

(1) HISTOLÓGIA (NÁUKA O TKANIVÁCH)

definícia živočíšneho tkaniva: súbor buniek rovnakého tvaru, funkcie a zhodného chemizmu spolu so svojimi derivátmi (medzibunkovou hmotou) tvorí živočíšne tkanivo

vznik: - v procese embryogenézy (zárodočné listy)

- v procese histogenézy (diferenciácia jednotlivých typov tkanív)

ontogenéza -> brázdenie vajíčka -> vznik zárodočných epitelov tvoriacich zárodočné listy

ektoblast (napr. nervové, zmyslové tkanivá, pokožka)

endoblast (napr. tráviace epitely – stredné črevo)

mezoblast (napr. svalové tkanivá)

klasifikácia tkanív

epitelové - bunky v tesnom kontakte

- sú polarizované

- tvoria listové komplexy

spojivové (výplňové, oporné atrofické) - mohutný rozvoj medzibunkovej hmoty

- medzibunková hmotu určuje ich charakter

- patria sem aj telové tekutiny (krv, lymfa, hemolymfa, tkaniv. mok)

svalové - zaisťujú pohyblivosť, schopné kontrakcie

nervové - vedú podráždenie

- koordinujú funkcie živočicha

- prenos podnetov z vonkajšieho prostredia a naopak

medzibunkové spoje v tkanivách

- prstovité výbežky laterálnej časti membrán dvoch susediacich buniek - **interdigitácie** alebo **interfokácie** (pevnejšie medzibunkové spojenie, transport látok medzi bunkami)

- špecializované útvary – **spojovacie komplexy** (mechanický, ale často aj fyziologický význam ->

zabraňujú prepúšťaniu tekutín, miesta so zníženým elektrickým odporom, uľahčujú prechod iónov z bunky do bunky)

spojovacie komplexy

zonula occludens¹

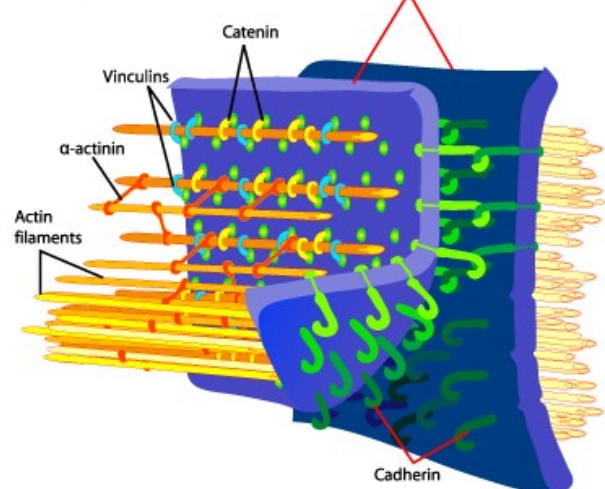
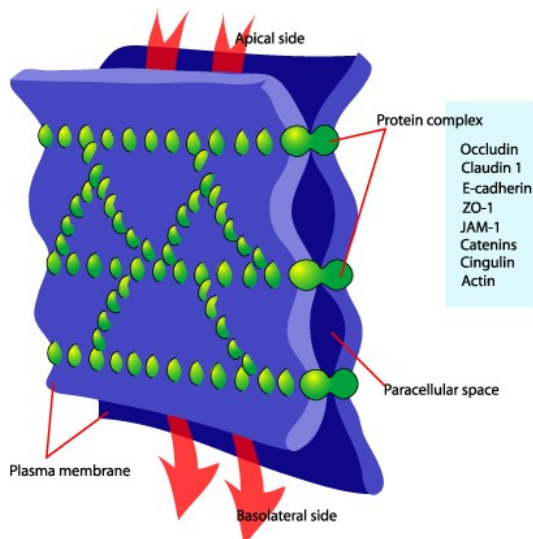
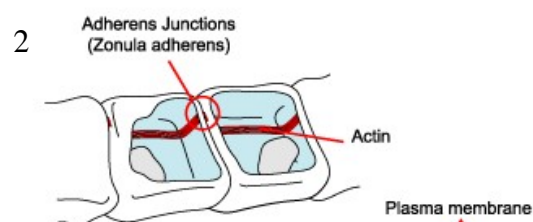
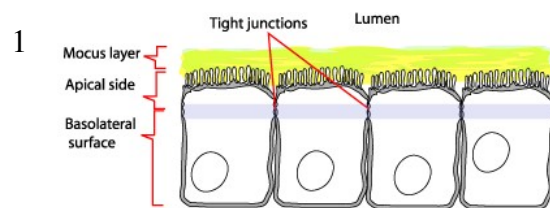
- tesné spojenie apikálnych častí buniek po celom ich obvode, vonkajšie časti dvoch susedných cytoplazmatických membrán splývajú

zonula adherens²

- mechanické medzibunkové spojenie

- je pokračovaním zonula occludens smerom k báze bunky

- cytoplazmatická membrána má paralelný priebeh a je tu zachovaný intercelulárny priestor šírky 20-25 nm

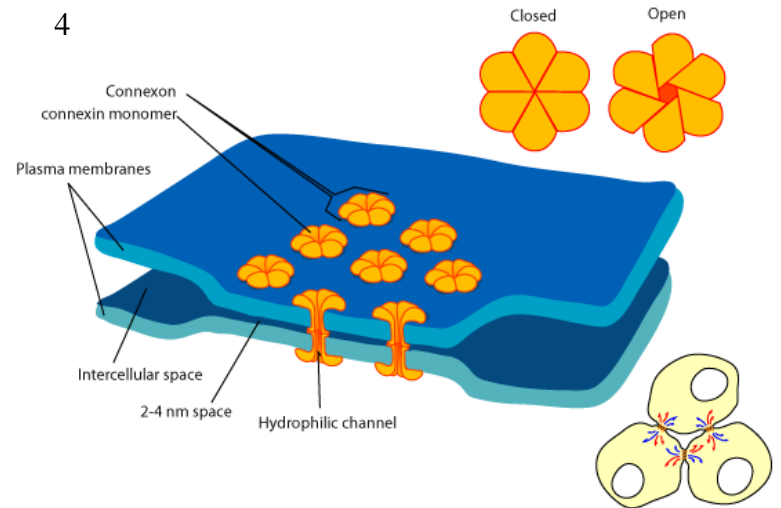
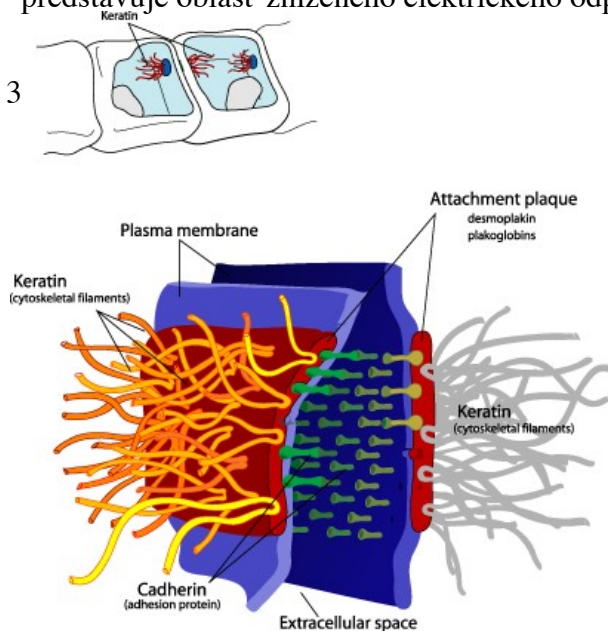


macula adherens (dezmozóm) ³

- leží bazálnym smerom v porovnaní s vyššie spomínanými komplexmi
- protiľahlé cytoplazmatické membrány sa diferencujú
- pripomína dva oproti sebe ležiace terčíky (200-300 nm), ktoré viažu susedné bunky.
- intercelulárny priestor obsahuje denzný zrnitý materiál a tzv. **centrálnu lamelu** alebo longitudinálny element
- často sa tu nachádzajú tonofilamenty, ktoré slučkovito vybiehajú z bunky do intercelulárneho priestoru a opäť sa do pôvodnej bunky vracajú; napr. v epidermis, v svalovine srdca v podobe interkalárnych diskov, v endotelových bunkách ciev

nexus ⁴

- vodivý spoj s fyziologickou funkciou
- nachádza sa v epitelochoch, v pečeni, myokarde, hladkom svalstve
- medzibunková štrbina je 2 – 3 nm široká s proteínovými časticami tzv. **konexónmi** (hexagonálne usporiadanie bielkoviny konexínu)
- vnútri konexónov dvoch susediacich membrán buniek je hydrofilný kanál 1-2 nm široký spájajúci cytoplazmu susediacich buniek; sprostredkuje prechod iónov, cukrov, AMK, nukleotidov, steroidných hormónov
- elektrická vodivosť v oblasti nexónu je niekoľkonásobne vyššia ako v ostatných častiach membrány - predstavuje oblasť zníženého elektrického odporu medzi bunkami



extracelulárna matrix

amorfná

proteoglykány + kolagénne vlákna + vlákna kys. hylaurónovej = sieť
význam pri viazaní vody a solí, tiež informačný význam

glykoproteíny (fibronektín, laminín,...) - proteíny s informačnou funkciou

fibrilárna: vlákna - kolagénne, elastické, retikulárne

kolagénne vlákna - priemer 10-200 nm

- nerozvetvujú sa
- môžu sa spájať a rozpájať
- glykoproteín kolagén

retikulárne vlákna - tvoria husté siete

- nosným podkladom lymfatické orgány, slezinu, okolo kapilár a tukových buniek

elastické vlákna - dlhé, jemné, rozvetvujúce sa vlákna

- priemer 5 nm
- glykoproteín elastín
- môžu sa roztiahnuť o 50% svojej dĺžky

tkanivá epitelové (epitely)

