат видливи надолжни набори – *rugae*, особено изразени во фундусот. Кога желудникот е целосно исполнет, овие набори исчезнуваат. Нивното постоење е форма на адаптација на промената на волуменот на органот. Слузницата формира и постојани испанчувања (*areae gastricae*) раздвоени со плитки бразди. Нивната површина е набраздена со бројни левкасти вдлабнувања наречени јамички – *Foveolae gastricae* (3 – 5 милиони), на чие дно се отвораат желудечните жлезди. Широчината и длабочината на јамичките се менува во согласност со степенот на исполнетоста на органот.

Површината на желудникот и јамичките е обложена со **еднослоен цилиндричен епител** изграден исклучително од површински **мукозни клетки** (сл. 3). Овие клетки имаат овално, базално поставено, хетерохроматично јадро. Целата апикална површина на клетките е исполнета со муцинозни капки. Во јамичките муцинозот се конвертира во мукос кој е резистентен на дејството на HCl. Мукосот формира дебел, леплив, нерастворлив слој кој ја обложува површината на желудникот при што го штити од механичкото дејство на храната и од автодигестијата од солната киселина и пепсинот кои

ги има во желудечниот сок. На апикалниот дел мукозните клетки имаат куси микровили препокриени со гликокаликс.

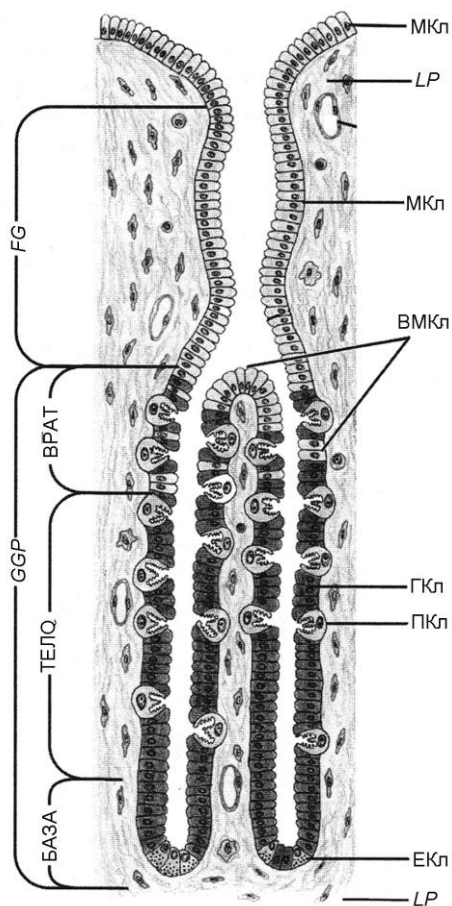


Слика 3. Површинска мукозна клетка
МК – муцинозни капки; Ми – микровили; БЛ – базална ламина

ДНО И ТЕЛО НА ЖЕЛУДНИКОТ (*Fundus et Corpus ventriculi*)

Градбените специфики на *fundus et corpus ventriculi* се забележуваат во нивната *lamina propria*. Реткото сврзно ткиво во неа е малку застапено, а доминантна компонента се специфичните жлезди наречени *glandulae gastricae propriae*. Ги има околу 15 милиони од кои од 3 до 5 се отвораат во една јамичка (**фовеола**). Тие се едноставни тубулузни жлезди на кои се разликува: **база**, која налегнува на *muscularis mucosae*; **тело**, кое е најголемиот дел од жлездата;

врат – стеснување со кое жлездата се отвора во дното на јамичката (сл. 4).

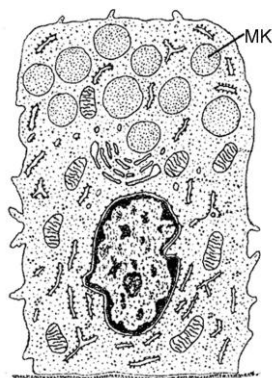


Слика 4. Желудечни жлезди

FG – *foveolae gastricae*; GGP – *gll. gastricae propriae*; МКл – површински мукозни клетки; ВМКл – вратни мукозни клетки; ГКл – главни клетки; ПКл – париетални клетки; ЕКл – ендокрини клетки; LP – *lamina propria*

Специфичните желудечни жлезди се обложени со **еднослоен цилиндричен епител** во кој се застапени 5 функционални клеточни типови:

1. Вратни мукозни клетки – Сместени се најмногу во вратот на жлездите. Имаат слична ултраструктурна градба како и површинските мукозни клетки, овие клетки секретираат растворлив мукус богат со сулфатни гликопротеини.



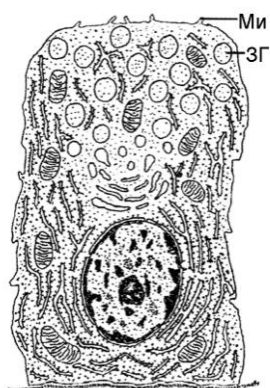
Слика 5. Вратна мукозна клетка

МК – мукозни капки

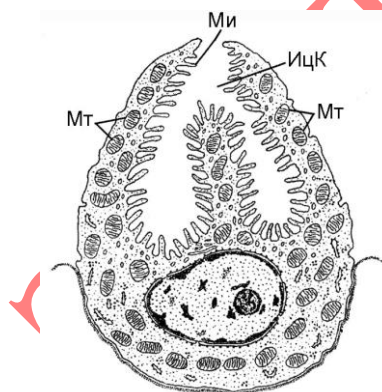
2. Главни (пепсиногени) клетки – Најбројни се, се бојат базофилно, а имаат нискоцилиндрична до кубична форма. Концентрирани се во долната половина на специфичните жлезди. Јадрото им е кружно, базално поставено, со изразено јадренце (сл. 6). На апикалната површина имаат куси микровили препокриени со гликокаликс. Голциевиот систем е сместен над јадрото, а од него се одвојуваат зимогени гранули кои се ослободуваат од клетката по пат на егзоцитоза. Гранулите содржат неактивен проензим, пепсиноген кој во киселата желудечна средина преминува во високо активен ензим – пепсин.

3. Париетални (обложни, оксифилни) клетки – Тие се крупни, тркалезни или пирамидни, оксифилни клетки сместени во горната половина на жлездите. Нивните базални делови проминираат кон ламина проприја, а нивните апикални делови се вклучени меѓу соседните клетки. Содржат едно до две централно поставени јадра. Имаат изразена ацидофилија заради присуството на бројни митохондрии. Највпечатлива ултраструктурна карактеристика на овие клетки е присуството на разгранет **интрацелуларен каналикуларен систем**, формиран од инвагинации на апикалната плазмалема. Каналчињата комуницираат со луменот на жлездата (сл. 7). Под апикалната плазмалема има структури на мазниот ендоплазматски ретикулум кои, при активација на клетките, фузионираат со плазмалемата и формираат микровили кои штрчат во луменот на каналчињата. Овој механизам служи како резерва за зголемување на секреторната површина на клетките. Париеталните клетки секретираат **хлороводородна киселина (HCl)** низ мембраната на интраце-

луларните каналчиња и нивните микровили. Од каналчињата секретот истекува во луменот на жлездата, а оттаму во луменот на желудникот. Високата концентрација на HCl ја прави желудечната средина кисела со $pH = 2$, што придонесува за уништување на бактериите и стерилизација на желудечната содржина. Секрецијата на HCl се стимулира од неколку супстанции (на пр. гастринот, хистаминот и ацетилхолинот) кои се продукти на ентероендокрините клетки.



Слика 6. Пепсиногена клетка
ЗГ – зимогени гранули; Ми – микровили

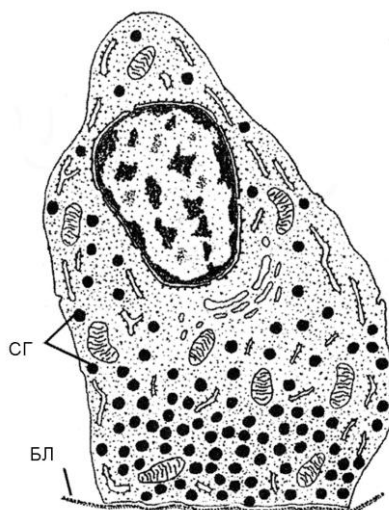


Слика 7. Париетална клетка
ИцК – интрацелуларно каналче; Мт – митохондрии; Ми – микровили

Покрај хлороводородна киселина, париеталните клетки создаваат и *intrinsic factor*, гликопротеин неопходен за апсорпција на витамин B12 кој е неопходен за созревањето на еритробластите. Комплексот интринзинг фактор – вита-

мин B12 се создава во желудникот, а неговата ресорпција се случува во илеумот. Секое оштетување на желудечната слузница го редуцира бројот на париеталните клетки, а со тоа и секрецијата на интринзинг факторот. Неговиот недостаток доведува до болест позната како пернициозна анемија.

4. Ентероендокрини клетки – Припаѓаат на дифузниот ендокрин систем бидејќи се застапени не само во специфичните гастрични жлезди туку и во слузницата на интестиналниот, респираторниот, уринарниот и ендокриниот систем. Овде, овие клетки се најмногу застапени во базата на жлездите. Имаат тесен апикален дел и широка база исполнета со осмофилни гранули чија содржина по пат на егзоцитоза се уфрла во капиларите на ламина проприја. Апикалниот дел на клетката е вклучен меѓу околните клетки и може да содржи ретки микровили кои штрчат кон луменот на жлездата и ги регистрираат хемиските својства на желудечната содржина (сл. 8).



Слика 8. Ентероендокрина клетка
СГ – секреторни гранули; БЛ – базална ламина

Во зависност од природата на желудечната содржина, овие клетки ја активираат или запираат секрецијата на своите специфични производи. Ентероендокрините клетки претставуваат хетерогена клеточна популација од аспект на нивната функција. Некои клетки продуцираат **гастрин**, други **серотонин**, **соматостатин**, **хис-**

тамин и ентоероглукагон. Овие полипептидни хормони и супстанции слични на хормони, преку крвта втасуваат до ефекторните клетки за да ја регулираат активноста на останатите жлездени клетки во ГИТ и да ја регулираат активноста на мазните мускулни клетки во сидот на желудникот.

5. Матични клетки (стем клетки) – Имаат потенцијал да се диференцираат во кои било од претходно опишаните клетки.

Истиснувањето на секретот од желудечните жлезди е потпомогнато со контракција на мазните мускулни снопочиња кои се одвојуваат од циркуларниот слој на *lamina muscularis mucosae*.

Специфика на *Tunica muscularis* е тростројноста: внатрешен **кос**, среден **кружен** и надворешен **надолжно** ориентиран слој од мазни мускулни клетки. Со ваквата организација на мускулатурата на желудникот се овозможува мешањето на химусот и неговото потиснување кон дуоденумот.

КАРДИЈА (*Pars cardiaca*)

Кардијата е место каде што езофагусот се отвора во желудникот. Во овој дел од желудникот *lamina epithelialis* од многуслоен плочест влажен епител, преминува во еднослоен цилиндричен епител.

ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ТЕНКОТО ЦРЕВО (*Intestinum tenue*)

Тенкото црево е најголема компонента на дигестивниот тракт. Се протега од пилорусот до илеоцекалната вавула (сл. 9). Долго е околу 6 метри и содржи три сегменти: дванаестопалечно црево (*duodenum*) со должина од 25 cm; *jejunum*, долг 2,5 метри и *ileum* чија должина изнесува 3,5 метри. Во тенкото црево се одвива дефинитивната дигестија (разложување) на храната и апсорпција на разградените продукти.

Lamina epithelialis во слузницата на тенкото црево е специфична по тоа што е изградена од два типа клетки:

- апсорптивни клетки (**ентероцити**) и
- секреторни клетки (**пехарести клетки**).

Ентоероцитите имаат краток животен век (1,5 до 3 дена) и постојано се надополнуваат со диференцијација на матичните клетки. По фор-

дричен епител. Таа преодна зона е назабена и се нарекува *ora serrata*.

За овој дел од желудникот специфични се **кардијачните жлезди** (*gll. Cardiacae*) кои претставуваат продолжеток на жлездите во езофагусот. Лежат во *lamina propria*, по форма се тубулусни разгранети и завиени и имаат широк лумен. Во нивната градба доминираат мукус секретирачки клетки и ретки ентероендокрини клетки. Секретот што го лачат овие жлезди содржи мукус, лизозим и неоргански јони.

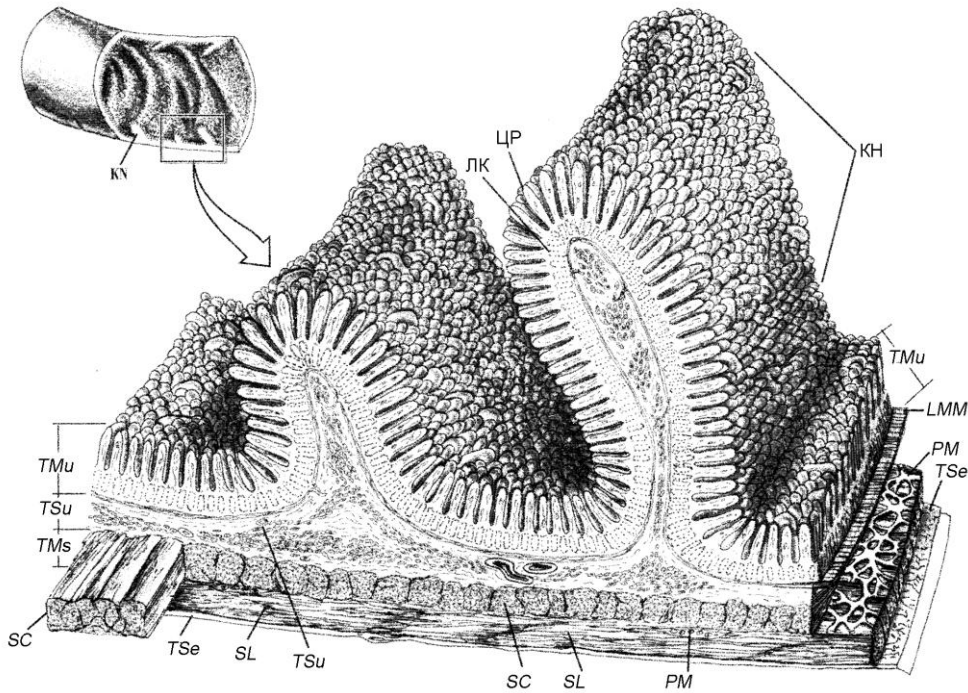
ПИЛОРУС (*Pars pylorica*)

Пилорусот е дел од желудникот кој се поврзува со дуоденумот. Специфика на неговата слузница е што поседува длабоки јамички кои зафаќаат до 2/3 од дебелината на слузницата. *Glandulae pyloricae* се куси, тубуларни и многу разгранети и завиени жлезди сместени во ламина проприја на пилорусот. Како и во кардијата и овие се изградени од мукозни клетки кои продуцираат слузав секрет кој ја заштитува слузницата од високиот ацидитет на желудечниот сок, а содржи и големо количество ензим лизозим. Од ентероендокрините клетки присутни во жлездите најмногубројни се оние кои излучуваат гастрин.

Во подрачјето на пилорусот средниот мускулен слој на *Tunica muscularis* е особено нагласен и формира *Musculus sphincter pylori*.

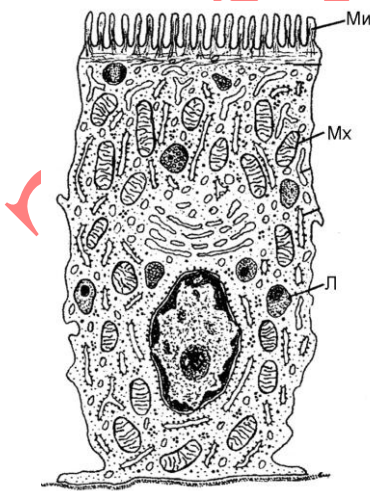
ма се високи цилиндрични и на својата апикална површина поседуваат бројни цитоплазматски продолжетоци (**микровили**). Плазмалемата на микровилите има изразен гликокаликс. Јадрот на ентероцитот е долгнавесто и позиционирано базално. Содржат развиен Голдиев апарат, мазен и рапав ендоплазматски ретикулум, слободни рибозоми и митохондрии (сл. 10).

Ентоероцитите се специјализирани за прифаќање и транспорт на супстанции од цревниот лумен кон васкуларниот систем во ламина проприја. Плазмалемата содржи транспортни протеини, а заедно со гликокаликсот содржат и дигестивни ензими кои се неопходни за терминалната разградба на јаглените хидрати и протеините.



Слика 9. Тенко црево – општ план на градба

КН – кружен набор; ЦР – цревни ресички; ЛК – Либеркинови крипти; PM – plexus myentericus; TMu – tunica mucosa; LMM – lamina muscularis mucosae; TSu – tunica submucosa; TMs – tunica muscularis; SC – stratum circulare; SL – stratum longitudinale; TSe – tunica serosa

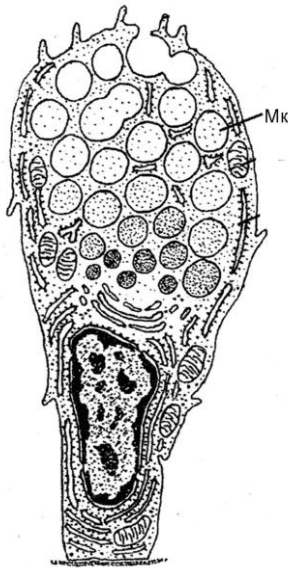


Слика 10. Ентероцит

Ми – микровили; Мх – митохондрии; Л – лизозоми

Транспортот на супстанциите оди исклучително трансцелуларно. Тоа го обезбедуваат оклудентните меѓуклеточни врски меѓу ентероцитите. Раскинувањето на овие врски под влијание на различни токсични агенси го нарушува интегритетот на цревниот епител и овозможува транспортот на супстанциите да оди и парацелуларно. Тогаш селективната способност на ентероцитите е изгубена и парацелуларно минуваат дури и супстанции кои можат да го сензибилизираат организмот.

Пехарестите клетки се позиционирани меѓу ентероцитите. Поретки се во дуоденумот, а нивниот број прогресивно се зголемува кон дисталните делови на црево. Излучуваат муцини кои, кога ќе ја напуштат клетката врзуваат многу вода и формираат слуз (вискозен течен заштитен гел) кој ја подмачкува и штити цревната слузница. Живеат 4 – 6 дена, а се возобновуваат со диференцијација од матичните клетки (сл. 11).



Слика 11. Пехареста клетка

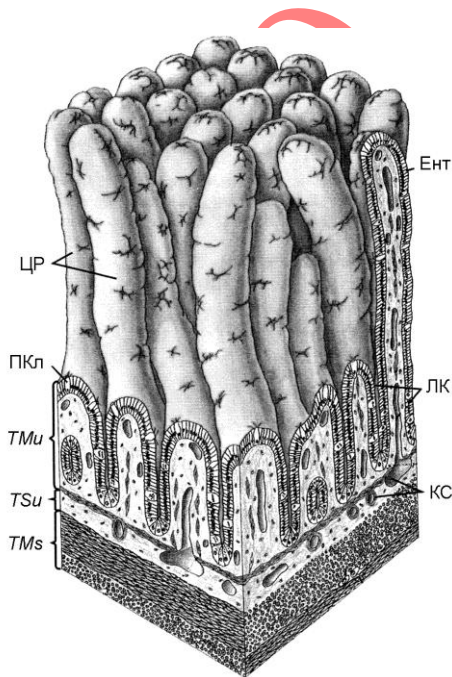
Мк – муцинозни капки

Со инвагинација на *lamina epithelialis* кон пропријата се формираат жлездите на тенкото црево: *glandulae intestinales* односно **Либеркинови крипти** (сл. 12). Овие тубулни жлезди се протегаат низ целата ламина проприја, сè до *lamina muscularis mucosae*. На базалната ламина која ги ограничува од пропријата, лежи хетерогена жлездена клеточна популација. Неа ја градат: ентероцити, пехарести клетки, матични клетки, ентероендокрини клетки, Панетови клетки, М-клетки и Т-лимфоцити кои во епителот мигрираат од пропријата.

Ентероендокрините клетки се специјализирани за синтеза на следниве хормонски активни супстанции: **холецистокинин** (кој ја зголемува активноста на жолчното кесе), **секретин** (кој ја иницира активноста на егзокрините клетки во панкреасот) и **гастричен инхибиторен пептид** (кој ја инхибира екскрецијата на HCL).

Панетовите клетки се наоѓаат на дното на Либеркиновите крипти. Во базалниот компартман на цитоплазмата е сместено јадрото и гранулираниот ЕР (сл. 13). Супрануклеусниот појас ги содржи бројните примарни и секундарни лизозими и крупни ацидофилни секреторни гранули чија **нагласена ацидофилија** ја овозможува идентификацијата на овој тип клетки

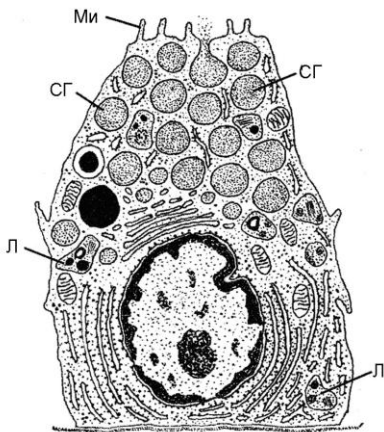
при светлосномикроскопската анализа. Секретот на тие гранули ја напушта клетката низ апикалниот пол. Содржи лизозими и фосфатази кои го разградуваат клеточниот ѕид на одделни бактерии (**антибактериски ефект**). Освен тоа, Панетовите клетки се способни за фагоцитоза на некои бактерии и протозои. Благодарение на својата активност, Панетовите клетки влијаат врз регулирањето на составот на интестиналната бактериска флора.



Слика 12. Цревни ресички и Либеркинови крипти
ЦР – цревни ресички; ЛК – Либеркинови крипти; ПКл – пехарести клетки; Ент – ентероцити; КС – крвни садови

М-клетките своето име го добиле заради големите микровили кои повеќе личат на набори (*microfold cells*). Меѓу соседните М-клетки (кај нивниот базален дел) постојат широки меѓуклеточни простори во кои лежат Т-лимфоцитите. М-клетките се ангажирани во имуниот одговор и имаат улога на **антиген – транспортни клетки**. Присутни се само во Либеркиновите крипти кои лежат врз лимфните фоликули. Нивниот начин на делување е следниот: по пат на ендоцитоза ги вовлекуваат во себе антигените од цревниот лумен и ги транспортираат до базолатералната плазмалема од каде што

ги екскретираат во меѓуклеточниот простор. Интраепително поставените Т-лимфоцити ја примаат имунолошката информација и ја пренесуваат до лимфните фоликули во кои созреваат плазма клетки кои ќе синтезираат соодветни антитела.



Слика 13. Панетова клетка
СГ – секреторни гранули; Ми – микровили; Л – лизозоми

Lamina propria во тенкото црево има свои градбени специфики.

Веднаш под базалната ламина која ја одделува од епителниот слој се наоѓа изразито богатата **капиларна мрежа** (фенестрирани капилари) инволвирана во транспортот на апсорбираните супстанции. Реткото сврзано ткиво на пропријата изобилува со **слободни одбранбени клетки** (лимфоцити, плазма клетки, гранулоцити и макрофаги). Сите тие формираат **имунолошка бариера** која го спречува продирањето на бактериите, токсините и антигените присутни во луменот на цревето. Покрај слободни клетки, ламина проприја на илеумот содржи и организирано лимфно ткиво во форма на **лимфни фоликули**.

На површината на тенкото црево постојат клеточни и ткивни специфики кои значајно ја зголемуваат апсорптивната површина на цревето:

а) Кружни набори (*plicae circulares Kerkringi*). Тоа се попречни набори кои ги формираат **мукозата** и **субмукозата**. Високи се 1 – 1,5 cm и се видливи со голо око (сл. 9). Наборите имаат кружна или спирална форма. Најзастапени и највпечатливи се во дисталните партии на дуо-

денумот. Кон илеумот стануваат поретки, пониски и комплетно исчезнуваат (сл. 14).

б) Цревни ресички (*villi intestinales*) се прстести проекции на *Tunica mucosa* кои проминираат кон цревниот лумен (сл. 12). Ресичките комплетно ја покриваат внатрешната површина на тенкото црево давајќи и кацифен изглед. Високи се од 0,5 – 1,5 mm, а широки 0,1 mm. Ги има неколку милиони со што десеткратно ја зголемуваат површината преку која се одвива апсорпцијата. Меѓу ресичките се отвораат Либеркиновите крипти.

в) **Микровили** се цитоплазматски продолжетоци на апсорптивните клетки во *lamina epithelialis* (**ентероцити**). Секој ентоцит на апикалната површина има по неколку илјади микровили, а еден квадратен милиметар од цревната слузница содржи околу 200 милиони микровили со што тие се всушност најголемите амплификатори на апсорптивната површина.

Сите три горенаведени структурни компоненти ја зголемуваат апсорптивната површина на тенкото црево. Кога би била без нив, вкупната внатрешна површина на тенкото црево би изнесувала само 1 квадратен метар, а со нив таа се зголемува на 900 квадратни метри.

Секој од трите сегменти на тенкото црево има свои структурни специфики:

А) За **дванаесетпалечното црево** (*duodenum*) е карактеристично присуството на мукозни жлезди во субмукозата. Наречени се **Бруне-рови жлезди**, а по својата градба наликуваат на пилорусните жлезди (сл. 14). Нивните одводни канали се излеваат на дното на Либеркиновите крипти, а мукозниот секрет што го лачат претставува комбинација на гликопротеини и бикарбонати. Неговата алкалност (pH 8,1 – 9,3) ја неутрализира киселоста на цревната содржина која доаѓа од желудникот. На тој начин ја штити цревната слузница и создава оптимална pH за делувањето на дигестивните ензими во тенкото црево.

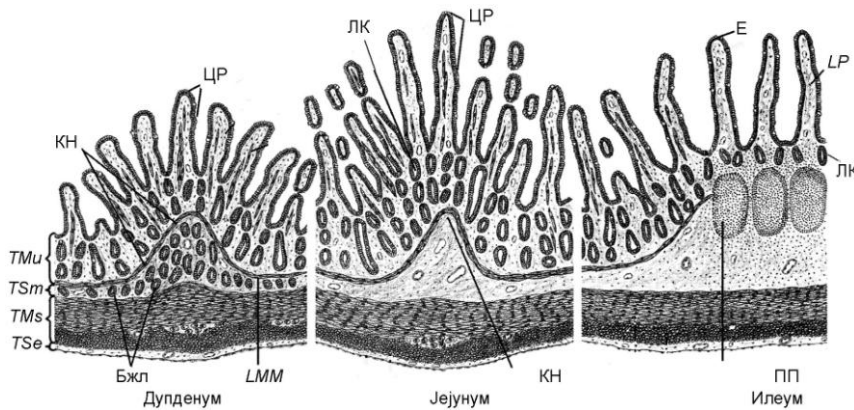
Втора специфика на дуоденумот е нагласеното мазно мускулно ткиво во пределот каде што во него се влеваат жолчниот канал и изводниот канал на панкреасот. Таа кружна мускулна творба се нарекува *Musculus sphincter Oddii*.

