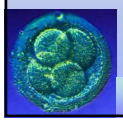
Bunková biológia

Iveta Herichová

Katedra živočíšnej fyziológie a etológie
Prírodovedecká fakulta
Univerzita Komenského Bratislava



Sylabus

Prednášky:

1. funkčná a morfologická diferenciácia živočíšnych buniek

2. mechanizmy diferenciácie, dediferenciácie (a regenerácie jednotlivých typov živočíšnych buniek) a monitorovanie týchto dejov

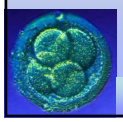
Cvičenia:

1. primárne bunkové kultúry živočíšnych buniek (izolácia, kultivácia, monitorovanie viability, monitorovanie fyziologických funkcií)

2. stabilné línie živočíšnych buniek (ich vytvorenie, pasážovanie, kultivácia, monitorovanie viability, monitorovanie fyziologických funkcií)

prednášky:
- domovská stránka Prif UK

http://fns.uniba.sk/pracoviska/biologicka-sekcia/kzf/studenti/bakalarske-studium/



Aké procesy prebiehajú v bunkovom cykle?

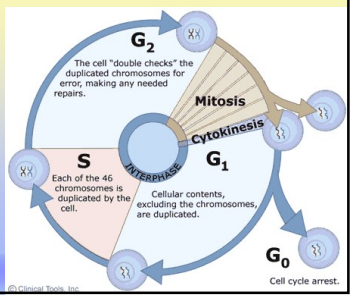
1 Differentiation

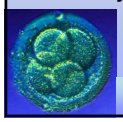
1. vytváranie komponentov rastúcej bunky
2. rozdeľovanie komponentov do dcérskych buniek

- dôležité je riadenie jednotlivých aktivít tak, aby proces prebehol správne

- G1(*gap*) fáza	- syntéza mRNA, proteínov, organel, príprava na replikáciu DNA
- S (*synthesis*) fáza	- replikácia DNA
- G2 (*gap*) fáza	- syntéza mRNA, proteínov, organel, príprava na mitózu
- M (*mitosis*) fáza	- mitóza a cytokinéza

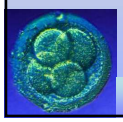
POZOR! bunkový cyklus nie je mitóza,
mitóza je len časťou bunkového cyklu



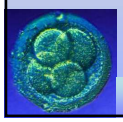


Ako prebieha bunkový cyklu počas života?

deliaca sa bunka



- v embryonálnom vývine:
  delenie buniek je najprv synchrónne
a vznikajú rovnaké bunky



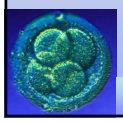
Bunkový cyklus

- G1, S, G2, M fáza

- systém regulácie bunkového cyklu musí v správnom čase aktivovať enzýmy a iné proteíny nevyhnutné na začatie každého kroku a po ukončení procesu musia byť zase deaktivované

- každý krok musí byť korektne ukončený skôr ako začne nasledujúci krok
napr. nová replikácia DNA nesmie začať skôr ako bunka prejde mitózou a dorastie do správnej veľkosti

- regulačný systém musí reagovať na vonkajšie podmienky

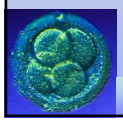


Má bunkový cyklus u mnohobunkových organizmov osobité vlastnosti?

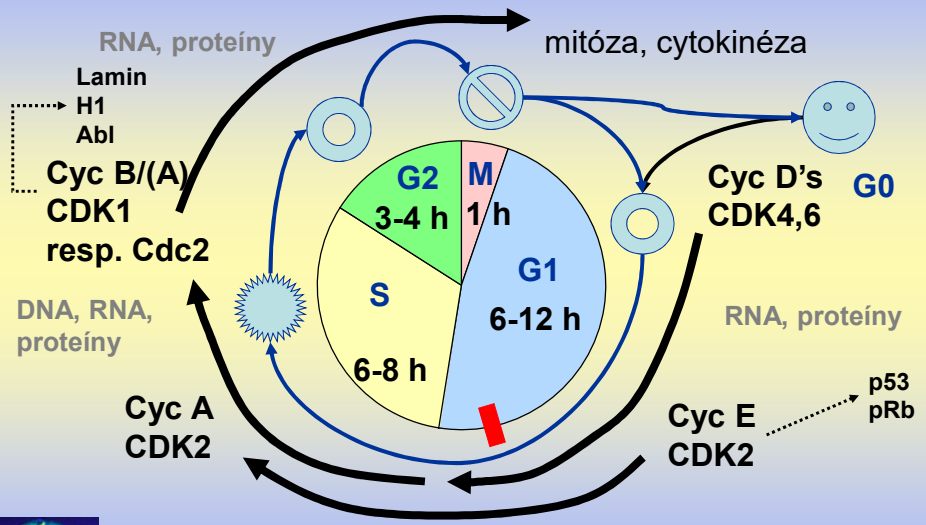
- u mnohobunkových organizmov musí regulačný systém reagovať na signály od ostatných buniek *napr. stimuly k deleniu ak je potrebný väčší počet buniek*

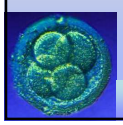
- počet buniek môže byť regulovaný programovanou bunkovou smrťou

- ak regulačný systém bunkového cyklu funguje nesprávne môže dôjsť k vzniku rakoviny



Kontrola bunkového cyklu živočíšnych buniek

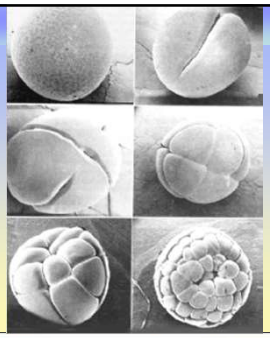


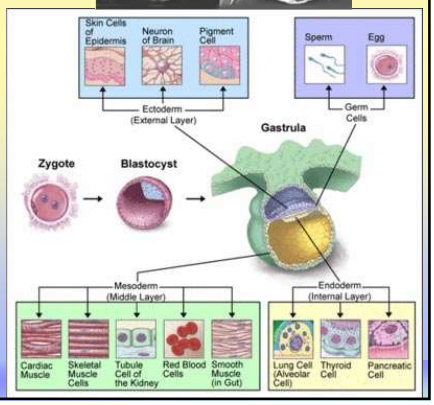


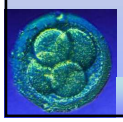
PRÍKLADY

- vývin a diferenciácia počas **embryogenézy**
  - neuróny

- vývin a diferenciácia u **dospelých jedincov**
  - krvné bunky
  - epitely

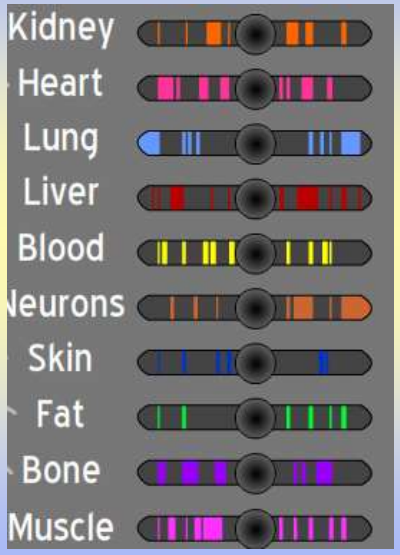


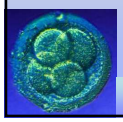




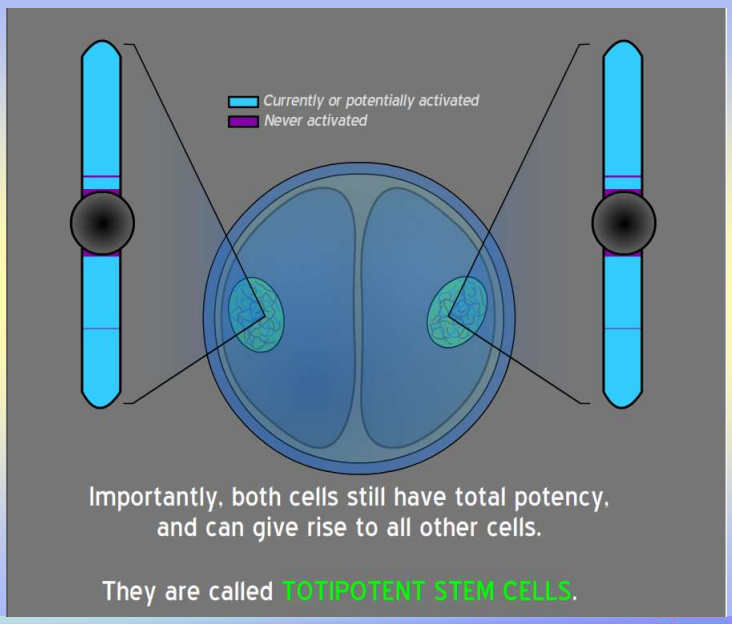
10 cyclines

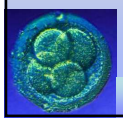
Sú v jednotlivých tkanivách aktívne rovnaké úseky DNA?