- pokrývajú povrchy alebo vystieľajú dutiny vnútorných orgánov
- bunky tesne vedľa seba
- polarizované (apikálny a bazálny koniec)
- so spojivami hraničia pomocou **membrana basalis** (nebunkový útvar – medzibunková hmota + vláknitá, retikulárna časť)

funkcie bazálnej membrány

- morfogenetická (pri vývine epitelu)
- realizuje sa cez ňu výživa epitelu (epitel nemá cievy)
- oporná

epitely podľa tvaru buniek

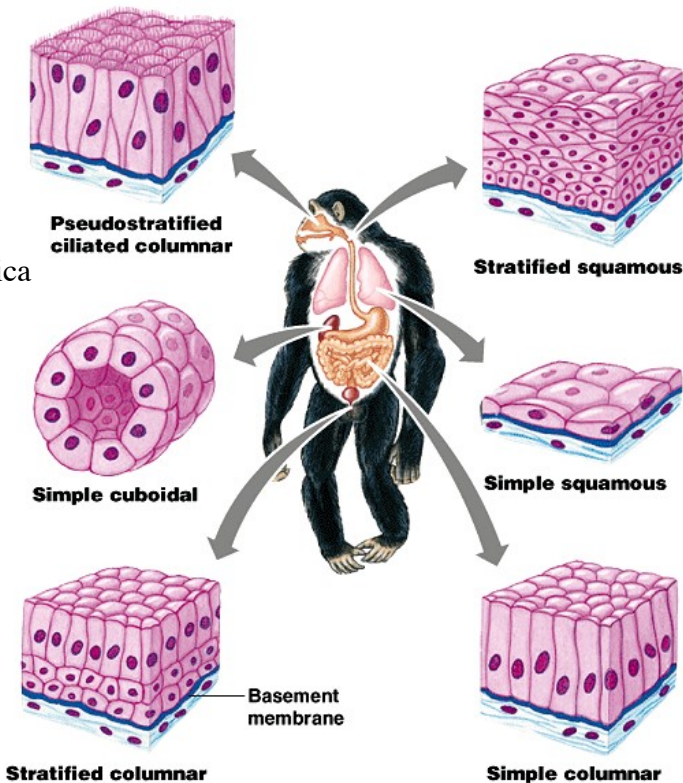
- ploché** (dlaždicovitý) - dýchacie epitely žiabier, pľúc
- Bowmannove vaky obličiek,
 - blanitý labyrint vnútorného ucha
 - popľúcnica, pohrudnica, pobrušnica
 - výstelka ciev, kapilár

- kubický** - obličkové kanáliky,
- pigmentový epitel sietnice
 - koncové úseky bronchiol
 - povrch vaječníkov
 - folikuly štítnej žľazy

cylindrický

- s riasinkami - dýchacie ústrojenstvo
- urogenitálny systém
 - Eustachova trubica
 - dutina stredného ucha

- bez riasiniek - tráviaci trakt (žalúdok, črevo)



epitely podľa počtu vrstiev

jednovrstevný

viacradý - modifikácia cylindrického epitelu, s riasinkami, bez riasiniek

vrstevnatý : 1. ploché 2. kubický 3. cylindrický

- len najspodnejšia vrstva nalieha na membranu basalis
- napr. pokožka nižších stavovcov, niektoré sliznice – vrstevnatý epitel ploché nezrohovatený
- pokožka vyšších stavovcov – vrstevnatý epitel ploché rohovatejúci

prechodný (urotel) - močový mechúr - počet vrstiev sa mení v závislosti od rozťahovania orgánu

epitely podľa funkcie

krycí

resorpčný (vstrebávanie živín)

riasinkový (pohyb – primárne larvy bezstavovcov, ploskavce, črevo mechúrnikov, dýchacie cesty, výstelka vaječníkov, semenníkov)

zmyslový – čuchový, chuťový, sluchový (prijímanie podnetov)

pigmentový – pohlcovanie svetla (sietnica oka stavovcov)

svalový – povrch črevnej dutiny mechúrnikov

zárodočný – epitel semenníkov, vaječníkov, z ktorého sa diferencujú pohlavné bunky

žľazový – produk. exkréty (von z tela alebo do tráv. traktu) alebo inkrety (hormóny – do krvi, hemolymfy)

žľazy:

podľa chemického zloženia sekrétu

žľazy **mucinózne** (sliz s vysokým obsahom proteoglykánov)

žľazy **serózne** (sekrét bohatý na bielkoviny)

kombinované **seromucinózne**

mazové (vysoký obsah tuku)

podľa počtu buniek

jednobunkové

mnohobunkové

podľa zložitosti

jednoduché

rozvetvené

zložené

podľa morfológieho tvaru

tubulózne (trubicovité)

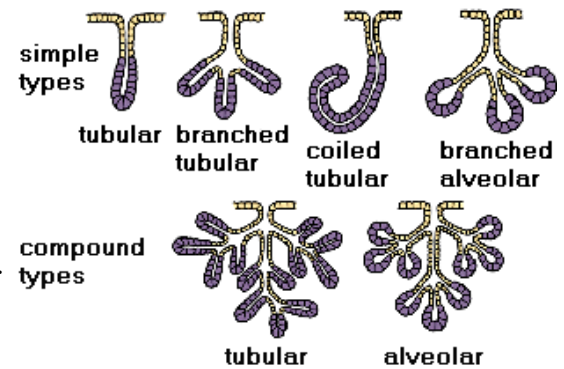
- jednoduché (hrubé črevo stavovcov, vajcovody žiab, malpighiho rúrky u hmyzu)
- jednoduché tubulózne žľazy stočené (potné žľazy cicavcov)
- rozvetvené tubulózne žľazy (žalúdočné, maternicové, žľ. ústnej dutiny, pažeráka)
- zložené tubulózne žľazy (napr. Brunnerove žľ. v dvanástniku, mucinózne žľazy ústnej dutiny, v kardiá žalúdka)

alveolárne

- jednoduché (koža obojživelníkov)
- rozvetvené (acinózne) – mazové žľazy pokožky cic.
- zložené (acinózne) – príušná žľaza (glandula parotis), pankreas, mliečna žľaza

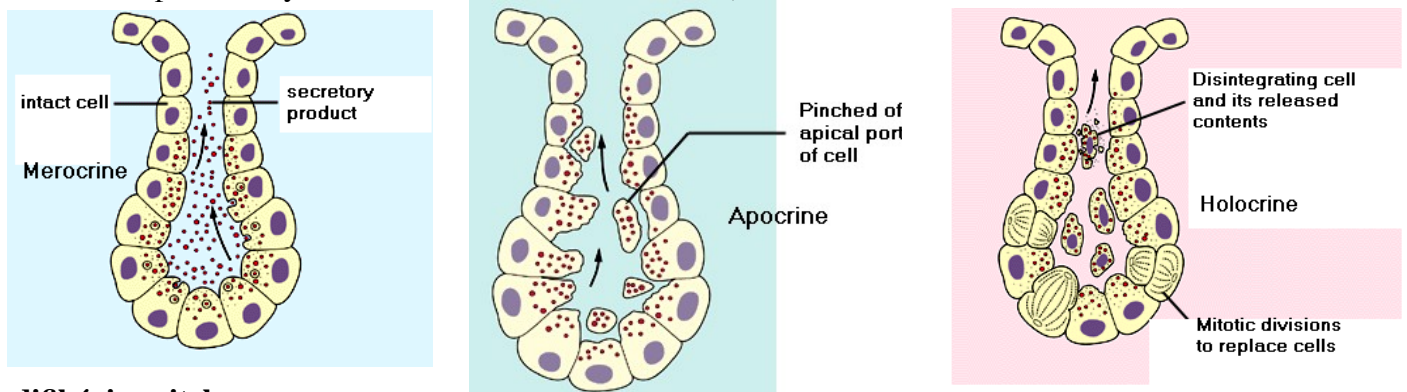
kombinované (tubuloalveolárne žľazy)

- podjazyková slinná žľaza (glandula sublingualis) cic.
- podčeľustná slinná žľaza (glandula submandibularis) cic.



podľa sekrécie:

merokrinné, apokrinné, holokrinné, exokrinné – s vonkajším vylučovaním (exkrét von z tela, alebo do tráviaceho traktu), **endokrinné** – s vnútorným vylučovaním (inkrét – hormón do krvi, hemolymfy alebo po nervových dráhach - neurokrinná inkreécia)



modifikácie epitelov

tyčinkový lem – resorpčný epitel tenkého čreva

kefkový lem – resorpčný epitel v obličkových kanálikoch

stereocílie – udržiavanie hlienu na povrchu pokožky

kinocílie – riasinkový lem (dýchacie epitel)

vírivý epitel – spermovody, vajcovody, črevo bezstavovcov, pokožkaprimárných lariev a nižších bezstav.

bičíkatý epitel – golierikaté bunky ostíí hubiek, črevný epitel mechúrníkov, plamienkové bunky protonefrídií ploskavcov

krusty – modifikované povrchy buniek

kutikula – nebunkové štruktúry vylúčené pokožkovými bunkami (zložené napr. z org. látky chitínu – u Arthropoda, tunicínu u Urochordata), často obsahujú pigmenty

tkanivá spojivové (spojivá)

- vyplňujú priestory medzi orgánmi, obalujú orgány
- funkcia: oporná, vyživovacia, trofická, exkréčna
- odovzdávajú metabolické produkty
- mohutný rozvoj medzibunkovej hmoty
- netvorí súvislý komplex, nie sú polarizované

klasifikácia spojív

spojivové tkanivá výplňové a oporné

spojivové tkanivá trofické (telové tekutiny)

spojivá výplňové a oporné

mezoglea (sekréciou buniek ekto a endodermu)

