

VEZIVNO TKIVO - povezuje stanice i organe dajući im oblik i mehaničku potporu, služi u obrani organizma i prehrani organa.
Nastaje od mezoderma - mezenhima.

Vezivno tkivo = stanice + međustanična tvar

Stanice nastaju u samom vezivnom tkivu ili useljavaju iz drugih područja.

- *Fibroblasti* stvaraju sve dijelove međustanične tvari. Fibroblast je aktivna stanica (blijeđa jezgra, HER, mitohondriji, Golgi) koja može reverzibilno prijeći u *fibrocit*, inaktivnu stanicu (tamna jezgra, malo organela).
- Miofibroblasti omogućuju kontrakciju rane prilikom cijeljenja.
- *Makrofazi* nastaju od monocita krvi. Sadrže HER, Golgi, mitohondrije i lizosome. Pripadaju stanicama *mononuklearnog fagocitnog sustava*: nastaju od stanica koštane srži, imaju karakteristična morfološka obilježja te sposobnost fagocitoze. Sudjeluju u staničnom imunitetu.
- *Mastociti (metakromatske stanice)* sadrže HER, mitohondrije, veliki Golgi i sekretna zrnca (histamin, neutralne proteaze, eozinofilni kemotaktički faktor anafilaksije-ECF-A i leukotriene). Na površini sadrže specifične receptore za IgE i sudjeluju u alergijskoj reakciji.
- *Plazma stanice* (sadrže HER, Golgi i mitohondrije) sintetiziraju protutijela koja se nalaze u krvi. Sudjeluju u humoralnom imunitetu.
- *Masne stanice (bijelo i smeđe masno tkivo)*
- *Leukociti (neutrofili, eozinofili, bazofili)* dolaze iz krvi. Neutrofili se kod akutne upale nakupljaju stvarajući gnoj. Eozinofili izlučuju arilsulfatazu i histaminazu, te fagocitiraju kompleks antigen-protutijelo tijekom alergijskih reakcija. Bazofili oslobađaju histamin u krv. *Limfociti* sudjeluju u staničnom imunitetu (T-limfociti) i humoralnom imunitetu (B-limfociti).

Međustanična tvar= I) amorfna osnovna tvar + tkivna tekućina
II) vlakna

I) Amorfna osnovna tvar je mješavina glikoproteina i proteoglikana koja povezuje stanice s vlaknima. Čine ju dvije osnovne vrste sastojaka: glikozaminoglikani i strukturni glikoproteini.

- *glikozaminoglikani* su ravni polisaharidni lanci sastavljeni od disaharidnih jedinica, koje se sastoje od uronske kiseline (glukuronska ili iduronska) i heksozamina (glukozamin ili galaktozamin).

Najvažniji glikozaminoglikani su:

dermatan-sulfat (koža),
hondroitin-sulfat (hijalina hrskavica),
keratan- sulfat (rožnica),
heparan-sulfat (aorta),
hijaluronska kiselina (sluzavo tkivo-pupkov tračak).

- *proteoglikani* nastaju vezanjem glikozaminoglikana na središnji bjelančevinski lanac. Prevladava ugljikohidratni dio. Vrlo su hidrofilni sa slojem vezane vode oko sebe.

- *strukturni glikoproteini* nastaju vezanjem razgranatih ugljikohidrata na bjelančevinsku osnovu. Prevladava bjelančevinski dio. Imaju ulogu u međusobnom djelovanju susjednih stanica i prijanjanju stanica uz podlogu.

Primjeri glikoproteina su:

fibronektin (fibroblasti),
laminin (bazalna lamina),
hondronektin (hrskavica).

Tkivna tekućina slična je krvnoj plazmi. U normalnim okolnostima ima je malo. Povećana je kod edema.

II) Vlakna su dugi tanki polimeri bjelančevina

a) Kolagena vlakna (čine 30% težine tijela) su najrasprostranjenija u tijelu. Aminokiseline karakteristične za kolagen su hidroksiprolin i hidroksilizin. Otporna su prema vlaknu.

Tipovi kolagena

- Kolagen tipa I (kosti, vezivo tetive)= vlakna
- Kolagen tipa II (hrskavice) = vlakanca
- Kolagen tipa III (retikulinska vlakna)
- Kolagen tipa IV (bazalna lamina) -amorfni kolagen
- Kolagen tipa V (embrionalne ovojnice) - amorfni kolagen

b) Retikulinska vlakna čine prostornu mrežu, sastoje se od kolagena tipa III povezanog s drugim tipovima kolagena, glikoproteinima i proteoglikanima. Argirofilna su. Nalaze se u glatkom mišićju, krvotvornim organima itd. Ima ih najviše tijekom embriogeneze, upala i cijeljenja rana, postepeno se zamjenjuju kolagenim vlaknima.

c) Elastična vlakna nastaju u tri uzastopne faze:

- oksidalanska ((mikrofibrila),
 - elauninska (mikrofibrile+ elastin),
 - elastična (zrela) vlakna(elastin zauzima središnji dio vlakna+ mikrofibrila).
- Reagiraju na vlak rastezanjem. Elastin je otporan na kuhanje, kiseline i lužine, sadržava posebne aminokiseline dezmozin i izodezmozin.

ŽILNI SUSTAV I KRV

- SRCE – pumpa krv u žilni sustav
- ARTERIJE – prenose hranjive tvari i O₂ do tkiva
- KAPILARE – izmjena tvari između krvi i tkiva
- VENE – odvede proizvode metabolizma i CO₂ prema srcu

Opća građa žila

A. *Tunica intima* (interna) = endotel + subendotelni sloj (rahlo vezivo i glatke mišićne stanice)

B. *Tunica media* = glatke mišićne stanice + vezivo (elastična, kolagena vlakna i proteoglikani)

Unutrašnja elastična membrana (membrana elastica interna) i vanjska elastična membrana (membrana elastica externa) – u arterijama.

C. *Tunica adventitia* = vezivno tkivo (kolagena i elastična vlakna)

Ishrana žila – difuzijom iz lumena žile ili putem vasa vasorum.

Inervacija – autonomni živčani susstav (vazomotorni živci) završavaju u adventiciji arterija te adventiciji i mediji vena. Aferentni završeci su baroreceptori i kemoreceptori.

Kapilare – opća građa = endotelne stanice (s bazalnom laminom) + periciti + retikulinska vlakna

Vrste kapilara

a) *Neprekinute (somatske)*- endotelne stanice nemaju fenestre (otvore) (mišići). Transport hranjivih tvari vrši se pinocitozom.

b) *Fenestrirane (visceralne)* – endotelne stanice imaju fenestre koje mogu biti prekrivene dijafragmom (crijevo) ili dijafragme nema (bubreg). Transport hranjivih tvari se vrši kroz fenestre ili pinocitozom.

c) *Sinusoidne* – imaju vijugav tok, endotelne stanice imaju fenestre bez dijafragme, a bazalna lamina je isprekidana (jetra, koštana srž). Izmjena tvari je olakšana. Tkiva s intenzivnim metabolizmom imaju više kapilara. Protok kroz kapilare reguliraju metarteriole i prekapilarni sfinkteri.