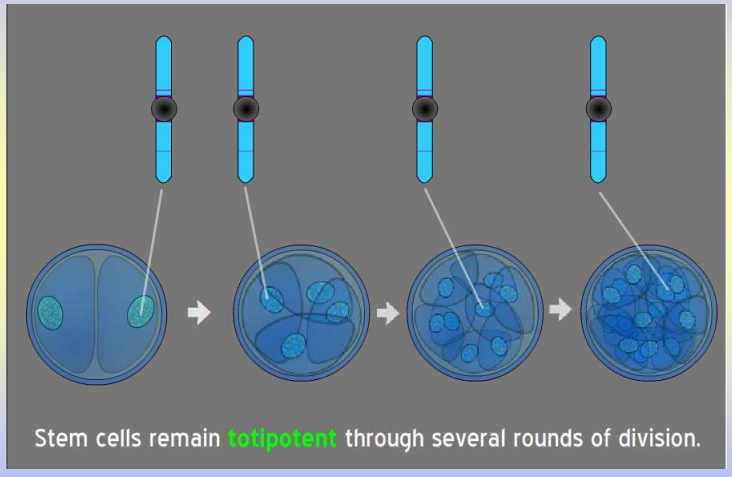


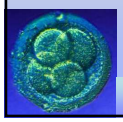
Je viac potenciálne aktívnych či inaktívnych úsekov DNA?



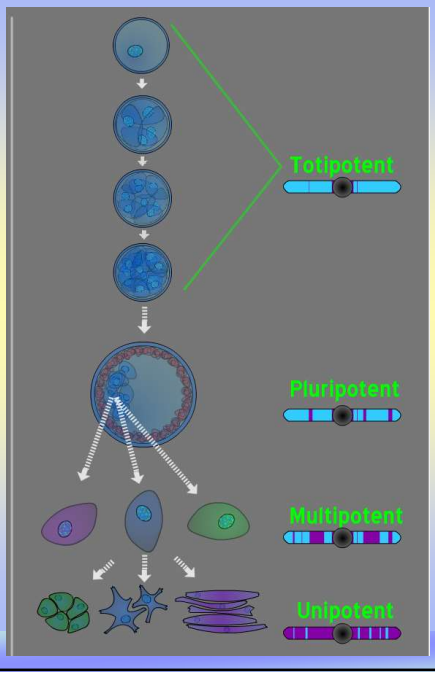


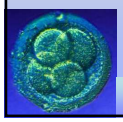
Mení sa počas diferenciácie množstvo využívanej DNA?



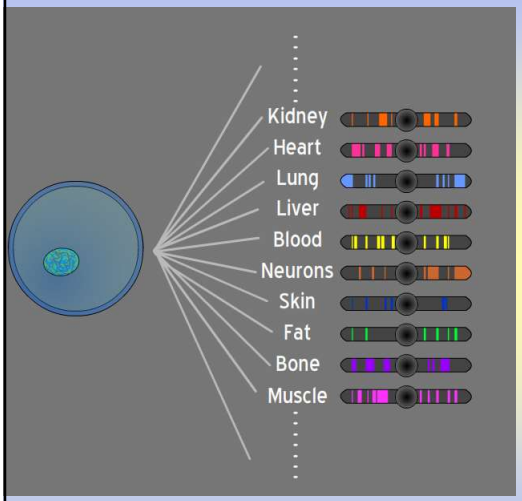


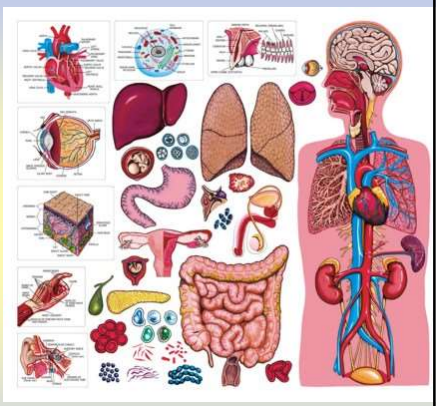
Aký je rozdiel medzi toti a uni potentnou bunkou?

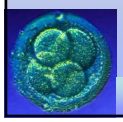




Aký je vzťah medzi aktívnymi génmi a funkciami?







http://outreach.mcb.harvard.edu/animations/preloaderStemCells.swf

hlasovanie

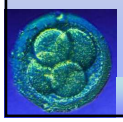
Diferenciácia - princíp

- bunka mení svoje morfologické, fyziologické a biochemické vlastnosti

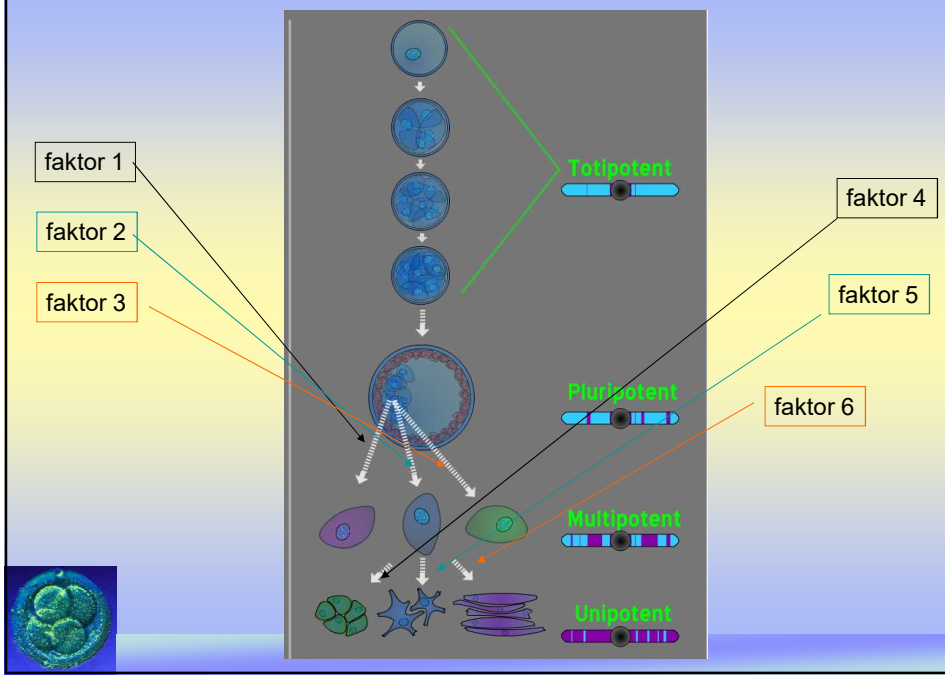
- je to spôsobené tým, že sa **exprimujú** odlišné gény (DNA sa realizuje formou proteínov)

Čo spôsobí, že sa exprimujú odlišné gény?

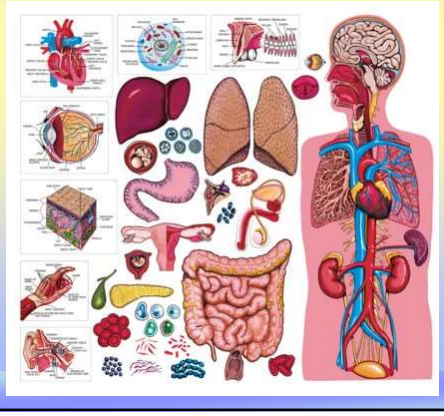
- faktory ovplyvňujúcimi génovú expresiu (fyzikálne, chemické)
  - **prichádzajúce z prostredia**
  - **prichádzajúce od iných buniek**
    - bunková signalizácia – bude v prednáške neskôr v semestri

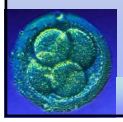


Diferenciácia - princíp



v ľudskom tele sa bunky diferencujú podľa toho akú funkciu majú plniť
- môžu plniť svoju funkciu ako **jednotlivé bunky**
- alebo ako **súčasť** tkaniva resp. orgánu
- v oboch prípadoch však musia fungovať v súčinnosti so všetkými ostatnými tkanivami v organizme



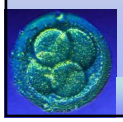


Príklady buniek diferencovaných na plnenie konkrétnej fyziologickej funkcie

- bunky, ktoré prežívajú po celý ľudský život a sú vysoko metabolicky aktívne

- bunky, ktoré majú relatívne krátku životnosť a majú veľmi nízky metabolizmus

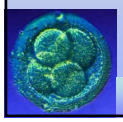
- bunky, ktoré majú veľmi krátku životnosť a sú vysoko metabolicky aktívne



Ktoré bunky prežívajú po celý ľudský život a sú vysoko metabolicky aktívne?