- hubky (spongioblasty)
- mechúrniky (skleroblasty)

parenchým (ploskavce a obrúčkavce)

- hviezdicovité bunky, polotekutá medzibunková hmota

vezikulárne spojiwo

- ramená mechúrnikov, tykadlá mäkkýšov, u ploskavcov, žalud'ovcov a kopijovcov, súčasť chorda dorsalis u Chordata
- veľké bunky, nemá medzibunkovú hmotu, obrovské vakuoly, cytoplazma a jadro zatlačené k bunkovej membráne

mezenchým

- riedke hubovité tkanivo, obaľuje základy orgánov, z neho sa diferencuje väzivo, chrupka, kosť, mezodermálneho pôvodu

väzivo

- bunky, amorfná rôsolovitá matrix polotekutej konzistencie, vláknitá zložka

prisadlé bunky väziva

fibrocyty (-blasty) - produkcia medzibunkovej hmoty

retikulárne bunky - zdroj pre vznik krvných a fagocytujúcich buniek, produkcia retikulárnych vlákien

tukové bunky: univakuolárne, multivakuolárne

pigmentové bunky (ochranná funkcia)

- melanofóry - hnedočierne, čierne farbivá
- iridocyty (leukofóry) – striebřisté (kryštalíky guanínu)
- xantofóry - žlté farbivá karotény
- erytrofóry - červené farbivá

nediferencované mezenchýmové bunky - zdroj pre diferenciáciu ostatných buniek

blúdivé bunky väziva

histiocyty (schopnosť fagocytózy)

plazmocyty (produkcia protilátok (gamaglobulínov) – napr. serózne blany, lymfatické tkanivo, červená kosťná dreň, tráviaca a dýchacia sliznica)

žirne bunky (heparinocyty)

- heparín - antikoagulačný faktor
- histamín – permeabilita krvných kapilár
- serotonin – posilňuje peristaltiku čriev

blúdivé krvné bunky

- leukocyty okrem bazofilných (lymfocyty, monocyty, neutrofilné a eozinofilné granulocyty)

fibrilárna zložka väziva

- kolagénne
- elastické
- retikulárne vlákna

typy väziva

1.) riedke

mezenchým – bunky hviezdicovitého tvaru, medzibunková hmota polotekutá

rôsolovité väzivo

- fibroblasty (fibrocyty), rôsolovitá základná hmota, retikulárne a kolagénne vlákna
- pupočník cicavcov, podkožné väzivo u lariev obojživelníkov

riedke kolagénne väzivo

- najrozširenejší typ
- všetky typy vlákien (kolagénne, elastické, retikulárne)
- fibrocyty, tukové bunky, všetky typy blúdivých buniek

retikulárne väzivo

- lymfatické uzliny, slezina, červená kosťná dreň, endoost (zahustené retik.váz.)

tukové väzivo

- energetická rezerva, mechanický a tepelný izolátor
- univakuolárny typ (biele až žltkasté) – podkožný tuk, tukové púzdra vnútorných orgánov
- multivakuolárny typ (hnedé) – zimní spáči

2.) husté - prevláda vláknitá zložka, najmä kolagénne vlákna, bunková zložka menej, extracelulárna amorfná matrix minimálne

husté väzivá neusporiadané

- vlákna všetkými smermi
- v zamši, fascie svalov, púzdra orgánov (semenníky, pečeň, lymfatické uzliny, obličky), v ochrupkoviaci, okostici, nášľapky chodidiel u cicavcov

husté väzivá usporiadané

- fibrilárna zložka jedným smerom
- šľachy, aponeurózy, väzy

šľacha (tendo, tendines)

- bunky **tendinocyty** (krídlaté bunky)
- povrazce kolagénnych vlákien
 - primárne povrazce vlákien – obal **endotendineum** (riedke kolagénne väzivo)
 - sekundárne zväzky – pozostávajú z viacerých primárnych zv. – obal **peritendineum**
 - terciárne – obal **epitendineum**
- vo väzivových obaloch prebieha inervácia a prekrvenie šľachy
- šľachy upevňujú svaly k chrupke alebo ku kosti

aponeurózy (aponeuroses)

- ploché, šľachám podobné útvary
 - aponeurosis palatina** (mäkké podnebie v ústach)
 - aponeurosis linguae** (obal svalového tela jazyka)

väzy (ligamentá)

- prevláda elastická fibrilárna zložka
 - ligamenta flava chrbtice** (majú obal z riedkeho kolagénneho väziva)
 - hlasové väzy (ligamenta vocalia)** – u cicavcov v hrtane (larynx), u vtákov pri bifurkácii priedušnice (špecializovaný orgán syrinx)

(2) TKANIVÁ CHRUPKOVÉ A KOSTNÉ

chrupka

- bezcievne oporné tkanivo
- pružnosť, pevnosť
- vzniká zo zárodočného mezenchýmu; mezenchýmové b. -> chondroblasty -> chondrocyty
- bunková zložka: **chondrocyty** (-blasty)
- extracelulárna zložka:

fibrilárna (kolagénne a elastické vlákna)

amorfná (chondrín – chem. chondroitínsulfát)

- obal: **ochrupkovica (perichondrium)** - cievy, inervácia (
- výživa a rast chrupky

rast chrupky:

apozíciou (prechod fibroblastov z perichondria) a diferenciácia na chondrocyty -> do šírky

intususcepciou (chondrocyty sa mitoticky delia) -> do dĺžky

typy chrupkového tkaniva:

prachrupka (praecartilago)

pravá chrupka (cartilago)

1. chondroidné tkanivo (praecartilago)

- veľké bunky, málo medzibunkovej hmoty, štruktúra drží spolu turgorom buniek
- kostra kruhoústnic, žralokov a niektorých rýb

2. parenchýmová chrupka (praecartilago)

- bunky s veľkými vakuolami, málo medzibunkovej hmoty. ušný boltec hlodavcov

3. hyalínna chrupka

- sklovitá, namodralá, interfibrilárna a fibril. zložka má rovnaký index lomu javí sa ako homogénna
- vlákna: kolagénne
- chondrocyty v **izogenetických skupinách** (usporiadané v teritóriu)
- súčasť embryonálneho skeletu stavovcov
- stavovce: u dospelých koncové časti rebier, priedušnica, priedušky, skelet nosa, kĺbové plochy
- bezstav: obrúčkavce – mnohoštetinavce, subradulárna chrupka u mäkk, hlavonožce ochrana mozgu

4. elastická chrupka

- chondrocyty sa nenachádzajú v izogenetických skupinách
- elastické > kolagénne
- ohybnosť, pružnosť
- ušnica (auricula) cicavcov, Eustachova trubica, chrupky larynxu, bronchioly, stena veľkých ciev (napr. arcus aortae, aorta)

5. kolagénna (väzivová, vláknitá, fibrózna) chrupka

- chondrocyty sú uložené izolovane
- vláknitá časť je tvorená silnými kolagénnymi vláknami, paralelne prebiehajúcimi
- málo amorfnej hmoty
- miesta náročné na tlak aj ťah – medzistavcové platničky, kĺbové spojenia (kľúčna a ramenná kosť, čeľusťný kĺb)

kosť

- všetky kostné tkanivá majú mezenchýmový pôvod
- oporné tkanivo, ktoré tvorí kostru stavovcov od rýb (okrem jeseterotvarých)
- bunková zložka: **osteoblasty**, **osteocyty**, **osteoklasty**
- organická medzibunková hmota: oseín - vláknitý kolagén, amorfné glykoproteíny (kys. chondroitínsírová)
- anorganická zložka: CaCO_3 a CaPO_4 (8:1), hydroxyapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, CaF_2 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, SrSO_4 , NaCl , Ba^{2+}
- **osteoblasty** – mladé kostné bunky, majú delivú schopnosť
- **osteocyty** - oválne bunky s cytoplazmatickými výbežkami, kt. v zrelých kostiach zanikajú
 - v medzibunkovej hmote jemné kanáliky (**canaliculi ossium** – zabezpečujú transport živín)
 - zrelé osteocyty sa nedelia, sú uložené v **lakunách**
- **osteoklasty** - mnohojadrové útvary, zúčastňujú sa na resorpcii kosti
 - nachádzajú sa v **Howshipových lakunách**

kosti podľa tvaru

- dĺhke kosti (končatiny)
- krátke
- ploché (kosti neurokrania, panva, lopatka, hrudná kosť)
- nepriavidelného tvaru (napr. členok)

podľa stavby a funkcie

- kosť plst'ovitá (hrubovláknitá, pleximorfná)
- kosť lamelárna (jemne vláknitá) - kompaktná
- špongiózna

kostné pleximorfná (hrubovláknitá)