Funkcija kapilara

1/ *Propusnost* – ovisi o veličini i naboju molekula te građi endotelnih stanica.

Male pore = međustanični spojevi (difuzija vode i hidrofilnih tvari)

Velike pore = fenestre ili pinocitotski mjehurići

2/ *Metaboličke funkcije* (aktivacija, inaktivacija i lipoliza)

3/ *Antitrombogena* - očuvane endotelne stanice sprečavaju dodir trombocita s subendotelnim vezivom.

ARTERIJE – imaju razvijenu mediju

- velike (elastične) – zovu se i provodne jer provode krv iz srca. U tunici mediji imaju obilje elastičnih vlakana.
- velike i srednje (mišićne) – zovu se i raspodjelne jer opskrbljuju različite organe krvlju. Medija sadži do 40 slojeva glatkih mišićnih stanica.
- male
- arteriole

VE NE – imaju razvijenu adventiciju

- venule
- male i srednje vene (imaju zaliske)
- velike vene

KRV = PLAZMA + FORMIRANI ELEMENTI

Plazma = voda, 10% tvari niske i visoke relativne mase, 7% bjelančevina (albumini, alfa, beta i gama-globulini, fibrinogen), 0,9% anorganske soli, 10% organski sastojci (aminokiseline, vitamini, hormoni)

Formirani elementi

- **Eritrociti** - bikonkavne pločice, krvne stanice bez jezgre ispunjene hemoglobinom koji prenosi O₂ (4-6 milijuna /uL krvi)
- služe za prijenos hranjivih tvari, štetnih produkata i hormona
- retikulociti su mladi eritrociti koji sadrže ostatke rRNA

- **Leukociti** – bijele krvne stanice, nisu stalni dio krvi jer odlaze u tkiva. (6000-10000/uL krvi)

A/ Granulociti (plimorfonuklearni leukociti) sadrže azurofilna zrnca (lizosomi) i specifična zrnca (vežu ili kisele ili bazične boje)

- **Neutrofili** (60-70% leukocita)- mikrofazi (strane čestice razgrađuju prvo specifičnim pa azurofilnim zrcima).
- **Eozinofili** (2-4% leukocita) –specifična zrnca im se boje eozinom (crveno). Središnji dio specifičnih zrnaca je kristalni internum (glavna bazična bjelančevina), a externum sadrži enzime.
- **Bazofili** (manje od 1% leukocita) – specifična zrnca su bazofilna i sadrže histamin, heparin i leukotriene.

B/ Agranulociti (mononuklearni leukociti) –sadrže samo azurofilna zrnca.

- **Limfociti** (20-30% leukocita)- sudjeluju u imunom odgovoru
- B-limfociti – humoralni imunitet
- T-limfociti – stanični imunitet (odbacivanje presađenih organa)
- **Monociti** (3-8% leukocita)– sadrže azurofilna zrnca (mononuklearno-fagocitni sustav), u tkivu prelaze u makrofage.

- Trombociti** (krvne pločice, 200000-400000/uL krvi)- diskoidni ulomci stanica bez jezgre, nastaju odvajanjem od megakariocita koštane srži. Sudjeluju pri grušanju krvi.

RAZVOJ SRCA

-Prve krvne žile pojavljuju se sredinom 3. tjedna embrionalnog razvoja. Endoderm inducira u visceralnom mezodermu pojavu **angioblasta** (preteča endotelnih stanica), čijom proliferacijom nastaju **engiogene skupine stanica**. Angiogene skupine stanica ispred prednjeg kraja neuralne cijevi zovu se **kardiogeno područje**, a skupine stanica usporedo s neuralnom cijevi daju osnovu za nastanak **dorzalnih aorta**.

Promjene položaja srca:

-Zbog rasta mozga i savijanja prednjeg kraja embrija prekordalna ploča (buduća **ždrijelna ili bukofaringealna membrana**) povlači se prema naprijed, dok se srce smiješta u vratno, a zatim u u prsno područje.

-Zbog savijanja embrija u lateralnom smjeru dolazi do približavanja i spajanja dviju endotelnih cjevčica u visceralnom mezodermu u zajedničku **srčanu cijev**.

Prednji dio srčane cijevi postaje izlazni (arterijski) dio, dok stražnji dio cijevi prima vensku krv (sinus venosus).

U početku je čitava srčana cijev pričvršćena za stražnju stijenku perikardijalne šupljine naborom mezoderma (**dorzalni mezokard**), a kasnije ostaje srce pričvršćeno samo na kranijanom i kaudalnom kraju.

Miokard nastaje zadebljanjem mezoderma oko endotelne cijevi, a na njegovu vanjsku stranu dosele mezotelne stanice s donjeg kraja srca formirajući **epikard**.

Srčana petlja nastaje savijanjem srčane cijevi, pri čemu se kranijalni (arterijski) dio savija prema dolje, desno i naprijed, a kaudalni (venski) dio prema gore i lijevo.

Duž srčane cijevi pojavljuju se lokalna proširenja:

- **primitivni atrij**
- **primitivni ventrikul** (osnova za najveći dio lijeve klijetke)
- **bulbus cordis** (osnova za najveći dio desne klijetke)
- **conus cordis** (nastaju izlazni dijelovi obih klijetki)
- **truncus arteriosus** (nastaju početni dijelovi aorte i plućne arterije)

Granicu primitivnog ventrikula i bulbusa izvana obilježava sulcus bulboventricularis.

-Venski sinus (**sinus venosus**) jest zajedničko ušće velikih vena na kaudalnom kraju srčane cijevi (v. vitelina, v. umbilicalis i v. cardinalis communis). Dotok krvi venama prelazi iz simetričnog u desnostrani. Od lijevog roga sinusa preostaje v. obliqua atrii sinistri i sinus coronarius cordis. Desni rog sinusa se proširi i djelomično ugradi u desni atrij. Granicu između prvobitnog dijela desnog atrija i dijela koji nastaje od sinusa venosus (sinus venarum) čini krista terminalis.

Pregrađivanje srca

Glavne srčane pregrade nastaju krajem 4. i tijekom 5. tjedna razvoja.

Postoje dva osnovna načina nastanka pregrada:

- a) proliferacijom stanica i sintezom međustanične tvari može izrasti samo jedan greben ili dva grebena koja se međusobno spoje (endokardijski jastučići).
- b) neravnomjernim širenjem stijenke nastaje uski greben koji nepotpuno podijeli šupljinu (podjela atrija i ventrikula).

Pregrađivanje primitivnog atrija

Septum primum= greben koji se spušta s krova primitivnog atrija.