- funkčná jednotka hlavného riadiaceho a integrujúceho systému organizmu
- rýchle a presné privádzanie informácií z receptorov, ich centrálne spracovanie a v prípade potreby vyslanie informácií na efektory
- vytvárajú komplikovanú sieť

NEURÓNY



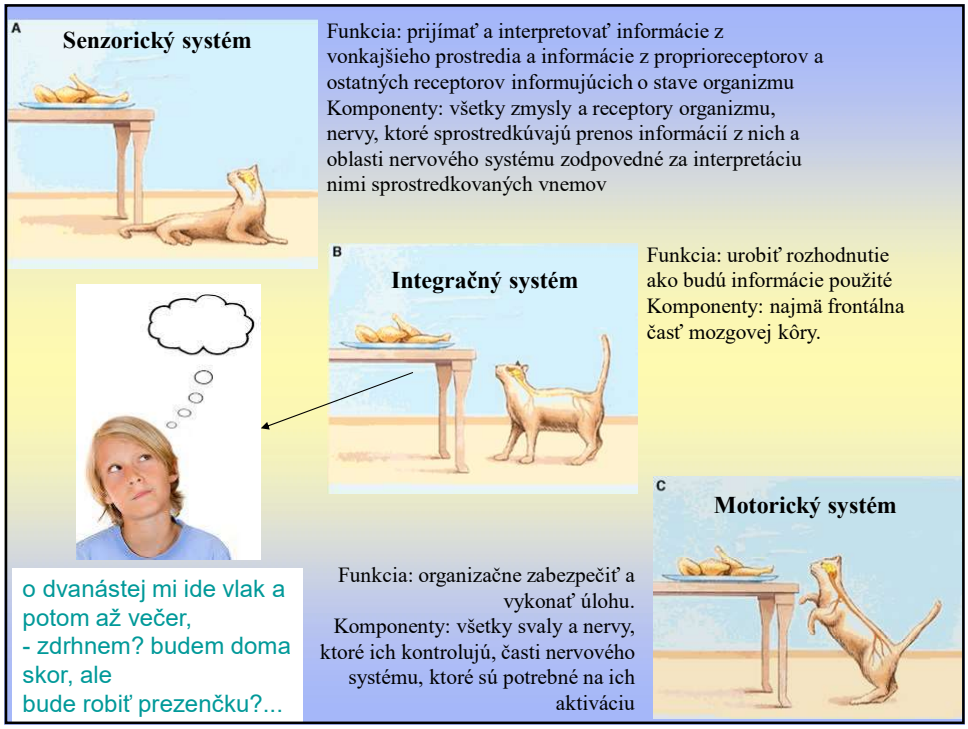
Centrálna nervová sústava je hlavným regulačným a integrujúcim systémom organizmu.

Riadi alebo aspoň zasahuje do činnosti všetkých orgánov, koordinuje ich činnosť a vzájomné vzťahy tak, aby zodpovedali potrebám organizmu. Z regulačného hľadiska tvorí funkčný celok s endokrinnou sústavou. Primárne postavenie v neurohumorálnom komplexe je determinované:

- presnosť, rýchlosť a kapacita registrácie informácií
- precíznosť a rýchlosť v spracovaní a analýze vstupných údajov za využitia informácií uložených v pamäťových stopách
- syntéza a výstupné informácie za účelom zachovania homeostázy

Princípy vývinu nervových systémov:

1. funkčná diferenciácia nervovej bunky
2. zhlukovanie nervových buniek do ganglií
3. centralizácia, vznik hlavových ganglií, bilaterálna symetria
4. zväčšenie celkového počtu nervových buniek



Neurón

stavba: somat, dendrity, axón (neurit), axónový hrbolček, iniciálny segment, myelínová pošva

Jadro (obsahuje DNA, riadi vývin a aktivitu bunky)
Mitochondrie (oxidačný metabolizmus, produkcia ATP)
Ribozómy (väčšinou asociované s endoplazmatickým retikulom, syntéza proteínov)
Golgiho aparát (separácia proteínov na sekréciu a obnovu membrány)
Lyzozómy (enzymatická degradácia)
Vezikuly (obsahujú prijatý materiál alebo materiál na exocytózu)
Endoplazmatické retikulum – ER (syntéza proteínov a lipidov)

- ***špecifické vlastnosti organel v neuróne***

- veľmi bohaté granulárne ER: nazýva sa Nisslova substancia, lebo sa farbí Nisslovou f. viažúcou sa na RNA, neuróny priebežne obnovujú membrány, malý neurón môže nasyntetizovať membránu celého povrchu každú hodinu

vezikuly: množstvo vezikúl obsahujúcich neurotransmitery

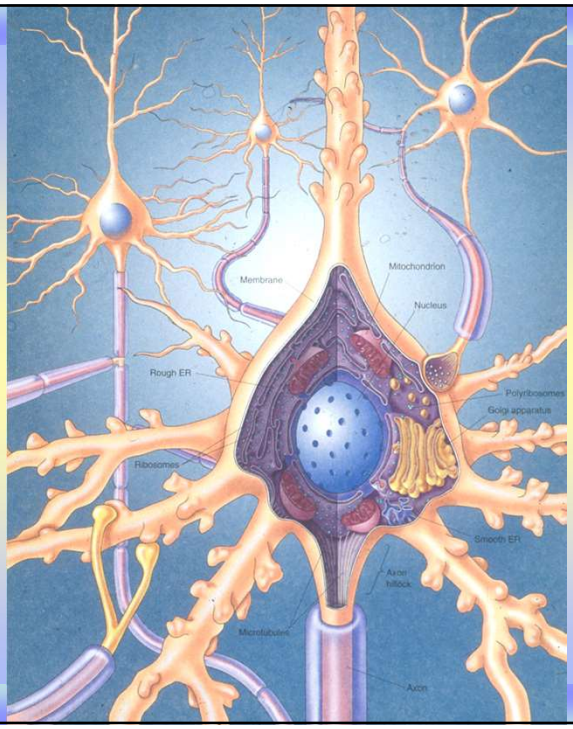
Diferenciácia neurónu

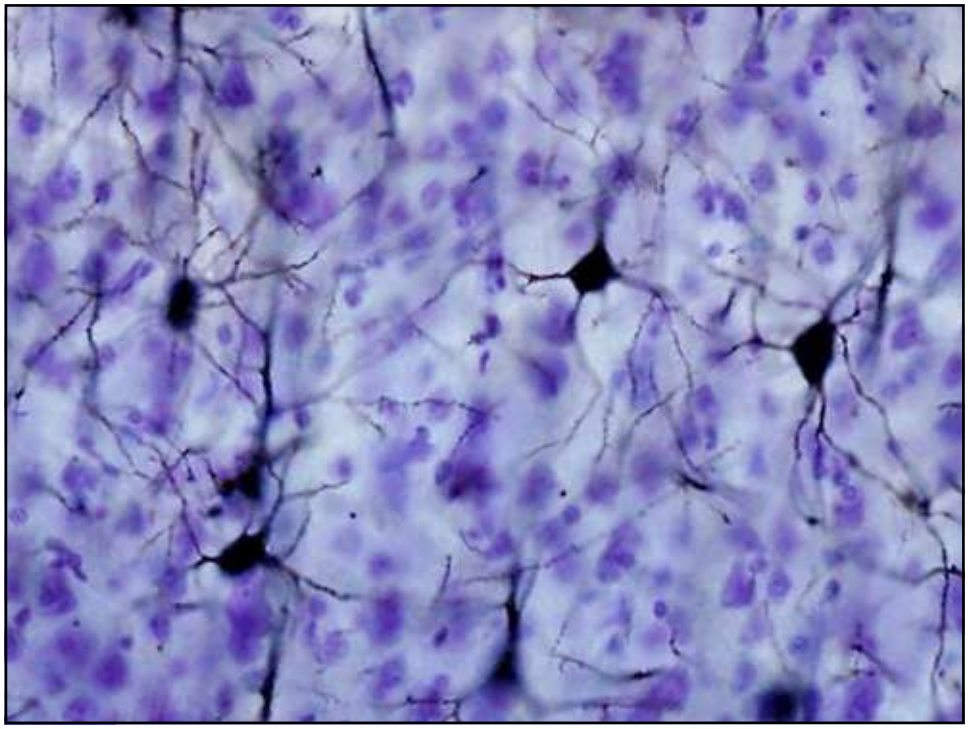
- stavba bunkového tela (morfológia)