Б) **Јејунумот** (*jejunum*) нема карактеристични структурни особености кои отстапуваат од општата градба. Има високи Керкрингови набори и долги цревни ресички.

В) За **илеумот** (*ileum*) е карактеристично присуството на агрегати од лимфни фоликули кои уште се нарекуваат **Паерови плочи**. Сместени се во сврзното ткиво на пропријата и суб-

мукозата и со своите завидни димензии ја испакнуваат надворешната површина на црево (сл. 14). Цревната слузница која лежи над Паеровите плочи ги содржи М-клетките кои заедно

со лимфните нодули учествуваат во одбраната на организмот од напливот на антигени супстанции.



Слика 14. Сегменти на тенкото црево

ЦР – цревни реснички; ЛК – Либеркинови крипти; КН – кружен набор; Бжл – Брунерови жлезди; ПП – Паерови плочи; Е – епител; LP – lamina propria; LMM – lamina muscularis mucosae

ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ДЕБЕЛОТО ЦРЕВО (Intestinum crassum)

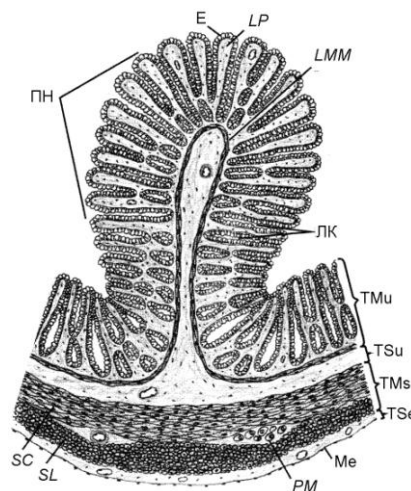
Дебелото црево започнува во пределот на илео-цекалната валвула и се протега сè до анусот. Долго е 1,5 метар и се состои од следниве сегменти: *caecum*, *appendix*, *colon*, *rectum* и *canalis analis*.

Во дебелото црево се одвива апсорпцијата на водата и електролитите. Релативно помалата апсорпција (во споредба со таа кај тенкото црево) се одвива преку слузницата.

Мукозата (слузницата) на дебелото црево е со воедначена дебелина и со мазна површина и не формира цревни реснички (сл. 15)

Lamina epithelialis е градена само од ентероцити и од пехарести клетки. Ентероцитите ја ресорбираат водата и електролитите. Многу побројни се Пехарестите клетки чија задача е да лачат мукус кој ја штити нежната слузница од механичкото дејство на дехидрираната цревна содржина и го олеснува нејзиниот транспорт.

Во ламина проприја на дебелото црево се присутни многубројни, густо поредени Либеркинови крипти кои преку мали отвори комуницираат со луменот. Тие се рамни, долги и достигнуваат сè до *lamina muscularis mucosae*.



Слика 15. Сид на дебелото црево во пределот на полумесечинскиот набор

ПН – полумесечински набор; ЛК – Либеркинови крипти; PM – plexus myentericus; Е – епител; LP – lamina propria; LMM – lamina muscularis mucosae; SC – stratum circulare; SL – stratum longitudinale; Me – мезотел

Жлездениот епител на Либеркиновите крипти го сочинуваат многубројни пехарести клетки, ентероцити и мал број ентероендокринни клетки.

Карактеристично за ламина проприја на дебелото црево е тоа што таа **не содржи лимфни садови**, па така малигните тумори во оваа област не даваат метастази по лимфен пат, сè додека не ја инфилтрираат субмукозата.

Во мукозата и субмукозата на дебелото црево **има поголем број на лимфни фоликули**, заради поголемата концентрација и поширок спектар на микроорганизми што се наоѓаат во овој дел на дигестивниот канал.

Tunica muscularis е претставена со два слоја. Внатрешниот слој е циркуларен и насекаде со подеднаква дебелина. Надворешниот слој е тенок и нагласен само во три задебелени на-

должни ленти (*teniae coli*). Надолжните мускулни ленти се покуси од должината на дебелото црево. Заради тоа надворешната површина од цревото е во вид на низа од кесести проширувања наречени **хаустри**. Тесните сегменти од цревото (меѓу две соседни хаустри) се нарекуваат **полумесечински набори**.

Мускулниот слој предизвикува два вида цревни контракции: сегментации и перисталтични движења. Сегментациите се локални движења, а со перисталтиката содржината на цревото се придвижува дистално.

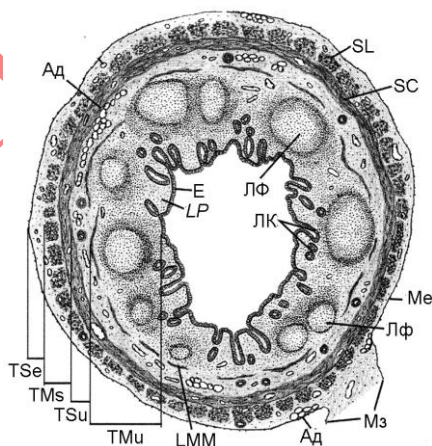
Серозата го препокрива целото дебело црево, со исклучок на неговиот ретроперитонеален дел кој е покриен со адвентиција. **Под висцералниот перитонеум има наслаги од масно ткиво – *appendices epiploicae***, сместени долж тениите.

ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА СЛЕПОТО ЦРЕВО (*Appendix vermiformis*)

Апендиксот е црволикаво продолжение на слепото црево (*caecum*) со должина од 10 до 15 *cm*. Во ламина проприја Либеркиновите крипти се ретки и плитки (рудиментирани). Во нив се побројни ендокрините клетки.

Основна карактеристика на апендиксот е присуството на бројни, често здружени **лимфни фоликули** по целата негова циркуференција. Од таа причина апендиксот често се нарекува **абдоминална тонзила**. Лимфните фоликули ја зафаќаат мукозата, но и добар дел од субмукозата при што *lamina muscularis mucosae* е испрекината (сл. 16).

Лимфното ткиво во апендиксот припаѓа на ГАЛТ и има важна улога во имуниот одговор, првенствено преку продукција на Б-лимфоцити. Во некои стресни состојби, под дејство на кортикостероидите, може да дојде до прскање на сидот на апендиксот бидејќи овие хормони доведуваат до деструкција на лимфното ткиво.



Слика 16. *Appendix vermiformis*
ЛФ – лимфни фоликули; ЛК – Либеркинови крипти; Ад – адипоцити; Ме – мезотел; Мз – мезентериум

ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА РЕКТУМОТ И АНАЛНИОТ КАНАЛ (*Rectum et Canalis analis*)

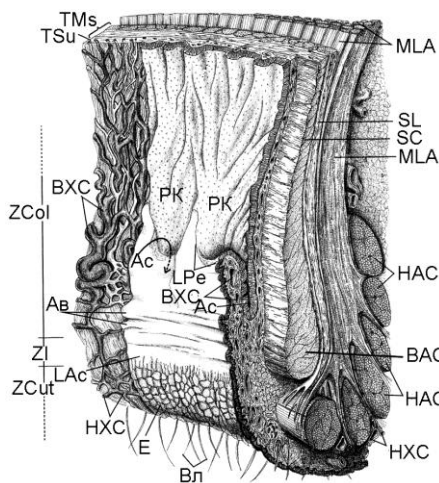
Завршниот сегмент на дигестивниот канал се состои од горен сегмент (*rectum*) и долен сегмент – *canalis analis*.

Ректумот има слична хистолошка градба како и дебелото црево. Во него Либеркиновите крипти се подлабоки, а лимфните фоликули се

побројни. *Taeniae coli* во почетниот дел на ректумот исчезнуваат, а надолжните мускулни снопови формираат **единствен лонгитудинален слој на *tunica muscularis***. Овој мускулен слој е нешто покус од должината на ректумот заради што мукозата се набира формирајќи по-

пречни набори – *plicae transversales*. Во овие набори, покрај мукозата, влегува и субмукозата и дел од циркуларниот слој на *tunica muscularis*. Наборите ја задржуваат цревната содржина и ја олеснуваат работата на аналниот сфинктер (сл. 17).

Аналниот канал (*canalis analis*) е завршниот дел на ректумот и е долг 2 – 3 cm. Неговата хистолошка градба се разликува од останатите структури на дигестивниот канал. Во неговата градба се издвојуваат три зони: *zona columnaris*, *zona intermedia* и *zona cutanea*.



Слика 17. Rectum и *canalis analis*

ZCol – *zona columnaris*; ZI – *zona intermedia*; ZCut – *zona cutanea*; PK – ректални колумни; Ac – анални синуси; Ав – анални валвули; LAc – *linea anocutanea*; BXC – внатрешен хемороидален сплет; HXC – надворешен хемороидален сплет; BAC – внатрешен анал сфинктер; HAC – надворешен анал сфинктер; LPe – *linea pectinata*; MLA – *m. levator ani*; E – епидермис; Вл – влакна

а) ***Zona columnaris (haemorrhoidalis)*** е почетната зона јасно ограничена од ректумот со *linea pectinata* каде што еднослојниот цилиндричен епител преминува во многуслоен плочест влажен епител. Во ламина проприја нема веќе Либеркинови крипти.

Оваа зона содржи надолжни набори кои ги формираат слузницата (*columnae rectales*) меѓу кои остануваат вдлабнувања – **анални синуси**. Наборите во долниот дел се спојуваат и формираат попречни полумесечински набори наречени **анални валвули**. Кога каналот е дистендиран од присуството на фецес, колумните, синусите и валкулите се израмнуваат, а во синусите се отвораат мукозни жлезди чиј секрет го олеснува пасажот на фецесот.

Lamina muscularis mucosae постепено исчезнува. Во субмукозата на колумните започнуваат **вени на внатрешниот хемороидален сплет**. Циркуларниот слој на *tunica muscularis* задебелува чинејќи го горниот ѕид на **внатрешниот анал сфинктер**.

б) ***Zona intermedia*** е широка околу 1 cm и го чини **преодот помеѓу слузницата и кожата**. На нејзината долна граница многуслојниот плочест влажен епител на слузницата преминува во **многуслоен плочест орожен епител** на кожата. Граничната линија се означува како ***linea anocutanea***.

Субмукозата во оваа зона ги содржи **вени на внатрешниот хемороидален сплет**. Вени и артерисковенските анастомози на внатрешниот хемороидален сплет доколку се зголемат доведуваат до појава на **внатрешни хемороиди**. Во оваа зона завршува **внатрешниот анал сфинктер** каде што е сместена и главната негова мускулна маса. Кон надвор од овој сфинктер, се приклучуваат **скелетни мускулни влакна на надворешниот анал сфинктер**. Меѓу двата сфинктера се протегаат скелетни мускулни влакна на *m. levator ani* и лонгитудиналниот сноп на *tunica muscularis*.

в) ***Zona cutanea*** е тесен појас околу аналниот отвор. Обложена е со умерено **орожен и пигментиран епидермис**. Оваа зона е изградена од кожа со сите нејзини структурни елементи (влакна, лојни, потни и мирисни жлезди). Вени во кожата се поврзани со внатрешниот хемороидален сплет и го формираат **надворешниот хемороидален сплет**.

ГРАДБЕНИ СПЕЦИФИКИ НА ПЕРИТОНЕУМОТ (Peritoneum)

Перитонеумот е мазна и сјајна мембрана која ги обложува stomachната и карличната празнина и органите во нив. Изграден е од два листа со идентична градба: висцерален и париетален лист.

Висцералниот лист на перитонеумот налегнува на органите и ја формира нивната ***tunica serosa***. Изграден е од **мезотел и ретко сврзно ткиво** со крвни, лимфни садови и нерви.

Париеталниот лист на перитонеумот го обложува абдоминалниот ѕид и дијафрагмата од абдоминалната страна. Изграден е од **мезотел и ретко сврзно ткиво**.

Мезентериум е дупликаатура на перитонеумот која поаѓа од ѕидот на абдоминалниот

простор, ги опфаќа цревата, носејќи им крвни садови и нерви. Тој е изграден од **средишен сврзен дел** обложен од двете страни со **мезотел**. Во мезентеријалното сврзно ткиво сместени се крвни и лимфни садови, нерви, осетни телца, лимфни фоликули и масно ткиво.

ЖЛЕЗДИ ПРИКЛУЧЕНИ КОН ДИГЕСТИВНИОТ КАНАЛ

Жлездите кои се приклучени кон дигестивниот канал, со него се поврзани не само функционално, туку и по своето потекло. Настануваат со пупење на епителниот слој кој го обложува луменот на каналот. Тие епителни пупки вронуваат во околното сврзно ткиво, пролифе-

рираат (за да го формираат жлездениот епител), но остануваат трајно поврзани со луменот на дигестивниот канал преку своите одводни канали. Така настануваат плунковите жлезди, црниот дроб, жолчното кесе и панкреасот.

ЦРН ДРОБ (*Hepar*)

Хепарот е најголемата од сите жлезди во дигестивниот систем, а истовремено и во целиот организам. Тој е и најголем орган, после кожата. Зема специфична положба во циркулаторниот систем со цел да ги преземе и депонира хранливите материи апсорбирани во цревата, но и да ги неутрализира и отстранува отровните супстанции од крвта. Освен комплексните липиди (хиломикроните) кои по апсорпцијата се пренесуваат со лимфата, сите останати супстанции апсорбирани во цревата преку порталната вена доаѓаат во хепарот. Така, тој воспоставува контрола на крвта која тече од цревата кон срцето.

Хепарот има многукратна функција и често се нарекува лабораторија на човечкиот организам. Ке наведеме некои од основните **функции** на хепарот:

- Врши **детоксикација** и неутрализација на различни лекови и токсични супстанции;
- Има **метаболна улога** при што липидите и аминокиселините ги претвора во гликоза;
- Во него се **депонираат липидите и јаглениите хидрати** во вид на триглицериди и гликоген; витамините А, Д, В12 и железото;
- Има **егзокрина улога** бидејќи синтетизира и излучува жолчка во жолчните патишта;
- Има **ендокрина улога** бидејќи синтетизира албумини, фибриноген и липопротеини кои ги излучува во крвната циркулација.

Хепарот на површината е обвиткан со **Глисонова капсула** (тенок слој сврзно ткиво

кое на површината е препокриено со висцералниот лист на перитонеумот). Него го нема само на местата каде капсулата е директно фиксирана за абдоминалниот ѕид и околните органи. На долната страна од хепарот е **хилусот** (*porta hepatis*) во кој **навлегуваат крвни садови** (*v. portae* и *a. hepatica propria*), а **излегуваат лимфните садови и жолчниот канал**. Хепарот е поделен на 4 лобуси, а секој од нив содржи голем број лобулуси.

Основна морфофункционална единица на хепарот е резенчето – **lobulus hepatis** (сл. 29). Хепарот има околу еден милион лобулуси.

LOBULUS HEPATIS

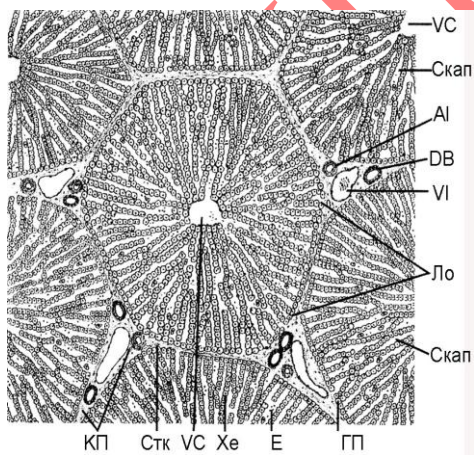
Формата на лобулусот е призматична – неправилна полиедрична призма која на пресек (на хистолошки препарат) има хексагонална форма и е ограничена со тенок слој сврзно ткиво (**интерлобуларно сврзно ткиво**). Кај човекот тоа е сиромашно и затоа соседните лобулуси меѓу себе се допираат, а меѓу нив тешко се воочува границата.

Во градбата на секој лобулус присутни се следниве пет компоненти:

- **vena centralis**,
- мрежа од **хепатоцити**,
- мрежа од **синусоидни капилари**,
- перикапиларни **Дисеови** (*Disse*) **простори**,
- мрежа од **жолчни капилари**.

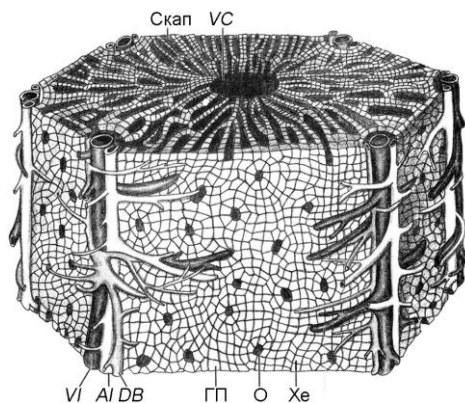
Во центарот на секој лобулус се наоѓа централна венула (*vena centralis*) (сл. 18 и 19). Таа има тенок ѕид изграден само од **ендотел** и нежни спирално поставени **колагени влакненца**. Во неа се влеваат сите синусоидни капилари на тој лобулус. Лобулусот го напушта кај неговата база и се влева (заедно со сите други) во сублобуларната вена. Со спојување на повеќе сублобуларни вени се формираат собирните вени, а тие пак заедно конfluираат формирајќи ја *V. hepatica* која, напуштајќи го хепарот, се влева во *V. cava inferior*.

Скелетот на секој лобулус го формира мрежа од **хепатоцити**. Хепатоцитите се правилно наредени во низи наречени *laminae hepatis* или **Ремакови гредички**. Гредичките се поставени во вид на зраци – од централната вена до периферијата на лобулусот. На одделни места се разгрануваат и меѓу себе се поврзуваат со што формираат мрежа која му дава сунѓерест изглед на лобулусот. Во внатрешноста на мрежата затворен е лавиринтен простор низ кој протекува крвта. Хепатоцитите на периферијата формираат **гранична плоча** (од еден слој хепатоцити) која што го ограничува лобулусот од интерлобуларното сврзно ткиво (сл. 18 и 19). На граничната плоча постојат многубројни отвори низ кои што во лобулусот навлегуваат крвните садови кои ќе ја формираат мрежата од **синусоидни капилари**.



Слика 18. Хепар

Ло – лобулус; VC – *vena centralis*; Хе – ленти од хепатоцити; КП – Кирнанов простор; AI – *a. interlobularis*; VI – *v. interlobularis*; DB – *ductus biliferus*; Скап – синусоидни капилари; ГП – гранична плоча; Стк – интерлобуларно сврзно ткиво



Слика 19. *Lobulus hepatis*

VC – *v. centralis*; Хе – хепатоцити; Скап – синусоидни капилари; ГП – гранична плоча; О – отвори низ кои минуваат крвните и жолчните садови; VI – *v. interlobularis*; AI – *a. interlobularis*; DB – *ductus biliferus*

Синусоидните капилари се протегаат меѓу гредичките, а нивна задача е да ја носат крвта од граничната плоча кон централната вена (центрипетален тек). За разлика од останатите синусоидни капилари нивната интима ја градат два типа клетки: (1) **ендотелни клетки** и (2) свездести макрофаги наречени **Купферови (Kupffer) клетки** (сл. 20).

(1) **Ендотелните клетки** се перфорирани со **бројни отвори без дијафрагма**. Во цитоплазмата на ендотелната клетка, околу секоја пора се наоѓаат актински и миозински филаменти кои со својата контракција ја регулираат големината на пората. Освен пори, порозноста на интимата се должи и на пукнатините меѓу самите ендотелни клетки со што капиларата станува многу порозна, а бариерата меѓу крвта и хепатоцитот минимална. Крвната плазма лесно ги напушта синусоидните капилари и влегува во **перисинусоидниот простор**. Клетките на крвта се поголеми од меѓуклеточните пукнатини и затоа остануваат во васкуларната мрежа.

(2) **Купферовите клетки** припаѓаат на **мононуклеарните фагоцити**, а потекнуваат од **моноцитите**. Тие се свездести и со своите продолжетоци навлегуваат и во перисинусоидните простори и во луменот на синусоидните капилари. По функција се макрофаги специјализирани за отстранување на штетните материи од крвта и отстранување на оштетените и остарени еритроцити. Откако ќе фагоцитираат доволно количество молекули тие лесно се откинуваат

од сидот на капиларата, бидејќи не се поврзани со спојни комплекси за ендотелните клетки, и со циркулацијата заминуваат кон слезенката. Покрај фагоцитна, имаат и **одбранбена улога** – синтетизираат биолошки активни супстанции (цитокини и простагландини). Со својата фагоцитна активност се смета дека Купферовите клетки се ангажираат и во спречувањето на појавата и растот на метастазите во хепарот.

Сидот на синусоидните капилари не налегнува директно на Ремаковата гредичка. Меѓу нив постои тесен **перисинусоиден простор** наречен **Дисеов простор** (сл. 20). Во него, низ сидот на синусоидната капилара се цеди крвната плазма која, течејќи побавно отколку во крвниот сад, ги плакне Ремаковите гредички, овозможувајќи **интензивна размена на материи меѓу крвната плазма и хепатоцитите**. За да ја зголемат контактната површина, хепатоцитите во Дисеовиот простор испуштаат цитоплазматски продолжетоци т.е. **микровили**.

Во пренаталниот живот, во Дисеовите простори се одвива **хематопоеза** која престанува по раѓањето, но која може повторно да се активира при хронична анемија.

Единствени клеточни елементи во Дисеовиот простор се **Ито (Ito) клетките** (сл. 20). Потекнуваат од **мезенхимот** кој учествувал во хематопоезата. Во адултниот организам имаат најмалку две улоги: учествуваат во метаболизмот и депонирањето на **витаминот А** и **синтетизираат ретикулински влакна** во случај на присуство на токсични материи во крвта. Ако нивната концентрација е долготрајно висока, тој процес може да доведе до фиброза на органот.

Петтата компонента на лобулусот е **мрежата од жолчни капилари** која по својата градба и протегање сосема се разликува од мрежата на крвните (синусоидните) капилари (сл. 20). Жолчните капилари **немаат сопствен сид**, а жолчката низ нив тече во **центрифугален смер** (кон периферијата на лобулусот, каде конфлираат формирајќи мали жолчни одводни каналчиња (*ductuli biliferi*)). Жолчната капилара започнува меѓу соседните хепатоцити, како минијатурен меѓуклеточен простор. Мрежата жолчни капилари се формира со конфлирање на многубројните меѓуклеточни простори кон перилобуларната гранична плоча. Значи, жолчката создадена од хепатоцитите тече низ нежната мрежа во **правец обратен од правецот на**

крвта во синусоидните капилари и не се меша со крвта.

ХЕПАТОЦИТИ

Хепатоцитите се паренхимните клетки на органот. Хепатоцитот е функционално најсестраната клетка во човечкиот организам. Тој истовремено остварува повеќе активности:

- **ензокрина и ендокрина** активност (синтетизира и оддава многубројни метаболити во крвотокот, а жолчка во жолчните канали);
- **депонирачка активност** (чува одредени супстанции во својата цитоплазма);
- **неутрализирачка и детоксицирачка** активност (метаболно ги видоизменува супстанциите правејќи ги неактивни или нетоксични за организмот).

Цитолошки карактеристики на хепатоцитот

Хепатоцитите се крупни и многуаголни клетки. Страната со која еден хепатоцит граничи со соседниот хепатоцит е обично вдабнатата и со вдабнувањето на соседната клетка заедно образуваат жлеб (*canaliculus biliferus*). Тоа е простор во кој го екстрахираат жолчниот секрет. Во тој простор (кој го претставува зачетокот на жолчниот одводен систем, т.е. **жолчните капилари**) двата хепатоцити испуштаат цитоплазматски продолжетоци за зголемување на екскрециската површина. Под плазмалемата се сконцентрирани актински и интермедијарни филаменти кои со својата контракција го забрзуваат истекувањето на жолчката (сл. 20).

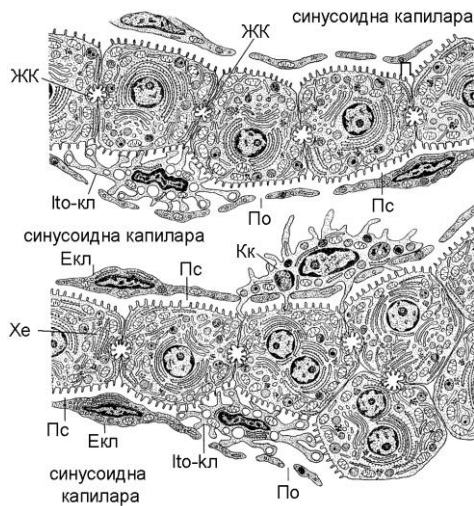
На страната која гледа кон Дисеовиот простор, хепатоцитот исто така има бројни **микровили** за зголемување на површината за размена на материи со крвта.

Хепатоцитот има ацидофилна цитоплазма бидејќи содржи многу **митохондрии** кои укажуваат на големата потреба од енергија на хепатоцитот.

Во цитоплазмата се воочуваат базофилни телца на **рапавиот ендоплазматски ретикулум** каде што се синтетизираат албуминот и фибриногенот на крвта.

Во добро развиениот **мазен ЕР** сместени се ензимите кои вршат деградација и конјугација на токсините и лековите, како и оние кои учествуваат во синтеза на холестерол и липидните компоненти на липопротеините. Во при-

суство на токсини или лекови, оваа оргanela хипертрофира и станува доминантна.



Слика 20. Цитоархитектоника на хепарот
Пс – перисинусоидален простор; **Хе** – хепатоцити; **Кк** – Купферова клетка; **Ито-кл** – Ито клетка; **Екл** – ендотелна клетка; **По** – пори во сидот на синусоидите; **ЖК** – жолчна капилара

Многубројните **пероксизоми** содржат каталази, оксидаци и алкохол – дехидрогенази. Тие имаат специфична оксидативна функција во гликонеогенезата, метаболизмот на алкохолот и липидите.

Хепатоцитот содржи поголем број **Голџиеви апарати** ангажирани во различни метаболични процеси меѓу кои и секрецијата на жолчката која, (за разлика од останатите супстанции), од хепатоцитот се упатува директно во најмалите одводни жолчни патишта.