Foramen primum= privremeni otvor između septuma primuma i endokardijskih jastučića u atrioventrikularnom kanalu.

Foramen secundum= otvor u gornjem dijelu septuma primuma koji nastaje propadanjem stanica.

Septum secundum= greben koji nastaje desno od septuma primuma i prekrije septum secundum.

Foramen ovale= otvor na septumu secundumu.

Konačni lijevi atrij = lijeva aurikula (trabekulirana) + glatki dio nastao ugradnjom sekundarnih ogranaka plućne vene

Konačni desni atrij = desna aurikula (trabekulirana) + glatki dio nastao ugradnjom desnog roga venskog sinusa (sinus venarum)

Pregrađivanje atrioventrikularnog kanala – potkraj 4. tjedna pojave se gornji i donji atrioventrikularni jastučići koji srastu i podijele zajedničko ušće na lijevo (buduća **valva bicuspidalis** ili mitralis) i desno ušće (buduća **valva tricuspidalis**). Kasnije se pojave lateralni endokardijski jastučići.

Pregrađivanje arterijskog trunkusa i srčanog konusa

Septum aortico-pulmonale je spiralni greben (koji nastaje spajanjem dvaju trunkusnih grebena) koji podijeli truncus arteriosus u početni dio aorte i plućne arterije.

Slični greben nastaje u području konusa, spoji se s aortikopulmonalnom pregradom i podijeli izlazne dijelove desnog i lijevog ventrikula na **conus arteriae pulmonalis** i **conus aortae**.

Pregrađivanje primitivnog ventrikula

Interventrikularna pregrada= mišićni dio + membranski dio

Mišićni dio interventrikularne pregrade (**pars muscularis septi interventricularis**) nastaje neravnomjernim širenjem primitivnih ventrikula.

Foramen interventriculare jest privremeni otvor između mišićnog dijela interventrikularne pregrade i spojenih endokardijskih jastučića (atrioventrikularnog ušća) .

Membranski dio interventrikularne pregrade (**pars membranacea septi interventricularis**) nastaje od tkiva endokardijskog jastučića koje spoji slobodni rub konusne pregrade i mišićni dio interventrikularne pregrade.

IMUNOSNI SUSTAV

Osigurava zaštitu organizma od napada i oštećenja mikroorganizmima i stranim tvarima.

Autoimunosna bolest – nastaje kod prepoznavanja vlastitih stanica kao stranih.

Vrste imunskih reakcija:

- **Stanična imunost** (T-limfociti) = imunokompetentne stanice reagiraju s mikroorganizmima i stranim stanicama i ubijaju ih.
- **Humoralna imunost** (B-limfociti) = protutijela u krvi inaktiviraju i uništavaju strane tvari.

Imunosni sustav izgrađuju:

A/ Limfni organi (limfni čvor, slezena i timus)

B/ Slobodne stanice (limfociti, stanice mononuklearnog fagocitnog sustava)

A/ Organi:

I **Središnji** (timus i koštana srž) – u njima nastaju T i B limfociti

II **Periferni** (slezena, limfni čvor, tonzile, limfni čvorići, Peyerove ploče) – u njih limfociti useljavaju, a zatim proliferiraju i diferenciraju se.

Antigen= tvar koja izaziva imunski odgovor domaćina

Antigenska determinanta= dio antigena koji uzrokuje imunski odgovor.

Protutijela = glikoproteini krvi koji se specifično vežu na antigensku determinantu.

IgG (75%) – štiti novorođenčce; IgA – u sekretima štiti od umnažanja mikroorganizama; IgM – rani imunski odgovor;

IgE – u alergijskim reakcijama; IgD – sudjeluje u diferencijaciji B-limfocita

B/ Stanice:

B -limfociti (nastaju u koštanoj srži) – useljavaju u netimusne organe, aktiviraju se i diferenciraju u plazma stanice koje izlučuju protutijela. Neki se pretvaraju u memorijske B-stanice.

T – limfociti (nastaju u koštanoj srži i useljavaju u timus)- umnažaju se, usele u druga tkiva i tu se diferenciraju (pomagačke, supresijske, ubilačke, memorijske).

Stanice koje predočuju antigen - obrađuju antigen predočavaju ga limfocitima, aktivirajući ih. Pripadaju mononuklearnom fagocitnom sustavu. (Langerhansove stanice u epidermisu, dendritičke stanice limfnih organa, B-limfociti, epitelne stanice timusa).

Imunoblasti – velike bazofilne stanice (puno HERa) koje se mogu diferencirati u različite vrste stanica.

Interleukini – kemijski glasnici slični hormonima koji nadziru stanice koje sudjeluju u imunskoj reakciji.

TIMUS je limfoepitelni organ smješten u medijastinumu, nakon puberteta počinje njegova involucija. Limfociti timusa (mezodermalnog podrijetla) useljavaju između epitelnih stanica nastalih od endoderma škržnih vreća.

Timus oblaže vezivna čahura. Svaki režnjic se sastoji od kore i moždine.

Koru čine brojni T-limfociti, epitelne retikularne stanice, nešto makrofaga i velikih limfocita. T-limfociti proliferiraju u kori gdje većina propada, a manji dio ulazi u venule srži i odatle u ostale limfne organe.

Moždina sadržava mnogo epitelnih retikularnih stanica te velike i srednje velike limfocite. Hassalova tjelešca nastaju degeneracijom epitelnih retikularnih stanica.

Krvno-timusna barijera sprečava ulazak antigena iz krvnog optoka u koru timusa, gdje se stvaraju T-limfociti. Sastoji se od nefenestriranog endotela i njegove bazalne lamine, pericita, epitelnih retikularnih stanica i njihove bazalne lamine.

PRESADIVANJE (TRANSPLANTACIJA ORGANA)

Autotransplantat – tkivo je uzeto s različitog mjesta iste jedinke.

Izotransplantat – tkivo uzeto s identičnih blizanaca.

Homotransplantat – tkivo uzeto s jedinke iste vrste.

Heterotransplantat – tkivo uzeto sa životinje druge vrste.

Organizam ne stvara protutijela protiv antigena koji je u njemu prisutan prije početka djelovanja imunološkog sustava.

LIMFNI ČVOR je učahureni limfni organ smješten duž toka limfnih žila. Čini filtere za borbu protiv mikroorganizama. Ispod vezivne čahure limfni čvor izgrađuju kora i srž.

Kora = vanjska kora (limfni čvorići) + unutrašnja kora (malo ili ništa limfnih čvorića)

Sinusi (prostori kroz koje protiče limfa, djelomično obloženi retikularnim stanicama i makrofazima) u kori su supkapsularni i intermedijarni.

Srž = sržni tračci + sržni sinusi.

Tok limfe = aferentne žile u kapsuli – supkapsularni sinus – intermedijarni sinus – sržni sinus – eferentne žile u hilusu.