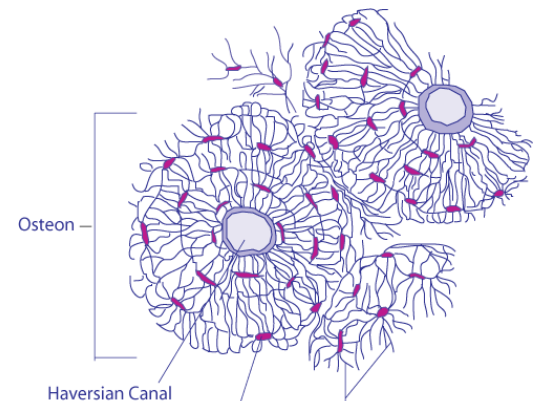
- vysoký obsah plst'ovitých kolagénnych vlákien spojených interfibrilárnou hmotou (obsahuje CaCO_3)
- u nižších stavovcov (obojživelníky, plazy)
- v vyšších stavovcov na miestach úponu svalov šľachami, v zubnom cimente a embryonálnych štádiách

osteoidné tkanivo

- podobné štruktúrou hrubovláknitej kosti
- zubovina vyšších stavovcov
- v kostre niektorých rýb

kosť kompaktná

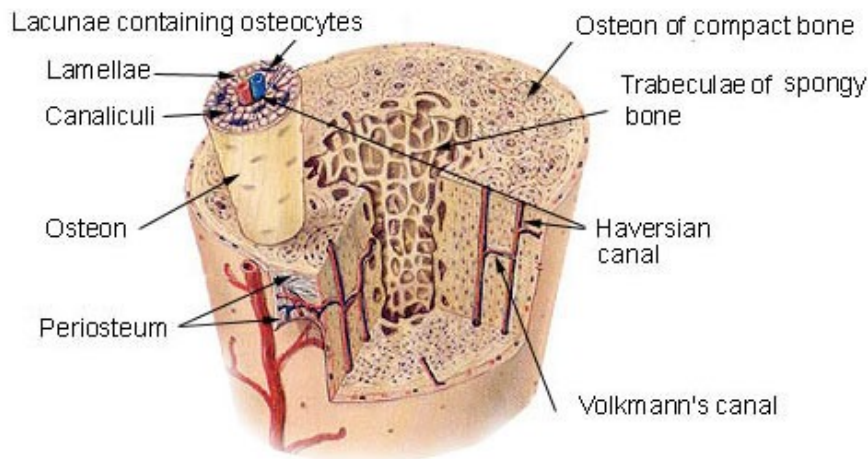
- tvorená kostnou hmotou
- prestúpená sústavou kanálikov, ktorou prúdi do kosti výživa
 - **Volkmanove** – prebiehajú kosťou priečne
 - **Haverzove** – rovnobežne s pozdĺžnou osou kosti
 - doplnené **spojovacími** kanálikmi
- osteocyty v blízkosti kanálikov sú v mladosti napojené cytoplazmatickými výbežkami na cievy a na druhej strane na výbežky osteocytov uložených hlbšie v kosti
- osteocyty a medzibunková hmota sú uložené vrstevnato
 - **povrchové lamely** vrstvy súbežné s povrchom kosti
 - **Haverzove lamely** vrstvy obklopujúce na spôsob dutých valcov Haverzove kanáliky
 - **vmedzerené lamely** -vrstvy vyplňujúce priestor medzi valcami Haverzovými lamiel
- úseky dĺhych kostí medzi kĺbovými hlavicami (**epifýzami**) – **diafýzy**
- vnútri sú diafýzy duté, vyplnené žltou kostnou dreňou
- z tenkých vrstiev kompaktnej kosti je tvorený povrch epifýz, ako aj krátkych a plochých kostí
- **osteon** - komplex lamiel sústredený okolo 1 Haverzovho kanálika



amorfná extracelulárna matrix

- prestúpená kolagénnymi vláknami, kt. priebehajú 1. paralelne s pozdĺžnou osou osteonu, 2. šikmo, 3. kolmo

Compact Bone & Spongy (Cancellous Bone)



kosť hubovitá (špongiózna)

- výplne epifýz dlhých kostí, stredná časť plochých, kosti nepravidelného tvaru
- **trabeculi** (trámce) – usporiadané tak, aby čelili tlaku, Haverzove kanáliky
- prechádzajú v trnité útvary ostne (**spiculi**) - bez Haverzových kanálikov
- porézna
- dutiny medzi ostňami a trámčkami vyplnené **červenou kostnou dreňou**

obaly kosti

okostica (periost) - husté väzivo neusporiadané na povrchu, riedke kolagénne väzivo vo vnútri

- vstupujú sem nervy + cievy (výživa kosti)
- chýba na povrchu kĺbov, v mieste úponu svalov a ligamentov

endoost - vnútorná výstelka kosti (zahustené retikulárne väzivo)

Sharpeyove vlákna - kolagénne vlákna, ktoré pripútavajú periost a endoost ku kosti

kostná dreň

- v kostnej dutine
- je vystlaná endoostom
- tvorí ju mezenchým, neskôr retikulárne väzivo
- obsahuje: retikulárne bunky, osteoblasty, osteocyty, osteoklasty, tukové bunky, materské bunky krvíniiek myeloidného typu, u cicavcov tiež megakaryocyty (ich rozpadom vznikajú krvné doštičky)

typy kostnej drene

- **červená** (hematogénna) – vznik krvných elementov, u mláďat celková, v dospelosti väčšinou nahradzaná tukovými bunkami; zostáva v plochých kostiach (kosti neurokrania, rebrá, panva, lopatky, hrudná kosť), v kľúčnych kostiach
- **tuková** (žltá) - obsahuje tukové bunky, nemá hematogénne schopnosti, pri záťaži sa môže reaktivovať, dlhé kosti
- **želatinózna** (sivá) - u starých jedincov, pri dlhých chorobách

spojenie kostí

1. pevné (synarthrosis)

syndesmosis (väzivom) - švy (suturae) – lebka, panva

synchondrosis (chrupkou) - rebrá k hrudnej kosti (hyalínna chrupka), medzistavcové platničky (fibrózna chrupka)

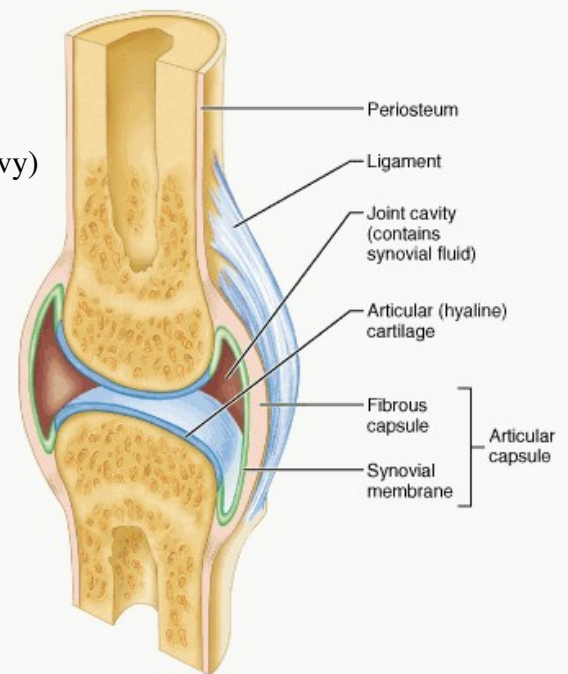
synostosis (kosťou) - napr. os sacrum zrastením 5 krížových stavcov

2. kĺbové (diarthrosis)

- pohyblivé
- v kĺbe kĺbová štrbina
- artikulujúce konce obalené hyalínou chrupkou

morfológia kĺbu

- na povrchu **kĺbové puzdro** - husté neusporiadané väzivo, zvonku prechádza do periostu
- vnútri **synoviálna membrána** (riedke kolagénne väzivo + cievy)
- synoviálna membrána vstupuje **synoviálnymi kĺkmi** do dutiny kĺbu
- vnútri sa nachádza **synoviálna tekutina** (vzniká z tkanivového moku synoviálnej membrány)
 - > mazacia funkcia v kĺbe



hojenie zlomenín

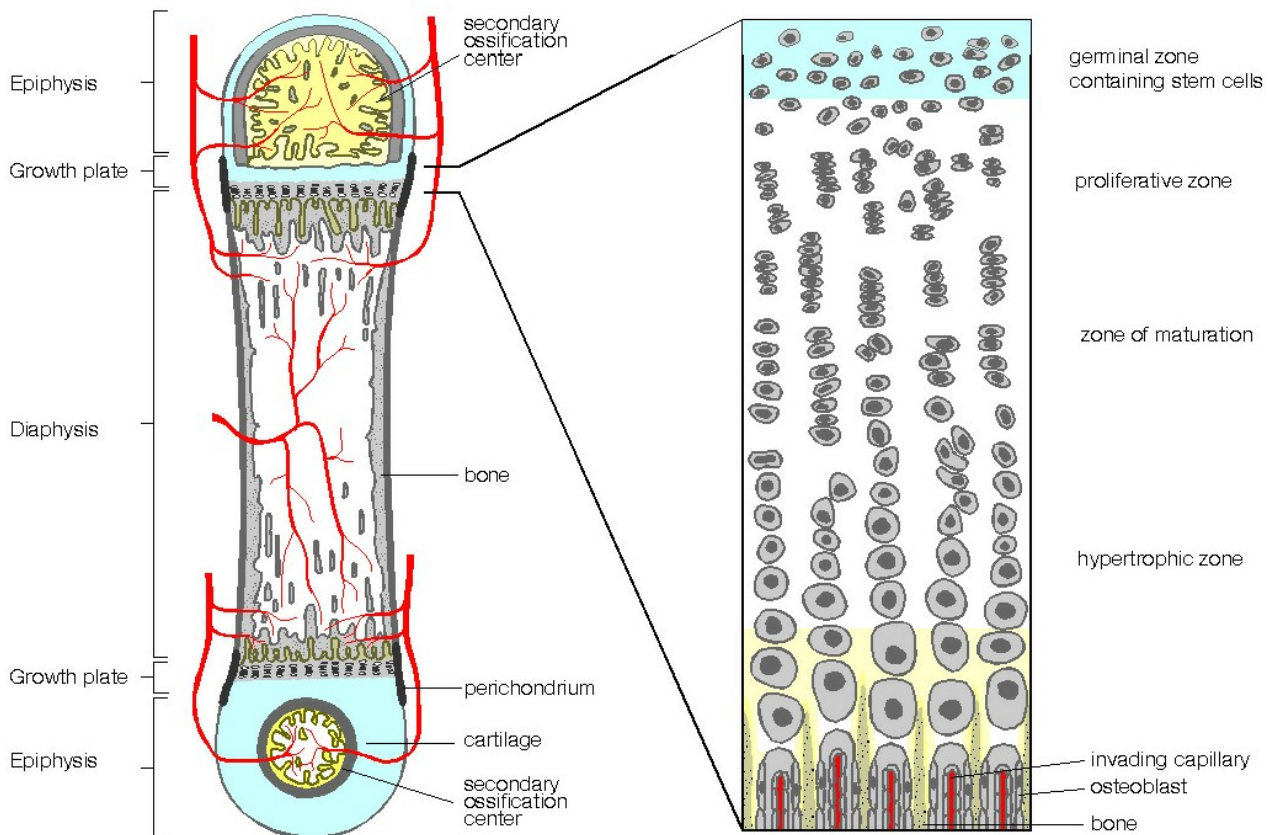
- z periostu
- úplná regenerácia stratených kostí alebo ich častí len u nižších stavovcov

desmogénna osifikácia - na väzivovom podklade

- ploché kosti neurokrania, väčšina kostí tvárovej časti lebky vrátane dolnej čeľuste, kľúčna kosť
- panciere korytnačiek, gastrálie krokodílov, kostené dosky pásovcov

chondrogénna osifikácia (enchondriálna)