Во цитоплазмата на хепатоцитот често се среќаваат **гликогенски гранули**. Гликогенот во хепарот претставува депонирана гликоза и почнува да се разградува штом нивото на гликозата во крвта падне под нормалните вредности. Хепатоцитите се способни да синтетизираат гликоза и од други метаболични продукти, како што се мастите и аминокиселините, преку сложен процес наречен **гликонеогенеза**.

Плазмалемата на хепатоцитот има градбени специфики (нагласено присуство на протеински молекули со улога на рецептори и

транспортери), како на страната која гледа кон Диеовиот простор така и на страната која го оградува просторот на жолчниот капилар.

Јадрото на хепатоцитите е сферично и централно поставено. Хепатоцитите можат да поседуваат и по две јадра, а многу често еднојадрените хепатоцити се одликуваат со полиплоидија.

Хепатоцитите имаат животен век од околу 5 месеци, но имаат нагласена способност за пролиферација при губиток на хепарниот паренхим (при различни заболувања или хируршки интервенции).

СТРОМА НА ХЕПАРОТ

Стромата на хепарот ја сочинува сврзното ткиво, крвните садови, нервите, лимфните садови и жолчните канали.

Сврзното ткиво е релативно малку присутно во црниот дроб. Го има во Глисоновата капсула, околу лобулусите, на аглите меѓу неколку соседни лобулуси и околу големите крвни садови кои навлегуваат во хепарот и изводните жолчни канали кои го напуштаат хепарот.

Околу лобулусите сврзното ткиво е дискретно, во вид на нежни **перилобуларни ленти**. Само на местата каде што се среќаваат аглите на три соседни лобулуси, интерлобуларното сврзно ткиво е пообилно и тие подрачја се нарекуваат **Киринови простори** – *spatia interlobularia Kiernan* (сл. 18). Во тоа сврзно ткиво се наоѓа **портална тријада** која ја сочинуваат: **v. interlobularis; a. interlobularis и ductus biliferus**. Покрај овие доминантни конституенти, се присутни и **лимфни садови и нервни влакна**.

Интерлобуларната вена (v. interlobularis) е гранка на *V. portae* и донесува крв богата со хранливи материи (од цревата). Во перилобуларниот простор се разгранува на помали венули кои, преку терминалната ламина на лобулусот, навлегуваат во него излевајќи ја крвта во синусоидните капилари.

Интерлобуларната артерија (a. interlobularis) е гранка на *A. hepatica propria* и во хепарот донесува крв богата со кислород. Се разгранува на капилари кои ја исхрануваат стромата, а потоа се влеваат во венулитите кои ја носат крвта во синусоидните капилари. Од тука произлегува дека **низ синусоидните капилари** на хепаталните лобулуси протекува **мешавина од артериска и венска крв**.

Третата компонента на порталната тријада е *ductus biliferus* кој претставува еден сегмент од системот жолчни патишта инволвираани во егзокрината функција на хепарот. Во него се собира жолчката од жолчните каналчиња кои доаѓаат од околните лобулуси и ја одведуваат до жолчното кесе каде што ќе се депонира и по потреба ќе се истиснува во луменот на тенкото црево.

ЖОЛЧНИ ПАТИШТА

Според положбата, жолчните патишта на хепарот се делат на интрахепатични и екстрахепатични.

а) **Интрахепатичните жолчни патишта** започнуваат со **жолчните капилари** (*canaliculi biliferi*) кои немаат сопствен сид бидејќи се формирани од вдлабнувањата меѓу два соседни хепатоцити, па затоа нивниот сид го чинат клеточните мембрани на хепатоцитите.

На периферијата на лобулусот, во нивото на граничната плоча, жолчните капилари се влеваат во куси **жолчни каналчиња** (*ductuli biliferi*) кои имаат сопствен сид од еден слој **кубичен епител и базална ламина**.

Каналчињата се излеваат во најблискиот жолчен канал (*ductus biliferus*) сместен во интерлобуларното сврзно ткиво на најблискиот Кирнанов простор, па затоа уште е наречен **интерлобуларен жолчен канал**. Неговиот сид содржи еден слој **епителни клетки** (кубични до цилиндрични) со **микровили** на апикалната површина и **видлив слој од сврзно ткиво** под базалната ламина. Поголемите интерлобуларни каналчиња настанати со конфлурање на опишаните, во сидот постепено добиваат и **мазни му-**

скулни клетки кои учествуваат во придвижувањето на жолчката низ луменот.

б) **Екстрахепатичните жолчни канали** се претставени со: *Ductus hepaticus sinister et dexter*, *Ductus hepaticus communis*, *Ductus Cysticus* и *Ductus choledochus*. Нивниот лумен е поголем, а нивниот сид има посложена градба (*lamina epithelialis*, *lamina propria* и *lamina muscularis mucosae*), која е слична со слузницата во дигестивниот канал. **Епителот е цилиндричен**, пропријата содржи **мукозни жлезди** чиј секрет го заштитува епителот од дејството на жолчката која минува низ луменот. Количеството на мазни мускулни клетки во сидот постепено расте и во завршните сегменти на одводниот систем (*ductus choledochus*) формира масивна **кружна наслуга** (*sphincter Oddi*). Сфинктерот го регулира истекувањето на жолчката во луменот на тенкото црево.

РЕГЕНЕРАЦИЈА НА ХЕПАРОТ

Хепарот има голема моќ на регенерација. Губитокот на ткивото релативно брзо се надополнува преку делба на хепатоцитите. Регенерацијата започнува третиот ден по оштетувањето и е комплетна доколку оштетувањето е од помал обем. Во случај на чести и масивни оштетувања, заради оштетувањето на резервните матични клетки, моќта се губи, па наместо хепатоцити губитокот се надополнува со интензивно создавање на сврзно ткиво кое го компромитира протокот на крвта, размената на материите со крвта, исхраната на хепатоцитите и нивното нормално функционирање, што доведува до заболување наречено цироза.

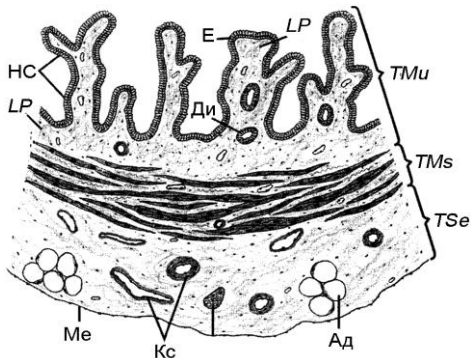
ЖОЛЧНО КЕСЕ (*Vesica fellea s. biliaris*)

Жолчното кесе е крушковиден орган во кој се **депонира и концентрира жолчката**. Под стимулација од хормонот холесистокинин настануваат перисталтични контракции на сидот кои ја истиснуваат жолчката во луменот на тенкото црево.

Сидот на жолчното кесе е изграден од 3 обвивки: слузница, фибромускулен слој и сероза (сл. 21).

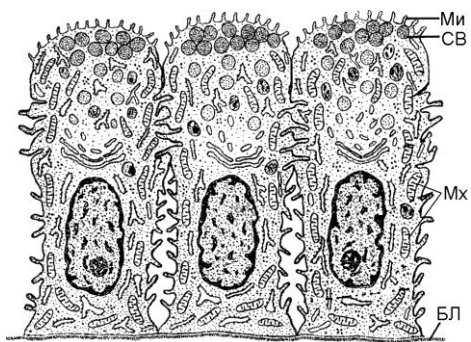
Слузницата (*Tunica mucosa*) на жолчното кесе е нерамна, со бројни набори кои се разгрануваат и анастомозираат. Инвагинациите на слузницата (вдлабнувањата кои уште се нарекуваат „дивертикули“) се длабоки и во нив често се населуваат бактерии кои доаѓаат, низ каналот, од цревата.

Епителот (*lamina epithelialis*) е **еднослоен цилиндричен**, со микровили на апикалната површина (сл. 22).



Слика 21. Жолчно кесе

TMu – tunica mucosa; *TMs* – tunica fibromuscularis; *TSe* – tunica serosa; *НС* – набори на слузницата; *Ди* – дивертикули; *Е* – епител; *LP* – lamina propria; *Кс* – крвни садови; *Ад* – адипоцити; *Ме* – мезотел



Слика 22. Епител на жолчното кесе

Ми – микровили; *СВ* – секреторни вакуоли; *Мх* – митохондрии; *БЛ* – базална ламина

Апикалниот дел на цитоплазмата на клетките содржи **секреторни везикули** со гликопротеини кои, ослободени на површината од клетката формираат заштитен слој кој ја штити од дејството на жолчката.

Апиколатералните страни на епителните клетки формираат интердигитации со спојни комплекси кои спречуваат парацелуларен транспорт на материи (кој би го сензибилизираше организмот).

Епителните клетки (сл. 22) содржат бројни митохондрии кои се ангажирани во активниот транспорт на јони (при концентрирањето на жолчката).

Пропријата (lamina propria) е градена од сврзно ткиво богато со **фенестрирани капилари**, а без лимфни садови (како кај колонот кој е исто така специјализиран за апсорпција на вода и јони). Во propriјата на вратот на жолчното кесе се среќаваат и **мукозни жлезди** кои лачат слуз која се меша со згуснатата жолчка.

Вториот слој од ѕидот на жолчното кесе е **фибромускулен (Tunica fibromuscularis)** затоа што меѓу мускулните снопови содржи и густо сврзно ткиво. Мускулните снопови се така организирани што овозможуваат истиснување на содржината од кесето кон *Ductus cysticus*. Контракцијата е иницирана од холецистокининот (хормонот кој го излучуваат ентероендокрините клетки од жлездите на тенкото црево), а неговото излучување настанува под дејство на мастите кои се присутни во храната.

Серозата (Tunica serosa) ја обвиткува речиси целата површина на жолчното кесе, освен во делот каде што тоа директно налегнува на хепарот. Таму е присутна адвентиција.

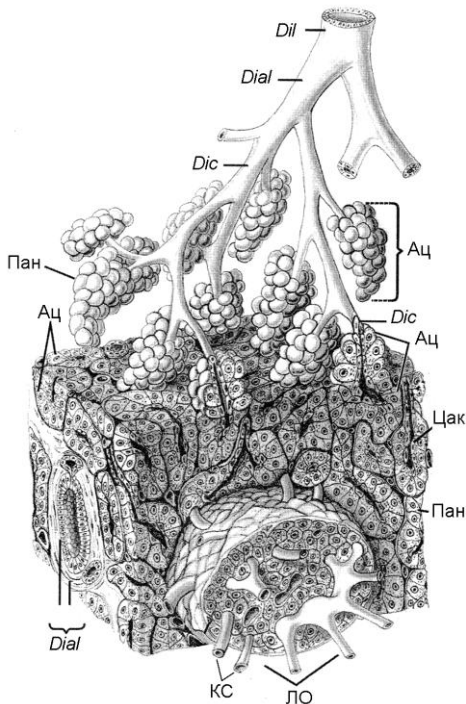
ПАНКРЕАС (Pancreas)

Панкреасот е **ендокрина** и **егзокрина жлезда** која синтетизира и излучува **хормони и ензими**. Хормоните се излучуваат во крвната циркулација, а ензимите се упатуваат во дуоденумот каде што учествуваат во варењето на хранливите материи.

За разлика од хепарот, каде што ендокрината и егзокрината функција ја извршува една иста клетка (хепатоцитот), во панкреасот постојат две јасно раздвоени функционални и струк-

турни целини – егзокрин и ендокрин дел (сл. 23).

Целиот панкреас е обвиткан со тенка транспарентна **капсула** од сврзно ткиво од кое се одвојуваат **септи** што го делат органот на **лобулуси**. Лобулираноста на панкреасот е видлива и со голо око. Од интерлобуларните септи сврзното ткиво навлегува во внатрешноста на лобулусите и се поставува околу сите структури во лобулусот (ацинусите, одводните каналичиња и Лангерхансовите островчиња)



Слика 23. Pancreas

Ац – ацинус; Пан – панкреатоцит; Цак – центроацинозна клетка; Dic – ductus intercalatus; Dial – ductus intralobularis; Dil – ductus interlobularis; ЛО – Лангерхансово островче; КС – крвни садови

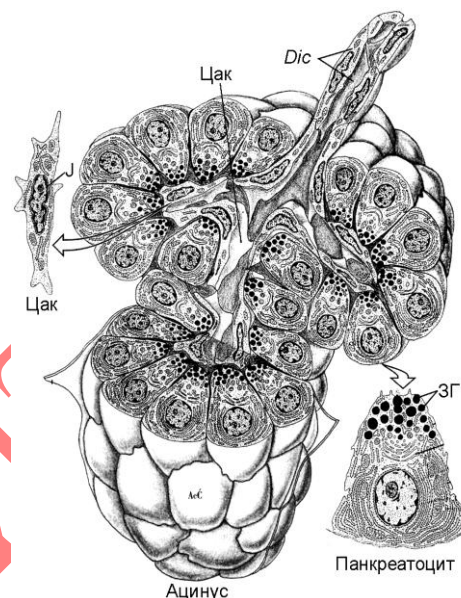
ЕГЗОКРИН ПАНКРЕАС

Егзокриниот панкреас е агломерат од многу тубулоалвеоларни **серозни жлезди** (слични на серозните плунковни жлезди). Основна секреторна единица на егзокриниот панкреас се **ацинусите** (сл. 23 и 24). Тие се градени од **базална ламина** на која лежат два типа жлездени епителни клетки: **панкреатоцити** и **центроацинозни клетки**.

Панкреатоцитите се серозни жлездени клетки со пирамидна форма (сл. 24). Во базалниот дел цитоплазмата им е базофилна (заради нагласено присуство на рЕР и слободните рибозоми).

Во апикалните делови, панкреатоцитите содржат еозинофилни зимогени гранули кои по потреба се излачуваат во луменот на ацинусот. Гранулите содржат дигестивни ензими во неактивни форми: **липолитички, протеолитички**

и гликолитички проензими. Дигестивните проензими се активираат дури кога ќе дојдат во луменот на дуоденумот каде што, во гликокаликсот на ентероцитите постои ензимот **ентерокиназа**. Ентерокиназата го конвертира панкреасниот трипсиноген во трипсин кој потоа ги активира дигестивните панкреасни ензими.



Слика 24. Ацинус на егзокриниот панкреас

Цак – центроацинозна клетка; ЗГ – зимогени гранули; Dic – ductus intercalatus

Центроацинозните клетки се светли, мали, ѕвездести и сплеснати (сл. 24). Лежат **над панкреатоцитите** и формираат некомплетен слој низ чии процепи дозволуваат да помине секретот, излачен од панкреатоцитите, кон луменот. Со таквата своја положба се смета дека ја регулираат секрецијата на панкреатоцитите. Центроацинозните клетки поседуваат нагласено количество митохондрии кои создаваат енергија за активниот транспорт на јони кој се одвива низ плазмалемата. Клетките синтетизираат изобилно количество на **воденест алкален секрет** богат со **натриум и бикарбонати**. Нивниот секрет се излачува прв и служи за неутрализирање на киселата содржина која влегува во тенкото црево. Тоа овозможува погоден амбиент за делувањето на ентерокиназата и панкреасните ензими од секретот на панкреатоцитите.

Центроацинозните клетки директно продолжуваат во **интеркалатниот одводен канал (ductus intercalatus)**. Тој започнува уште во самиот ацинус (сл. 24). По кус тек, неколку интеркалатни каналчиња се спојуваат во интралобуларен канал (**ductus intralobularis**). Интралобуларните каналчиња го напуштаат лобулусот и се здружуваат во поголеми **ducti interlobulares**. Сите интерлобуларни одводни канали се влеваат во главниот панкреатичен дуктус – **ductus pancreaticus – Wirsungi**. Тој се протега низ целата должина на органот, а завршува во сидот на дуоденумот, во кој се влева низ **Vater-овата ампула**.

Егзокриниот панкреас дневно излучува околу 1 литар секрет. Секретот е бистар и алкален и содржи протеини (липолитички, протеолитички и гликолитички проензими). Протеинската компонента потекнува од панкреатоцитите, а водата, бикарбонатите и натриумовите јони се продукт на секретиската активност на центроацинозните клетки и епителните клетки кои ги обложуваат интеркалатните дуктуси.

ЕНДОКРИН ПАНКРЕАС

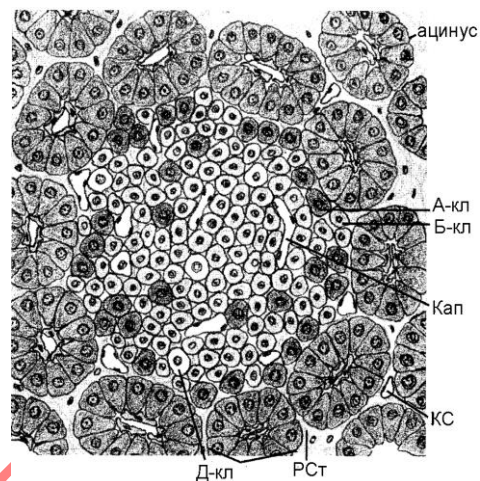
Во самите лобулуси на панкреасот, меѓу ацинусите, сместени се организирани групи од ендокрини епителни клетки. Бидејќи наликуваат на островчиња во морето ацинуси, наречени се **инсули** т.е. **Лангерхансови островчиња**. Ги има околу еден милион и најмногубројни се во опашката на панкреасот (сл. 23 и 25).

Околу секое Лангерхансово островче постои **нежна обвивка**. Неа ја сочинуваат два елемента: **Шванови клетки** (кои тука доаѓаат заедно со автономните нервни влакна) и мрежа од **ретикуларни влакна**. Влакната навлегуваат во внатрешноста на островчето следејќи ги **фенестрираните капилари** (сл. 25) кои се задолжени за доток на суровини и одведување на продуктот на биосинтезата (хормоните).

На хистолошките препарати обоени по хематоксилин-езин островчињата се светли, за разлика од интензивната пребоеност на егзокрините ацинуси. Со примена на специјални техники на бојење е утврдено дека островчето всушност содржи **сложена клеточна популација** во која 95% од клетките припаѓаат на еден од трите основни типа: **А, Б и Д-клетки**.

А-клетките се поредени по периферијата на островчето. Крупни се, со назабено јадро и средно развиени органели. Содржат **гранули** во кои се наоѓа хормонот **глукагон**. Овој хормон

ја поттикнува глиconeогенезата и го зголемува нивото на гликоза во крвта.



Слика 25. Лангерхансово островче
РСт – ретко сврзно ткиво; КС – крвен сад; Кап – капилара; А-кл – А-клетки; Б-кл – Б-клетки; Д-кл – Д-клетки

Б-клетките се најмногубројни и го заземаат централниот дел на островчето (сл. 25). Мали се, полигонални и содржат **многубројни секретни гранули со голема електронска густина на секретот и широк светол појас меѓу секретот и мембраната со која е обвиткана гранулата**. Во гранулите е концентриран секретот – хормонот **инсулин**. Инсулинот го **намалува нивото на гликоза во крвта**. Недостатокот или недоволната количина инсулин доведува до зголемување на гликозата во крвта и до појава на шеќерна болест (дијабетес).

Д-клетките се најмалку на број. **Нивните гранули се многу големи** и релативно посветли, а го содржат хормонот **соматостатин**. Овој хормон го **инхибира излучувањето на другите хормони во панкреасот**.

Останатите типови клетки учествуваат со помалку од 5% во вкупниот број клетки во островчето.

Крвотокот на Лангерхансовите островчиња е нутритивен и функционален. До секое островче стасуваат неколку артериоли кои во внатрешноста се разгрануваат на **фенестрирани капилари**. Крвта го напушта островчето низ еферентни капилари кои пред да се влеат во

Comment [B2]:

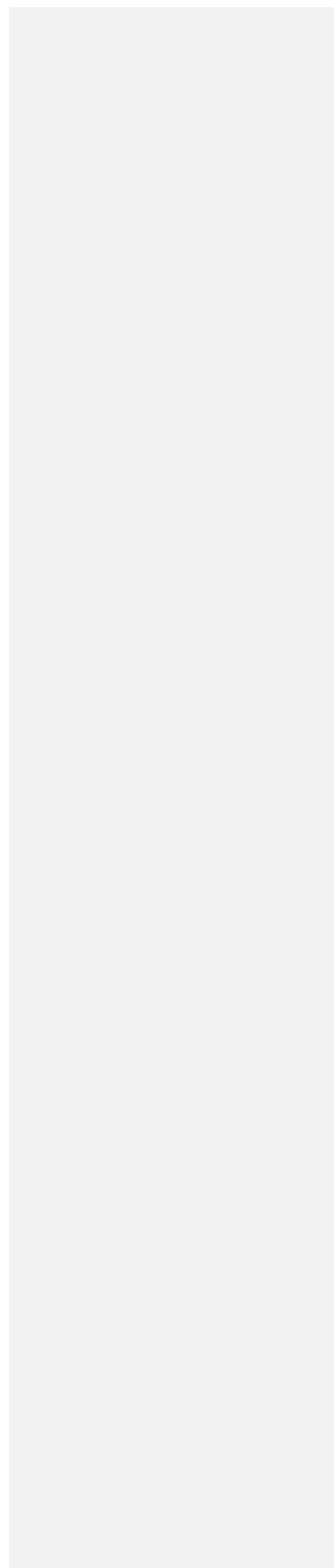
венули, формираат капиларна мрежа околу аци-
нусите на егзокриниот панкреас. Утврдено е де-
ка хормоните излучени од инсулоцитите имаат
директно влијание врз секрецијата на клетките

на ацинусот (инсулинот ја стимулира активнос-
та на панкреатоцитите, додека глюкагонот ја ин-
хибира).

ЗАШТИТЕНО

ЗАШТИТЕНО

Проф. д-р Лилјана Миленкова
ОРГАН ЗА ВИД



С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

ОЧНО ЈАБОЛКО (<i>Bulbus oculi</i>).....	95
<i>Tunica bulbi externa s. fibrosa</i>	95
<i>Tunica bulbi media s. vasculosa</i>	98
<i>Tunica bulbi interna s. nervosa</i>	100
Содржина на очното јаблоко.....	104
ПОМОШНИ ОРГАНИ НА ОКОТО (<i>Organa oculi accessoria</i>).....	106
Очни капаци (<i>Palpebrae</i>).....	106
Конјунктива (<i>Conjunctiva</i>).....	106
Солзен апарат.....	106

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

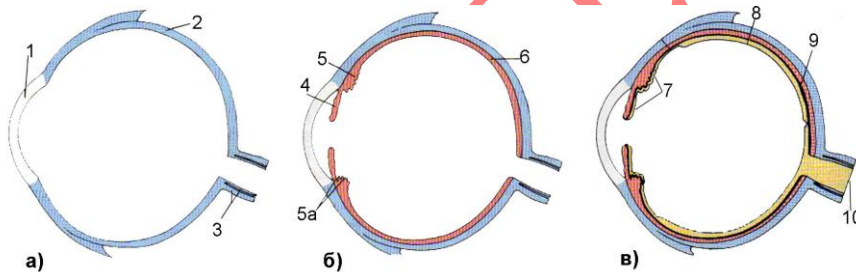
ОЧНО ЈАБОЛКО (*Bulbus oculi*)

Очното јаболко е сместено во орбитата (коскено лежиште) од која е изолирано со слој од масно ткиво). Очното јаболко има сид и содржина. Сидот на очното јаболко е трослоен (сл. 1):

Надворешниот слој претставува фиброзна обвивка и затоа е наречен *tunica bulbi externa s. fibrosa*.

Средниот слој претставува обвивка од ретко сврзано ткиво која е богато васкуларизирана и затоа е наречен *tunica bulbi media s. vasculosa*.

Внатрешниот слој има невrogeno потекло и затоа е наречен *tunica bulbi interna s. neurosa*.



Слика 1. Концентрични слоеви во сидот на *bulbus oculi*

а) Надворешен – *Tunica bulbi fibrosa*: 1 – *Cornea*; 2 – *Sclera*; 3 – Обвивка на *N. opticus*; б) Среден – *Tunica bulbi vasculosa*: 4 – *Iris*; 5 – *Corpus ciliare*; 5a – *processi ciliares*; 6 – *Chorioidea*; в) Внатрешен – *Tunica bulbi nervosa*: 7 – *Pars caeca retinae*; 8 – Сензорен слој на ретина; 9 – Пигментен слој на ретина; 10 – *N. opticus*

TUNICA BULBI EXTERNA S. FIBROSA

Предната шестина од овој слој претставува рожница (*cornea*) а останатите 5/6 се белка (*sclera*).

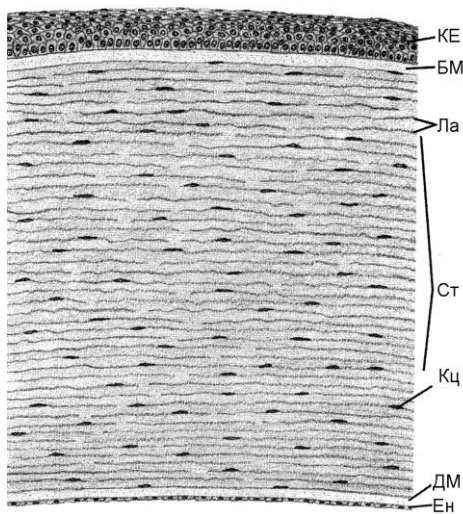
Рожница (*Cornea*)

Корнеата е просирен конвексен слој со дебелина од 1 mm на периферијата а 0,8 mm во центарот. Таа е аваскуларна и со слоевита градба. Одејќи од напред кон назад на неа разликуваме пет слоја (сл. 2):

- 1) корнеален епител,
- 2) Бовманова мембрана (Bowman),
- 3) строма,

- 4) Десцеметова мембрана,
- 5) корнеален ендотел.

Корнеалниот епител е многуслоен плочест неорожнет епител изграден од 5–6 слоја клетки цврсто поврзани меѓусебе и со базална ламина. Најповршниот слој од плочести клетки има нерамна апикална површина. Плитките вдлабнувања се исполнети со солзи кои прават влажен заштитен филм на површината од корнеата. Без него, таа би се исушила и лесно би се оштетувала. Заштитна улога за корнеата има и богатата мрежа од сензитивни немиелинизирани влакна кои продираат сè до површината на епителот правејќи го исклучително чувствителен на допир, што го предизвикува моменталниот рефлекс на затворање на капаците.