Primarni limfni čvorići – okrugle nakupine limfocita (u male djece koja nisu došla u dodir s antigenima)

Sekundarni limfni čvorići – sadrže u svojem središtu svjetlu zonu (sadrži imunoblaste, kod osoba koje su došle u dodir s antigenima)

SLEZENA je najveći limfni organ uključen u optok krvi. Obavijena je čahurom od koje polaze trabekule. Parenhim slezene zove se pulpa i može biti bijela i crvena.

Bijela pulpa = centralna arterija + limfni čvorići (B-limfociti).

Marginalna zona = područje između bijele i crvene pulpe koje čine brojni sinusi s mnoštvom makrofaga i dentritičkih stanica.

PALO = periarterijski limfni omotač sadrži T i B-limfocite.

Crvena pulpa = retikularno tkivo koje čini slezenske (Billrothove) tračke. Sadrži makrofage, limfocite, plazma stanice i mnogo stanica krvi.

Optok krvi = arterija slezene – trabekularna arterija – centralna arterija – kistasta arteriola – arterijska kapilara – venski sinus – trabekularna vena – vena slezene.

Funkcija slezene:

- stvaranje limfocita (u bijeloj pulpi)
- razgradnja eritrocita
- obrana (fagocitiraju antigene iz optoka krvi)

RAZVOJ SREDIŠNJEG ŽIVČANOG SUSTAVA

Telencephalon (moždane polutke, lamina terminalis)

-Hippocampus

-Corpus striatum (nucleus caudatus, n. lentiformis)

-lateralne moždane komore (ventrikli)

I PROSENCEPHALON

Diencephalon (epifiza, hipofiza, očni vrč)

-Thalamus

-Hypothalamus

- treća moždana komora (ventrikul)

II MESENCEPHALON - aqueductus mesencephali (Sylvii)

Metencephalon (pons + cerebellum) – gornji dio IV.
ventrikla

III RHOMBENCEPHALON

Myelencephalon (medulla oblongata) – donji dio IV.
ventrikla

Moždana kora: paleopallium, archipallium, neopallium

Komisure: snopovi vlakana koji međusobno povezuju moždane polutke.

EPITELNO TKIVO

Jedno od 4 osnovne vrste tkiva. Sastoji se od gusto zbijenih, čvrsto povezanih stanica. Ima malo međustanične tvari.

Oblik (uvjetuje ga gusti smještaj epitelnih stanica)

- pločaste stanice
- kubične stanice
- cilindrične stanice

Plohe epitelne stanice

1/ Bazalna ploha ima sloj izvanstanične tvari koji se naziva *bazalna lamina*. Bazalna lamina (lamina densa+ lamina rara) izgrađena je od kolagena tipa IV, laminina i proteoglikana. Ima ulogu selektivne barijere, a potrebna je za uzajamno djelovanje stanice, te pri njihovom razmještanju i gibanju.

Bazalna membrana (pojam u svjetlosnoj mikroskopiji)= bazalna lamina+ retikularna lamina.

2/ Lateralna ploha (stijenka) ima nekoliko specijaliziranih područja koja međusobno povezuju susjedne stanice= *međustanični spojevi*

Međustanični spojevi:

a) *Nepropusni spojevi*

- čvrsti spojevi (zonule okludentes)- membrane susjednih stanica su se stopile i zabrtvile međustanični prostor.

b) *Pričvrtni spojevi*

- zonula adherens – sadrži ploču guste tvari na citoplazmatskoj strani spojnog dijela membrane od koje polaze aktinski filamenti.
- desmosom (macula adherens)- međustanični prostor je razmaknut, često sadrži prugastu nakupinu guste tvari. S unutrašnje strane stanične membrane nalazi se pričvrtna ploča na koju se vežu intermedijarni filamenti.

c) *Komunikacijski spojevi*

- tijesni spoj (nexus)- susjedne stanične membrane povezuju bjelančevine s hidrofobnim središtem (konekson), pa nastaje hidrofilni kanal koji omogućuje prelaženje čestica male molekularne mase iz jedne stanice u drugu.

3/ Slobodna ploha (površina) ima specijalizirane tvorbe koje upućuju na funkciju stanice:

- mikrovili – izdanci citoplazme pokriveni staničnom membranom (povećavaju slobodnu površinu).
- stereocilije – dugi, nerazgranati mikrovili (u kanalićima epididimisa)
- trepetljike i bičevi – izduženi, pokretljivi izdanci na slobodnoj površini epitelnih stanica. Polaze od bazalnih tjelešaca koja imaju strukturu centriola.

VRSTE EPITELA

1/ Pokrovni epiteli su tkiva u kojima su stanice poredane u slojeve i pokrivaju površinu tijela ili unutrašnjost organa.

a) *Jednoslojni epitel* sadržava samo jedan sloj stanica i sve stanice dodiruju bazalnu lamenu.

- Jednoslojni pločasti
- Jednoslojni kubični
- Jednoslojni cilindrični

b) *Mnogoslojni epitel* ima više od jednog sloja stanice.

- *Mnogoslojni pločasti oroženi*
- *Mnogoslojni pločasti neoroženi*
- *Mnogoslojni cilindrični*
- *Prijelazni epitel*

Višeredni epitel- sve stanice dodiruju bazalnu laminu, a jezgre su smještene na različitim razinama.

Neuroepitelne (specijalizirane za prijenos osjeta) i mioepitelne stanice (specijalizirane za kontrakciju)

2/ Žljezdani epitel izgrađuju stanice koje proizvode sekret, obično pohranjen u sekretnim zrnima.

Podjela žlijezda:

a) *prema broju žljezdanih stanica:*

- *jednostanične*
- *mnogostanične*

b) *prema mjestu izlučivanja sekreta:*

- *endokrine (izlučuju svoj proizvod u krv)- nemaju odvodnih kanala*
- *egzokrine (izlučuju svoj proizvod kroz odvodni kanal) – imaju sekrecijski dio i odvodni kanal*

c) *prema razgranjenosti odvodnog kanala:*

- *jednostavne (nerazgranjen kanal)*
- *složene (razgranjen kanal)*

d) *prema obliku sekrecijskog dijela:*

- *alveolarne (okrugli raspored stanica)*
- *tubulusne (duguljasti raspored stanica)*
- *alveotubulusne (sadrže i okrugle i duguljaste grupice sekrecijskih stanica)*

e) *prema načinu izlučivanja sekreta (ekstruzija)*

- *merokrine (sekretne zrnca izlaze egzocitozom)*
- *apokrine (sekret se izlučuje zajedno s apikalnim dijelom citoplazme)*
- *holokrine (pri sekreciji propada cijela stanica)*

Opća svojstva epitelnih stanica: -polarnost

- prehrana (difuzijom)
- inervacija (dobra živčana opskrba)
- obnavljanje (mitozom)
- metaplazija (jedna vrsta epitela prelazi u drugu)

Funkcionalni tipovi epitelnih stanica:

- stanice koje prenose ione (imaju uvrnuća bazalnog dijela stanične membrane + mitohondriji)
- stanice koje prenose tvari pinocitozom (imaju mnoštvo pinocitotskih mjehurića)
- stanice koje proizvode kemijske glasnike (neurokrine, parakrine, endokrine)
- stanice koje proizvode bjelančevine (HER, mitohondriji, Golgi)
- stanice difuznog neuroendokrinog sustava (DNES)
- stanice koje izlučuju sluz (HER+ mitohondriji + veliki Golgijev kompleks)
- serozne stanice (puno HER + mitohondriji+Golgijev kompleks)
- mioepitelne stanice (sadrže miofilamente i citokeratinske intermedijarne filamente)
- stanice koje proizvode steroide (GER+ mitohondriji + masne kapljice)

HRSKAVICA

Poseban oblik vezivnog tkiva s čvrstom međustaničnom tvari koja daje hrskavici elastičnost i otpornost na opterećenja. Nema krvnih žila niti živčanu inervaciju. Funkcija- potpora mišićima i olakšava klizanje zglobnih ploština. Hrkavično tkivo= stanice + međustanična tvar (vlakna i osnovna amorfnna tvar)

1) Stanice:

Hondrociti (hondroblasti) sadrže organele za sintezu svih dijelova međustanične tvari (HER, mithohndriji, Golgijev kompleks).

2) Međustanična tvar

- *Kolagena vlakanca* (kolagen tipa II), a u vezivnoj hrskavici i kolagena vlakna (tipa I) +
- *proteoglikani* povezani u proteoglikanske agregate hijaluronskom kiselinom (sadrže glikozaminoglikane hondrotin 4 i 6-sulfat i keratan –sulfat) +
- glikoprotein *hondronektin* (posrednik prijanjanja hondrocita uz kolagen).

Vrste hrskavica

a) *hijalina hrskavica* je vrlo rasporostranjena. U embrija služi kao privremeni skelet, u odraslih ostaje na zglobnim ploštinama. Slabo regenerira, propada sa starenjem. Ima perihondrij (osim zglobne).

b) *elastična hrskavica* (uška, epiglotis, slušna tuba itd.) osim kolagena tipa II sadrži i elastična vlakna. Manje je podložna degenerativnim promjenama, obavijena je perihondrijem.

c) *vezivna hrskavica* (intervertebralni diskovi) ima obilježja i gustog vezivnog tkiva i hijaline hrskavice. Sadrži kolagen tipa I, nema perihondrija.

Perihondrij- vezivna ovojnica na površini hrskavice koja omogućuje zaštitu, ishranu, rast i regeneraciju.

Hondron = hondroci u lakuni + čahura + teritorij

Oblici rasta hrskavice: 1/ *Apozicijski* –diferencijacijom stanica perihondrija u hondrocite.

2/ *Intersticijski* – mitotskom diobom hondrocita.

KOŠTANO TKIVO

Jedno od najtvrdih tkiva u tijelu. Funkcija- potpora, zaštita CNS-a, metabolička (ioni).

Koštano tkivo = stanice + međustanična tvar

1) Stanice

-*Osteoblasti* (HER, Golgijev kompleks, mitohondriji) stvaraju međustaničnu tvar.

-*Osteociti* imaju manje organela, međusobno su povezani staničnim nastavcima (intercelularni prijenos malih iona i molekula)

-*Osteoklasti* su multinuklearne orijaške stanice koje leže u Howshipovim lakunama, nastaju od monocita krvi.

2) Međustanična tvar = organski dio (osteoid) + anorganski dio

- *Organski dio* (50%)= kolagen tipa I + glikoproteini (sadrže hondroitin 4 i 6-sulfat, keratan-sulfat) + specifični proteoglikani sijaloprotein i osteokalcin.

- *Anorganski dio* (50%)= kristali hidroksiapatita (Ca i P), ali i amorfni kalcij-fosfat.

Vrste koštanog tkiva

a) *Primarno* (nezrelo, vlaknasto) nastaje tijekom razvoja, a u odraslih prilikom prijeloma. Kolagena vlakna su u nepravilnom rasporedu. U odraslih ga zamjenjuje sekundarno.

b) *Sekundarno* (zrelo, lamelarno) ima kolagena vlakna poredana u lamele: Haversove, vanjske i unutrašnje osnovne i intersticijske (prijelazne) lamele.

Kompaktna kost- homogena, sadrži lamela i kanale za krvne žile.

Spužvasta kost – izgrađena od gredica odvojenih šupljina, ne sadrži kanale za krvne žile.

Koštana srž – ispunjava šupljine u spužvastoj kosti i sržnu šupljinu, u njoj sazrijevaju krvne stanice (crvena) ili ju čine masne stanice (žuta).

Osteon- Haversov kanal i pripadajuće Haversove lamele.

Periost- vezivne ovojnica na površini kosti koja ima vanjski sloj kolagenih vlakana i fibroblasta i unutrašnji sloj koji sadrži koštane prstanice.

Endost- sloj koštanih prstanica i malo veziva na unutrašnjoj površini kostiju.

OKOŠTAVANJE

Koštani sustav razvija se od:

- paraksijalnog mezoderma (somitomere i somiti)
- parijetalne mezodermalne ploče
- neuralnog grebena

Lubanja se može podijeliti u dva dijela:

- a) *neurokranij* (kućište mozga) = kosti svoda lubanje (membransko okoštavanje-dezmokranij) + baza lubanje (enhondralno okoštavanje –hondrokranij).
Kosti lubanjskog svoda i lubanjske baze djelomično nastaju od somitomera paraksijalnog mezoderma, a djelomično od stanica neuralnog grebena.
- b) *viscerokranij* (kosti lica) najvećim dijelom nastaju od hrskavica prvih dvaju ždrijelnih lukova (mezenhim nastao od neuralnog grebena).

Udovi se počinju razvijati krajem 4. tjedna.

Sastoje se od mezenhima (parijetalni mezoderm bočne ploče) pokrivenog slojem ektoderma. Pod induktivnim utjecajem mezenhima na površinskom ektodermu nastaje zadebljanje -*apikalni ektodermalni greben (AEG)*. AEG djeluje na mezenhim uzrokujući diferencijalicu mišića i hrskavica (u proksimodistalnom smjeru). Zbog lokalnog propadanja stanica AEG-a nastaju prsti, a raspored prstiju određuje *zona polarizacijske aktivnosti (ZPA)*

Kralježnica nastaje od stanica sklerotoma koje okružuje neuralnu cijev i notokord.

Trup kralješka nastaje spajanjem kaudalnog dijela jednog s kranijalnim dijelom susjednog sklerotoma. Kralježnica prolazi kroz mezenhimski, hrskavični i koštani stadij. Od mezenhimskih stanica u sredini prvobitnih sklerotoma nastaju *intervertebralne ploče*.