- dlhé kosti skeletu, stavce, hrudná kosť, panvová kosť
- osifikácia prebieha na báze hyalínnej chrupky, ktorá svojim tvarom zodpovedá budúcej kosti
- enchondrálne - rast kosti do dĺžky
- periostálne - rast kosti do šírky
- postupuje zo stredu kosti smerom k epifýzám
- 8 osifikačných zón - normálnej hyalínnej chrupky
 - dorastajúcej chrupky
 - hypertrofickej chrupky
 - zväpenatelej hypertrofickej chrupky
 - erózie (rozrušovanie zväpenatelej chrupky)
 - osteoidná (diferenciácia osteoblastov)
 - osimorfná (tvorba kostných trámecov na povrchu rozrušených chrupavkovitých trámecov)
 - resorpcie (osteoklasty – resorbujú kostné trámce, zväčšovanie dreňovej dutiny)



sekundárna osifikácia

- prestavba hrubovláknitej pleximorfnej, primárnej kompaktnej kosti
- začína v strede diafýzy, šíri sa po celom objeme periostálnej kosti
- aktívna účasť osteoklastov
- vznik koncentrických kost. lamiel v Haverzových systémoch
- v epifýzách je hrubovláknitá kosť nahradená lamelóznou kosťou špongióznou

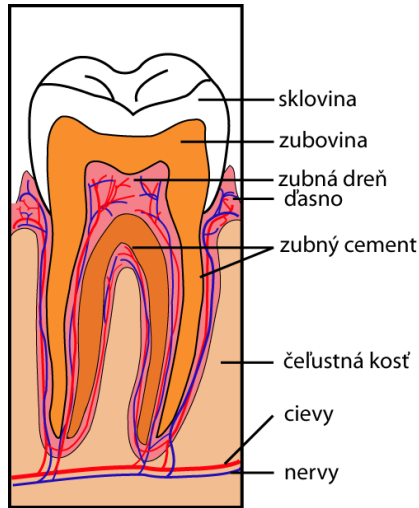
netypické spôsoby osifikácie

1. priama osifikácia väziva – ektopická osifikácia šľachy (kosti rýb, šľachy dolných končatín vtákov).
2. metaplazmatické kostnatenie – priama premena chrupky (chondrocyty sa priamo menia na osteocyty) bez predošlého odbúrania chrupavkovitej matrix (parohy jeleňovitých)

zubné tkanivo

- fylogeneticky staršie a pôvodnejšie ako kostné tkanivo
 - objavilo sa v integumente
 - plakoidné šupiny žralokov v koži a ich zuby (ich kostra je chrupavkovitá)
- zub morfológia – korunka, krček, koreň

zub – anatómia:



sklovina (substantia adamantina) – ektoderm

zubovina (dentín) – mezoderm

zubná dreň (pulpa dentis) – rôsolovité tkanivo, cievy, nervy, tukové b. ďasno

čelustná kosť

ozubica (peridontium) – riedke kolagénne väzivo

zubný cement (substantia ossea) – mezoderm, vláknitá pleximorfna kosť, bez Haverzových kanálikov

spojivové tkanivo trofické - mezenchýmový pôvod

funkcie: odstraňovanie odpadových látok

výmena plynov

rozvod živín

rozvod hormónov

obranné reakcie - fagocytóza, imunita

základné typy - améby hubiek (Porifera)

- perienterická tekutina (Nemathelminthes) – medzi endodermom a svalovinou telovej steny

- coelomová tekutina (Annelida)

- hemolymfa (Arthropoda, Mollusca – okrem Cephalopoda) – živočíchy s otvorenou CS

- hemocyty (hmyz)

- krv, lymfa, tkanivový mok (Vertebrata)

krv

- krv stavovcov – červená, prúdi v systéme ciev

- krvná plazma (55%) + krvné bunky (45%)

krvná plazma:

90% H₂O, 10% anorganické a organické látky – ióny Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, CO₃²⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻
koncentrácia iónov:

0,85% homoiotermné živočíchy

0,65% poikiotermné živočíchy (suchozemské + sladkovodné stavovce)

3,0% morské bezstavovce

organické látky: 0,1-1% cukry, 7% bielkoviny, tuky, MK, AMK, cholesterol, hormóny, kreatín,
kys. mliečna, kys. močová, močovina

krvné bunky – erythrocyty, leukocyty, trombocyty (cicavce), koagulocyty (ostatné stavovce)

erythrocyty - cicavce bez jadra, bikonkávne, človek 4,5 mil. ženy, 5 mil. muži / ml, 7,5 μm

- ostatné stavovce (ryby-vtáky) s jadrom

- tvoria sa v červenej kostnej dreni, zanikajú v pečeni a slezine

krvné farbivo:

hemoglobín (Fe²⁺) – červené - stavovce

hemerytrín - červený - červ Sipunculus (Sipunculida)

chlorokruorín (Fe²⁺) – zelený – mnohoštetinavce (Polychaeta)

hemocyanín (Cu²⁺) – modrý – ulitníky, lastúrníky, pavúky, kôrovce

echinochróm – červený – ježovky (Echinodermata)

hemovanadín – červený – ascídie (Tunicata)

achrooglobíny – bezfarebné bezstavovce

leukocyty - 5000-9000 / ml

granulocyty - špecifické granuly (lyzozómy, peroxizómy) obsahujúce oxidázy

podľa farbitelnosti granúl:

a) neutrofilné (65-75% z celkového počtu)

- 10-12 μm (človek)

- nefarbia sa ani bázickými ani kyslými farbivami

- mikrofágy, fagocytujú napr. baktérie

b) eozinofilné (2-5% z celkového počtu)

- 12-14 μm (človek)

- farbja sa kyslými farbivami

- slabo fagocytujú niektoré baktérie

- sú aktívne pri parazitárnych ochoreniach

- zneškodňujú alergény

c) bazofilné granulocyty (1% z celkového počtu)

- farbja sa bázickými farbivami

- obsahujú heparín a amíny

- jadro nepravidelne laločnaté alebo v tvare s

- imunologické reakcie

agranulocyty

a) lymfocyty (25-30% z celkového počtu)

- malé, stredné, veľké, 6-8 μm (človek)
- nefarbia sa ani bázickými
- T-lymfocyty – týmus, aktivizujú sa pri bunkovej imunite
- B-lymfocyty – burza fabricii vtákov, apendix, lymfatické tkanivo, kostná dreň
- nemajú schopnosť fagocytózy, imunologické reakcie organizmu

b) monocyty (4-8% z celkového počtu), len cicavce, 12-20 μm (človek)

- amébovitý pohyb
- makrofágy, prechádzajú z krvi do väziva a naopak
- kostná dreň

trombocyty - 150-300 000 / ml

- 2-5 μm , žijú 8 dní
- odštiepovaním z megakaryocytov
- bezjadrové (cicavce)
- v mieste poranenia -> zhluk (trombus) -> trombín mení fibronektín na vláknitý fibrín -> vznik krvného koláča
- **koagulocyty** – ryby, obojživelníky, plazy, vtáky (majú eliptické jadrá)

krvotvorba (hemopoéza) - proces tvorby a diferenciácie krvných teliesok z hemocytoblastov (materské b. krviniek, mezenchýmový pôvod)

erytropoéza: hemocytoblast -> proerythroblast -> bazofilný erythroblast -> polychromatofilný erythroblast -> -> ortochromatický erythroblast -> zrelý erythrocyt

granulopoéza (myelopoéza): hemocytoblast -> myeloblast -> promyelocyt -> metamyelocyt -> zrelý granulocyt (eozinofilný, neutrofilný, bazofilný)