Слика 2. Рожница (*cornea*)

КЕ – Корнеален многослоен плосет епител; БМ – Бовманова мембрана; Ла – ламели; Ст –stroma; Кц – кератиноцит; ДМ – Десцететова мембрана; Ен – ендотел

Бовмановата мембрана е изградена од специфично распоредени колагени **микрофибрили нурнати во меѓуклеточен матрикс**. Таа го прицврстува епителот за подлежечкатаstroma и претставува **барьера за продорот на микроорганизми во длабочината на корнеата**. Механичките дразби кои го оштетуваат само епителниот слој создаваат улцери кои бргу се репарираат со постојана делба на базалниот слој. Но, ако дразбите ја оштетат и Бовмановата мембрана, тогаш во неа репарацијата создава сврзно ткиво во кое распоредот на колагените микрофибрили е **неправилен**, па на тие маста на повреда се создава непроѕирна лузна која го попречува продорот на светлосните зраци.

Стромата е средишниот и најмасивен слој кој претставува околу 90% од дебелината на корнеата. Изградена е од **колагени влакна и фиброцити**. Колагените влакна се доминантна компонента. Тие се **правилно распоредени во околу 60 ламели** кои се протегаат паралелно со површината на корнеата.

Сите влакна во една ламела се меѓусебе паралелни. Влакната во соседната ламела се поставени под прав агол на тие во претходната ламела. Таквиот униформен распоред во корнеата е причина за нејзината проѕирност која е и основен предуслов за нејзината улога во процесот на гледањето.

Клеточната компонента на стромата ја сочинуваат фиброцитите (**кератиноцити**) кои се правилно распоредени меѓу колагените влакна (сл. 2). Нивна задача е да ги **синтетизираат** колагените влакна и малото количество меѓуклеточен матрикс во кој основна компонента се **хондроитинсулфатот и кератинсулфатот**. Иако стромата **не содржи крвни садови**, во неа мигрираат **лимфоцити и неутрофили** како одбранбени клетки кои учествуваат во воспалителните процеси кои ја засегаат корнеата. Повредите на корнеата (механички, хемиски) доколку се длабоки и ја оштетат стромата, предизвикуваат регенеративни процеси (продукција на нови колагени влакна од страна на кератиноцитите). Новото ткиво никогаш не ја воспоставува идеалната правилност во распоредот на ламелите и затоа е причина за појава на непроѕирни лузни кои го попречуваат продорот на светлосните зраци и трајно го оштетуваат видот.

Десцететовата мембрана е четвртиот и најтенок слој на корнеата. Таа е со **слична градба како Бовмановата мембрана**. Ја создава корнеалниот ендотел (петтиот слој) и има улога на негова базална ламина. По евентуално оштетување може комплетно да се регенерира доколку ендотелот кој ја создава е интактен. Со стареењето Десцететовата мембрана се задебелува.

Корнеалниот ендотел е еднослоен **плочест епител (мезотел)**. Неговата слободна површина се капе во очната водичка на предната очна комора. Епителните клетки се меѓусебно цврсто поврзани со дезмозомии и меѓуклеточни адхерентни и оклудентни врски. Само со помош на натриумовата пумпа тие ги вовлекуваат јоните од очната водичка и ги испраќаат кон стромата (за нејзина исхрана).

Исхраната и метаболната размена на аваскуларнатаstroma е од три извори. Преку ендотелот се исхранува со компонентите на очната водичка; преку корнеалниот епител се снабдува со кислород од атмосферата, а третиот извор се крвните садови на склерата кои втасуваат само до корнеалниот лимбус (границата меѓу корнеата и склерата).

Белка (*Sclera*)

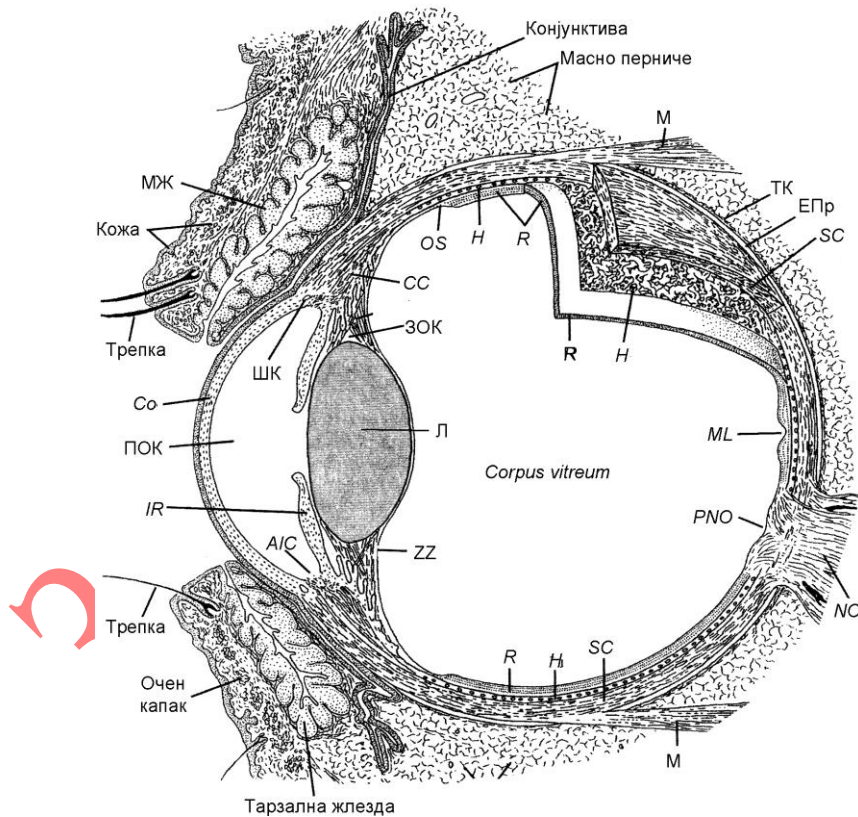
Склерата ги сочинува преостанатите 5/6 од надворешната очна обвивка, а нејзината дебелина се движи помеѓу 0,5 и 1 mm. Таа е директен продолжеток на корнеалнатаstroma од која

се разликува по својата непрозирност и непорупуствивост за светлосни зраци па има само механичка (заштитна) функција. Ја нарекуваме **белка** заради бојата која доаѓа од **густиот сплет на колагени влакна кои во неа се протегаат во различни правци**. Меѓу колагените снопови има и еластични влакна, мало количество меѓуклеточен матрик и ретки фиброцити. **Внатрешниот слој** на границата со *Tunica bulbi media* поприма карактеристики на ретко сврзно ткиво со пигментни клетки. Затоа тој најдлабок слој се означува како темен слој т.е. *lamina fusca sclerae*.

Белката е васкуларизирана, но крвните садови кои однадвор навлегуваат и низ неа поми-

нуваат, всушност се наменети за средниот и внатрешниот слој од сидот на очното јаболко.

Околу склерата се наоѓа тесен **еписклерален простор** исполнет со многу тенок слој од ретко сврзно ткиво. Околу ова еписклерално сврзно ткиво лежи тенка **фиброзна капсула** (Тенонова капсула) која игра улога на зглобна површина по која лизга склерата при секоја ротација на очното јаболко. Околу капсулата има **масно ткиво** кое како перниче ја исполнува орбитата. За периостот на орбитата се прикрупени надворешните краеве на напречно-пругастите **мускули кои го придвижуваат очното јаболко**. Тие ја пробиваат Теноновата капсула, минуваат низ еписклералниот простор и се **прикрупуваат за склерата** (означени со М на сл. 3).



Слика 3. *Bulbus oculi*

Co – Cornea (рожница); *Sc* – sclera (белка); *Ir* – iris (шареница); *CC* – corpus ciliare (цилијарно тело); *H* – chorioidea (садовница); *R* – retina (мрежница); *OS* – ora serrata; *Пок* – предна очна комора; *Л* – лека (*lens crystallina*); *ШК* – Шлемов канал; *АИС* – *angulus iridocornealis*; *ЗОК* – задна очна комора; *ZZ* – *zonulae Zinni*; *ML* – *macula lutea* (жолта пега); *PNO* – *papilla nervi optici*; *NO* – *n. opticus*; *ЕПр* – еписклерален простор; *ТК* – Тенонова капсула; *МЖ* – Мајбомови жлезди во палпобрата; *М* – мускул придвижувач на очното јаболко

TUNICA BULBI MEDIA S. VASCULOSA

Средната очна обвивка е градена од ретко сврзно ткиво во кое богато се разгрануваат крвните садови што доаѓаат преку склерата. Претставува нецелосна топка која има отвор само на предниот пол (сл. 1). Со својата надворешна површина налегнува на *tunica bulbi externa*, од која е одвоена само кај предниот пол се и тој простор (заграден меѓу шареницата и корнеата) е наречен предна очна комора.

Tunica bulbi media има три дела:

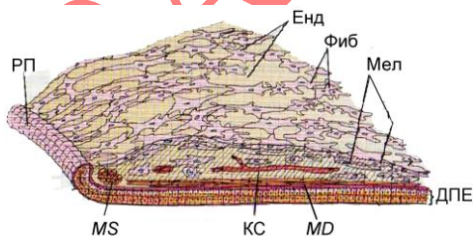
- преден – шареница (*iris*),
- среден – цилијарно тело (*corpus ciliare*),
- заден – садовница (*chorioidea*).

Секој од нив има специфична конфигурација, градба и функција.

Шареница (*Iris*)

Ирисот има форма на диск поставен зад корнеата. Неговиот централен отвор се нарекува **пупила**. Латералниот раб на дискот се допира до латералниот раб на корнеата и на тоа место тие заградуваат *angulus iridocornealis* (сл. 3 и 5). Предната и задната површина на дискот се релативно мазни и ориентирани кон предната и задната очна комора. Одејќи од предната кон задната површина, минуваме низ **пет неостро одделени слоја** (сл. 4):

- 1 – ендотел (на предната површина);
- 2 – сврзно ткиво со малку крвни садови и меланоцити;
- 3 – сврзно ткиво богато со крвни садови и меланоцити (пигментно);
- 4 – мазни мускулни снопочиња на *m. sphincter* и *m. dilatator pupillae*;
- 5 – двослоен пигментиран епител.



Слика 4. Структура на ирисот

Енд – ендотел на површината; Фиб – слабо васкуларизиран слој со многу фибробласти; Мел – подлабок, добро васкуларизиран слој со многу меланоцити; КС – крвни садови; MD – *m. dilatator pupillae*; MS – *m. sphincter pupillae*; ДПЕ – двослоен пигментиран епител; РП – раб на пупилата

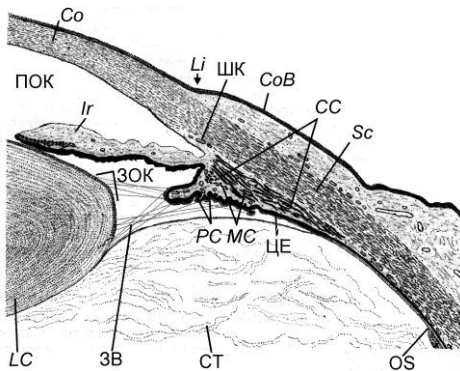
M. sphincter pupillae е составен од мускулни снопочиња поредени **кружно околу пупилата**. Со својата контракција тие ја намалуваат нејзината апертура, предизвикувајќи концентрично стеснување (*myosis*). *M. dilatator pupillae* е составен од снопочиња кои се протегаат **од работ на пупилата кон периферијата на ирисот**. Со својата контракција тие ја прошируваат пупилата предизвикувајќи ширење (*mydriasis*). Мускулниот тонус им се менува **рефлексно** (пупиларен рефлекс) **во зависност од количината светлина што паѓа врз корнеата**.

Пигментот на задната површина на ирисот (во двослојниот пигментиран епител) има идентична улога како сребрениот слој на задната страна од огледалото – да ги **одбива зраците кои минале низ шареницата**. Само светлосните зраци кон минуваат низ пупилата ќе навлезат во внатрешноста на очното јаболко.

Количината на пигментот во петтиот слој на ирисот е иста кај сите луѓе. **Различен е бројот на меланоцитите во стромата на шареницата**. Бојата на шареницата зависи само од нивниот број. Ако има малку меланоцити, шареницата е сина, бидејќи светлината што поминала низ неа, се одбива од задната површина и се распливнува нанапред низ предната очна комора и корнеата, како што се распливнува светлоста низ атмосферата и ни дава впечаток за сина боја на небото. Кај лицата кои имаат поголем број меланоцити, светлината одбиена од задната страна на шареницата се впива во меланоцитите и очите изгледаат темни (кафени или црни). Само кај албино лицата има целосно отсуство на пигмент и во внатрешноста и на задната површина од шареницата – светлината минува низ неа и ги осветлува крвните садови на шареницата, заради што таа изгледа црвена.

Цилијарно тело (*Corpus ciliare*)

Цилијарното тело уште се означува и како *orbiculus ciliaris* бидејќи претставува **прстен кој го заобиколува ирисот**. Надворешниот раб на *orbiculus ciliaris* е широк и налегнува на склерата. Медијалниот раб е слободен и испушчен зад ирисот кон задната очна комора (сл. 5). Таа површина е наречена *pars plicata* бидејќи содржи многубројни (70–80) набори (*processi ciliares*). Со нежни фиброзни влакненца што поаѓаат од *processi ciliares*, се поврзува со екваторот на *lens crystallina*.



Слика 5. Цилијарно тело

Co – Cornea (рожница); Li – limbus; ШК – Шлемов канал; CoB – conjunctiva bulbi; Sc – sclera (белка); Ir – iris (шареница); ПОК – предна очна комора; ЗОК – задна очна комора; ЗВ – зонуларни влакна; LC – lens crystallina (лека); СТ – стаклесто тело; PC – processi ciliares; MC – m. ciliaris; ЦЕ – цилијарен епител (двослоен); OS – ora serrata

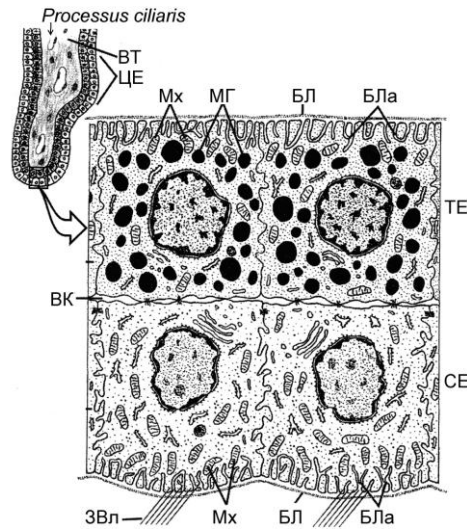
Внатрешноста на цилијарниот прстен ја сочинува пигментно сврзно ткиво.

Слободната површина на *pars plicata* (*processi ciliares*) е обложена со двoredниот епител.

– Внатрешниот (темен) епителен слој лежи врз пигментната строма и во својата цитоплазма содржи пигментни гранули (сл. 6). Базалниот дел на цитоплазмата формира базален лавиринт што укажува на интензивна размена на материи со стромата (активен транспорт). Меѓу клетките постојат тесни меѓуклеточни пукнатини. На апикалната страна налегнува вториот слој епителни клетки. Меѓу двата епителни слоја се воочуваат хоризонтални пукнатини наречени водни каналчиња.

– Површниот (посветол) епителен слој се одликува со нагласен синтетски апарат (pEP и Голдиев комплекс) бидејќи е директно ангажиран во синтеза на два различни продукти.

Една активност е синтеза на очна водичка која започнува во стромата на цилијарните набори со излегување на ултрафилтрат од крвта низ сидот на фенестрираните капилари. Филтратот потоа минува низ пукнатините меѓу пигментираниите клетки па навлегува во хоризонталните простори меѓу двата епителни слоја (во водените каналчиња). Клетките на површниот слој (светлите клетки) од тој филтрат апсорбираат потребни компоненти и од нив ја синтетизираат очната водичка која потоа ја ослободуваат низ апикалната површина, во задната очна комора (*camera bulni posterior*).



Слика 6. Цилијарен епител

ЦЕ – цилијарен епител; ВТ – сврзно ткиво; ВК – водни каналчиња; ТЕ – темен (пигментен) слој; СЕ – светол слој; БЛ – базална ламина; БЛа – базален лавиринт; МГ – меланински гранули; Мх – митохондри; ЗВл – зонуларни влакна

Втората активност е **продукција на нежни фиброзни филаменти наречени зонуларни влакна (*zonulae Zinni*)**. Филаментите остануваат цврсто врзани за епителот кој ги создава. Имено, на својата апикална површина светлите епителни клетки лачат тенок леплив слој во кој се вовлечени краевите на филаментите. Оттаму тие се протегаат низ задната очна комора кон екваторот на леќата и таму цврсто се прикачуваат за нејзината капсула (сл. 5). *Zonulae Zinni* претставуваат суспензорен лигамент кој учествува во акомодацијата на леќата.

Во внатрешноста на цилијарниот прстен се наоѓа масивно тело од **циркуларно ориентирани мазни мускулни снопчиња кои го формираат *m. ciliaris***. Кога око то набљудува блиски предмети мускулот се контрахира. Така се смалува дијаметарот на цилијарниот прстен, зонуларните влакна се опуштаат и еластичната леќа се опушта па поприма поконвексна форма и посилено ги прекршува светлосните зраци. Значи, **контракцијата го адаптира око то за гледање блиски предмети**. Релаксацијата на циркуларните мускулни снопчиња има обратен ефект: затегање на зонулите, развлекување на леќата во екваторијална рамнина и нејзино сплескување (намалување на конвекситетот).

Ефект: помалку ги прекршува светлосните зраци (состојба кога гледаме оддалечени предмети).

Исклучок се периферните мускулни снопиња на *m. ciliaris* кои се протегаат паралелно со склерата. Нивната контракција го повлекува наназад *angulus iridocornealis* и овозможува полесно истечување на очната водичка од предната очна комора низ т.н. Шлемов канал.

Садовница (*Chorioidea*)

Садовницата продолжува зад цилијарното тело и ги претставува задните 2/3 од *Tunica bulbi media s. vasculosa*. Започнува со назабена линија наречена *ora serrata*. Името точно ја одразува спецификата на нејзината градба. Садовницата претставува пигментно сврзно ткиво исклучително богато со крвни садови наменети за исхрана на сите сегменти на *T. bulbi media* и на ретината. Крвните садови доаѓаат од склерата и во главно одат нанапред, кон ирисот и цилијарното тело. Помалите служат за исхрана на самата садовница. Од нив се формира богата капиларна мрежа која индиректно ќе служи и за исхрана на периферните слоеви на ретината.

Ако се има предвид видот на крвните садови во различните слоеви на садовницата, тогаш би можеле во неа да опишеме 4 нејасно разграничени слоја:

1) Најпериферен – *lamina suprachorioidea*, со поголеми крвни садови кои се упатуваат нанапред, кон ирисот и цилијарното тело (само помалите гранки одат во вториот слој).

2) Втор – *lamina vasculosa*, со помали крвни садови наменети за садовницата.

3) Трет – хориокапиларен слој, густа мрежа од фенестрирани капилари наменети за исхрана на садовницата (и ретината).

4) Четврт (најдлабок) слој е *Bruh-ова мембрана* – творба со улога на високоселективна бариера. Лежи на границата со ретината и го овозможува и го контролира протокот на хранливите и штетните материи од крвта кон периферните слоеви на ретината.

TUNICA BULBI INTERNA S. NERVOSA

Внатрешната очна обвивка (за која најчесто го употребуваме терминот **ретина**) со својата надворешна површина ги обложува ирисот, цилијарното тело и хориоидеата. Нејзината вна-

трешна (слободна) површина гледа кон стаклестото тело (*corpus vitreum*) (сл. 1-В).

Наречена е *tunica nervosa* бидејќи:

- потекнува од нервното ткиво на мозокот;
- има задача да ги прима светлосните дразби, да ги претвора во сигнали и преку очниот нерв да ги испраќа до соодветната регија во мозокот („прозорек на мозокот“).

Ретината и нејзината површина врз која паѓаат светлосните зраци се колку кај обична поштенска марка. Во врска со ова, Леонардо да Винчи рекол: „Зарем е можно на така мал простор да се впије сликата за целиот универзум!“.

Но, деловите кои налегнуваат на ирисот и цилијарното тело (*pars iridica et pars ciliaris retinae*) немаат таква способност. Тоа се всушност претходно опишаните два слоја епителни клетки на задната површина од ирисот и на површината на *pars plicata* на цилијарното тело. Бидејќи не учествуваат директно во процесот на перцепцијата на светлосните дразби, тие сегменти на *tunica nervosa* се означени како **слеп дел на ретината**, односно *pars caeca retinae*. Позиционирани врз ирисот и цилијарните продолжетоци, **развиле структурни специфики со кои се вклопиле во функцијата на тие сегменти од окото.**

Pars optica retinae започнува од *ora serrata* а се состои од два слоја со нееднаква дебелина: (А) **надворешен тенок пигментен слој** и (Б) **подебел внатрешен т.н. сензорен слој.**

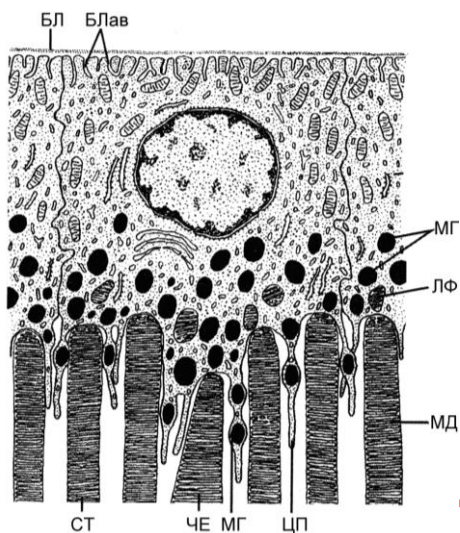
Пигментен слој (*Stratum pigmenti retinae*)

Пигментните клетки се поредени само во еден ред. Тоа се еден вид **меланоцити со кубична форма и со многу сложена функција.**

Нивната базална ламина е нераскинливо поврзана со Бруховата мембрана (сл. 7). **Базалниот лавиринт** во цитоплазмата на меланоцитите говори за нивната инволвираност во формирањето на селективната бариера за проток на материи од хориоидеата кон ретината.

Апикалната страна на цитоплазмата е богата со **микровили и вдлабнувања во кои навлегува дел од фоторецепторните клетки** (првиот слој клетки од сензорниот слој). Иако се така интимно зглобени, меѓу нив не се воспоставуваат меѓуклеточни врски. Тоа дозволува можност за раслојување т.е. одлепување на пигментниот слој од фоторецепторите (состојба

која се означува како *ablatio retinae*). Така доаѓа до прекин на исхраната на ретината и прекин на функционалното единство на слоевите во неа и настапува слепило.



Слика 7. Шематски приказ на пигментната клетка на ретината и нејзината комуникација со надворешниот сегмент на фоторецепторите
 БЛ – базална ламина кон Бруховата меморана; Бла – базален лавиринт на плазмалемата; МГ – меланински гранули; ЛФ – ламеларни фагозоми; ЦП – цитоплазматски продолжетоци на пигментните клетки; ЧЕ – чепче; СТ – стапче; МД – мембрански дискови во надворешниот сегмент на фоторецепторната клетка

Во апикалниот компартман на меланоцитот има **меланински гранули**. Меланинот служи како изолатор меѓу вгнездените продолжетоци на фоторецепторните клетки. Го апсорбира вишокот светлина а го потенцира влијанието на светлосната дразба врз цитоплазматскиот изданок на фоторецепторната клетка.

Пигментната клетка има развиен систем на лизозоми (наречени **ламеларни фагозоми**). Во себе ги вовлекува и со помош на лизозомите ги фагоцитира разградните продукти од фоторецепторните клетки.

Со помош на својот **нагласен синтетски апарат** (Голдиевиот комплекс и тубуларниот рЕР) пигментната клетка ги користи разградните продукти од фоторецепторните клетки и врши **ресинтеза на ретинал** (естерификација на витаминот А). Новосоздадениот ретинал потоа го фагоцитираат продолжетоците на фото-

рецепторните клетки, го враќаат во својата цитоплазма и така ја обновуваат својата фотосензитивност.

Сензорен слој на *pars optica retinae*

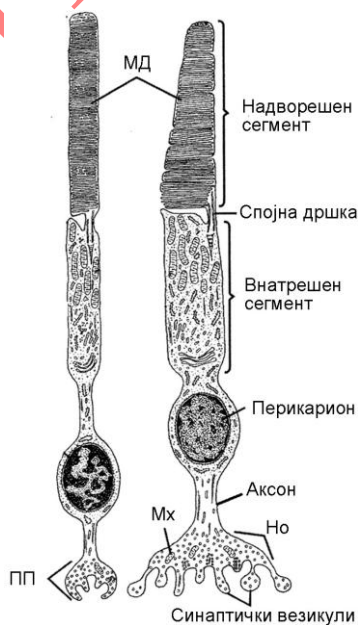
Во сензорниот слој се наоѓаат **15 вида нервни** и повеќе типови **глија клетки**.

Нервни клетки

Според функцијата, нервните клетки може да бидат:

- со приемна функција (**фоторецепторни**),
- со спроводна функција (**кондуктивни**),
- со поврзувачка функција (**асоцијативни**).

а) Фоторецепторите не се нервни туку се невроспителни клетки. Имаат перикарион, кус аксон и видоизменет дендрит. Кусиот аксон на крајот е проширен и формира задебелувања во кои се наоѓаат митохондри и секретни везикули исполнети со невротрансмитерна супстанција (сл. 8).



Слика 8. Фоторецепторни клетки (лево) – стапчеста; (десно) – како чепче; МД – мембрански дискови; ПП – пресинаптичко проширување; Но – разгранувања на пресинаптичкото проширување во вид на ножиња; Мх – митохондри

Наместо дендрит постои долг цитоплазматски продолжеток. Тој има два сегмента споени со спојна дршка градена како цилија (базално телце и девет пара микротубули).

Надворешниот сегмент на цитоплазматското продолжение е **фотосензитивен** и навлегува во пигментниот слој. Исполнет е со хоризонтални густо спакувани мембрани. Мембраните се создаваат кај неговата база: плазмалемата навлегува и со постојана репликација произведува мембрани кои се наслојуваат една врз друга (во вид на дискови). Секој диск е изграден од **липиден двослој за кој е врзан видниот пигмент** (сложена молекула од протеин плус дериват на витаминот А).