OKOŠTAVANJA

1/ Intramembransko okoštavanje- nastaje u zgusnuću mezenhima izravnom mineralizacijom matriksa koji su izlučili osteoblasti (plosnate kosti).

2/ Enhondralno okoštavanje – nastaje u komadu hijaline hrskavice koja predstavlja mali model kosti odlaganjem koštanog matriksa na mjestu prethodnog hrskavičnog matriksa (duge kosti).

Koštani ovratnik nastaje intramembranskim okoštavanjem u perihondriju u području dijafize buduće kosti. *Periostalni (osteogeni) pupoljak* prodira kroz koštani ovratnik noseći krvne žile i koštane prastanice potrebne za početak okoštavanja. *Primarno središte okoštavanja* nastaje u dijafizi kosti, a *sekundarno* u epifizi.

Zone propadanja epifizne hrskavice:

- Zona mirovanja
- Zona umnažanja
- Zona hipertrofične hrskavice
- Zona ovapnjele hrskavice
- Zona okoštavanja

RAZVOJ MIŠIĆNOG SUSTAVA

Svi mišići nastaju od *mezoderma* osim mišića šarenice koji su ektodermalnog podrijetla.

Skeletni mišići – nastaju od *paraksijalnog mezoderma* (somita i somitomera), tj. **dermomiotoma**.

Oblikovanje pojedinih mišića uvjetuje vezivo u koje usele:

Glava – mioblasti somitomera oblikuju se pod utjecajem stanice neuralnog grebena. (glava, jezik, oko, ždrijelni lukovi)

Mišići trupa – miotomi se podijele u hipomeru (ekstenzori kralježnice) i epimeru (lateralni i ventralni fleksori). Oblikuju se pod utjecajem parijetalnog mezoderma (somatski mezoderm).

Mišići udova – dermomiotomske stanice migriraju u osnove udova (7 tj.) i tu se oblikuju pod utjecajem parijetalnog mezoderma. Inervacija potiče konačnu diferencijaciju mišića.

Srčani mišić – razvija se od visceralnog mezoderma oko endotelne srčane cijevi.

Glatki mišići – razvijaju se od visceralnog mezoderma oko primitivnog crijeva

MIŠIĆNO TKIVO

Mišićno tkivo građeno je od diferenciranih stanica koja sadržavaju kontraktilne bjelančevine. Većinom nastaje od mezoderma.

Vrste mišićnog tkiva

I/Skeletno mišićno tkivo izgrađuju poprečno isprugana mišićna vlakna s mnogo jezgara. Kantrahiraju se brzo i snažno, pod utjecajem volje.

Epimizij-vanjska ovojnica mišića od gustog vezivnog tkiva.

Perimizij - vezivno tkivo oko svakog mišićnog snopa.

Endomizij – tanki sloj veziva oko svakog mišićnog vlakna.

Vezivno tkivo u mišiću mehanički prenosi sile, nosi krvne žile za ishranu i živce za inervaciju.

Sarkomera- najmanji funkcionalni odsječak mišićnog vlakna, proteže se između dviju susjednih Z-crta.

Poprečna ispruganost je rezultat prisustva dviju vrsta filamenata koji leže usporedno s uzdužnom osi mišićnih vlaknaca: tankih filamenata (aktin+tropomiozin+troponin) i debelih filamenata (miozin).

I-pruga (izotropna) se sastoji od dijelova tankih filamenata, A-pruga (anizotropna) se sastoji od debelih filamenata i dijelova tankih filamenata. H-pruga se sastoji od srednjih dijelova debelih filamenata.

M-crta = spojište debelih filamenata. Z-crta = spojište aktinskih filamenata, međusobno povezuje susjedne sarkomere.

T-tubuli = cjevasta uvrnuća sarkoleme (stanične membrane mišića).

Trijada = čine ju dvije cisterne sarkoplazmatskog retikuluma (glatka endoplazmatska mrežica mišića) i T-tubul.

Sarkoplazmatska mrežica specifično regulira protok Ca^{2+} prilikom kontrakcije.

Inervacija – motorička ploča (depolarizacija se širi na površinu mišićnog vlakna, T-tubule i sarkoplazmatsku mrežicu, te uzrokuje oslobađanje Ca^{2+} iona i kontrakciju).

Motorička jedinica – čine ju živčano vlakno i sva mišićna vlakna koje ono inervira.

Snaga mišićne kontrakcije ovisi o broju motoričkih jedinica koje se istovremeno kontrahiraju.

Vrste skeletnih mišićnih vlakana:

- Crvena – sadržavaju mnogo mioglobina (pigment koji veže kisik) i mitohondrija, mogu se dugo i snažno kontrahirati.
- Bijela – imaju manje mioglobina i mitohondrija od crvenih, debela su. Brzo se kontrahiraju i umaraju.
- Prijelazna – imaju svojstva između crvenih i bijelih.

Inervacija određuje smjer diferencijacije pojedine vrste vlakana.

Regenerira uz pomoć satelitskih stanica (inaktivni mioblasti).

2/ Srčano mišićno tkivo izgrađeno je od izduženih ili razgranjenih stanica, međusobno povezanih *prijelaznim pločama* (spojni kompleks na dodirnim ploham susjednih stanica). Stanice se poprečno isprugane, inervirane autonomnim živčanim sustavom (bez utjecaja volje)

Prijelazne ploče sadrže fasciju adherens i desmosome, a na postraničnim dijelovima tijesne spojeve (nexus).

Dijada = sastavljena je od 1 sarkoplazmatske mrežice i 1 T-tubula.

Regenerira samo u ranom djetinjstvu, kasnije nastaje vezivni ožiljak.

3/ Glatko mišićno tkivo izgrađeno je od vretenastih stanica koje ne pokazuju poprečnu ispruganost. Na površini su obavijene bazalnom laminom i retikulinskim vlaknima, jezgra je smještena u sredini. U citoplazmi sadrži mnogo organela potrebnih za sintezu (HER, mitohondriji, Golgijev kompleks). Njihova je kontrakcija polagana i nije pod kontrolom volje.

Kontrakcija se temelji na građi i rasporedu aktinskih i miozinskih filamenata koji čine mrežu. Pri kontrakciji Ca^{2+} ioni čine spoj sa bjelančevinom *kalmmodulinom*. Kontrakciju mogu regulirati i neki hormoni (koji djeluju preko cAMP). Glavna bjelančevina intermedijarnih filamenata je *dezmin*. I tanki i intermedijarni filamenti su vezani za zgusnuća citoplazma.

Inervacija- autonomni živčani sustav, aksoni živaca završavaju u endomiziju.

Stanice su međusobno povezane mnogobrojnim tijesnim spojevima (nexusima).

Visceralni mišići su slabo inervirani, a višejedinični glatki mišići su obilno inervirani.

Glatki mišić se aktivira spontano, a živci mu mijenjaju aktivnost.

Glatko mišić slabo regenerira.