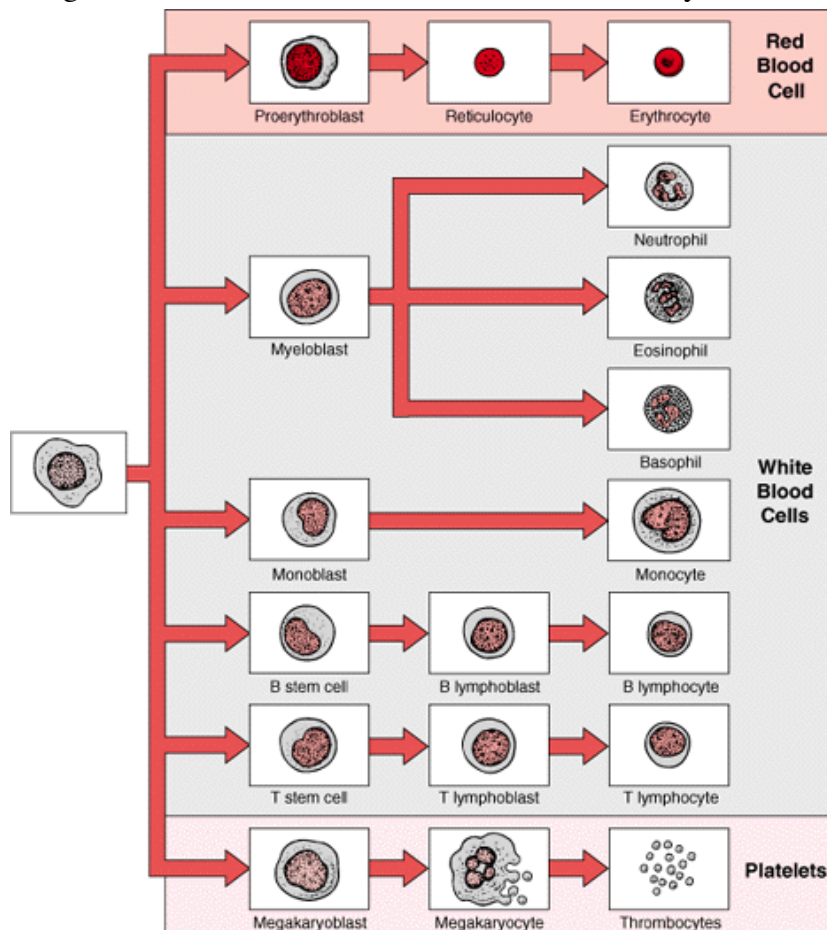
lymfopoéza

hemocytoblast:
lymfoblast
prolymfocyt
lymfocyt

vývin: lymfatické org. < kost. dreň

monoblast
promonocyt
monocyt
červ. kost. dreň, krvný obeh

megakaryoblast
megakaryocyt
trombocyty



- nižšie stavovce - krvné ostrovčeky mezenchýmových buniek v čreve, pečeni a obličkách.
- vyššie stavovce - embryonálne obdobie
 - **mezoblastová** perióda
 - vznik v hematogénnych ostrovčkoch (zhluky mezenchýmových b.):
periférne bunky -> cievny endotel
centrálne -> erytroblasty
 - **hepatolienálna** perióda
 - mezenchým pečene - granulocyty, megakaryocyty, erytrocyty
 - slezina - erytrocyty, lymfocyty
 - lymf. centrá - lymfocyty
 - **medulolymfatická** perióda - proces tvorby a diferenciácie krvných teliesok z hemocytoblastov (materské b. krviniek, mezenchýmový pôvod)
 - lymfopoéza v slezine, lymfatických uzlinách
 - špecializácia krvotvornej kostnej drene
 - **postnatálne** obdobie
 - kostná dreň (**myeloidné centrum**) } vznik všetkých teliesok okrem
 - lymfatické uzliny, týmus, slezina (**lymfoidné centrá**) } lymfocytov

lymfa

- krvné elementy + plazma, prúdi v lymfatických cievach
- zrážanlivá, vyživovacia schopnosť
- obranná funkcia

tkanivový mok

- medzi bunkami tela
- látková výmena medzi kapilármi krvného a lymfatického systému a bunkami tkanív

hemolymfa (mäkkýše a hmyz)

- plazma: 85% vody, bielkoviny (albumíny, globulíny), aminokyseliny, cukry, enzýmy, tuky, lipoproteíny a pigmenty
- katióny Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}
- plyny O_2 , CO_2
- hemoglobín u lariev pakomárov, sfarbenie je podmienené prítomnosťou pigmentov

hemocyty

- mezodermálne bunky
- vznik zo strednej časti célomových váčkov
- poznáme okolo 30 rôznych druhov
- schopnosť fagocytózy

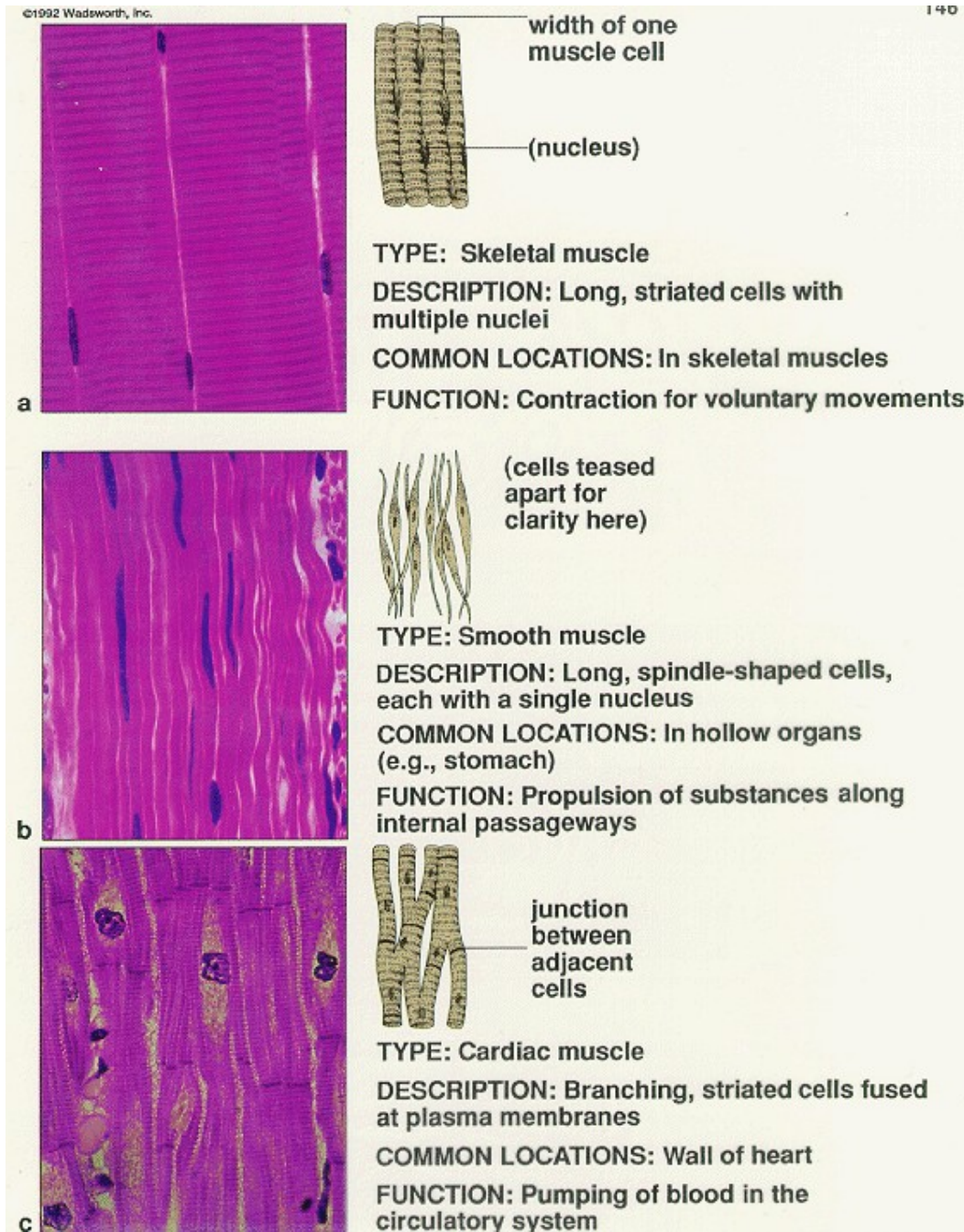
(4) Tkanivo svalové a nervové

svalové tkanivo

- pohybová funkcia
 - cytoplazma vybavená myofibrilami
 - podnety k činnosti idú z nervového ústredia motorickými vláknami
- jednobunkovce - Gregarina, Ciliophora – **myofány (myonémy)** vo vonkajšej vrstve cytoplazmy hubky (Porifera) - bunky **myocyty** okolo vyvrhovacieho otvoru (osculum)

typy svalového tkaniva

- 1) svalové epitely
- 2) hladká svalovina
- 3) priečne pruhovaná svalovina
- 4) svalovina srdca (myokard)



svalové epitely (myoepitely) - ektodermálneho alebo endodermálneho pôvodu

- premenou krycích alebo výstelkových epitelov; bazálna č. sa rozšíri a vklíní sa pod ostatné epitelové bunky
- podkožná svalovina mechúrníkov, okružná podkožná svalovina a pozdĺžna črevná svalovina ploskavcov
- stavovce – v niektorých žľazách a v očnej dúhovke (iris)