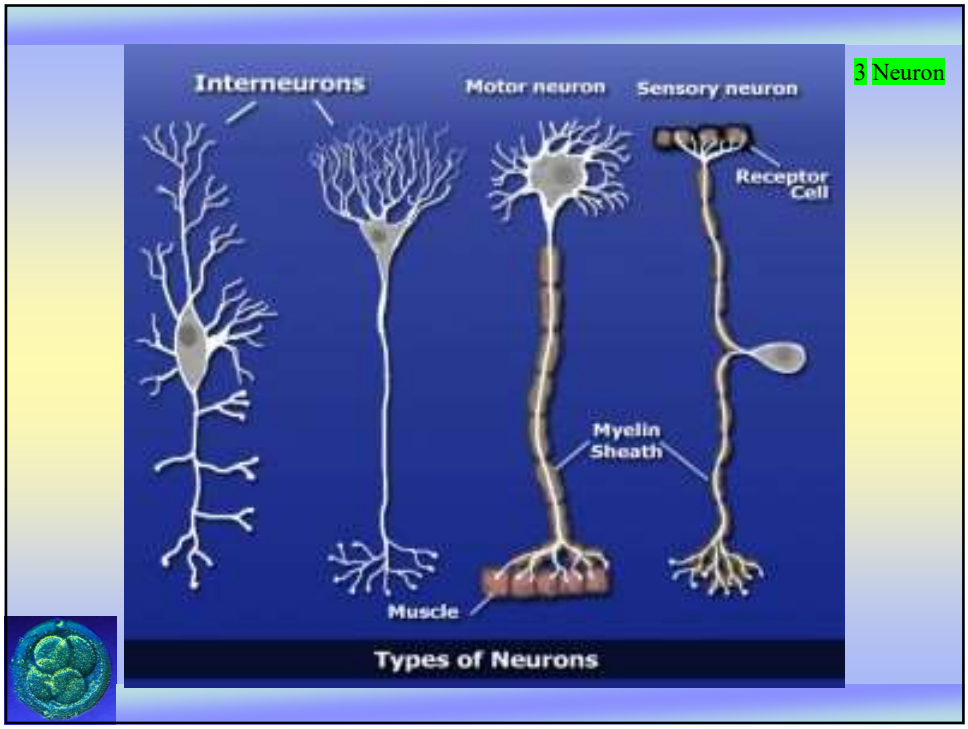
- syntéza špecifických neurotransmiterov

- vlastnosti membrány odlíšené aj v rámci jednej bunky tak, že v axóne môže vznikať nervový vzruch

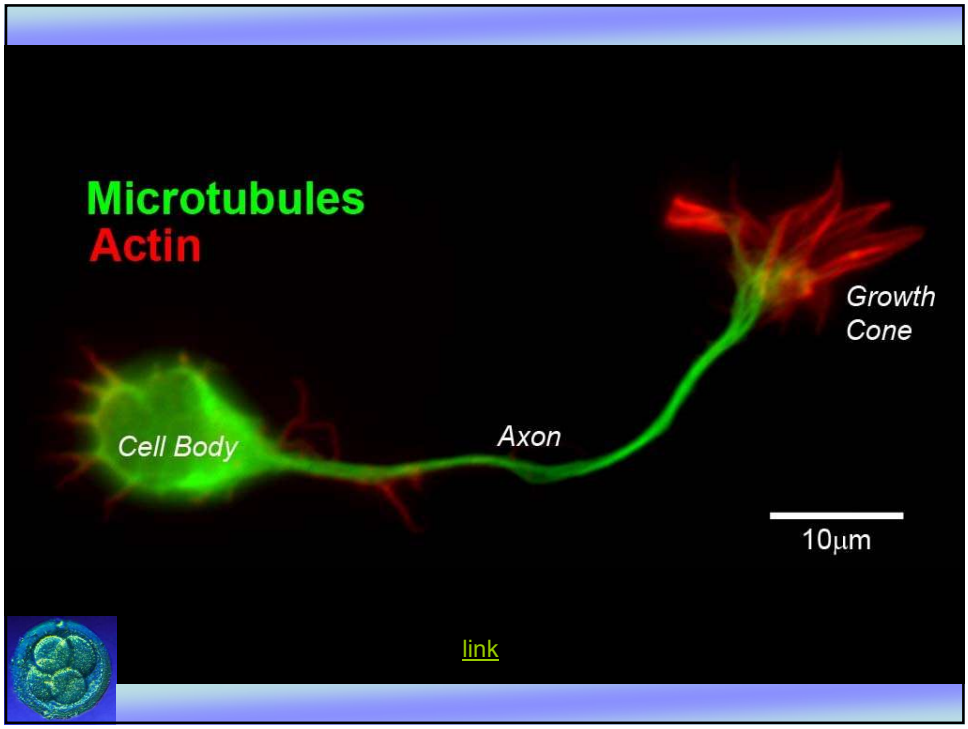
sóma
organely
axóny
dendrity
vezikuly
synapsa

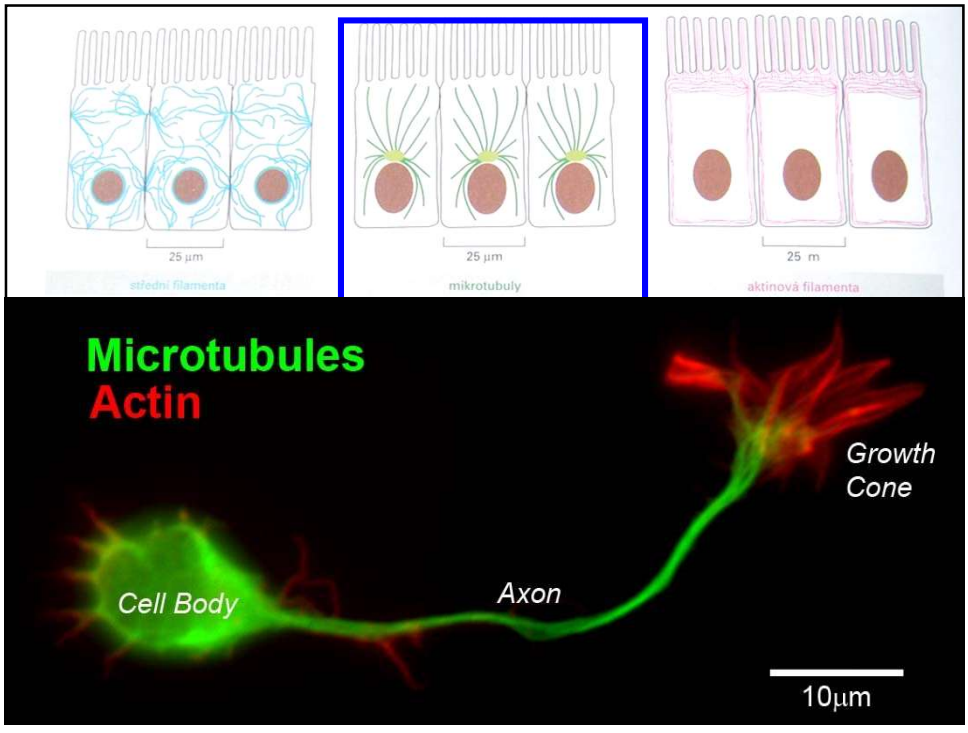





Interneurons
Motor neuron
Sensory neuron
Receptor Cell
Myelin Sheath
Muscle
Types of Neurons