ŽIVČANO TKIVO

Živčano tkivo služi za prijenos živčanih podražaja. Reagira na vanjske podražaje promjenom električnog potencijala stanične membrane. Izgrađeno je od živčanih stanica (*neurona*) i glija stanica (*neuroglije*).

Podražljivost – sposobnost odgovora na kemijski ili fizikalni stimulus pojavom impulsa. *Provodljivost* – prijenos impulsa na drugo mjesto.

Potencijal mirovanja – odvajanje naboja kroz staničnu membranu (razlika između vanjskog pozitivnog i unutarnjeg negativnog naboja stanične membrane, -90 mV).

Akcijski potencijal – provođenje živčanog impulsa aksonima, temelji se na depolarizacija stanične membrane. Širenje akcijskog potencijala može biti antidromno (prema tijelu stanice) ili ortodromno (prema sinaptičkom završetku).

Neuroni – primaju, prenose i obrađuju podražaje, potiču neke stanice i otpuštaju nerotransmitere. Većina neurona ima *prikarion* (trofičko središte), nastavke *dendrite* (primaju podražaje) i *neurit* ili akson (stvara ili provodi živčani podražaj).

Perikarion sadži veliku eukromatsku jezgru s dobro vidljivom jezgričicom, HER (Nisslova tjelešca), Golgijev kompleks, mitohondrije, neurofilamente i mikrotubule (ponekad lipofuscin i melanin).

Dendriti su razgranjeni nastavci koji povećavaju površinu za primanje podražaja

Neurit ili akson je cilindrični nastavak živčane stanice specijaliziran za stvaranje i provođenje živčanih podražaja. Polazi od aksonskog brežuljka koji ne sadrži HER. Stanična membrana naziva se aksolema, a sadržaj aksoplazma.

Vrste neurona:

1/.Prema veličini i obliku nastavaka:

- *multipolarni*
- *bipolarni*
- *pseudounipolarni*

2/ Prema funkciji:

- *motorički (eferentni)*
- *osjetni (afherentni)*
- *interneuroni*

Sinapse su dodirna mjesta jednog aksona s dendritima, perikarionom ili aksonom drugog neurona. Sastoje se od *presinaptičke membrane*, *sinaptičke pukotine* i *postsinaptičke membrane*.

Sinapse mijenjaju membranski potencijal neurona ili drugih efektornih stanice.

Kemijske sinapse (neurotransmiteri)

Električne sinapse (nexusi)

Ekscitirajuće (uzrokuju pojavu akcijskog potencijala)

Inhibirajuće (inhibiraju pojavu akcijskog potencijala)

Neuroglija su stanice pridružene neuronima koje imaju potpornu, hranidbenu, obrambenu ulogu te stvaraju izolaciju (mijelin). Vrste neuroglije:

- *astrociti* (dugokraki, kratkokraki i mješoviti) = stvaraju perivaskularne nožice (barijera krv-mozak), stvaraju ožiljke.
- *oligodendrociti* = sudjeluju u mijelinizaciji CNS-a.
- *mikroglia* = sudjeluju u obrani organizma.
- *ependimske stanice* = iznutra oblažu neuralnu cijev

Podjela živčanog tkiva:

I/ Centralni živčani sustav (CNS)= veliki, mali mozak i kralježnična moždina.

II/ Periferni živčani sustav (PNS)= živci i gangliji.

CNS- izgrađuju *siva tvar* (neuroni+ tijela i nastavci neuroglije) i *bijela tvar* (samo tijela i nastavci neuroglije).

Živčana vlakna sastoje se od aksona i njegovih ovojnica. Ovojnice u PNS-u tvore Schwannove stanice, a u CNS-u oligodendrociti.

a) *Mijelinizirana (bijela vlakna)*= jedan akson je okružen mijelinskom ovojnicom (mnogo slojeva modificiranih staničnih membrana Schwannove stanice, lipoproteinski sloj) i Schwannovom ovojnicom (preostali dio citoplazme Schwannove stanice).

Renvierovi čvorovi su prostori između susjednih Schwannovih stanica.

Schmidt-Lantermannovi zarezi su prostori između slojeva mijelina odvojeni citoplazmom Schwannove stanice.

Vođenje živčanog impulsa je skokovito (A-vlakna provode 15-100 m/s, B-vlakna 3-14 m/s, C-vlakna 0,5-2 m/s)

b) *Nemijelinizirana (siva vlakna)* = nekoliko aksona je uloženo u citoplazmu Schwannove stanice.

Živci su snopovi živčanih vlakana uloženi u vezivno tkivo (*epineurium, perineurium, endoneurium*).

Aferentna živčana vlakna = prenose poruku iz unutrašnjosti tijela ili okoliša prema CNS-u.

Eferentna živčana vlakna = prenose impulse iz CNS-a prema efektornim organima.

Autonomni živčani sustav pojedine aktivnosti tijela prilagođava održavanje trajnog unutrašnjeg okoliša (homeostaza).

Prvi neuron autonomnog lanca leži u CNS-u (*preganglijska vlakna*), drugi neuron leži u gangliju PNS-a a njegovi nastavci dosežu efektorni organ (*postganglijska vlakna*).

I/ simpatički sustav (izlučuje noradrenalin) – jezgre živčanih stanica leže u torakalnom i lumbalnom dijelu kralježnične moždine. Gangliji leže paravertebralno i u blizini utrobnih organa.

II/ parasimpatički sustav (izlučuje acetilkolin) – jezgre živčanih stanica leže u srednjem mozgu, produženoj moždini i sakralnom dijelu kralježnične moždine. Gangliji leže u blizini ili unutar efektornih organa.

ENDOKRINI SUSTAV objedinjuje funkcije različitih tkiva sintetizirajući i otpuštajući hormone.

Hormoni- organski kemijski spojevi koje endokrine stanice izlučuju u tkivnu tekućinu ili krv.

Ciljni organi – mjesta djelovanja hormona.

Endokrini i živčani sustav se nadopunjuju u reguliranju većine bioloških zbivanja te se smatraju sastavnim dijelovima jedinstvenog *neuroendokrinog sustava*.

Hipofiza leži u turskom sedlu klinaste kosti, a povezana je s hipotalamusom na bazi mozga.

Neuroendokrini hipotalamo-hipofizni sustav (NHS) izlučuje dvije vrste hormona:

- peptidi ili proteini koji se proizvode u hipotalamičkim jezgrama, a pohranjuju se u aksonskim završecima eminencije medijane ili pars nervose.
- proteinski i glikoproteinski hormoni koje sintetiziraju stanice smještene u pars distalis (sekretne zrnca)

Dijelovi hipofize:

1/ *Adenohipofiza* (prednji režanj ili pars distalis + kranijalni dio ili pars tuberalis + srednji režanj ili pars intermedia)

2/ *Neurohipofiza* (infundibulum ili držak + pars nervosa)

Pars distalis čine tračci endokrinih stanica + krvne kapilare. Stanice mogu biti kromofobne ili kromofilne – acidofilne i bazofilne. Sve stanice stvaraju bjelančevinske hormone. Izlučivanje hormona pars distalis kontroliraju hipotalamički hormoni koji oslobađaju ili inhibiraju (peptidi). Mehanizam povratne sprege služi za kontrolu izlučivanja hormona.