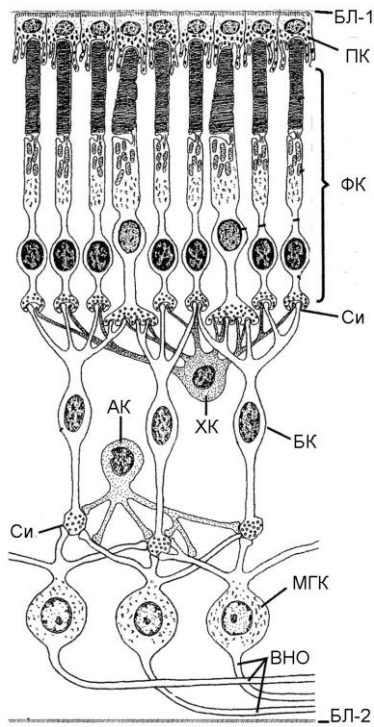
Под влијание на светлината, настапува разградба на видниот пигмент сместен во дисковите што се во врвот на продолжетокот. Тоа во клетката предизвикува хиперполаризација која се пренесува кон аксонот, а од него на наредните клетки во ретината. Искористениот диск се одвојува од врвот на клетката и влегува во цитоплазмата на пигментната клетка (сл. 7). Таму лизозомите го разградуваат, а синтетскиот апарат го ресинтетизира витаминот А. Бидејќи постојано се трошат, **дисковите постојано и се надополнуваат со нови**, од базата (од 90 до 100 нови дискови секој ден).

Внатрешниот сегмент на цитоплазматското продолжение е богат со гликоген, митохондри, полирибозоми, грЕР и Голџиев комплекс. Тој **има метаболна активност**. Задолжен е за производство на протеинот на видниот пигмент и за производство на енергија потребна за сите процеси во склоп на визуелната функција.

Фоторецепторите се делат на **стапчиња** (бацили) и **чепчиња** (конуси), во зависност од тоа дали формата на надворешниот сегмент е стапчеста или конусна. Затоа слојот на ретината во кој лежат цитоплазматските продолжетоци на фоторецепторните клетки се нарекува **stratum bacillarum et conorum**. Стапчиња има околу 120 милиони, а чепчиња 20 пати помалку (само околу 6 милиони).

Се разликуваат и по видот на пигментот кој го содржат: **стапчињата содржат rodopsin** а **чепчињата содржат iodopsin**.

б) Кондуктивните нервни клетки ги спроведуваат импулсите создадени од фоторецепторните клетки. Постојат 2 основни вида кондуктивни клетки: биполарни и мултиполарни (ганглиски) (сл. 9).



Слика 9. Позиција и меѓусебна поврзаност на нервните клетки во *pars optica retinae*

БЛ-1 – базална ламина на пигментните клетки; БЛ-2 – базална ламина на границата со стаклестото тело; ПК – пигментни клетки; ФК – фоторецепторни клетки; Си – синапса; БК – биполарна клетка; ХК – хоризонтална клетка; АК – амакринна клетка; МГК – мултиполарна ганглиска клетка; ВНО – влакна на *n. opticus*

Биполарните воспоставуваат двојна синапса: со едниот свој крај – со невритот на фоторецепторите, а со другиот – со дендритите на ганглиските клетки. Тие се вистински кондуктори.

Мултиполарните (ганглиски) клетки се помалку на број, но се многу големи и имаат нагласена Нислова супстанција. Нивните дендрити од синапсите со биполарните клетки го примаат нервниот импулс. Импулсот потоа заминува низ аксонот (кој е многу долг). На самиот излез од клетката аксонот завива под прав агол и патува по површината на ретината (сл. 9) кон задниот пол на очното јаболко. На задниот пол од очното јаболко ја пробира склерата која таму е мрежеста (*pars cribrosa sclerae*) и ги формира сноповите на *Nervus opticus* (сл. 3).

в) Асоцијативните нервни клетки имаат задача да ги модифицираат нервните импулси пред да ја напуштат ретината и да заминат кон мозокот. И кај нив постојат два типа:

– **Хоризонтални**, кои воспоставуваат синапси со продолжетеците на неколку фоторецепторни клетки истовремено.

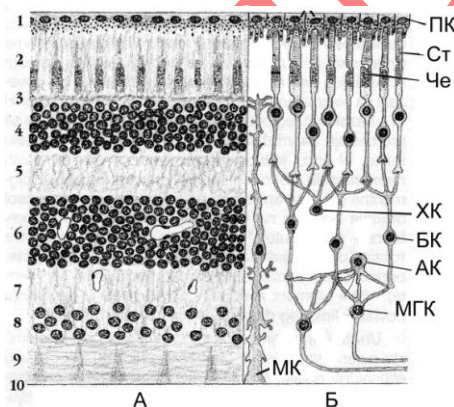
– **Амакрини**, кои воспоставуваат синапса со завршетоките на биполарните и ганглиските клетки.

Глија клетки

Во *pars optica retinae* постојат два типа невроглијални клетки: астроцитите и Милерови клетки.

– **Астроцитите** со своите бројни цитоплазматски продолжетеци ги обвиткуваат невроните исполнувајќи го целиот интерневронски простор.

– **Милеровите клетки** (сл. 10) се посебен тип долги глија клетки. Се протегаат по целата дебелина на ретината: од границата со стаклестото тело (каде што лежи нивната базална ламина) до границата помеѓу перикарионот и цитоплазматскиот продолжеток на фоторецепторните клетки. Имаат нагласени органели и актински филаменти. Им даваат подпора на нервните клетки, ги исхрануваат и ги изолираат една од друга.



Слика 10. Мрежница (*retina*)

А – хистолошки пресек; Б – шематски приказ (Броевите на левата страна ги означуваат слоевите) ПК – пигментни клетки; Ст – стапчиња; Че – чепчиња; ХК – хоризонтална клетка; БК – биполарна клетка; АК – амакринна клетка; МГК – мултиполарна ганглиска клетка; МК – Милерова клетка

Од апексот на клетката поаѓаат хоризонтални разгранувања кои формираат нежна хоризонтална мембрана на границата меѓу цитоплазматското продолжение и перикарионот на фоторецепторните клетки.

Слоевита организација на *pars optica retinae*

Кога ретината се набљудува под микроскоп, се воочува дека во *pars optica retinae* постои строга подреденост на компонентите. Под микроскоп различни компоненти имаат различно обојување па така, одејќи од границата со хориоидеата кон *corpus vitreum*, ги воочуваме и именуваме следните 10 слоја (сл. 10-А и Б):

1. **Пигментен слој (*stratum pigmenti retinae*)** изграден од пигментни клетки во кои наведуваат врвовите на фотосензитивните сегменти од фоторецепторите.

2. **Слој на чепчиња и стапчиња (*stratum bacillorum et conorum*)** ги содржи ненавлезените сегменти од цитоплазматските продолженија на фоторецепторите.

3. **Надворешна гранична мембрана (*membrana limitans externa*)** изградена од хоризонталните апикални продолженија на Милеровите клетки.

4. **Надворешен зрнест слој (*stratum granulosum externum*)** кој ги содржи перикарионите на фоторецепторните клетки (чии јадра го создаваат впечатокот за гранулираност).

5. **Надворешен мрежест слој (*stratum reticulare externum*)** е зона во која се воспоставуваат синапсите помеѓу аксонот на фоторецепторите и дендритите на биполарните клетки (и помеѓу фоторецепторите и хоризонталните клетки).

6. **Внатрешен зрнест слој (*stratum granulosum internum*)** кој ги содржи перикарионите на биполарните клетки (и на хоризонталните, амакрините и Милеровите клетки).

7. **Внатрешен мрежест слој (*stratum reticulare internum*)** е зона на синапси меѓу аксонот на биполарни и дендритите на мултиполарните ганглиски клетки (и на амакрини со ганглиски клетки).

8. **Слој на ганглиски клетки (*stratum ganglionare*)** – ги содржи перикарионите на мултиполарните клетки.

9. **Слој на нервни влакна (*stratum filorum nervi optici*)** создаден од невритите на ган-

лиските клетки. Тие се паралелни со површината на ретината, упатени кон задниот пол на очното јаболко. Овој слој е најтенок зад *ora serrata*, а се задебелува одејќи кон задниот пол на очното јаболко, бидејќи содржи сè повеќе неврити (од целата површина на ретината).

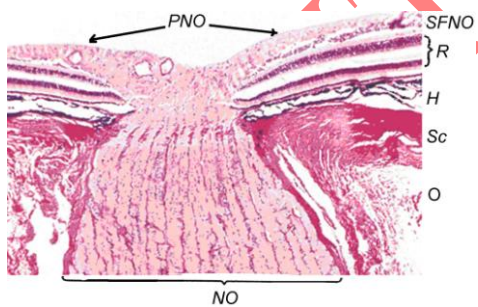
10. **Внатрешна гранична мембрана (*membrana limitans interna*)** е базалната ламина на Милеровите клетки, која ја одделува ретината од стаклестото тело

Специфични точки во *pars optica retinae*

Опишаната градба на ретината е присутна долж целата *pars optica retinae*. Единствено во две точки на задниот пол од очното јаболко градбата на ретината целосно отстапува од опишаниот 10-слоен концепт.

а) Првата е во пределот каде што невритите го напуштаат очното јаболко (*papilla nervi optici*) (сл. 11).

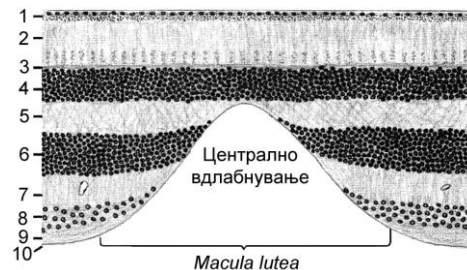
Има површина од 1,5 mm. Таму сите слоеви на ретината се потиснати настрана (се отсутни) за да се создаде простор за излегување на невритите кои ќе го формираат очниот нерв. Затоа оваа зона, иако богата со нервни влакна, бидејќи не поседува фоторецептори е наречена **слепа точка на ретината** т.е. *macula caeca*.



Слика 11. Слепа точка на очното дно
PNO – *papilla nervi optici*; NO – *Nervus opticus*; SFNO – *stratum fibrosum nervi optici*; R – *retina*; H – *chorioidea*; Sc – *sclera*; O – обвивки на нервот

б) Втората е на 4 mm латерално од папилата. Таа зона е наречена **зона на најјасен вид**, бидејќи во нејзиниот центар слоевите над фоторецепторниот слој се потиснати настрана (сл. 12), па светлоста директно ги погодува фоторецепторите (тука има само чепчиња). Овие фоторецептори во цитоплазмата содржат жолт

пигмент (ксантин) и заради тоа таа зона е жолта и е наречена ***macula lutea***.



Слика 12. Точка на најјасен вид (*macula lutea*)

Васкуларизацијата на *pars optica retinae*

Васкуларизацијата на ретината е двојна.

1. Нејзините периферни слоеви (чепчињата и стапчињата) се исхрануваат од хориоидеата, преку селективниот транспорт низ Брухова-та мембрана.

2. Внатрешните слоеви се ориентирани кон крвотокот кој потекнува од *a. centralis retinae*. Таа во очното јаболко влегува низ папилата на оптичкиот нерв. Ситни гранки од оваа артерија влегуваат помеѓу стаклестото тело и површината на ретината и формираат капиларен сплет кој од површината навлегува во подолните слоеви на ретината.

СОДРЖИНА НА ОЧНОТО ЈАБОЛКО

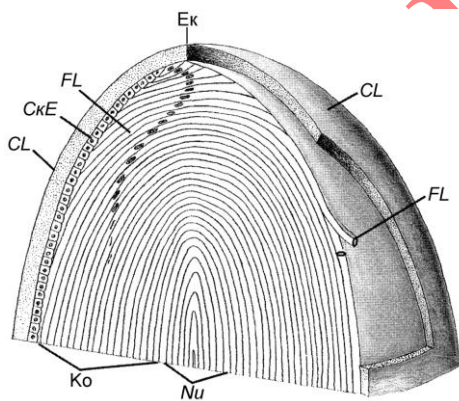
Очна водичка (*Humor aquosus*)

Ги исполнува двете очни комори (*camera bulbi anterior et posterior*) (сл. 5). Претставува ултрафилтрат на крвната плазма кој има многу ниска концентрација на протеини, а висока концентрација на аскорбинска киселина. Служи за исхрана на двете аваскуларни компоненти на очното јаболко (корнеата и леќата). Ја синтезира секреторниот епител на површината од пликите на цилијарното тело. Таа постојано се создава и струи: од задната комора, низ процепот меѓу леќата и задната страна на ирисот, па преку пупилата, кон предната очна комора и на крај, кон иридокорнеалниот агол.

Таму се наоѓаат мали пукнатини обложени со ендотел, наречени **простори на Fontana**. Тоа се просторите во мрежата од трабекули кои поаѓаат од Десцетовата мембрана на корнеата и се протегаат до коренот на ирисот. Во нивна непосредна близина, во сврзното ткиво на склерата, се наоѓа **Schlemm-овиот канал**. Тоа е мал венски синус во вид на шуплина обложена со ендотел. Очната водичка од Фонтанините простори оди во Шлемовиот канал. Оттаму се влева во склералните вени, оттекува низ еписклералните вени и на крај се дренира во крвотокот.

Леќа (*Lens crystallina*)

Леќата е **просирна еластична биконвексна** структура чиј дијаметар изнесува околу 1 см. Зоната каде што се спојуваат предната и задната страна се нарекува екватор (сл. 13). Изградена е од три компоненти: капсула, субкапсуларен епител и влакна.



Слика 13. Шематски приказ на градбата на *lens crystallina*

CL – *capsula lentis*; СкЕ – субкапсуларен епител (само на предната страна); FL – *fibrae lentis*; Ек – екватор; Ко – кортикален дел на леќата; Nu – *nucleus lentis*

Капсулата (*capsula lentis*) комплетно ја обвива леќата. Подебела е на предната страна, а најдебела во екваторијалната регија, каде што на неа се прицврстуваат *zonulae Zinni*. Капсулата ја создаваат епителните клетки. По својот со-

став потсетува на многу дебела базална ламина.

Субкапсуларниот епител го сочинуваат само еден слој кубични клетки кои ја обложуваат **само предната страна на леќата**, до пределот на екваторот.

Fibrae lentis ја исполнуваат внатрешноста на леќата. Се протегаат **циркуларно** под капсулата, сè до центарот каде што формираат ***nucleus lentis***. Ги има вкупно 2000 до 3000; се создаваат до крајот на животот и затоа леќата во текот на животот расте. Секое влакно има форма на шестоаголна тенка а долга призма (долга 7 – 10 mm, широка 8 – 10 μm , дебела 2 μm). **Настануваат со издолжување и трансформација на епителни клетки во пределот на екваторот.** Трансформираниите клетки се надолнуваат со митотска делба на епителот. При трансформацијата клетката **го губи јадрото и органелите**, а во цитоплазмата **акумулира протеин кристалин**. Тој ја прави просирна и еластична, што е предуслов за продорот на светлосните зраци низ неа и нејзината моќ за акомодација. Со стареењето леќата ја губи еластичноста, а тоа и ја намалува моќта за акомодација. Ако ја загуби просирноста (при денатурација на кристалинот иницирана од различни фактори), видот значително е редуциран, а таквата состојба се нарекува **катаракта** (разг. „перде“).

Стаклесто тело (*Corpus vitreum*)

Го исполнува очното јаболко во пределот зад леќата. Претставува **екстремно ретко сврзно ткиво кое е просирно и со желатиозна конзистенција на матриксот**. Во него доминира меѓуклеточниот матрикс сочинет од 99% вода, богат со хијалуронска киселина. Клетките (фиброцити = хијалоцити) и нежните влакненца се главно сместени по периферијата на стаклестото тело на границата со ретината. Налегнуваат врз десеттиот слој на ретината (*membrana limitans interna*) т.е. врз тенката базална ламина на Милеровите клетки. Стаклестото тело има задача да ја **одржува формата на очното јаболко и да ја притиска сензорната ретина кон пигментниот слој**, со што ја овозможува комуникацијата на фоторецепторите со пигментните клетки и исхраната на внатрешните слоеви на ретината.

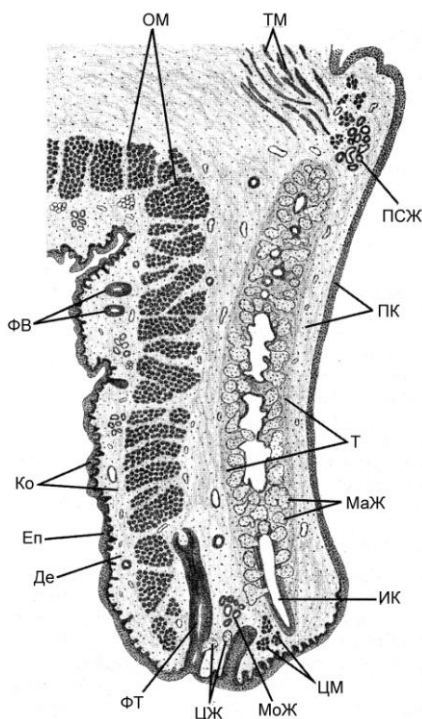
ПОМОШНИ ОРГАНИ НА ОКТО

(*Organa oculi accessoria*)

ОЧНИ КАПАЦИ

(*Palpebrae*)

Очните капаци се творби кои со помош на мускулниот слој кој е вграден во нив, повремено ги покриваат очните јаболка и ја одржуваат влажноста на корнеата. Ондаврот се прекриени со мека, тенка и еластична **кожа** (сл. 14). Под кожата се протегаат кружно ориентираните напречно пругасти снопови на *m. orbicularis oculi* чија контракција ги затвора капациите. Неговите снопиња кои лежат на самиот раб на палпелбрата (наречени **цилијарен мускул**), во близина на трепките, со својата контракција го притискаат работ на капакот кон очното јаболко.



Слика 14. Структура на очниот капак

Ко – кожа; Еп – епидермис; Де – дермис; ФВ – фоликул на влакно; ПЖ – потни жлезди; ФТ – фоликул на трепка; ЦЖ – Цајсови жлезди; МоЖ – Молови жлезди; ЦМ – цилијарен мускул; МаЖ – Мајбомови жлезди; ИК – изведен канал на Мајбомова жлезда; Т – тарзус; ПК – палпелбарна конјунктива; ПСЖ – помошна солзна жлезда; ТМ – тарзален мускул; ОМ – орбикуларен мускул

На предниот дел од работ на палпелбрите, всадени се **2–3 реда трепки** (цилии). Овие влакненца, за разлика од останатите влакна на телото, не се поврзани со *M. arrector pilli*. Во нивна непосредна близина лежат мали **лојни (Zeiss-ови) и мирисни (Moll-ови) жлезди**.

Зад *M. orbicularis oculi* лежи фиброзна плочка наречена *tarsus*. Во неа се сместени 12–30 лојни жлезди (**Meibom-ови жлезди**). Нивните изводни канали се протегаат вертикално и се отвораат на работ на палпелбрата независно од трепките. Масниот секрет го спречува испарувањето и прелевањето на солзите преку работ на долниот капак (со што ја одржува влажноста на окото). На горниот пол на тарзусот е прикремен нежен т.н. **тарзален мускул** кој, со својата контракција, го потпомага поткревањето на тарзусот и му ја олеснува активноста на *M. orbicularis oculi*.

Задната површина на очниот капак е обложена со слузница која се нарекува *conjunctiva palpebrarum*.

КОНЈУНКТИВА

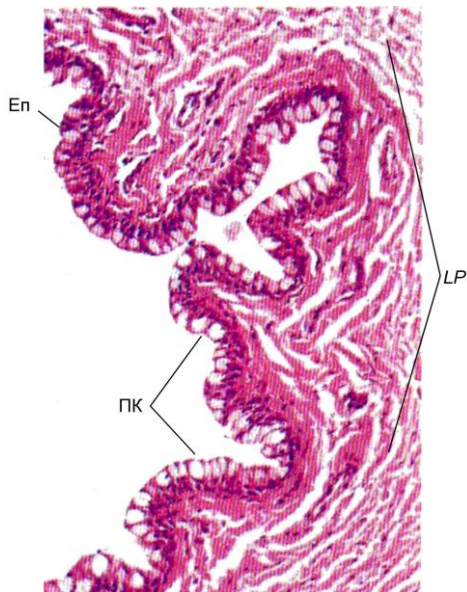
(*Conjunctiva*)

Конјунктивата е тенка нежна обвивка што ја покрива задната – внатрешната површина на капациите (*conjunctiva palpebrarum*) и потоа (кај форниксот) преминува и врз очното јаболко (*conjunctiva bulbi*) каде што го покрива видливиот дел на склерата. Се протега до **границата со корнеата и завршува како прстен (корнеосклерален лимбус)**.

По својата градба конјунктивата е **слузница** градена од епител и проприја (сл. 15). Епителот е **повеќеслоен цилиндричен**. Меѓу епителните клетки присутни се и **пехарести клетки** чиј секрет формира заштитен слузест филм за олеснување на лизгањето на капациите врз очното јаболко. **Пропријата е тенок слој ретко сврзно ткиво богато со лимфни фоликули** кои имаат заштитна улога.

СОЛЗЕН АПАРАТ

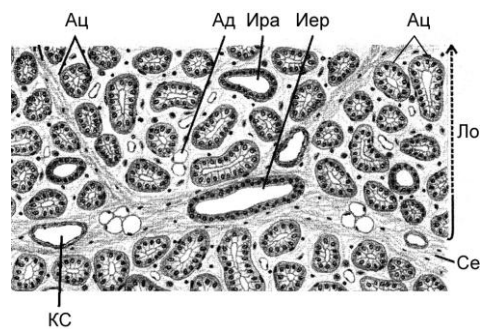
Се состои од два дела: од жлезда од која излегуваат 6–12 солзни каналчиња, и од солзно кесенце од кое поаѓа носниот солзен канал.



Слика 15. Градба на конјунктивата
Еп – повеќеслоен цилиндричен епител; ПК – пехарести клетки; LP – lamina propria

Солзната жлезда (*glandula lacrimalis*) е лоцирана во горниот латерален дел на орбитата (над очното јаболко). Стромата на оваа серозна тубулоалвеоларна жлезда формира **капсула, септи** (кои ја делат на лобули) и **интралобуларно ретко сврзно ткиво** кое е добро васкуларизирано и содржи голем број **лимфоцити, плазма клетки и адипоцити** (сл. 16). Паренхимот е претставен со **серозни жлездени ацинуси** и **интра- и интерлобуларни изводни кана-**

ли. Ацинусите се опкружени со **миоепителни клетки** кои го помагаат истиснувањето на секретот. Серозните жлездени клетки (**лакримоцити**) изобилуваат со секреторни гранули. Секретот е **серозен, богат со јони, со лизозими (кои имаат антибактериско дејство) и со имуноглобулини** (по потекло од плазмоцитите).

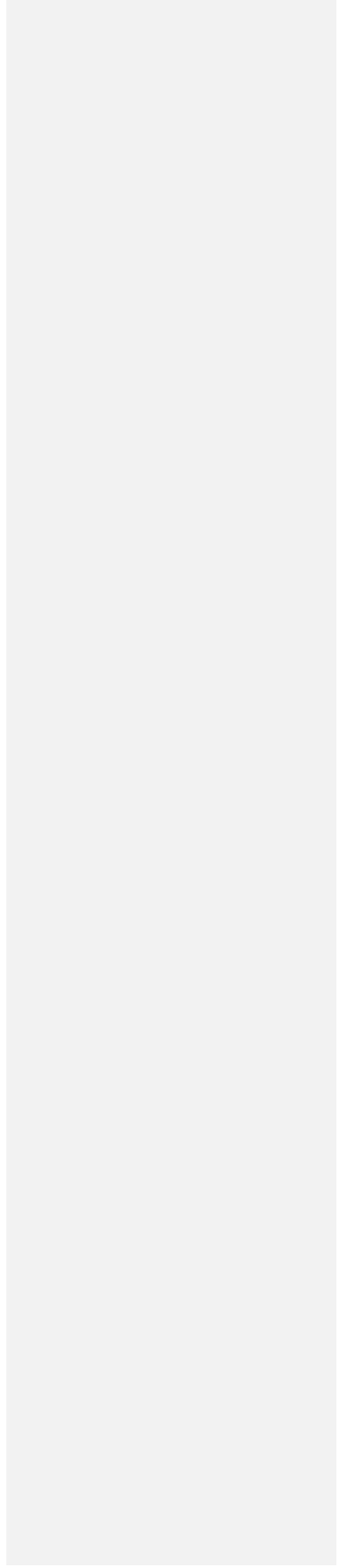


Слика 16. Структура на солзната жлезда
Lo – лобулус; Се – септи; Ац – ацинус; Ад – адипоцит; Ира – интралобуларно изводно каналче; Иер – интерлобуларен изводен канал; КС – крвен сад

Мрежата од изводни каналчиња конфлуира во 6 – 12 солзни канали кои, по кусиот тек, се отвораат на сводот од горниот очен капак. Имаат лумен обложен со **многуслоен плочест епител** под кој лежи **сврзно ткиво** и поединечни **мазни мускулни клетки**.

Солзното **кесенце** и **солзниот носен канал** се обложени со **низок псевдослоен цилиндричен епител** (карактеристичен за носната регија).

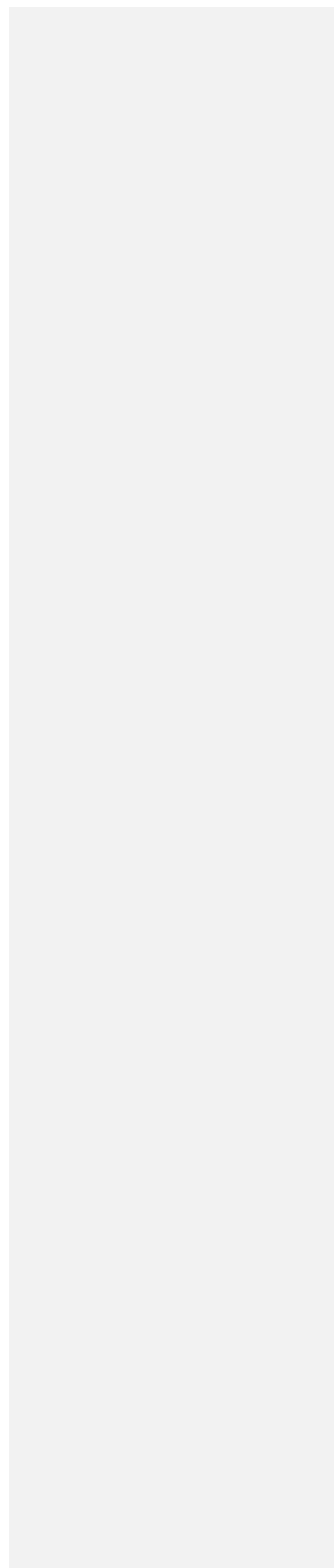
ЗАШТИТЕНО



ЗАШТИТЕНО

Проф. д-р Невена Костовска
Проф. д-р Лилјана Миленкова

**ОРГАН ЗА СЛУХ
И РАМНОТЕЖА**



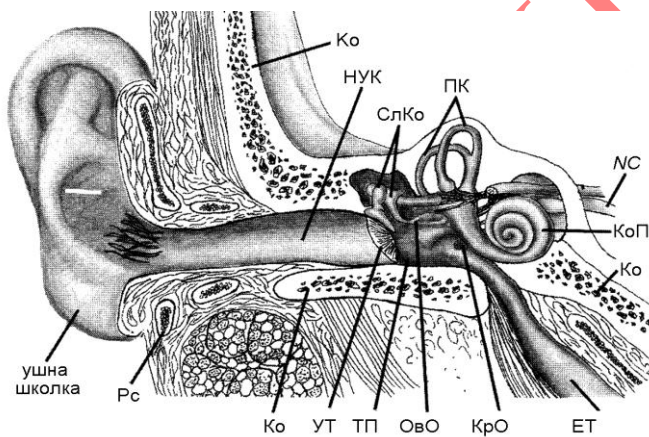
С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

НАДВОРЕШНО УВО (<i>Auris externa</i>)	111
СРЕДНО УВО (<i>Auris media</i>)	112
ВНАТРЕШНО УВО (<i>Auris interna</i>)	112
Орган за рамнотежа и ориентација	113
Орган за слух (<i>Organum spirale corti</i>)	115

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

Органот за слух и рамнотежа (**уво или вестибулокохлеарен апарат**) е сензорен орган кој овозможува перцепција на акустичните и статичките сензации (сл. 1). Увото е комплексен сензорен систем изграден од три поврзани целини: **надворешно, средно и внатрешно уво**. Надворешното и средното уво ги собираат и пренесуваат звучните сигнали до внатрешното уво, каде што аудио сензорните рецептори ги претвораат во електрични импулси. Во внатрешното уво, исто така е сместен и вестибуларниот апарат чии рецептори учествуваат во одржувањето на рамнотежата.