3 Neuron


Microtubules
Actin
Growth
Cone
Cell Body
Axon
10μm
link


25 μm
střední filamenta
25 μm
mikrotubuly
25 m
aktinová filamenta
Microtubules
Actin
Growth
Cone
Cell Body
Axon
10μm

Štruktúra mikrotubulov

- mikrotubuly sú tvorené z podjednotiek tubulínu

- dimérom dvoch podobných globulárnych proteínov nazývaných α-tubulín a β-tubulín

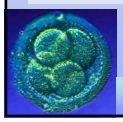
- tubulínové podjednotky vytvárajú stenu dutého cylindrického mikrotubulu vyrastajúceho z centrozómu

- z 13 paralelných protofilamentov

- preto je každý protofilament štrukturálne polárny – na jednom konci je α-tubulín a na druhom konci β-tubulín

α-tubulínový koniec = mínus koniec

β-tubulínový koniec = plus koniec



Axonálny transport

Anterográdny transport - transport materiálu smerom z bunkového tela do periférie rýchlosť 0.5 mm/deň - 400 mm/deň

rýchly transport - až 410 mm/deň, môže transportovať rôzne molekuly včetne komplexných proteínov, musia byť zabalené vo vezikulách

stredne rýchly transport - cca 200 mm/deň

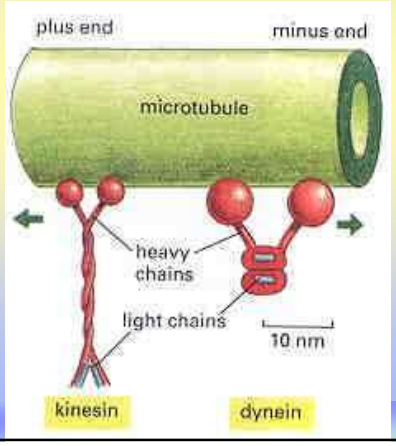
pomalý transport – menej ako 6 mm/deň, presun proteínov nezabalených do vezikúl

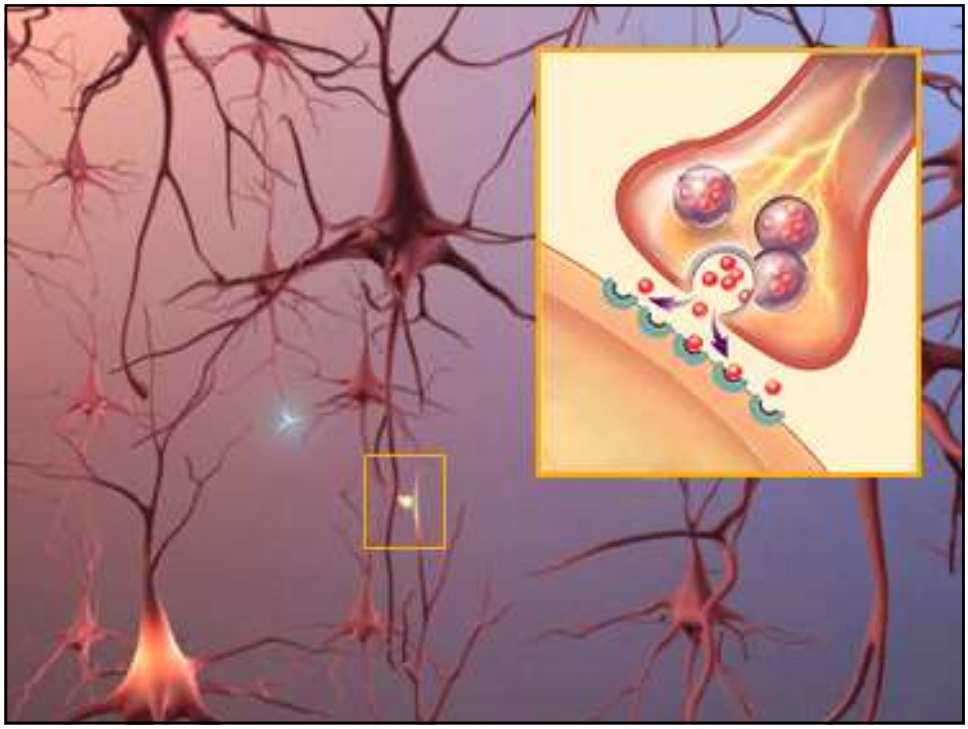
Retrográdny transport – transport materiálu smerom z periférie do bunkového tela – len materiál zabalený do vezikúl, 200 mm/deň

Motorické proteíny: kinesin objavený ako prvý, 7 skupín M.P.

Kinezín (anterograde transport):

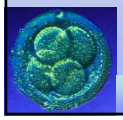
- pozostáva z hlavy a dvoch koncových častí, hlava sa viaže na vezikulu
- hydrolýza jednej mol. ATP spôsobí konformačnú zmenu = 1 krok
- 1 krok = 8nm = veľkosť jedného tubulínového diméru
- podobne funguje „retrograde transport“, ale motorickým proteínom je **dyneín**





Neurotransmiter

- **Neurotransmiter** je chemická látka uvoľňovaná z nervového zakončenia na synapse. Slúži na prenos impulzu cez synaptickú štrbinu a umožňuje tak ďalšie šírenie podráždenia (v nervovom systéme) alebo vyvolanie určitej reakcie (sťah svalu, vyprázdnenie žľazy).
- Neurotransmitery sa delia na excitačné (s budivým účinkom) a inhibičné (s tlmivým účinkom).



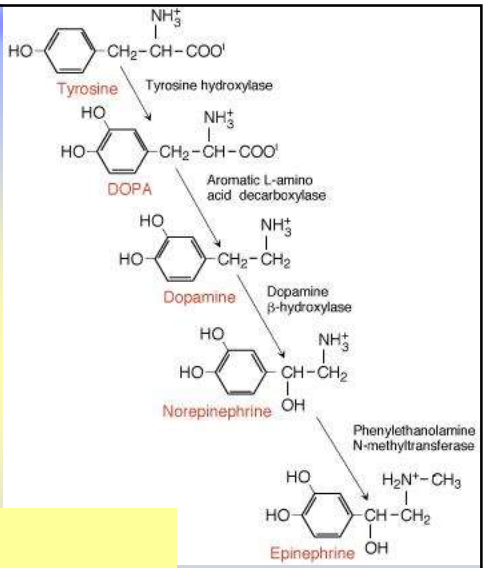
Funkčná definícia <u>neurotransmiteru</u>:

1. Látka je syntetizovaná v neuróne
2. Látka je prítomná v presynaptickom zakončení a je uvoľňovaná v dostatočnom množstve na vyvolanie špecifického účinku
3. Ak je látka podaná exogénne vyvolá rovnaký efekt ako endogénny mediátor
4. Existuje špecifický mechanizmus na jeho odstránenie zo synaptickej štrbiny

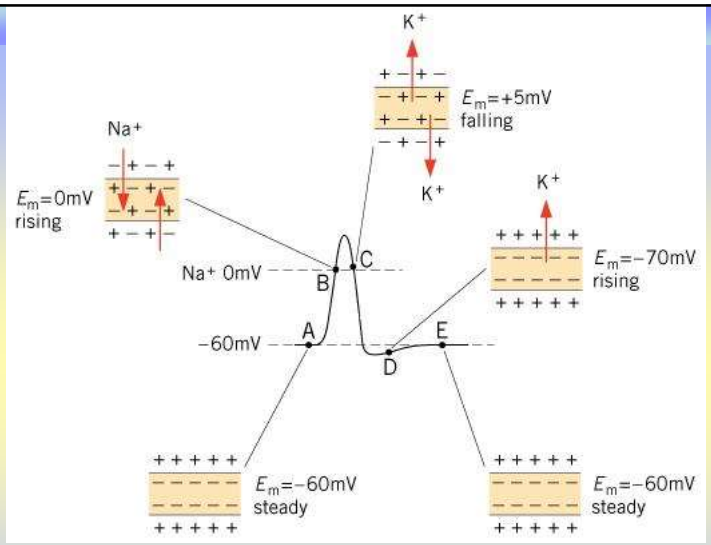
<u>Acetycholín</u>
<u>Biogénne amíny:</u>
dopamín
noradrenalín
adrenalín
serotonín
histamín
<u>Aminokyseliny:</u>
kyselina γ-aminomaslová
glutamát
glycín