hladká svalovina

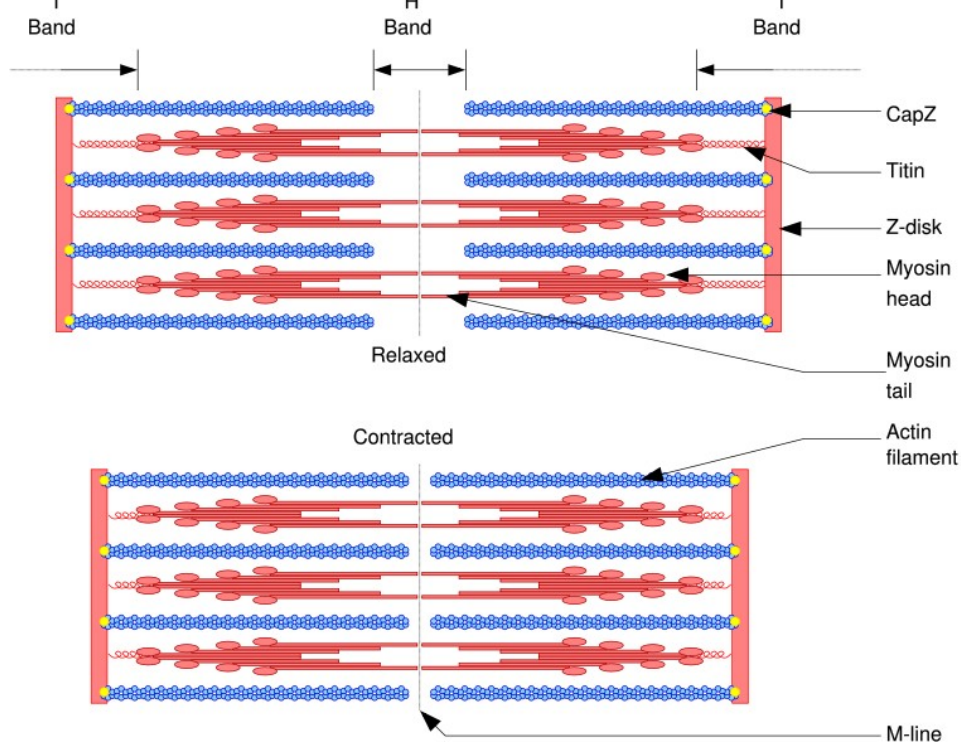
- fylogeneticky staršia, základná stavebná jednotka je **myocyt**, bunka vretenovitá až vláknitá (15-200 μm)
- **sarkolema**, **sarkoplazma**, **sarkoplazmatické retikulum**, **sarkozómy** (modifikované mitochondrie), deliace teliesko (**diplocentrum**), mohutný Golgiho aparát, myofibrily
- myofibrily - **dvojlomné anizotropné**
- umožňujú skracovanie myocytu až o polovicu dĺžky
- **aktín, myozín, tropomyozín, paramyozín**
- vznik z embryonálneho mezenchýmu
- v zrelom štádiu sa striedajú vrstvy hladkej svaloviny a vmedzereného retikulárneho spojiva
- ovládaná vegetatívnymi nervami, činnosť nemôžeme ovplyvňovať vlastnou vôľou
- vystieľa steny vnútorných orgánov, nezaist'uje pohyb stavovcov
- u bezstavovcov (napr. Annelida, Mollusca) zaisťuje pohyb, jej činnosť je riadená z CNS
- **helikálna** svalovina obrúčkavcov – prudko reaguje
- **paramyozínová** svalovina – dlho vydrží v stave kontrakcie (zvieracie lastúry)
- výkon hladkej svaloviny malý, reakcie pomalé, činnosť vytrvalá, v tepnách pracuje celý život
- regenerácia z vmedzereného retikulárneho spojiva

priečne pruhovaná svalovina

- dokonalejší, fylogeneticky mladší typ
- v typickej podobe u článkonožcov a stavovcov – kostrové svalstvo -> pohyb riadený CNS
- základná stavebná jednotka svalové vlákno
- dlhý vláknitý útvar (**syncytium**), na povrchu **sarkolema**, v sarkoplazme niekoľko 100 jadier, priečne pruhované vlákna – myofibrily, sarkoplazmatické retikulum a priečne prepážky **telofragmy**
- sarkolema - blana silná asi 1 μm , aktívne sa dokáže nat'ahovať.
- jadrá vlákien – oválne, v sarkoplazme sú rozptýlené buď rovnomerne (článkonožce, žraloky) alebo sú pod sarkolemou (väčšina stavovcov).
- sarkoplazmatické retikulum – modifikované ER, na jeho povrchu nie sú ribozómy, niektoré jeho výbežky sú spojené so sarkolemou -> prenos vzruchu od povrchu svalového vlákna k povrchu myofibríl.
- sarkozómy (modifikované mitochondrie) v štrbinách medzi myofibrilami -> získavanie energie

myofibrily – 3 druhy bielkovín

- jednolomný aktín (**izotropný**), dvojlomný myozín (**anizotropný**), menšie množstvo **tropomyozínu**
- myofibrily prebiehajú po celej dĺžke sval. vlákna a prechádzajú otvormi v jeho priečných prepážkach
- priečne pruhovanie -> pravidelné striedanie dvojlomného myozínu s jednolomným aktínom po celej dĺžke myofibríl
- stredom jednolomných (aktínových) idú **telofragmy** (tzv. **Z-línia**), kt. delia sval. vl. na **sarkoméry**
- stredom anizotropných zón ide tzv. **mezofragma** (**M**), v ktorej je viditeľný tzv. **Hensenov prúžok** (**H-zóna**), šírka Hensenovho prúžku sa mení podľa stupňa kontrakcie myofibrily -> pri maximálnom s'ahu sa Hensenov prúžok zúži na minimum, sarkoméry sa skrátia na dĺžku protofibríl



protofibrily

- myofibrila sa skladá z tenkých a hrubých protofibríl
- striedanie radov hrubých a tenkých protofibríl.
- pri natahnutí svalu zostávajú medzi protofibrilami jedného druhu medzery takmer tak dlhé, ako je celá dĺžka protofibríl
- pri kontrakcii sa zasunujú hrubé protofibrily medzi tenké a dochádza k ich čiastočnému (alebo úplnému) prekryvaniu -> v miestach prekryvu vytváranie **reverzibilných chemických väzieb**
- na hrubých protofibrilách sú miesta väzieb na výbežkoch rozmiestnených na ich povrchu, oproti výbežkom idú plytké jamky na povrchu tenkých filamentov

umiestnenie myofibríl v priečne pruhovanom svalu

- rovnomerne
- do zväzčkov (**sarkostyli**) – **Cohnheimove políčka**
- **myotenie** – pentlicovité útvary

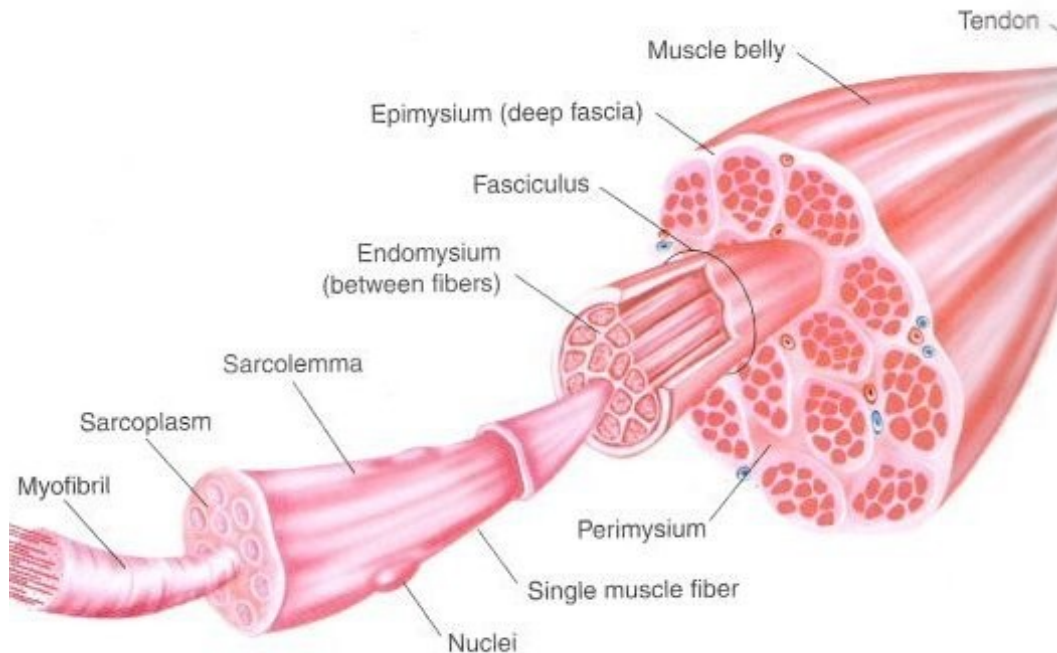
podľa pomeru myofibríl, myoglobínu a sarkozómov:

svaly **bledé (fázické)** – veľa myofibríl, málo myoglobínu a sarkozómov, orgány s rýchlym a intenzívnym výkonom, pracujú krátkodobo, ale vysoko účinne

svaly **červené (tonické)** – málo myofibríl, často sa zokupujú do zväzčkov – sarkostyli, vysoký obsah myoglobínu a sarkozómov, silne prekrvené, ich činnosť pomalá, ale vytrvalá

obaly svalových zväzkov

- jednotlivé svalové vlákna sú spojené do svalových zväzkov pomocou retikulárneho spojiva
- spojením veľkého množstva zväzkov vzniká sval
- obaly: **endomýzium, perimýzium, epimýzium**, na povrchu svalu je spojivová blana **fascia**



svalovina srdca, myokard

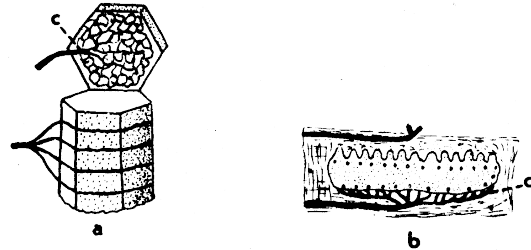
- základná stavebná jednotka – **kardiomyocyt** (jednojadrová bunka)
- bunky sú usporiadané do zložitej priestorovej siete, jadrá v strede bunky
- sarkoplazma bohatšia na sarkozómy, menej myofibríl – pentlicovité myotenie
- **interkalárne disky** (priečne prepážky), sú silnejšie farbiteľné, prebiehajú schodovito
- myokard nemá regeneračné schopnosti
- pracuje rytmicky a automaticky
- neunaviteľný, zlučuje vlastnosti priečne pruhovaného (priečna pruhovanosť) a hladkého svalu (nie je ovládaný vôľou)

elektrické a pseudoelektrické orgány

- modifikovaná priečne pruhovaná svalovina
- základnou stavebnou jednotkou je **elektroplax (elektrická platnička)**
- sú usporiadané v stĺpcoch ako monočlánky v batérii
- jedna strana elektroplaxu je inervovaná
- akčný potenciál 1 platničky je **0,14 V**
- čím viac je elektroplaxov, tým väčší výboj môže živočích vydávať
- elektrický úhor (*Electrophorus electricus*) – Amazonka, Orinocco, dĺžka 3 m, pozdĺž chrbtice 5-6 000 platničiek, výboj 600V
- elektrický sumec (*Malopterulus*) – Afrika
- elektrická raja (*Torpedo*) – Stredozemné more, Atlantik, Pacifik

pseudoelektrické orgány

- premenou chvostovej, žiabrovej, okohybnej svaloviny morských i sladkovodných rýb
- série slabých výbojov (až 300/s)
- orientácia v priestore, hlbinné ryby v tme, v bahnitom teréne, vyhľadávanie opačného pohlavia