Слика 1. Уво

НУК – надворешен ушен канал; УТ – ушно тапанче; ТП – тимпанален простор; СлКо – слушни ковчиња; Ово – овален отвор; КрО – кружен отвор; ЕТ – Евстахијева туба; ПК – полукружни канали; КоП – коскен полжав; NC – n. cochlearis; Пс – ’рскивица; Ко – коска

НАДВОРЕШНО УВО (*Auris externa*)

Надворешното уво го сочинуваат ушната школка (*auricula*) и надворешниот слушен канал (*meatus acusticus externus*).

Ушната школка (*auricula, pina*) (сл. 1) е изградена од еластична ’рскивица, обложена со тенка кожа. На надворешната страна има ситни влакненца (*tragi*), лојни жлезди и потни жлезди. Долниот дел на ушната школка (ушна ресичка) наместо ’рскивица, содржи поткожно масно ткиво. Ушната школка ги собира звучните бранови и ги насочува кон надворешниот слушен канал.

Надворешниот слушен канал (*meatus acusticus externus*) се протега од ушната школка до слушната мембрана (ушно тапанче) (сл. 1). Неговата должина изнесува околу 25 mm, од кои надворешната третина има ’рскивична потпора (еластична ’рскивица), а внатрешните 2/3 имаат коскена потпора. Сидот на каналот е обложен со тенка кожа во која се сместени фоликулите на влакната, лојните жлезди и модифицираните апокрини жлезди, т.н. *gl. Ceruminosae*. Секретот на овие жлезди, заедно со себумот и десквамираните епидермални клетки ја формираат ушната маст (*cerumen*).

Надворешното уво е одделено од средното уво со ушното тапанче.

Ушното тапанче (*membrana tympani*) претставува тенка, полупрозрачна трослојна мембрана, со дебелина од 100 микрометри. Со својот околен раб е вметната во кружен жлеб преку фиброкартилагинозен прстен (сл. 1). **Надворешната страна** на ушното тапанче (кон надворешниот слушен канал) е обложена со **кожа**

која е тенка, без влакна, без лојни и без потни жлезди. **Внатрешната страна** на ушното тапанче (кон средното уво) е обложена со **слузница**, изградена од еднослоен кубичен епител и ламина проприја.

Помеѓу надворешната и внатрешната страна на ушното тапанче сместен е **средишен фиброзен слој** изграден од снопови на колагени и еластични влакна.

СРЕДНО УВО (*Auris media*)

Средното уво се состои од 3 дела: **среден дел** – *savum tympani*; **заден дел** – изграден од мастоидниот простор претставен со *cellulae mastoideae* и **преден дел** – Евстахиева туба.

Savum tympani е мала и тесна коскена празнина во облик на биконкавна леќа, исполнета со **воздух** (сл. 1). Сместена е во внатрешноста на слепоочната коска. Ограничена е со 4 зида: **заден сид**, каде што преку отвор комуницира со мастоидниот простор; **преден сид**, каде што преку отворот на Евстахиевата туба комуницира со назофаринксот; **надворешен сид**, каде што се наоѓа ушното тапанче; **внатрешен сид**, кој истовремено е надворешен сид на внатрешното уво, а преку два отвора – *fenestra ovalis* и *fenestra rotunda*, средното уво комуницира со внатрешното уво.

Во *savum tympani* се сместени 3 меѓусебно зглобени **ковчиња**: **чеканче (*malleus*)**, **наковална (*incus*)** и **узенгија (*stapes*)**. Дршката на чеканчето навлегува во средниот дел на ушното тапанче, а стапалото на узенгијата е поврзано со *fenestra ovalis*. Преку овој ланец од слушни ковчиња се пренесуваат вибрациите од ушното тапанче кон внатрешното уво.

Кон ланецот на ковчиња во *savum tympani*, приклучени се и 2 напречно пругасти мускули: *m. tensor tympani* (припоен за чеканчето, со чија контракција се затегнува ушното тапанче) и

m. stapedius (најмал мускул во човечкото тело кој се припојува за узенгијата). Со контракцијата на овие мускули се скратува ланецот на ковчиња, се намалува амплитудата и со тоа се штити внатрешното уво од силни звуци (на пример експлозија, пукање).

Savum tympani е исполнет со **воздух**, а е обложен со **еднослоен плочест до кубичен епител**. Генерално, слузницата е идентична како на внатрешната страна на ушното тапанче. Оваа слузница ги обложува и ушните ковчиња и мастоидните простори. Во близина на Евстахиевата туба епителот постепено преминува кон респираторен епител.

Евстахиевата туба (*tuba auditiva*) е коскено-а крввичен канал кој го поврзува средното уво со назофаринксот (сл. 1). Слузницата во неа е изградена од **респираторен епител** и ретко сврзно ткиво во кое е сместена тубарната тонзила, на отворот кон назофаринксот. Преку Евстахиевата туба се изедначува воздушниот притисок во тимпаналниот простор со атмосферскиот притисок. Таа е вообичаено колабирана, а се отвора при дваќање, голтање и просевање. Преку овој канал можат да се пренесуваат инфекциите од ждрелото во средното уво, предизвикувајќи воспалителен процес во него.

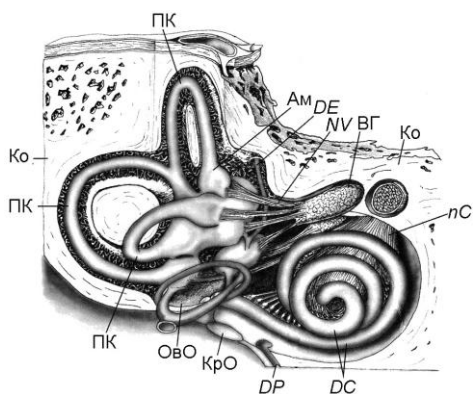
ВНАТРЕШНО УВО (*Auris interna*)

Внатрешното уво се состои од две компоненти: **коскен и мембранозен лавиринт**. Во најголем дел, просторот меѓу нив е наречен перилимфатичен простор бидејќи е исполнет со бистра течност – **перилимфа**.

А) **Коскениот лавиринт (*labyrinthus osseus*)** е обложен со ендост, а го чинат три меѓусебно поврзани целини: предворје (*vestibulum*), полукружни канали (*canales semicirculares*) и коскен полжав (*cochlea*) (сл. 2 и 3).

Вестибулумот е јајцевиден простор кој зазема централна позиција во внатрешното уво. Со него комуницираат полукружните и кохлеарните канали.

Постојат **3 полукружни канали** (*canales semicirculares*). Горниот и задниот полукружен канал имаат вертикална положба, а бочниот има хоризонтална положба. Секој канал со соседниот затвора прав агол. Каналите имаат потковичест изглед, а со двата краја комуницираат со вестибулумот. Еден од краевите на секој канал е проширен и гради **ампула**.



Слика 2. Внатрешно уво.

ПК – полукружни канали (горен, заден и страничен); Ам – ампула; Ово – овален отвор; КрО – кружен отвор; DP – ductus perilymphaticus; DE – ductus endolymphaticus; DC – ductus cochlearis; ВГ – вестибуларен ганглион; nC – n. cochlearis; Ко – коска; NV – n. vestibularis

Коскениот полжав (*cochlea*) се состои од столб (*modiolus*) (сл. 6), спирален коскен канал (*canalis spiralis cochleae*) и спирална коскена плочка (*lamina spiralis ossea*). Столбот е изграден од спонгиозна коска, а има облик на шуплива купа. Коскениот канал два и пол пати спирално се обвиткува околу столбот. Спиралната плочка со едниот крај е прицврстена за столбот, а со слободниот крај проминува во коскениот кохлеарен канал.

Б) **Мембранозниот лабиринт** (*labyrinth membranaceus*) е вметнат во коскениот лабиринт и по формата е соодветен на него. Го сочинува систем на затворени, меѓусебно поврзани целини исполнети со **ендолимфа**. Во склоп на мембранозниот лабиринт се диференцираат следниве структури: *utricleus*, *sacculus*, *3 canales semicirculares* и *ductus cochlearis*.

Централната положба во мембранозниот лабиринт заземаат **утрикулусот** и **сакулусот** (сл. 3). Овие структури се сместени во вестибулумот на коскениот лабиринт. Во утрикулусот се отвораат **мембранозните полукружни канали**, сместени во соодветни полукружни канали на коскениот лабиринт. Кон сакулусот, преку тенок *ductus reuniens*, се приклучува **мембранозниот кохлеарен канал**, сместен во коскениот полжав. Од утрикулусот и сакулусот поаѓа по еден канал (*ductus utriculosaccularis*). Овие канали се спојуваат во *ductus endolymphaticus*, кој оди кон субдуралниот простор, каде што се проширува во *sacculus endolymphaticus*.

Ендолимфата која го исполнува мембранозниот лабиринт претставува бистра течност, која по јонската концентрација одговара на интрацелуларната течност.

Околу мембранозниот лабиринт циркулира **перилимфа**. Ја создава мезотелот над периостот. По јонската содржина таа одговара на екстрацелуларната течност.

Од структурен и функционален аспект, мембранозниот лабиринт може да се подели на два дела: во еден дел е сместен органот за рамнотежа и ориентација (**статички и кинетички орган**), а во другиот дел е сместен **слушниот орган**.

ОРГАН ЗА РАМНОТЕЖА И ОРИЕНТАЦИЈА

Статичкиот и кинетичкиот орган се сместени во **утрикулусот**, **сакулусот** и **полукружните канали** (сл. 3). Најголемиот дел од сидот на овие структури е изграден од тенок плочест епител, базална ламина и тенка обвивка од сврзно ткиво. Сврзната обвивка е фиксирана за периостот на коскениот лабиринт преку трабекули кои носат крвни садови. На некои места плочестиот епител се заменува со повисок, специјално диференциран **невроепител**, кон кого пристигаат гранки на вестибуларниот нерв. Невроепителните региони на мембранозниот лабиринт се нарекуваат **невроепителни полиња**. Во склоп на овој орган постојат **5** невроепителни полиња: по **1** во утрикулусот и сакулусот и **3** во ампуларните делови на полукружните канали. Овие полиња во утрикулусот и сакулусот се нарекуваат *macula utriculi* и *macula sacculi*, а во полукружните канали – *cristae ampulares*. Макулите и кристите меѓусебно структурно и функционално се разликуваат (макулите се ста-

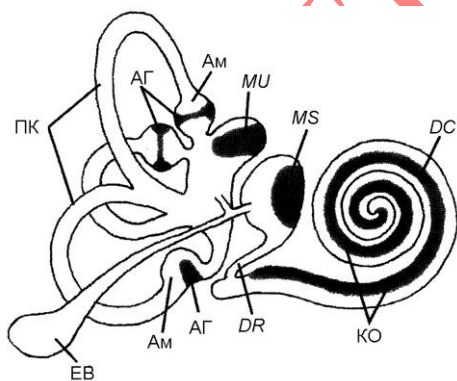
тички лавиринт, а кристите се кинетички лавиринт).

Макулите се со идентична градба. *Macula sacculi* се наоѓа на подот на сакулусот, а *macula utriculi* е на бочната страна на утрикулусот (сл. 3).

Епителот на макулите е специфичен (сл. 4). Содржи **невроепителни и потпорни клетки**. Невроепителните клетки претставуваат механорецептори. Постојат два типа невроепителни клетки: **вестибуларни клетки тип 1 и вестибуларни клетки тип 2**.

Вестибуларните клетки тип 1 имаат крушковидна форма, со централно поставено јадро. Базалните и бочните страни на клетките се опфатени со **аферентни нервни влакна**.

Вестибуларните клетки тип 2 имаат цилиндрична форма, со јадро поставено апикално. Аферентните нервни влакна ги опфаќаат само во базалниот дел. Обата типа осетни клетки, на апикалната површина имаат повеќе **стереоцилии и по една цилија** (заедно наречени **осетни или слушни влакненца**). Стереоцилиите се поредени во редови, имаат различна должина (должината им се зголемува одејќи кон цилијата), а цилијата е најдолга. Заради спецификите во градбата, цилијата не покажува способност за активно треперење.



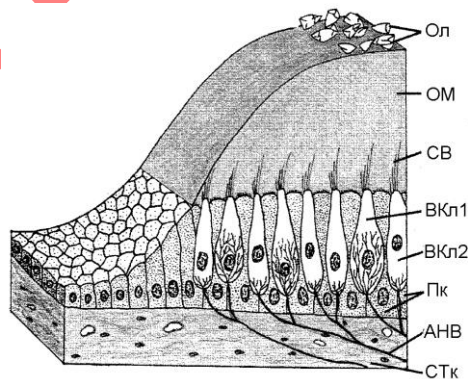
Слика 3. Невроепителни полиња на мембранозниот лавиринт

ПК – полукружен канал; DC – ductus cochlearis; ЕВ – ендолимфатична вреќичка; DR – ductus reuniens; АМ – ампула; АГ – ампуларен гребен; MU – macula utriculi; MS – macula sacculi; КО – Кортиев орган

Помеѓу вестибуларните клетки, на базалната мембрана лежат **потпорните клетки** (сл.

4). Тие имаат цилиндрична форма, базално поставено јадро и микровили на апикалната површина. Потпорните клетки создаваат желатинозна материја т.н. **отолитна мембрана**. Тоа е слој на екстрацелуларен матрикс богат со гликопротеини. Отолитната мембрана го препокрива епителот, па во нејзе се вронети слушните влакненца. На површината на отолитната мембрана сместени се кристали од калциум карбонат кои се нарекуваат **отолити** (ушна прашина). Придвижувањето на главата предизвикува поместување на отолитите и придвижување на отолитната мембрана, што предизвикува свиткување на слушните влакненца. Свиткувањето на влакненцата кон цилијата доведува до деполаризација на клетките и создавање акциски потенцијал.

Присуството на отолити на површината на отолитната мембрана предизвикува константна стимулација на невроепителот. Оваа стимулација се пренесува до ЦНС, каде што се трансформира во информации за положбата на главата. *Macula utriculi* ги регистрира линеарните движења на главата во правец напред–назад, а *macula sacculi* придвижувањата на главата во страна.



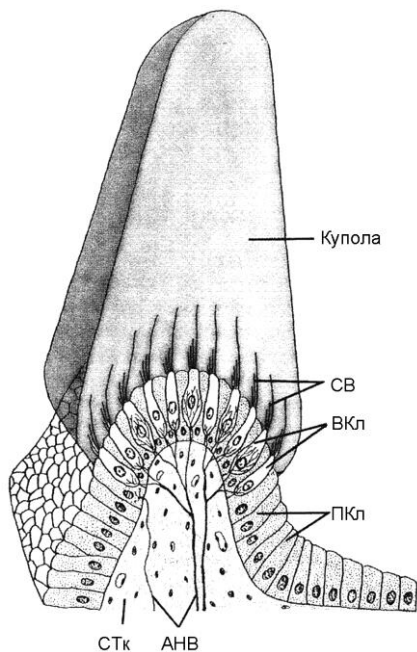
Слика 4. Макула

Ол – отолити; ОМ – отолитна мембрана; СВ – слушни влакненца; ВКл1 и ВКл2 – вестибуларна клетка тип 1 и тип 2; Пк – потпорни клетки; АНВ – аферентни нервни влакна; СТк – сврзно ткиво

Ампуларните гребени се сместени во ампуларниот дел на секој полукружен канал. Изградени се од ретко сврзно ткиво, задебелено во вид на гребен, а обложено со **невроепител**. Епителот во ампуларниот дел е речиси идентичен со оној кај макулите. Разликата е во тоа

што слушните влакненца на гребените се по-долги од оние кај макулите (сл. 5).

Ампуларните гребени се разликуваат од макулите и по следните особености: желатинозната гликопротеинска мембрана на гребените е значително подебела и достигнува дури до спротивниот ампуларен сид на соседниот полукружен канал, а заради впечатливиот облик се означува како купола (*cupula*). На куполата **нема отолити**. При придвижувањето на главата, куполата се ниша и ги деформира слушните влакненца со што се генерираат нервни импулси. Ампуларните гребени ги регистрираат ротационите движења на главата.



Слика 5. Ампуларен гребен

СВ – слушни влакненца; ВКл – вестибуларни клетки; ПКл – потпорни клетки; АНВ – аферентни нервни влакна; СТк – сврзно ткиво

ОРГАН ЗА СЛУХ (*Organum spirale Corti*)

Кортиевиот орган е сместен во мембранозниот дел на коскениот канал на кохлеата, поточно во кохлеарниот дуктус (*ductus cochlearis*) (сл. 6). На надолжен пресек спиралниот коскен канал е поделен на три ката. Средниот кат (*scala media*) всушност го претставува *ductus cochlearis* кој на врвот на кохлеата завршува слепо,

а на базата комуницира со сакулусот преку *ductus reuniens* (сл. 3). Овој средишен дел од коскениот канал е исполнет со **ендолимфа**. Горниот кат (*scala vestibuli*) и долниот кат (*scala tympani*) се исполнети со **перилимфа** (сл. 6). Овие два ката комуницираат на врвот на кохлеата преку отвор наречен *helicotrema*.

Ductus cochlearis

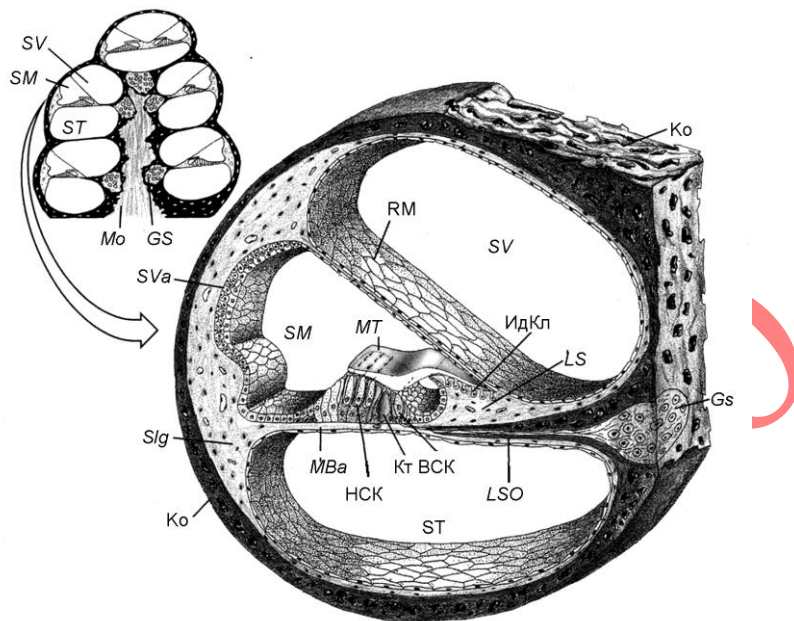
Кохлеарниот канал претставува тубуларен дивертикулум на сакулусот, има триаголна форма, па според тоа има и три зида: вестибуларен, тимпаничен и надворешен сид. Секој од нив има различна градба.

Вестибуларниот сид го дели *ductus cochlearis* од *scala vestibuli*. Претставен е со многу тенка мембрана (**Reissner-ова мембрана**) изградена од два слоја на плочести епителни клетки одделени со тенка базална ламина.

Тимпаничниот сид го одвојува кохлеарниот дуктус од тимпаничната скала. Тој има комплексна градба. На него лежи **Кортиевиот орган**. Тимпаничниот сид се состои од внатрешен и надворешен дел. **Внатрешниот дел** го чини *lamina spiralis ossea* која проминира од модиолусот. На нејзиниот слободен раб перистот се задебелува и го гради *limbus spiralis*. **Надворешниот дел** на тимпаничниот сид формира дебел слој аморфна основна материја – **membrana basilaris**. Кон тимпаничната скала оваа мембрана е обложена со еднослоен плочест епител, а кон *scala media* мембраната го носи Кортиевиот орган. Таа е потенка на базата на полжавот, а најдебела е на врвот на полжавот (сл. 6 и 8).

Надворешниот сид на кохлеарниот дуктус е обложен со специфичен епител кој содржи **интраепителен сплет на капилари**. Заради васкуларизираноста на епителот се означува како **stria vascularis** (сл. 6 и 7). Епителниот слој е изграден од три типа клетки: базални, интермедијарни и маргинални. Клетките имаат цитолошки карактеристики на клетки специјализирани за пренос на јони и вода, заради што се сметаат за одговорни за карактеристичниот состав на ендолимфата.

Кортиевиот орган (*Organum spirale Corti*) претставува високо специјализиран рецепторен орган за примање на звучните сигнали. Тој лежи на базиларната мембрана, а е изграден од **невроепителни (аудиорецепторни) и потпорни клетки**.



Слика 6. Коскен полжав и кохлеарен дуктус

Ко – коска; SV – scala vestibuli; SM – scala media; ST – scala tympani; Мо – modiolus; GS – ganglion spirale; SVa – stria vascularis; Slg – lig. Spirale; RM – Reissner-ова мембрана; MBa – membrana basilaris; HСК – надворешни слушни клетки; ВСК – внатрешни слушни клетки; MT – membrana tectoria; LSO – lamina spiralis ossea; LS – limbus spiralis; ИдКл – интердентални клетки

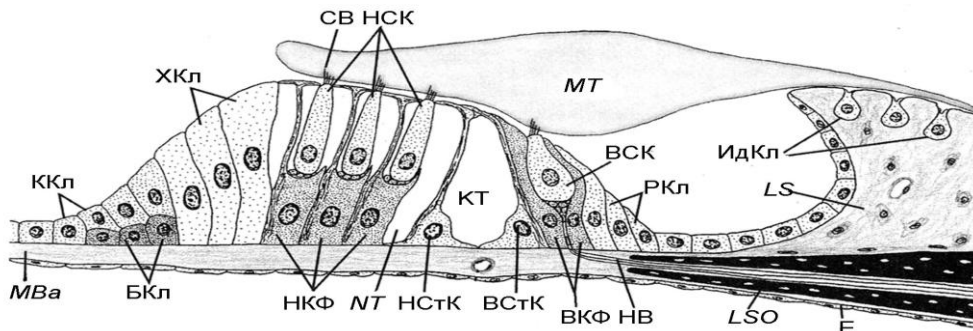
Г) Потпорни клетки во Кортиевиот орган

Столбестите клетки се нанижани во два реда, надворешен и внатрешен ред столбови (сл. 8). Клетките имаат широка база со која лежат на базилярната мембрана, тенок тело и проширена глава. Со базалните делови клетките меѓусебе се допираат, а телата им се одвоени и приклонети едни кон други. Во пределот на главите, клетките се спојуваат слично на зглобното спојување: главата на надворешните столбести клетки влегува во чашката на внатрешните столбести клетки (сл. 8). Надворешните и внатрешните столбови меѓусебно затвораат триаголен простор – Кортиев тунел, исполнет со Кортиева лимфа (по составот наликува на перилимфа). Јадрото на столбестите клетки е сместено на базата на клетката.

Клетките со фаланга (Deiters-овите клетки) можат да бидат надворешни и внатрешни. Внатрешните клетки со фаланга се распоредени во две низи, медијално од внатрешните столбести клетки (сл. 8). Меѓусебе затвораат чашколик простор во кој се сместува внатрешната слушна клетка (сл. 9).



Слика 7. Stria vascularis



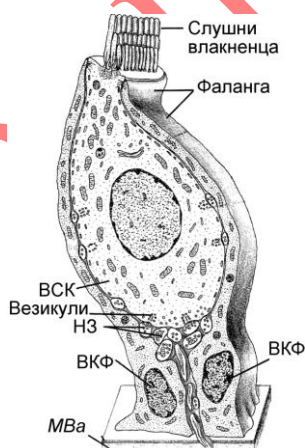
Слика 8. Кортиев орган

МВа – *membrana basilaris*; *БКл* – Бечерови клетки; *ККл* – Клаудиусови клетки; *ХКл* – Хенсенови клетки; *НКФ* – надворешни клетки со фаланга; *ВКФ* – внатрешни клетки со фаланга; *НСК* – надворешни слушни клетки; *ВСК* – внатрешни слушни клетки; *НСтК* – надворешни столбести клетки; *ВСтК* – внатрешни столбести клетки; *РКл* – рабни клетки; *ИдКл* – интердентални клетки; *NT* – Nucl-ов тунел; *КТ* – Кортиев тунел; *НВ* – нервни влакна; *LSO* – *lamina spiralis ossea*; *MT* – *membrana tectoria*; *СВ* – слушни влакненца; *LS* – *limbus spiralis*; *E* – епител

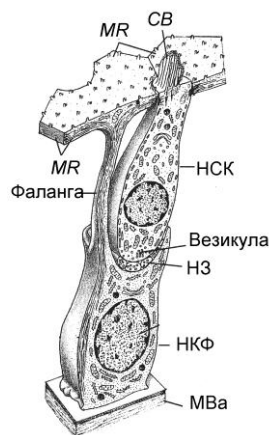
Надворешните клетки со фаланга по својата форма потсетуваат на столче на кое седат надворешните слушни клетки (сл. 10). Со својата поширока база лежат на базиларната мембрана. Кон средината нагло се стеснуваат, формирајќи го седиштето на столот. Тесниот дел на клетката завршува со хоризонтално проширување (фаланга). Фалангите на површината на Кортиевиот орган формираат карактеристична решеткаста структура – *membrana reticularis*. Со фалангите ги опфаќаат врвовите на слушните клетки и со нив формираат спојни комплекси. Надворешните клетки со фаланга се распоредени во 3–5 низи.