Acetylcholín:
•autonómny NS (všetky pregangliové aj postgangliové zakončenia parasympatika)
•CNS: miecha, predĺžená miecha
•na nervovosvalovej platničke
<u>receptory:</u>
•***muskarínový typ***: v srdci, inhibítor atropín
•***nikotínový typ***: nervovosvalová platnička, inhibítor kurare
na postsynaptickej membráne sa hydrolyzuje acetylcholínesterázou

Noradrenalín:
•väčšina sympatikových postgangliových zakončení
•CNS: hypotalamus, predĺžená miecha, mozoček
<u>receptory:</u>
•α väčšinou excitačné
•β väčšinou inhibičné
časť mediátora difunduje do okolia a priľahlej glie
noradrenalín sa spätne vychytáva
zvyšok sa oxiduje MAO alebo metyluje
katechol-O-metyltransferázou



<u>Neuromodulátory</u>:
zmena citlivosti postsynaptickej membrány,
endorfíny, enkefalíny, substancia P, prostaglandíny

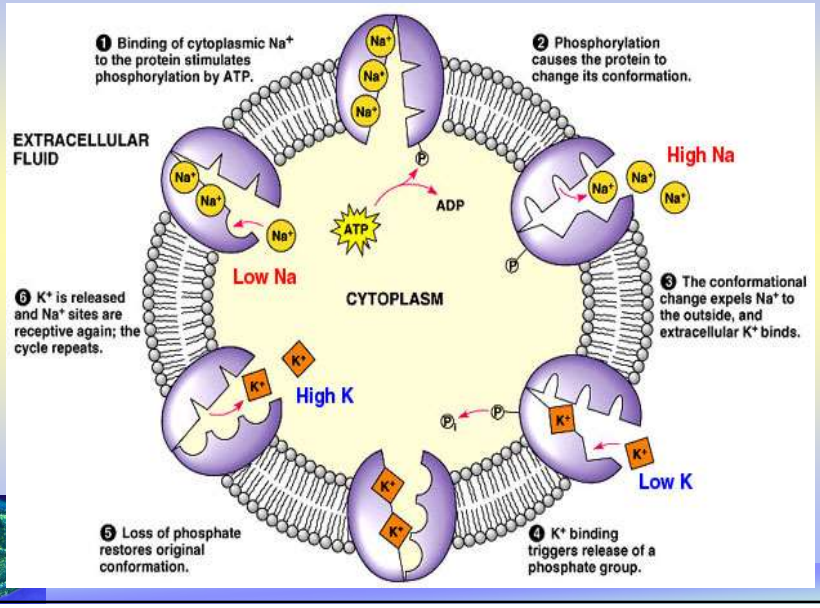


vlastnosti membrány odlíšené aj v rámci jednej bunky tak, že v axóne môže vznikať nervový vzruch

Vedenie vzruchu:

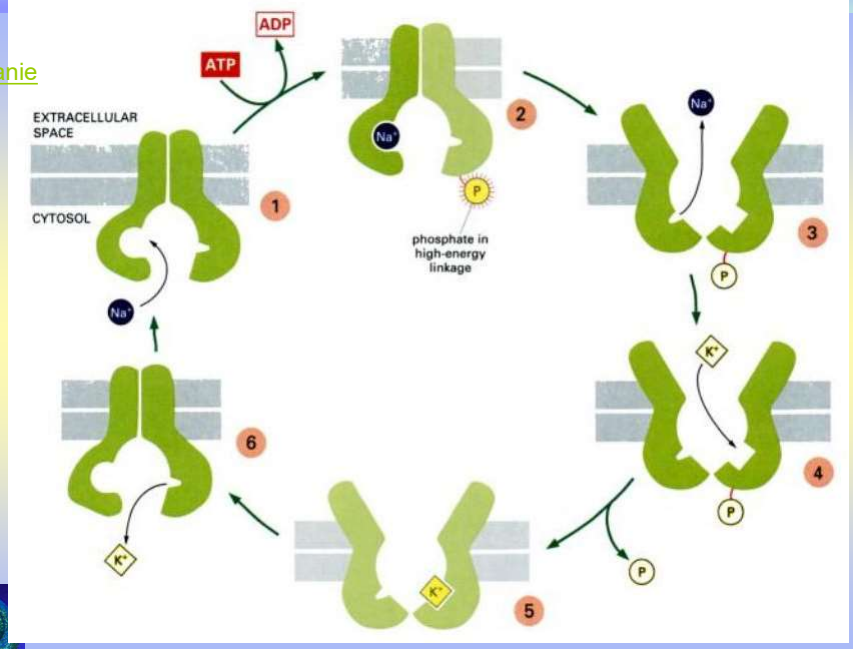
- vzruch je funkčným prejavom činnosti neurónu
- v mieste vzniku vzruchu sa selektívne mení priepustnosť membrány → lokálny elektrický prúd → aktivácia membrány susedného úseku axónu
- akčný potenciál vzniká vždy rovnakým spôsobom, preto sa vzruch šíri bez dekrementu
- myelinizované nervové vlákna – saltatórne vedenie vzruchu

Model sodíkovo-draslíkovej pumpy v povrchovej membráne



hlasovanie

link



4 Neuron 2

Diferenciácia

5 Na+ K+ pump

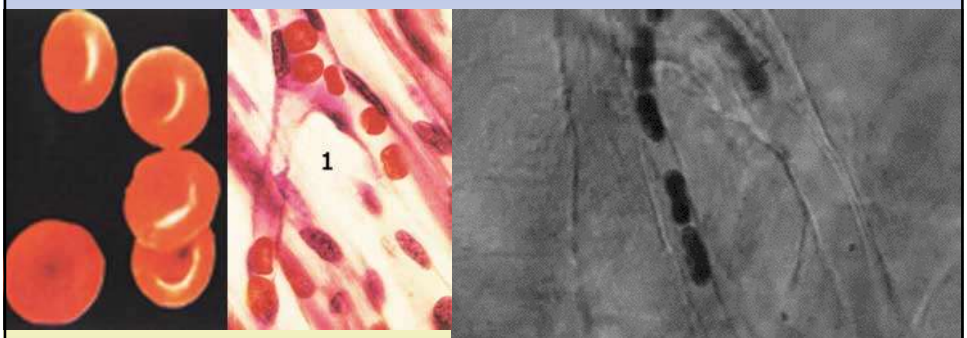
- bunky, ktoré prežívajú po celý ľudský život a sú vysoko metabolicky aktívne

- bunky, ktoré majú relatívne krátku životnosť a majú veľmi nízky metabolizmus

- bunky, ktoré majú relatívne krátku životnosť a sú vysoko metabolicky aktívne

červené krvinky

- krv je hlavnou zložkou vnútorného prostredia organizmu
- ako pohyblivé médium spája všetky orgány a tkanivá v tele
- má rozhodujúci význam pri udržiavaní optimálnych podmienok



červené krvinky

Funkcie krvi:

a) Spoluvytváranie vnútorného prostredia

b) Rozvádzanie hormónov (endokrinná regulácia)

c) Prenáša dýchacie plyny O_2 a CO_2 z pľúc do tkanív a naopak.

d) Rozvádza živiny, ktoré sú vstrebané v čreve k pracujúcim tkanivám a do pečene, a odvádza splodiny metabolizmu k vylučovacím orgánom.

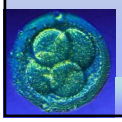
e) Pomocou špeciálnych protilátok krvnej plazmy a bielych krviniek plní obrannú funkciu.