Neurohipofiza se sastoji od nemijeliniziranih aksona sekretne neurona čija tijela leže u jezgrama hipotalamusa i od stanica pituicita. Ti neuroni provode živčani impuls i stvaraju neurosekretornu tvar (Herringova tjelešca) tj. hormone oksitocin i vazopresin vezane za protein (neurofizin).

Nadbubrežbe žlijezde se sastoje od *kore* (zona glomerulosa, fasciculata i reticularis) i *moždine*.

Stanice u kori imaju obilježja stanice koje izlučuju steroidne hormone (glatka endoplazmatska mrežica+ mitohondriji + masne kapljice). Izlučuju hormone difuzijom kroz staničnu membranu (glukokortikoidi, mineralokortikoidi, androgeni hormoni).

Moždina = parenhimske stanice moždine (modificirani simpatički neuroni) + parasimpatičke ganglijske stanice.

Parenhimske stanice sadržavaju sekretne zrnca s adrenalinom ili noradrenalinom.

Štitna žlijezda je izgrađena od folikula koji sadrže koloid i vezivnog tkiva s mnoštvom krvnih žila. *Folikularne stanice* imaju obilježja stanica koje proizvode proteine, a visina folikularnih stanica mijenja se ovisno o aktivnosti. Izlučuju tiroksin (T4) i trijodtironin (T3) koji utječu na metabolizam. Rad štitne žlijezde kontrolira hipofiza (preko TSH) i živčani podražaji.

Parafolikularne stanice (C -stanice) izlučuju kalcitonin (smanjuje razinu kalcija u krvi).

Epitelna tjelešca (glandulae parathyroideae) su 4 male žlijezde izgrađene od stanice i veziva s krvnim žilama. *Glavne stanice* izlučuju paratiroidni hormon, dok je za *oksifilne* stanice funkcija nepoznata.

UHO

RAZVOJ:

a/ **Unutrašnje uho** nastaje od *slušne plakode* tj. zadebljanja ektoderma u razini rombencefalona. Plakoda se udubljuje dajući *slušni mjehurić* koji se podijeli na ventralni dio (*sakulus i pužnički kanal*) i dorzalni dio (*utrikulus, polukružni kanalići te ductus i saccus endolymphaticus*).

U 6. tjednu na ventralnom dijelu nastaje cjevasta izbočina koja spiralno zavija te nastaje pužnički kanal. Mezenhim oko kanala se diferencira u hrskavicu, a u 10. tjednu djelomičnom resorpcijom hrskavične ljuske nastaju perilimfatični prostori: scala vestibuli i scala tympani.

Kortijev organ nastaje zadebljanjem epitela na timpanalnoj strani pužnice: od unutrašnjeg nabora nastaje limbus spiralis a od vanjskog nabora nastaju osjetne i poporne stanice.

Polukružni kanali nastaju kao plosnate izbočine utrikularnog dijela slušnog mjehurića. U ampulama polukružnih kanalića nastaje crista ampularis, a u saculusu i utriculusu maculae.

Statoakustički ganglij nastaje odvajanjem skupine stanica od slušnog mjehurića.

Ostale stanice potječu od neuralnog grebena.

b/ **Srednje uho** nastaje od endoderma prve ždrijelne vreće. Distalni kraj te vreće čini *bubnjište (cavum tympani)*, a proksimalni čini *slušnu (Eustachijevu) cijev*.

Slušne koščiце: čekić (maleus) i nakovanj (incus) nastaju od hrskavice 1. ždrijelnog luka (Meckelova hrskavica) a *stremen (stapes)* od hrskavice 2. ždrijelnog luka. Tek u 8. mjesecu koščiće se smjeste u bubnjište i obloži ih endodermalni epitel.

Resorpcijom okolnog tkiva te širenjem endoderma bubnjišta nastaje antrum i cellulae mastoideae.

c/ **Vanjsko uho** nastaje od dorzalnog dijela 1. ždrijelne brazde (*vanjski slušni hodnik ili zvukovod*). Čep zvukovoda nastaje proliferacijom epitela na dnu zvukovoda.

Bubnjić ili bubnjišna membrana čine ektodermalni epitel dna zvukovoda, endodermalni epitel bubnjišta i središnji vezivni (mezodermalni) sloj.

Uška se razvija od mezenhima 1. i 2. ždrijelnog luka.

HISTOLOŠKA GRAĐA:

Funkcija uha (vestibulokohlearnog organa) u svezi je s ravnotežom i sluhom.

a/ **Vanjsko uho** prima zvučne valove a čine ga *uška (auricula)*, *vanjski slušni hodnik (meatus acusticus externus)* i *bubnjišna membrana (membrana tympani)*.

b/ **Srednje uho** prenosi valove zraka na kost te na unutrašnje uho: *bubnjište (cavum tympani)*, *slušna (Eustachijeva) tuba* i *slušne koščiće (ossicula auditus)*.

c) **Unutrašnje uho** pretvara vibracije u živčani podražaj i prenosi ga u središnji živčani sustav: *koštani labirint (labyrinthus osseus)* i *membranski labirint (labyrinthus membranaceus)*.

Koštani labirint čine šupljine u sljepoočnoj kosti: predvorje (vestibulum), koštani polukružni kanali (canales semicirculares) i pužnice (cochlea). Pužnica zavija oko koštane osnove-modiolusa. Koštani labirint ispunjen je perilimfom.

Membranski labirint čine utrikulus, sakulus, polukružni kanali i pužnički kanal. Membranski labirint sadržava endolimfu.

Makule (sakulusa i utrikulusa) se sastoje od osjetnih stanica (stanice s dlačicama), potpornih stanica te aferentnih i aferentnih živčanih završetaka. Osjetne stanice imaju nizove stereocilija i jednu ciliju. Stanice tipa I imaju aferentni završetak koji

obuhvaća njihovu bazu, a stanice tipa II imaju aferentni završetak koji omata čitavu stanicu. Neuroepitel pokriva želatinozni sloj i otoliti.

Crista ampullaris ima istu građu kao makula ali je njihov glikoproteinski sloj deblji (kupula) i nije pokriven statolitima.

Cortijev organ leži na bazilarnoj membrani a čine ga 3-5 redova vanjskim stanicama s dlačicama i 1 red unutrašnjih stanica s dlačicama te potporne stanice. Na površini osjetnih stanica nalaze se nizovi stereocilija a najviše stereocilije uložene su u tektorijsku membranu.

Vestibularni aparat (makule i kriste) je važan za percepciju pokretanja i orijentaciju u prostoru.

-