На надворешните низови на клетките со фаланга се надоврзуваат **Хенсеновите (Hensen) клетки** кои во почетокот имаат цилиндрична форма, а потоа се снижуваат. На овие клетки се надоврзуваат **Бечеровите (Bottcher) клетки**, а над и странично се надоврзуваат **Клаудиусовите (Claudius) клетки** кои продолжуваат во епителот на *stria vascularis* (сл. 8).

Рабните потпорни клетки ги има на внатрешната граница на Кортиевиот орган. Се протегаат од внатрешните клетки со фаланга до спиралниот жлеб (сл. 8). Улогата на сите видови потпорни клетки не е доволно разјаснета.



Слика 9. Внатрешни клетки со фаланга (*ВКФ*) и внатрешна слушна клетка (*ВСК*)
НЗ – нервни завршетоци; *МВа* – *membrana basilaris*



Слика 10. Надворешна клетка со фаланга (*НКФ*) и надворешна слушна клетка (*НСК*)
MR – *membrana reticularis*; *СВ* – слушни влакненца; *НЗ* – нервни завршетоци; *МВа* – *membrana basilaris*

II) Аудиорецепторни клетки во Кортиевиот орган

Аудиорецепторните (слушни) клетки во Кортиевиот орган се **невроепителни клетки** кои не се во контакт со базиларната мембрана (сл. 9 и 10). Нивните базални делови седат на клетките со фаланга, а врвовите заедно со фалангите на потпорните клетки ја формираат ретикуларната мембрана. На апикалната површина овие клетки имаат **стереоцилии** распоредени во неколку редови. Должината на стереоцилиите расте, одејќи кон спиралниот лигамент. Најдолгите стереоцилии се врнуваат во *membrana tectoria*. На базалната страна слушните клетки формираат синапси со аферентните нервни влакна на вестибулокохлеарниот нерв. Според локализацијата, се разликуваат внатрешни и надворешни слушни клетки.

Внатрешните слушни клетки претставуваат **механорецептори**. Имаат крушковидна форма со централно сместено јадро. Распоредени се во една низа. Вкупно ги има околу 3500. Секоја клетка носи околу 60 стереоцилии, распоредени во вид на буквата „V“. Кон базалната страна на клетките пристапуваат аферентни и ретки еферентни нервни влакна.

Надворешните слушни клетки имаат цилиндрична форма и базално поставено јадро. Вкупно ги има околу 15000. Имаат 100 – 200 стереоцилии распоредени во вид на буквата „W“. Базалните делови на клетките формираат синапси со аферентни и еферентни нервни влакна.

Двата типа аудиорецепторни клетки во зоната на синапсите имаат синаптички везикули.

Над Кортиевиот орган, на површината на спиралниот лимбус, се наоѓаат клетки во вид на амфори со изразени секреторни органели. Се

нарекуваат **интердентални клетки**. Ја создаваат *membrana tectoria* (сл. 8) која претставува ацелуларна, желатиозна супстанција која го препокрива Кортиевиот орган. Оваа мембрана се одвојува од вестибуларниот гребен на спиралниот лимбус и се протега до првите Хенсенови клетки. Содржи микрофиламенти потопени во густа, хомогена супстанција богата со гликозаминогликани. Горната површина на текторијалната мембрана се капе во ендолимфа, а кон долната страна во мембраната продираат стереоцилиите на слушните клетки.

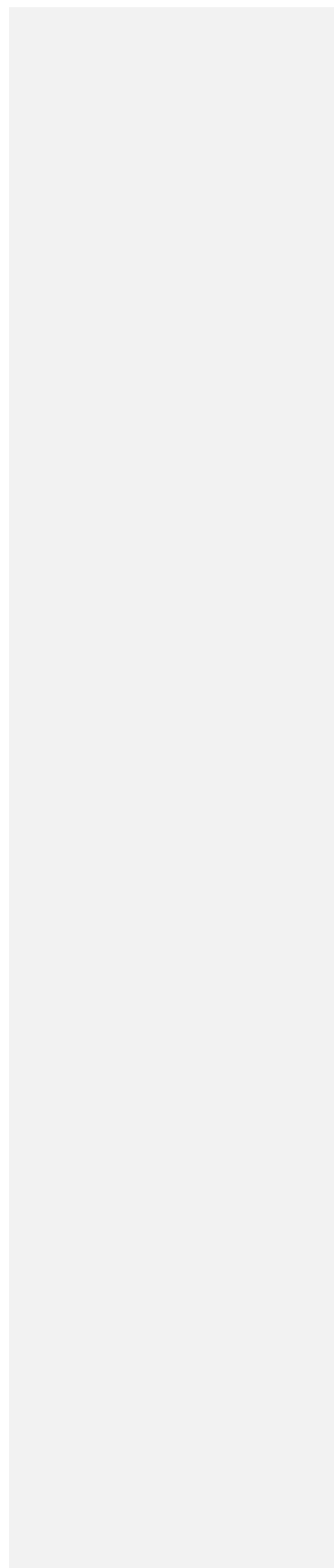
Функција на Кортиевиот орган

Звучните бранови, преку надворешниот слушен канал, доаѓаат до *membrana tympani* и предизвикуваат нејзино затреперување. Токму овде звучните бранови се конвертираат во механичка енергија. Вибрациите на *membrana tympani* предизвикуваат поместување на ковчичката во средното уво. Преку стапалото на стапелот, низ мембраната на *foramen ovale*, вибрациите се пренесуваат низ перилимфата на *scala vestibuli*, потоа низ хеликотремата пристигнуваат во *scala tympani*. Притисокот на брановите во перилимфата на *scala tympani* предизвикува затреперување на базиларната мембрана. Различни фреквенции на звукот предизвикуваат треперења на различни делови на базиларната мембрана. Бидејќи Кортиевиот орган лежи на базиларната мембрана, треперењата се пренесуваат на аудиорецепторните клетки кои со своите стереоцилии се вронети во ригидната *membrana tectoria*. Притоа, доаѓа до накривување на стереоцилиите, а клетките стануваат деполаризирани. Деполаризацијата произведува импулс кој се пренесува преку аферентните нервни влакна до аудитивниот кортекс во ЦНС.

ЗАШТИТЕНО

Проф. д р Невена Костовска

УРИНАРЕН СИСТЕМ



С о д р ж и н а

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

БУБРЕГ (Ren)	121
Ренална циркулација	122
Структурни компоненти на бубрегот	123
Нефрон	123
Собирни тубули и дуктуси во бубрегот	128
Интерстициум на бубрегот	128
ЕКСКРЕТОРНИ УРИНАРНИ ПАТИШТА	129
Специфики во градбата на уретерот (<i>Ureter</i>)	129
Специфики во градбата на мочниот меур (<i>Vesica urinaria</i>)	129
Специфики во градбата на уретрата (<i>Urethra</i>)	130

ХИСТОЛОШКА ГРАДБА

Уринарниот систем е високо специјализиран систем во човечкото тело кој има витално значење за одржувањето на животот. Тој има многукратна улога во човечкиот организам:

1. Учествува во регулирањето на волуменот и составот на телесните течности. По пат на екскреција, преку уринарниот систем:

- се „прочистува“ крвната плазма од непотребните материи и тие се отстрануваат од организмот преку крајниот продукт наречен урина;
- се елиминираат непотребните и штетни продукти на метаболизмот (на пример уреа и креатинин) и разни токсични материи (на пример лекови);
- се регулира количеството на водата преку елиминирањето или задршката на електролитите и слично.

2. Учествува во одржувањето на **ацидо-базната рамнотежа** и осмотската концентрација.

3. Има **ендокрина функција**, бидејќи синтетизира и секретира **еритропоетин** (хормон кој ја стимулира продукцијата на еритроцити) и **ренин** (учествува во регулацијата на крвниот притисок).

Уринарниот систем го сочинуваат парни органи, **бубрезите** и **уретерите**, и непарни органи, **мочниот меур** и **уретрата**.

Во бубрезите се филтрира крвната плазма, при што се создава урина чија содржина понатаму се модифицира. Преку уретерите урината се транспортира до мочниот меур, каде што привремено се складира, а преку уретрата се исфрлува надвор од човечкиот организам.

БУБРЕГ (Ren)

Бубрегот е парен орган сместен ретроперитонеално на задниот абдоминален ѕид. Неговата латерална страна е конвексна, а медијалната е конкавна и на неа постои влезна порта наречена **hilus renis**.

Бубрегот е обвиткан со две обвивки. Надворешната е градена од адипозно ткиво (**capsula adiposa**) и има заштитна улога. Под неа е обвивката која директно налегнува на паренхимот на бубрегот, а изградена е од сврзно ткиво (**capsula fibrosa**). Периферниот слој е од густо сврзно ткиво, а подлабокиот слој е од ретко сврзно ткиво кое навлегува и во внатрешноста на бубрегот формирајќи го **интерстициумот**.

На пресек периферната зона на бубрегот е потемна и зрнеста, наречена **cortex renis** (сл. 1). Гледана со светлосен микроскоп, оваа зона содржи наизменични зрнести и пругести делови (**pars convoluta et pars striata cortices**). Внатрешниот дел на кортексот (кон медулата) се нарекува јукстамедуларен регион.

Средишниот дел на бубрегот е наречен **medulla renis**. Гледана со светлосен микроскоп, медулата е посветла од кортексот и има пругеста структура. Таа се состои од 10 до 18 пирамиди чија база е свртена кон кортексот, а врвовите кон хилусот.

Границата помеѓу кортексот и медулата е нагласено брановидна. Медулата од базата на пирамидите испраќа **медуларни зраци** кон кортексот, а пак дел од кортексот навлегува меѓу пирамидите и образува столбоидни продолжетоци наречени **columnae renales Bertini**.

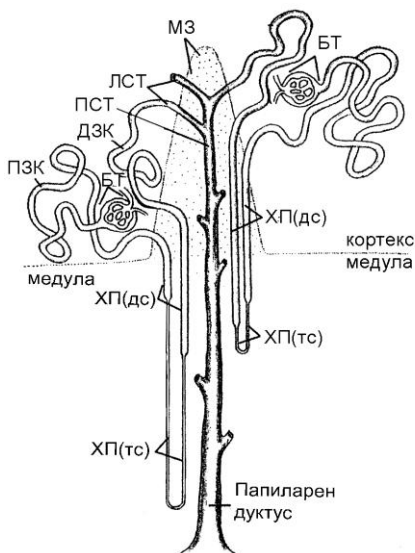
Lobus renis претставува анатомски сегмент од бубрегот кој опфаќа една пирамида и кортикалната зона над и околу неа. Лобулираноста на бубрегот во постнаталниот живот не е изразена, а потекнува од процесот на неговото формирање во пренаталниот период.

Секој лобус се состои од лобулуси. Еден лобулус (**lobulus renis**) се состои од централен

ат од гранките на еферентните артериоли. Тоа покажува дека артериската крв која доаѓа во медулата веќе поминала низ кортексот. Венскиот систем го следи текот на артериите и го напушта бубрегот преку хилусот како *v. renalis*.

СТРУКТУРНИ КОМПОНЕНТИ НА БУБРЕГОТ

Паренхимот на секој бубрег е изграден од 1 до 4 милиони **нефрони** и од системот на **собирни тубули и дуктуси** (сл. 3).



Слика 3. Шематски приказ на структурните компоненти на бубрегот (нефрон и собирни тубули и дуктуси)

БТ – бубрежно телце; ПЗК – проксимално завиено каналче; ХП(дс) – дебелиот сегмент на Хенлеовата петелка; ХП(тс) – тенкиот сегмент на Хенлеовата петелка; ДЗК – дистално завиено каналче; ЛСТ – лаковиден собирен тубул; ПСТ – прав собирен тубул; МЗ – медуларен зрак

НЕФРОН

Нефронот е основна структурна и функционална единица на бубрегот, способна самостојно да создава урина. Во двата бубрега има околу еден милион нефрони. Човекот може да преживее ако е функционална само една третина од нефроните, но под тој број преживувањето е можно само ако се применува специјален медицински третман кој ја заменува функцијата на бубрезите (хемодијализа).

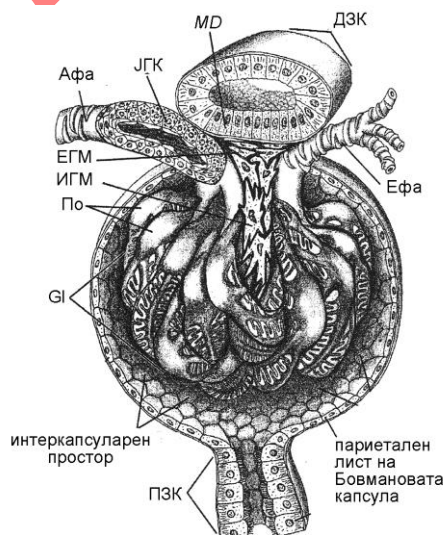
Нефронот претставува долга кривулеста тубуларна жлезда. Таа има четири сегменти кои се надоврзуваат еден на друг и создаваат морфолошка и функционална целина:

- 1) бубрежно телце;
- 2) проксимално завиено каналче;
- 3) Хенлеова петелка;
- 4) дистално завиено каналче.

Бубрежно телце (Corpusculum renis Malpighi)

Во бубрежното телце се одвива филтрирањето на крвта и се создава примарен филтрат – примарна урина. Телцето по форма е топчесто и на него се диференцираат следниве структурни делови (сл. 4):

- васкуларен пол (*polus vasculosus*);
- средиште од капиларна мрежа (*glomerulus*);
- двослојна обвивка на капиларната мрежа, **Бовманова (Bowman) капсула**;
- уринарен пол (*polus uriniferus*).



Слика 4. Бубрежно телце

ЈГК – јукстагломеруларни клетки во аферентната артериола; Gl – гломерулус; По – подоцити; ИГМ – интрагломеруларен мезангиум; ЕГМ – екстрагломеруларен мезангиум; ПЗК – проксимално завиено каналче; ДЗК – дистално завиено каналче; MD – *macula densa*; Афа – аферентна артериола; Ефа – еферентна артериола

Polus vasculosus е делот каде што на телцето му приоѓа доводната артериола (*aa. afferens*) и место каде што телцето го напушта одводната артериола (*aa. efferens*), која ја одведува крвта што се исфилтрирала низ гломеруларната капиларна мрежа.

Гломерулусот претставува сплет од густо збиени **фенестрирани капилари без дијафрагма**. Тие се формираат со разгранување на *aa. afferens*. Бидејќи гломеруларните капилари повторно се собираат во артериола (*aa. efferens*), овој васкуларен сегмент наликува на лик во огледало (артериола → капилари → артериола) и затоа е наречен *rete mirabile*.

Составот на крвта во доводната артериола е идентичен со оној во системскиот крвоток. На својот пат низ гломеруларните капилари голем дел од крвната плазма поминал низ капиларниот сид (се филтрира). Затоа крвта која го напушта гломерулот преку еферентната артериола е со помал волумен, значително поконцентрирана и со поголем осмотски притисок.

По излегувањето од бубрежното телце еферентната артериола се разгранува на капиларна мрежа. Еден нејзин дел се наоѓа во кортексот во вид на перитубуларни капилари (сл. 2), кои се во близок контакт со проксималните и дисталните тубули на нефронот. Другиот дел од капиларите се упатуваат во медулата (*vasa recta*) и ги следат сегментите на Хенлеовата петелка и медуларните собирачки канали. Обете капиларни мрежи се директно инволвирани во интензивната размена на материи помеѓу крвта и бубрежниот филтрат (во луменот на нефронот). Затоа слободно може да се рече дека нефроните се во служба на крвната циркулација, бидејќи крајната задача на бубрегот е прочистување на крвта.

Меѓу густите свиоци на гломеруларните капилари лежи мало количество матрикс и клетки, означено со едно име како **интрагломеруларен мезангиум**. Мезангиумот има помошна улога: потпорна, контрактилна и фагоцитна (сл. 4).

Бовмановата капсула е двослојна обвивка која го обвиткува гломерулусот. На неа се диференцираат висцерален и париетален лист (сл. 4).

Висцералниот лист на Бовмановата капсула е внатрешниот слој од капсулата кој го обложува и директно налегнува на гломерулусот. Во пределот на *polus vasculosus* тој малку се искачува по сидот на артериолите, а потоа завива надолу, враќајќи се кон спротивниот пол на

бубрежното телце (кон *polus uriniferus*). Висцералниот лист е изграден од базална ламина и еден слој клетки со многу специфична конфигурација (се разгрануваат и формираат „ножиња“, т.е. **подии**), па затоа се наречени **подоцити**. Подоцитите се дел од системот низ кој се одвива филтрацијата на крвта.

Париеталниот лист на Бовмановата капсула граничи со соседното сврзно ткиво. Кај долниот пол од бубрежното телце поправа изглед на инка која ќе продолжи во тесен канал низ кој урината од интеркапсуларниот простор ќе замине во каналикуларниот систем на нефронот. Затоа тој пол се нарекува **polus uriniferus** („пол кој ја одведува урината“). Париеталниот лист е изграден од базална ламина и еден слој тенки полигонални епителни клетки ориентирани кон интеркапсуларниот простор.

Помеѓу внатрешниот и надворешниот лист е заграден простор (*spatium intercapsulare*), во кој се собира **примарната урина** настаната со филтрацијата низ гломеруларниот сид.

Гломеруларна филтрациска мембрана

Гломеруларната филтрациска мембрана (ГФМ) има сложена градба и бидејќи е непропустлива за многу видови молекули, се нарекува и филтрациска бариера. **Низ неа се одвива процесот на филтрација на крвната плазма.**

Гломеруларната филтрациска мембрана се состои од трослоен комплекс:

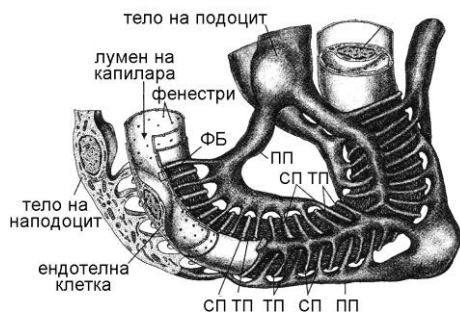
- **ендотелот** на гломеруларните капилари;
- фузионираните базални ламини на ендотелните клетки и подоцитите (со едно име означени како **гломеруларна базална мембрана – ГБМ**);
- слојот на **подоцитите**.

Ендотелот на гломеруларните капилари има фенестри кои не се премостени со дијафрагма. Фенестрите се многубројни и широки и дозволуваат проток на материи 500 пати поинтензивен од тој кај капиларите со континуиран сид (сликите 5 и 6).

Фузионираните базални ламини образуваат дебела **гломеруларна базална мембрана (ГБМ)** (сл. 6). Нејзиниот средишен слој е густ и е наречен *lamina densa*. Граден е од колагенот тип 4 кој формира мрежа што има улога на физички филтер за молекулите со големи димензии.

Двата периферни слоја на ГБМ (кон ендотелот и кон подоцитите) се ретки и се означени како *laminae rarae*. Изградени се од гликозами-

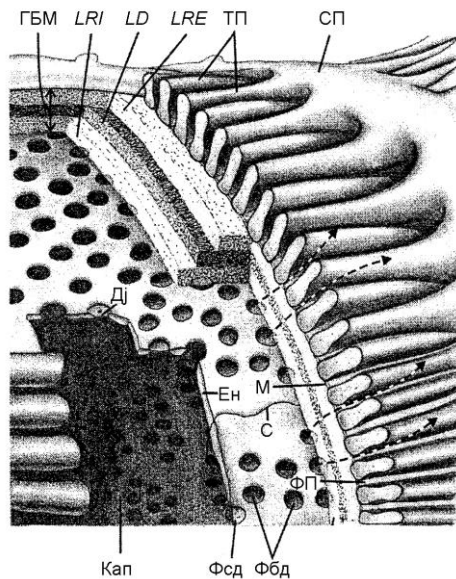
ногликани кои ги одбиваат негативно наелектризираните протеини на крвната плазма. Така, двата површински слоја на ГМБ имаат улога на електрична бариера за негативно наелектризираните молекули.



Слика 5. Сооднос помеѓу капиларите и подоцитите во формирањето на филтрациската бариера
ФБ – филтрациска бариера; ПП – примарни продолжетоци на подоцитите; СП – секундарни продолжетоци на подоцитите; ТП – терцијарни продолжетоци на подоцитите

Подоцитите се третиот структурен елемент кој го контролира протокот на молекулите низ филтрациската мембрана. Телото им е крупно, но издигнато и одвоено од базалната ламина. Од телото на подоцитите се одвојуваат бројни цитоплазматски продолжетоци (подии) кои се упатуваат кон капиларите и ги опфаќаат (сл. 5). Од телото најпрво се одвојуваат примарните продолжетоци кои се разгрануваат на секундарни. Од нив се одвојуваат најситните подии (терцијарни продолжетоци) кои како стапалца налегнуваат на базалната ламина, испреплетувајќи се со подиите од соседните клетки (како прстите на две преплетени шепи). Меѓу стапалцата остануваат многу тесни процепи кои претставуваат **филтрациски пукнатини** за проток само на молекули со мали димензии (сл. 6).

Минијатурните филтрациски пукнатини дополнително се премостени со напречни мовчиња (**филтрациска дијафрагма**). Ваквата композиција ја обезбедува исклучително нагласената селективност на филтрациската мембрана = бариера, а дефинитивниот филтрат мора да помине меѓу напречните мовчиња. Освен тоа, подоцитите поседуваат и дополнителен механизам (секреторни органели и лизозоми), кој ги прави способни да ги фагоцитираат молекулите кои не би требало да стигнат до филтрациската пукнатина.



Слика 6. Гломеруларна филтрациска мембрана (бариера)

Кап – капилара; Ен – ендотелна клетка; С – спој на две ендотелни клетки; ФБд – фенестри без дијафрагма; Фсд – фенестри со дијафрагма; Дј – дијафрагма; ГМБ – гломеруларна базална мембрана; LRI – lamina rara interna; LD – lamina densa; LRE – lamina rara externa; ФП – филтрациска пукнатина; М – мембрана на филтрациските пукнатини; СП – секундарни продолжетоци на подоцитите; ТП – терцијарни продолжетоци на подоцитите; стрелките го покажуваат патот на филтрацијата

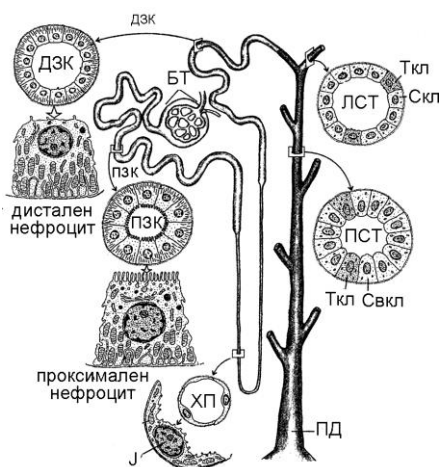
Хемискиот состав на гломеруларниот филтрат (**примарната урина**) е сличен на составот на крвната плазма, но речиси не содржи протеини, бидејќи макромолекулите тешко минуваат низ гломеруларниот филтер. Протеините со мала молекуларна маса можат да поминат низ филтрациската мембрана, па затоа можат да се сретнат понекогаш во урината во мало количество.

Проксимално завиено каналче

Проксималното завиено каналче започнува на уринарниот пол на бубрежното телце, прави бројни свиоци во кортексот и потоа се спушта кон медулата (сл. 7).

Неговата улога е апсорптивна и секреторна, при што ја модифицира примарната урина и крвната плазма. Клетките кои го обложуваат каналчето апсорбираат супстанции од примарната урина кои имаат есенцијално зна-

чење за организмот: вода, гликоза, аминокиселини, јони и сл. Секреторната улога се огледува во излучувањето на непотребни материи од крвната плазма во примарната урина (на пример креатинин).



Слика 7. Шематски приказ на нефронот и собирните тубули

БТ – бубрежно телце; ПЗК – проксимално зависно каналче; ХП – Хенлеова петелка; ДЗК – дистално зависно каналче; ЛСТ – лаковиден собирен тубул; ПСТ – право собирен тубул; Свкл – светли клетки; Ткл – темни клетки; ПД – папиларен дуктус

Сидот на проксималното каналче е изграден од еден слој призматични клетки кои лежат на базалната ламина што го одвојува каналчето од соседното сврзно ткиво.

Епителните клетки се нарекуваат **нефроцити** бидејќи имаат активно учество во реорганизирањето на содржината на примарната урина (ја апсорбираат водата и некои молекули и ги упатуваат кон крвните садови на интерстициумот, а од крвотокот примаат и секретираат во урината други молекули, со што дополнително ја прочистуваат крвта од непотребните материи).

Затоа **нефроцитите имаат специфична ултраструктурна градба:**

- густ **гликокаликс** на апикалната плазмалема, кој овозможува физичка и хемиска заштита од состојките во примарната урина;

- **микровила** на апикалната површина кои 30 пати ја зголемуваат ресорптивната површина на клетката;

- **ендоцитозни везикули и лизозоми** кои ги содржат и ги разградуваат молекулите што клетката ги апсорбира од луменот за да ги предаде во крвта (во интерстициумот);

- **интердигитации** на цитоплазмата на латералните страни и базален лавиринт (инвагинации на базалната површина) кои ја зголемуваат контактната површина за активен транспорт на јони;

- бројни **митохондри** во базалниот дел на цитоплазмата кои ѝ даваат пругаст изглед на клетката, црвена обоеност и енергија за активен транспорт на јони.

Хенлеова петелка (Ansa Henlei)

Хенлеовата петелка се надоврзува на крајниот сегмент од проксималното каналче, а се протега во медулата на бубрегот. Има форма на латинската буква U. На неа се разликуваат симнувачки (**десцендентен**) дел, завој и качувачки (**асцендентен**) дел. На својот пат три пати го менува дијаметарот и дебелината на сидот (сл. 7).

- Започнува со широк лумен и подебел сид (**дебел сегмент**), а бидејќи претставува продолжение на проксималното каналче, ги има истите структурни карактеристики на тој сегмент.

- Потоа продолжува со тесен лумен и тенок сид (**тенок сегмент**). Тоа е најдолгиот сегмент на Хенлеовата петелка кој има три дела: десцендентен дел, завој и качувачки (асцендентен) дел.