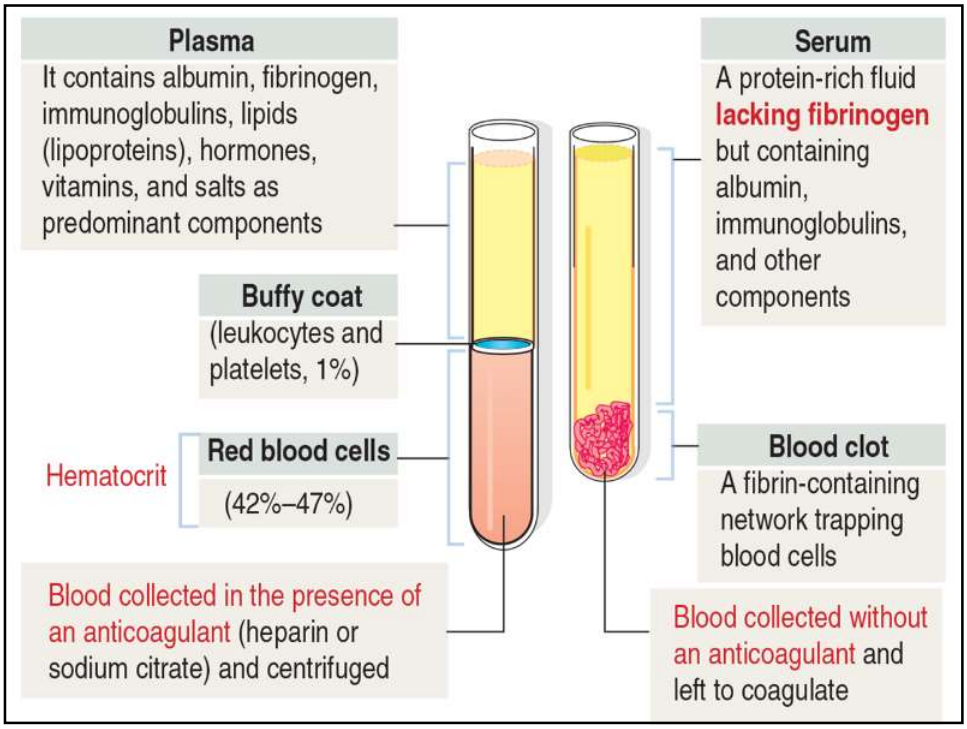
f) Termoregulácia (telesné jadro a obal)

g) Podieľa sa na udržiavaní optimálneho pH.

h) Stály objem cirkulujúcej krvi udržuje požadované hodnoty tlaku krvi.

i) V prípade potreby zabráni vykrvácaniu zrážaním alebo zúžením poranenej cievy pomocou doštičkových faktorov.





červené krvinky

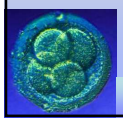
- jedna z najšpecializovanejších buniek organizmu

- bezjadrová bunka, ktorá pri dozrievaní stratila aj ostatné organely

- u človeka má tvar bikonkávneho disku

- v krvi sa nachádzajú krvinky rôznych veľkostí – dozrievanie

- počet erytrocytov je u dospelého človeka stála hodnota
  - muži 4,3-5,3 $*10^{12}$ na liter
  - ženy 3,8-4,8 $*10^{12}$ na liter

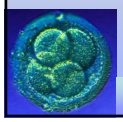


Tvorba krvných buniek - diferenciácia

- všetky krvné elementy vznikajú z **totipotentnej kmeňovej bunky**
  - **pluripotentná bunka** pre - erytrocyty
    megakaryocyty
    granulocyty
    monocyty

  - samostatná kmeňová bunka pre lymfocyty

  - základnou vlastnosťou kmeňovej bunky je schopnosť diferenciácie do špeciálnej bunkovej populácie



- diferenciácia krvných buniek začne, keď sa na ich membráne vytvoria špecifické membránové receptory

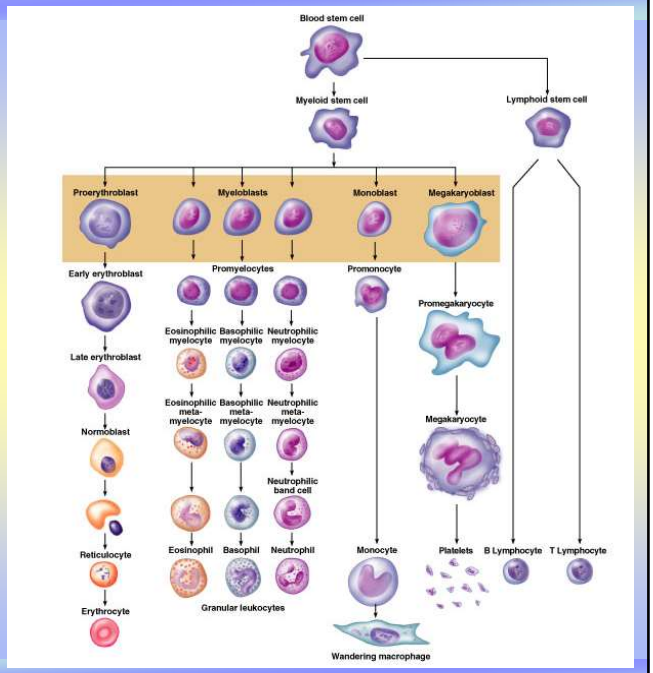
- tieto receptory reagujú na humorálne regulačné faktory pre erytropoézu, leukopoézu a megakaryocytopoézu

- vznikajú unipotentné bunky, ktoré sú determinované na diferenciáciu v určitej bunkovej línii

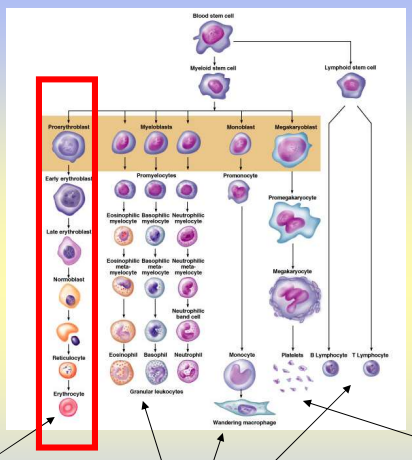
- z týchto progenitorových buniek sa vyvíja **červený, granulocytový, monocytový a megakaryocytový** rad

7 RBC2

červený, granulocytový, monocytový a megakaryocytový rad



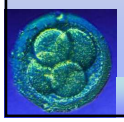
červený, granulocytový, monocytový a megakaryocytový rad



transport CO_2 a O_2

imunita

zrážanlivosť krvi



- krvotvorba má dve fázy – ontogenetickú a postnatálnu

ontogenéza:
1. mezenchýmové štádium – 2.-3. týždeň - intrauterinný vývin
- na povrchu žĺtkového vaku vznikajú krvné ostrovčeky

- **krvné ostrovčeky produkujú veľké jadrové červené krvinky s obsahom embryonálneho hemoglobínu**

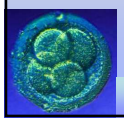
- vo 4. týždni sa cievy embrya napoja na žĺtkový vak a krvinky vnikajú do cirkulácie

- v 6. týždni sa najdôležitejším orgánom krvotvorby stáva pečeň (produkcia v žĺtkovom vaku zaniká)

- v 12. týždni sa ďalším krvotvorným orgánom stáva slezina

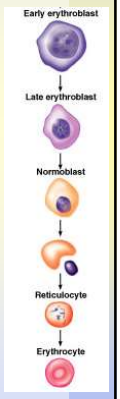
- v hepatolienálnom období vznikajú červené krvinky ako **bezjadrové makrocyty, ktoré obsahujú fetálny hemoglobín**

- v 20. týždni sa do krvotvorby zapája kostná dreň, tu sa tvoria krvné bunky aj postnatálne



Vývoj červeného radu – erytropoéza

- proces dozrievania erytrocytu sa prejavuje zmenšovaním sa bunky, vylúčením jadra a zrením cytoplazmy
- postupne v erytrocyte pribúda hemoglobín, ubúda mRNA a cytoplazma sa farbí od modrej (indikuje zásadité pH) po ružovú (indikuje kyslé pH)



1. veľká nezrelá jadrová bunka – **proerytroblast** (pronormoblast) priemer 15-20 µm má bazofilne sfarbenú cytoplazmu

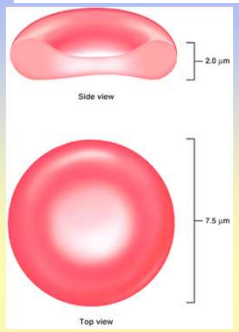
2. **polychrómny normoblast** s menej bazofilnou cytoplazmou

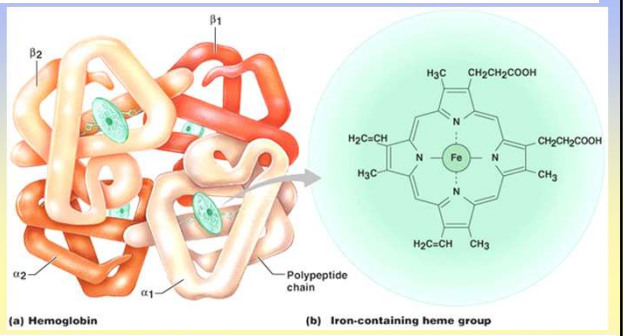
3. **ortochrómny normoblast** s priemerom 10 µm má acidofilnú cytoplazmu, v tomto štádiu nastáva vypudenie jadra