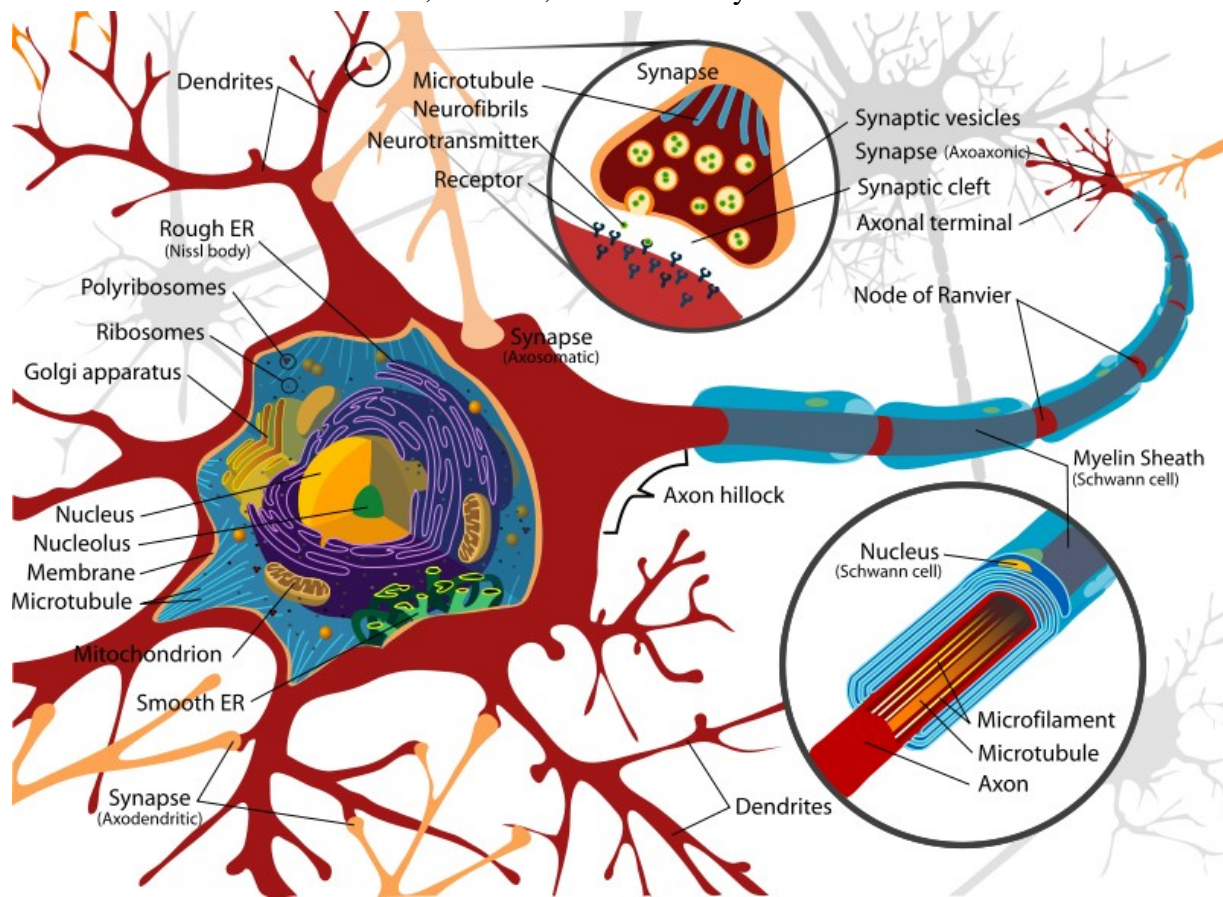


Obr. 133. Schema elektrického orgánu rejnoka
a = sloupec elektrických plotének, b = řez elektrickou ploténkou, c = nervové zakončení.

nervové tkanivo

- v CNS
 - v periférnom nervovom systéme
 - nervové bunky (neuróny)
 - podporné bunky (neuroglie) – mechanická ochrana, výživa neurónov
- neurón: **neurocyt** (telo nervovej bunky)

výbežky: **dendrity** – prijímajú podnety z prostredia a vedú vzruchy -> **celulipetálne**
neurit (axón) – prenáša vzruchy od neurocytu smerom k telodendronu -> **celulifugálne**
telodendron – koncová časť axónu -> zaisťuje prenos nervového vzruchu ďalej cez synapsie na svalové, nervové, žľazové bunky



obaly neuritu, nervových vlákien a nervu

internódium - úsek medzi 2 Ranvierovými zárezmi tvorený 1 Schwannovou bunkou

endoneurium - na povrchu Schwannovej pošvy

perineurium - obal zväzkov nervových vlákien

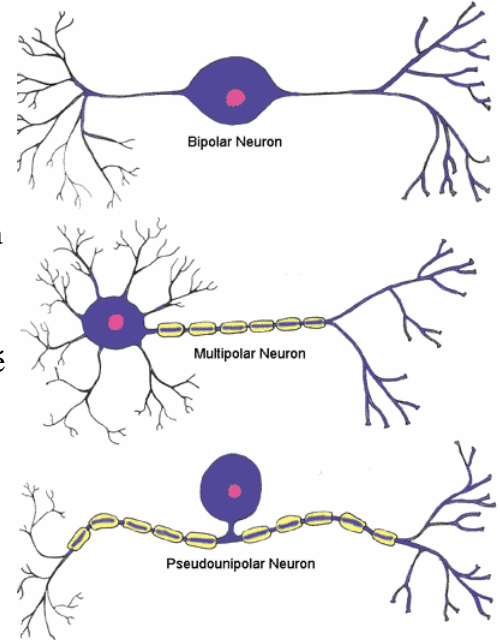
epineurium - obal celého nervu

synapsie

- 1) **axosomatické** – telodendron sa kontaktuje priamo s telom nasledujúcej nervovej bunky
- 2) **axodendritické** – koncové časti neuritu prvého neurónu a dendrity nasledujúceho neurónu
- 3) **axoaxonálne** – axón prvého neurónu na axón nasledujúcej nervovej bunky

typy neurónov

- **multipolárne** – jeden neurit, viac dendritov (napr. pyramidálne bunky z mozgovej kôry, Purkyňove bunky mozogku, motorické bunky predných rohov miechy)
- **bipolárne** – jeden neurit, jeden dendrit (napr. v sietnici stavovcov, v spinálnych gangliách nižších stavovcov)
- **pseudounipolárne** – pôvodne bipolárne, v priebehu ontogenézy sa oba výbežky pri tele bunky spojili a potom opäť rozdelili na dva samostatné výbežky (napr. v kraniálnych a miechových gangliách vyšších stavovcov)
- **unipolárne** – jeden výbežok -> neurit (axón) (napr. primárne zmyslové bunky – čuchový epitel vyšších stavovcov)



gliové bunky (neuroglie, glie)

- podporná, izolačná, metabolická a obranná funkcia

- mnohonásobne prevyšujú počet neurónov

1. **ependým** - cylindrické bunky s riasinkami: vystieľajú mozgové komory a miechový kanál -> pohyb mozgovomiechového moku
 - **tela chorioidea** -> miesta tesného kontaktu s krvnými kapilármi, ependýmové bunky tu nemajú riasinky, nemajú kubický tvar a sekrečnú funkciu
2. **astrocyty** - plazmatické (transport živín z ciev k neurónom) v sivej kôre mozgovej
 - fibrilárne (tenké, hladké, málo rozvetvené výbežky) v bielej hmote CNS
3. **oligodendroglie** - malé bunky s guľatým jadrom, jemné málo rozvetvené výbežky - v mozgu, v sympatických gangliách, pri tvorbe myelínových pošiev CNS
4. **mikroglie** – bunky s malým telom, bohato rozvetvenými výbežkami
 - pri poškodení CNS tieto bunky: migrujú na miesto poškodenia, majú schopnosť fagocytózy, sú mezodermálneho pôvodu – často označované ako **mezoglie**

nervové zakončenia

senzitívne (**afarentné**) – prijímajú podráždenie zo zmyslových orgánov

motorické (**efarentné**) – prenos podráždenia na výkonné orgány, napr. svaly, žľazy

afarentné nervové zakončenia

1. primárne zmyslové bunky - čuchový epitel, tyčinky, čapíky v sietnici
2. nervozmyslové bunky - mechanických zmyslových orgánoch...
3. sekundárne zmyslové bunky - chuťové poháriky stavovcov, modifikované povrchové bunky obalené dendritmi senzitivných neurónov

receptory

1. exoreceptory - čuchové, chuťové, zrkové, sluchové, hmatové
2. interoreceptory - podnety z vnútorného prostredia
3. proprioreceptory - podnety z výkonných orgánov, podávajú informáciu o ich stave – sú v kostrových svaloch, kĺboch a šľachách

príklady nervových zakončení

- voľné intraepitelové zakončenia
- nervosvalové vretienka
- Golgiho šľachové vretienka
- Ruffiniho telieska (v podkož. väzive, v kĺbových puzdrách)
- Vater-Pacciniho telieska (hmat)
- Golgiho-Mazzoniho telieska (teplo)
- Krauseho telieska (chlad)
- genitálne telieska
- Meissnerove telieska (ruky, jazyk)
- Merkelove telieska (v pokožke, na rypáku ošípaných)