Тенкиот сегмент на Хенлеовата петелка има речиси петпати помал дијаметар од дијаметарот на дебелиот крак. Обложен е со **еднослоен плочест епител** во кој деталната микроскопска анализа открива 4 различни типа епителни клетки. Тенкиот крак по својата морфологија наликува на капиларен крвен сад, поради што се отежнува диференцијацијата помеѓу овие две структури на хистолошки препарат.

Со својот тенок крак Хенлеовата петелка **учествува во задржувањето на водата во организмот, односно во одржувањето на осмотскиот градиент на интерстициумот**. Десцендентниот и асцендентниот сегмент на тенкиот крак имаат различна пермеабилна способност, што резултира со варијабилен пасаж на натриумите и хлорните јони помеѓу луменот на Хенлеовата петелка и интерстициумот. Оваа функционална разлика е есенцијална за процесот на концентрирањето на урината.

– Завршниот дел на Хенлеевата петелка повторно е широк и со него петелката се приклучува кон дисталното каналче. По своите структурни карактеристики тој дел наликува на дисталното каналче.

Дистално завиено каналче

Асцендентниот дебел крак на Хенлеевата петелка се отвора во кус прав дел на дисталното завиено каналче, минува низ *pars striata corticis*, а потоа повеќекратно кривулка во близина на бубрежното телце (сл. 7).

Дисталното завиено каналче е обложено со **еднослоен кубичен епител** кој лежи на базална ламина. Се разликува од проксималното каналче по тоа што: по должина е значително покосо, но има поширок лумен; клетките кои го обложуваат се пониски, со ретки микровили. Клетките на дисталното каналче, како и клетките на проксималното, имаат сложени инвагинации на базалната страна и митохондрии, што укажува на нивната функција во транспортот на јоните.

Во својот тек дисталното каналче доаѓа во непосредна близина на васкуларниот пол на бубрежното телце. Токму на тоа место дел од дисталното каналче се модифицира, така што неговите клетки стануваат цилиндрични и тесно збиени. Поради својот изглед тој дел се нарекува **macula densa** (густа дамка) и е дел од јукстагломеруларниот апарат на бубрегот (сл. 4).

Со процесите кои се одвиваат преку неговиот епител дисталното завиено каналче, учествува во:

– **одржувањето на ацидобазната рамнотежа** во организмот (преку размена на јоните и реасорпција на бикарбонатите);

– **регулацијата на крвниот притисок** (преку реасорпцијата на натриумовите јони од урината кон крвотокот под дејство на **алдостеронот** – хормон на надбубрежната жлезда);

– врз завршниот сегмент на дисталното завиено каналче, непосредно пред неговото влевање во системот на собирните канали, влијае **антидиуретичниот хормон** од хипофизата кој овозможува апсорпција на водата и концентрирање на урината.

Јукстагломеруларен апарат

Јукстагломеруларниот апарат претставува структура составена од специјализирани клетки кои учествуваат во **регулацијата на системскиот крвен притисок**.

Секој јукстагломеруларен апарат (ги има колку и нефроните) е локализиран кај васкуларниот пол на бубрежното телце (сл. 4) и се состои од три компоненти:

- *macula densa*,
- јукстагломеруларни клетки,
- екстрагломеруларен мезангиум.

Macula densa е сегмент од дисталното завиено каналче кој допира до васкуларниот пол, поточно до *a. afferens*. Тука неговите епителни клетки се високи, цилиндрични и густо збиени. Густо збиени се и нивните јадра и бидејќи под микроскоп изгледаат како темна зона, тој сегмент од епителот на дисталното каналче е наречен „густа дамка“. т.е. *macula densa*. Клетките лежат на исклучително тенка и некомплетна базална ламина, што придонесува за близок контакт на овие клетки со другите клетки во јукстагломеруларниот апарат.

Јукстагломеруларните клетки се клетки во *tunica media* на аферентната артериола. Тие се модифицирани мускулни клетки кои развиле способност за секреција. Секретираат хормон **ренин**, во цитоплазмата содржат секреторни вакуоли и се нарекуваат ренин-секретирачки клетки.

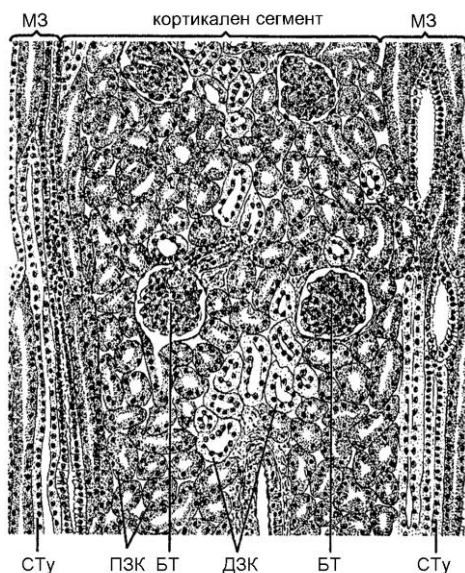
Екстрагломеруларни мезангиски клетки (Lacis клетки) – сместени се во триаголниот простор помеѓу доводната и одводната артериола и *macula densa* и претставуваат продолжение на интрагломеруларниот мезангиум.

Структурите на јукстагломеруларниот апарат учествуваат во регулирањето на системскиот крвен притисок на следниов начин:

Се смета дека клетките на *macula densa* имаат способност да го регистрираат намалувањето на нивото на натриумовите јони во крвта, кое се случува поради мален волумен на крвта, односно мален крвен притисок. Таа информација овие клетки ја пренесуваат до јукстагломеруларните клетки и ги стимулираат да лачат ренин. Ренинот во крвната циркулација учествува во трансформацијата на ангиотензиногенот во ангиотензин, кој од своја страна го стимулира излучувањето на алдостерон. **Алдостеронот** дејствува врз дисталното завиено каналче предизвикувајќи преминување на Na-јоните од урината во крвната циркулација. При тоа Na-јоните ја повлекуваат и водата. Со овој механизам се извлекува водата од урината кон крвната циркулација, па така се зголемува волуменот на крвта, а со тоа се зголемува и крвниот притисок.

СОБИРНИ ТУБУЛИ И ДУКТУСИ ВО БУБРЕГОТ

Во медуларниот компартман на бубрегот (сл. 8) сместен е системот од собирни каналчиња и канали (тубули и дуктуси) кој ја спроведува урината од нефронот до малите бубрежни чашки. Под дејството на антидиуретскиот хормон (излачен од хипофизата) тие се инволвирани и во финалното концентрирање на урината.



Слика 8. Бубрежен кортекс на хистолошки пресек
МЗ – медуларен зрак; БТ – бубрежно телце; ПЗК – проксимално завиено каналче; ДЗК – дистално завиено каналче; СТу – собирни тубули

Собирниот каналикуларен систем може да се подели на 3 сегменти (сл. 3 и 7):

- лаковидни собирни тубули;
- прави собирни тубули;
- папиларни дуктуси.

Лаковидните собирни тубули се продолжение на дисталните завиени каналчиња (сл. 7). Тие започнуваат високо во медуларниот зрак на кортексот и се спуштаат кон медулата. Лаковидните тубули се влеваат во правите собирни тубули.

Правите собирни тубули се симнуваат надолж реналната пирамида, стремејќи се кон нејзиниот врв, а попатно се здружуваат со други исти такви канали (сл. 4 и 7). Во близина на

врвот на пирамидата од 5 до 7 прави канали се соединуваат и градат папиларен дуктус (*ductus papillaris*).

Започнувајќи од најмалите лаковидни собирни тубули кои се обложени со еднослоен кубичен епител, во правите собирни тубули епителот расте и станува еднослоен цилиндричен. Кај двата вида тубули епителот содржи светли и темни клетки (сл. 7). Светлите клетки се помногубројни и со малку органели, а темните имаат повеќе митохондрии, но тие постепено исчезнуваат и ги нема во папиларните дуктуси.

Папиларните дуктуси имаат голем дијаметар – како дијаметарот на бубрежното телце. Обложени се со еден слој високи светли цилиндрични клетки. По неколку папиларни дуктуси се отвораат во еден отвор на врвот на пирамидата.

Генерално, од најмалите собирни каналчиња (лаковидните) кон најголемите (папиларните дуктуси) се зголемуваат дијаметарот на каналите и висината на епителот што ги обложува.

Папиларните дуктуси немаат само улога да ја пренесуваат урината, туку имаат значајна улога во дефинитивното концентрирање на урината. За таа цел, антидиуретичниот хормон (ADH) од хипофизата дејствува врз епителните клетки, и тоа: ако внесувањето на вода во организмот е намалено, се излучува ADH кој дејствува епителните клетки да ја апсорбираат водата за тие од урината и да ја пренесат кон крвната циркулација. Излачената урина е со помал волумен и хиперконцентрирана.

ИНТЕРСТИЦИУМ НА БУБРЕГОТ

Просторот помеѓу бубрежните каналчиња, кој ги содржи крвните, лимфните садови и нервите, се нарекува интерстициум на бубрегот. Тој зазема мал волумен во кортексот, а во медулата е повеќе застапен.

Интерстициумот содржи мало количество сврзно ткиво со фибробласти, интерстициски клетки и интерстициски матрикс. Интерстициумот во бубрегот ја обезбедува структурната врска помеѓу васкуларните и паренхимските компоненти, бидејќи преку него се одвива дифузијата меѓу двете компоненти. Основните фактори кои ја обезбедуваат размената на материите се: анатомската близина на одделни структури (на пример правите тубули и *vasa recta*) и негативните набои на основната супстанција на интерстициумот.

ЕКСКРЕТОРНИ УРИНАРНИ ПАТИШТА

Дефинитивно формираната урина, излачена преку отворите на реналната папила, се упатува во уринарните патишта кои имаат исклучиво кондукторна улога. Тоа се: *calices minores, calices majores, pelvis renalis, ureter, vesica urinaria* и *urethra*. Со исклучок на уретрата, сите уринарни патишта имаат трослоен ѕид кој е изграден од слузница, мускулен слој и адвентиција.

Слузницата е обложена со преоден епител (уротел). Овој епител е непропустлив за вода и соли и претставува силна осмотска бариера помеѓу урината и ткивната течност. Преодниот епител е идеално приспособлив на промената на волуменот на органите. Кога тие се празни, епителот е подебел, а кога се исполнети со урина, епителот е потенок, со сплескани површински клетки.

Површинските епителни клетки (**Дугелови клетки**) се тркалезни и проминираат во луменот. Често содржат по две или повеќе јадра. Овие клетки имаат инвагинации на клеточната мембрана кои се отвораат кога се растегнува епителот.

Во слузницата, под епителот, се наоѓа *lamina propria*, градена од сврзно ткиво со различна густина.

Мускулниот слој е изграден од мазно мускулно ткиво организирано во два слоја: внатрешен, лонгитудинален слој, и надворешен, циркуларен слој.

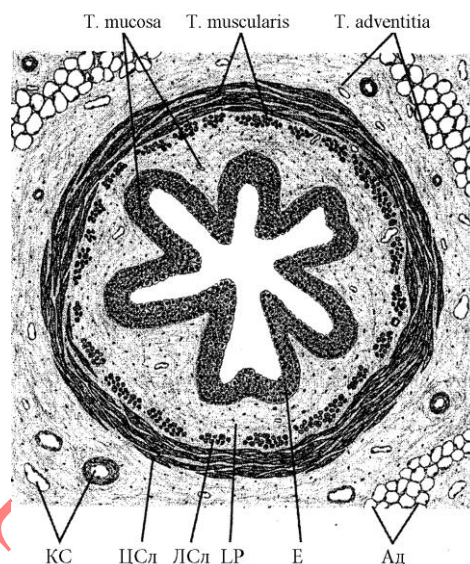
Адвентицијата е слој на ретко сврзно ткиво богато со адипоцити, крвни и лимфни садови и нерви.

СПЕЦИФИКИ ВО ГРАДБАТА НА УРЕТЕРОТ (*Ureter*)

Уретерот ја спроведува урината од бубрежната карлица до мочниот меур.

Спецификите во градбата на уретерот се однесуваат на неговиот мускулен слој (сл. 9).

Во дисталниот дел на уретерот се појавува и трет мускулен слој чии клетки имаат надолжна ориентираност и се во континуитет со мускулниот ѕид на мочниот меур. Во евакуацијата на урината кон мочниот меур пресудно значење има перисталтичкото движење на мускулниот слој.



Слика 9. Уретер на напречен хистолошки пресек
КС – крвни садови; ЦСл – циркуларен слој; ЛСл – лонгитудинален слој; LP – ламина проприја; Е – епител; Ад – адипоцити

Уретерите влегуваат во ѕидот на мочниот меур под кос агол. Делот на уретерот кој минува низ ѕидот на мочниот меур го губи циркуларниот мускулен слој. Тенкиот ѕид на тој дел од уретерите овозможува при растегнувањето на мочниот меур да се компримира устието на уретерите и да се спречи рефлуксот на урината кон нив. Со тоа наедно се спречува ширењето на инфекција од мочниот меур кон погорните партии на уринарниот систем.

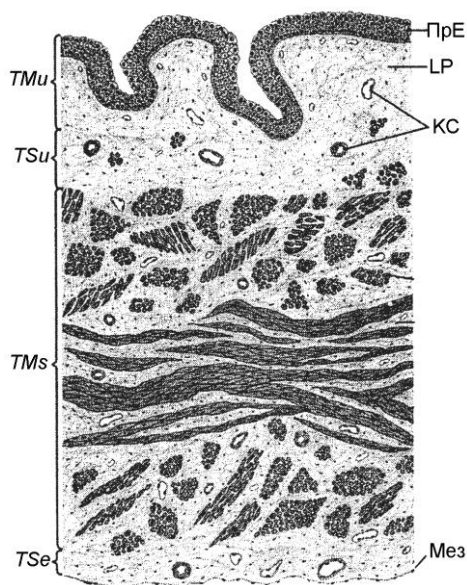
СПЕЦИФИКИ ВО ГРАДБАТА НА МОЧНИОТ МЕУР (*Vesica urinaria*)

Мочниот меур е растеглив орган во кој привремено се складира урината. Во неговиот ѕид има три отвори: два за уретерите и еден за уретрата. Триаголно подрачје меѓу отворите се нарекува *trigonum vesicae*.

Мазното мускулно ткиво во мочниот меур е многу нагласено и спирално организирано во 3 слоја: внатрешен надолжен, средишен кружен и надворешен надолжен слој (сл. 10). Во рела-

ксирана состојба многу се растегнува, а неговите силни истиснувачки контракции се причина што мускулатурата на мочниот меур со едно име се нарекува *musculus detrusor urinae*. На дното, кај отворот на уретрата, мускулатурата добива прстенеста аранжираност и го формира **внатрешниот уретрален сфинктер**.

Под слузницата во мочниот меур се среќава и слој кој содржи густо сврзано ткиво – *tunica submucosa*.



Слика 10. Хистолошки пресек на мочниот меур
TMu – *tunica mucosa*; *TSu* – *tunica submucosa*; *TMs* – *tunica muscularis*; *TSe* – *tunica serosa*; *Mez* – мезотел; *KC* – крвни садови; *LP* – ламина проприја; *ПрЕ* – преоден епител

СПЕЦИФИКИ ВО ГРАДБАТА НА УРЕТРАТА (*Urethra*)

Уретрата ја одведува урината надвор од телото. Нејзината градба се разликува од другите уринарни патишта, а постојат и полови разлики, бидејќи кај жените уретрата е само завршен сегмент на уринарниот систем, додека кај мажите таа е истовремено и дел од ејакулаторниот генитален систем.

Urethra masculina (машката уретра) е долга околу 20 cm. Кај неа се разликуваат три сегменти:

– сегментот кој минува низ средината на простатата (***pars prostatica urethrae***);

– сегмент кој минува низ перинеумот (***pars membranacea urethrae***);

– сегмент кој минува низ спонгиозното тело на penisот (***pars penile s. spongiosa***).

Во секој од нив слоевите околу слузницата потекнуваат од ткивото низ кое таа минува.

Во ***pars prostatica urethrae***, кој е долг околу 3–4 cm, **епителот е преоден**, како и во мочниот меур. Во луменот на уретрата се отвораат многубројните одводни канали на простатичните жлезди и двата ејакулаторни канали (завршните делови на ејакулаторниот систем). Околу слузницата е ткивото на простатата.

Во ***pars membranacea urethrae*** (долг само 1 cm) ***lamina epithelialis*** ја гради **многуслоен цилиндричен епител**. Околу слузницата е мускулниот слој кој потекнува од мускулатурата на перинеумот. Таа тука формира **надворешен уретрален сфинктер** изграден од напречно-пругасти мускулни влакна.

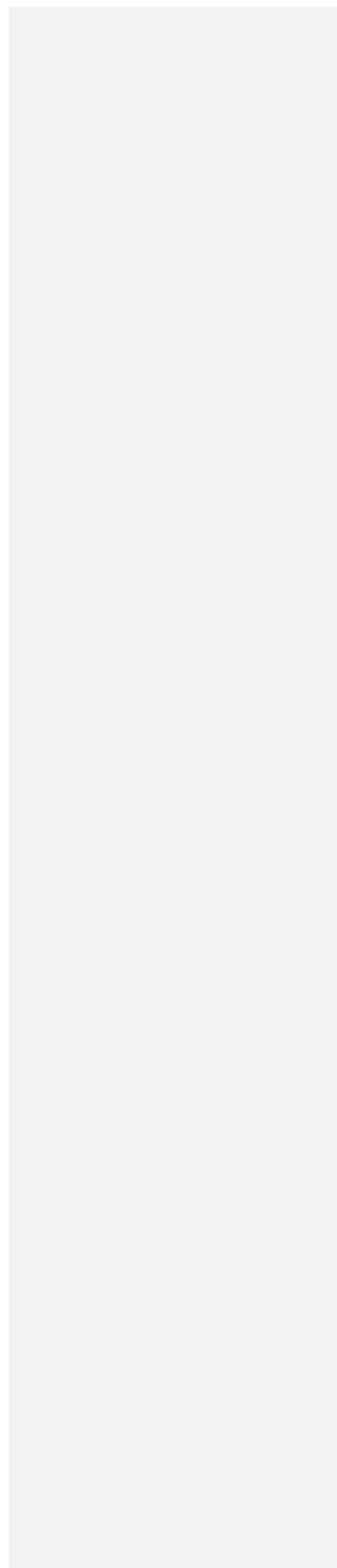
И ***pars penile s. spongiosa***, долг околу 15 cm, е обложен со **многуслоен цилиндричен епител**. Дури во пределот на *fossa navicularis* епителот преминува во **многуслоен плочест влажен епител**, кој преминувајќи преку надворешниот отвор на уретрата продолжува и го обложува *glans penis*. Под слузницата во спонгиозното тело на penisот се наоѓаат мукозни уретрални жлезди (**Литреви жлезди**). Нивниот мукозен секрет, заедно со секретот на булбоуретралните жлезди, го заштитува епителот на уретрата од состојките на урината, а има и лубрикаторна улога при актот на копулација.

Urethra feminina (женската уретра) е долга само 4–5 cm и се отвора непосредно под клиторисот. По целата должина е градена од слузница, мускулен слој и адвентиција. Од излезот од мочниот меур до остиумот на уретрата се менува само типот на епителот: во проксималниот дел епителот е **преоден**, во средишниот дел е многуслоен цилиндричен, а во дисталниот – **многуслоен плочест влажен**. На површината од епителот се отвораат одводните канали на **периуретралните мукозни жлезди** кои лежат во сврзното ткиво под епителот. Во пропријата се присутни и бројни венски плексуси кои образуваат спонгиозно тело.

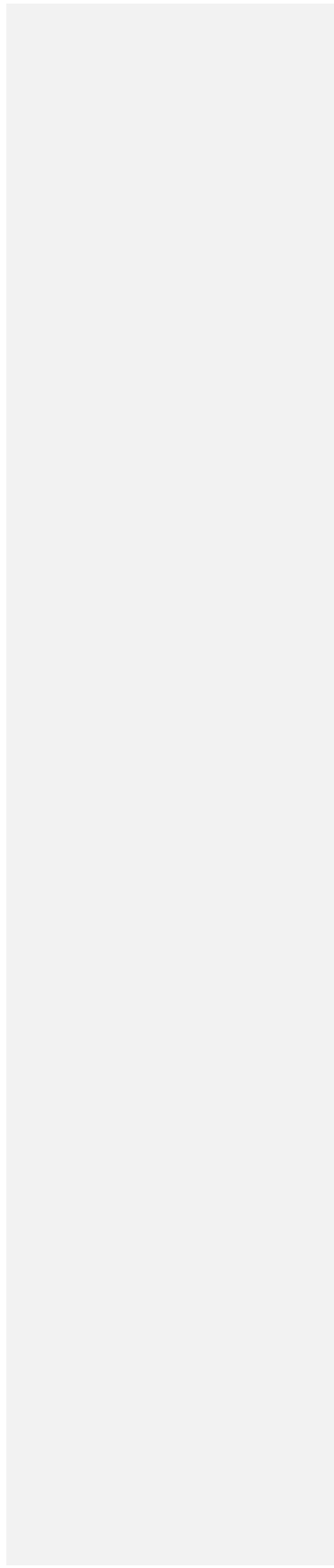
Tunica muscularis во почетниот дел на уретрата со својот циркуларен слој го формира **внатрешниот уретрален сфинктер**, а во средишниот дел на уретрата го формира **надворешниот уретрален сфинктер**.

ЗАШТИТЕНО

ЛИТЕРАТУРА



ЗАШТИТЕНО



- Andelković Z., Somer Lj., Perović M., Avramović V., Milenkova Lj., Kostovska N., Petrović A.: *Histološka građa organa*. Bonafides, Niš, 2001.
- Bergman R. A., Afifi A. K., Heidger P. M.: *Histology*. Saunders, Philadelphia, 1996.
- Berman I.: *Color Atlas of Basic Histology*. The McGraw Hill Publishing Company, 2003.
- Bumbasirević V., Lacković V., Miličević N. M., Miličević Z., Mujović S., Obradović M., Pantić S. B., Stefanović B. D., Trpinac D.: *Histologija*. Medicinski fakultet, Beograd, 2005.
- Carola R., Harley J. P., Noback C. R.: *Human Anatomy and Physiology*. McGraw Hill Publishing Company, New York, 1990.
- Cormack D. H.: *Clinically Integrated Histology*. Lippincott, Raven, Philadelphia, 1998.
- Eroschenko V. P.: *Di Fiore's Atlas of Histology with functional correlations*. 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000.
- Gartner L. P., Hiatt J. L.: *Color textbook of Histology*. Saunders, Baltimore, Maryland, 2007.
- Gartner L. P., Hiatt J. L.: *Color atlas of Histology*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, 2000.
- Henrikson R. C., Kaye G. I., Mazurkiewicz J. E.: *Histology*. Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, 1997.
- Junqueira L. C., Carneiro J.: *Osnovi histologije, tekst i atlas*. Превод са енглеског јазика једанаестог издања, Data status, Beograd 2005.
- Kessel R. G.: *Basic Medical Histology. The Biology of Cells, Tissues, and Organs*. Oxford University press, New York, 1998.
- Kierszenbaum A. L.: *Histology and Cell Biology*, In: *Introduction to Pathology*. 2nd ed., Mosby Co., Missouri, 2002.
- Костовска Н., Миленкова Л.: *Хистологија: Градба на ткивата*. Де Гама. Скопје, 2003.
- Kuehel W.: *Color Atlas of Cytology, Histology and Microscopic Anatomy*. 4th ed. Thieme. 2003.
- Meshner A.: *Basic Histology: Text and Atlas – With CD*. 12th ed. Mc Graw-Hill Publishing Company, 2009.
- Миленкова Л., Костовска Н., Бајрактарова Б.: *Хистолошка градба и ембрионален развој на усната празнина*. Де Гама, Скопје, 2004.
- Milin J., Grubor Lajsić G., Todorović V., Rančić G., Mikać G., Nikolić I.: *Histologija*. Ortomedics, Novi Sad, 2000.
- Ovalle W. K. & Nahitney P. C.: *Netter's Essential Histology*. 8th ed. W. B. Saunders Co., 2007.
- Pakurar A. S., Bigbee J. W.: *Digital Histology with CD*. 2nd ed. John Willey & Sons, Inc., 2009.
- Paulsen D. F.: *Histology & Cell Biology*. 4th ed., McGraw-Hill Companies, USA, 2000.
- Рос М. Х., Војнич П.: *Хистологија: текст и атлас (клеточна и молекуларна биологија)*, превод на македонски јазик на 5-то издание, Табернакул, 2010.
- Ross M. H.: *Atlas of Descriptive Histology*. 9th ed., Sinauer Associated, Inc. 2009.
- Ross M. H.: *Histology: Text and Atlas*, 6th ed., Lippincott, Raven Publishers. 2010.
- Serban N. M.: *Pokretne i nepokretne celije* (knjiga druga). Savremena administracija, Beograd, 1995.
- Strete D.: *Color Atlas of Histology*, Harpercollins College Division, 1997.
- Vaughan D. W.: *A Learning System in Histology with CD-ROM*, Oxford University Press, 2002.
- Wheater P. R., Burkitt H. G., Daniels V. G.: *Wheater's Functional Histology, A Text and Color Atlas*. 3rd ed., Churchill, Livingstone, Medical division of Longman Group Limited, London, 1993.
- Young B, Löwe J., Stevens A., Heath J.: *Wheater's Functional Histology*. 5th ed., Churchill, Livingstone Inc., 2006.
- Zang S. X.: *An Atlas of Histology*. Springer-Verlag, New York, 1999.

Лилјана Миленкова, Невена Костовска
ХИСТОЛОШКА ГРАДБА НА ОРГАНСКИТЕ СИСТЕМИ
Одбрани поглавја за студиите по дентална медицина

Издавач:
Медицински факултет во Скопје,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

За издавачот:
Проф д-р Никола Јанкуловски,
декан на Медицинскиот факултет во Скопје

Обработка на илустрациите, графичко и ликовно обликување:
Благоја Богатиноски

Печати:
Бато енд дивајн графикас центар доел увоз-извоз, Скопје

Тираж:
400 примероци

CIP – Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека „Св. Климент Охридски“,
Скопје

611.018(075.8)

МИЛЕНКОВА, Лилјана

Хистолошка градба на органските системи ; одбрани поглавја за
студентите по дентална медицина : учебник / Лилјана Миленкова, Невена
Костовска. – Скопје : Медицински факултет, Катедра за хистологија и
ембриологија, 2012. – 134 стр. : илустр. ; 30 cm.

Библиографија: стр. 133–134

ISBN 978-608-4596-47-9

1. Костовска Невена [автор]

а) Хистологија – Високошколски учебници

COBISS.MK ID 93852426