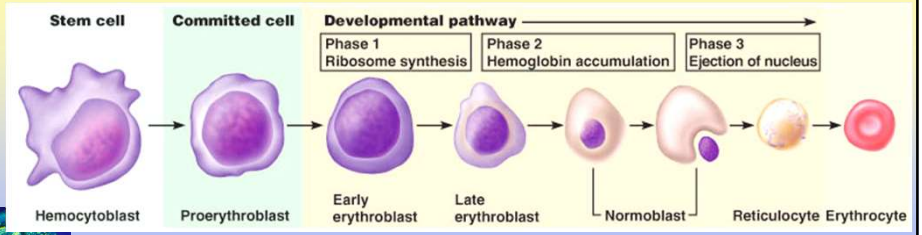
4. mladé červené krvinky – **retikulocyty**, dokážu tvoriť hemoglobín pokým obsahujú mRNA a mitochondrie

5. po 2-3 dňoch sa retikulocyty dostávajú do cirkulujúcej krvi a menia sa na **erytrocyty**

erytrocyt je jedna z najšpecializovanejších buniek, ktorá stratila bunkové organely a má veľmi špecifický bunkový povrchom



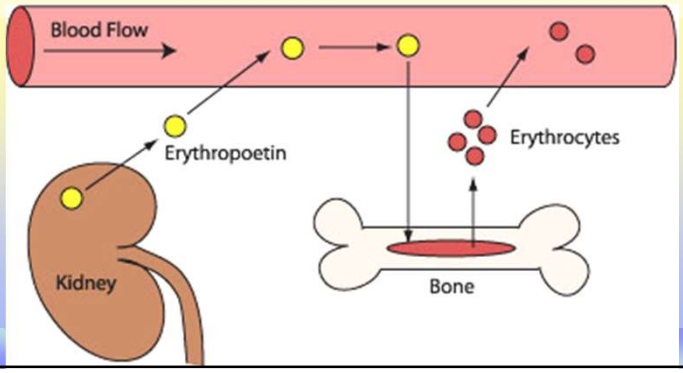




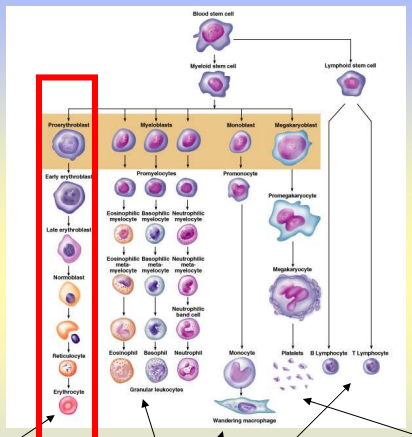
čo indukuje tieto zmeny?

6 RBC

Erytropoetín
- glykoproteín najmä z obličiek
- účinkuje prostredníctvom plazmatických receptorov progenitorových buniek, ktoré tento receptor exprimujú
- stimuluje diferenciáciu buniek do erytroidného radu
- zvyšuje syntézu nukleových kyselín, ktoré kódujú proteíny pre globín a enzýmov na tvorbu hému
- stimuluje príjem železa do buniek
- stimuluje proliferáciu erytroidných buniek aj uvoľňovanie buniek do cirkulácie



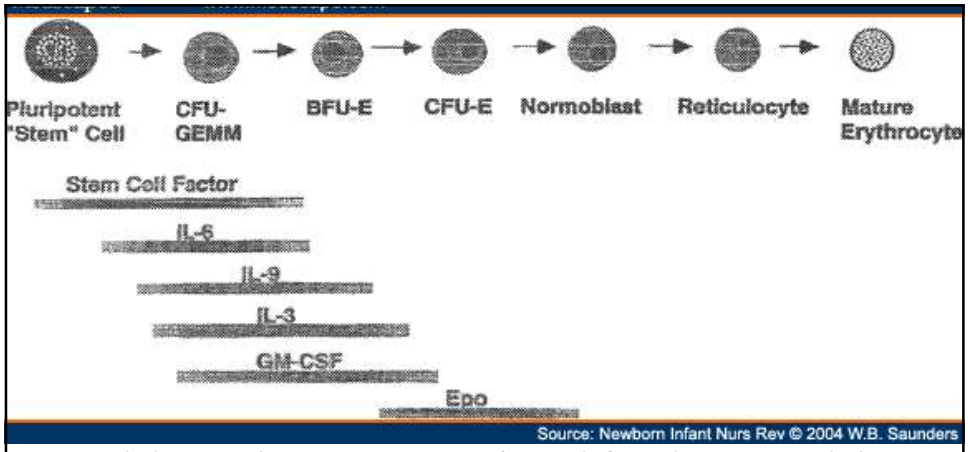
červený, granulocytový, monocytový a megakaryocytový rad



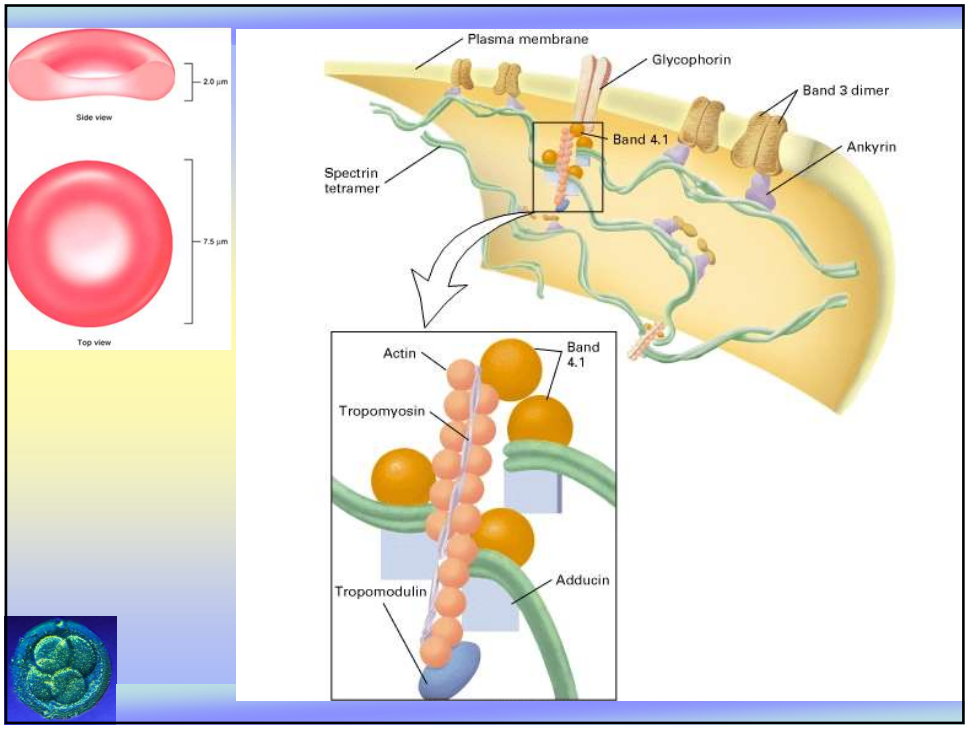
transport CO_2 a O_2

imunita

zrážanlivosť krvi



Erythropoietic progenitors and the growth factors influencing erythropoiesis. BFU-E, erythroid burst-forming unit; CFU-E, erythroid colony-forming unit; CFU-GEMM, colony-forming unit-granulocyte, erythrocyte, macrophage, and megakaryocyte; Epo, erythropoietin; GM-CSF, granulocyte macrophage colony stimulating factor; IL, interleukin. From Ohls RK: Developmental erythropoiesis, in Polin RA, Fox WW, Abman SH (eds): Fetal and Neonatal Physiology (ed 3). Philadelphia, PA, Saunders, 2004, p 1400 (Fig 146-2).



Červené krvinky musia byť schopné prejsť úzkymi krvnými kapilárami bez narušenia ich membrány.

pevnosť a pružnosť plazmatickej membrány Er – hustá sieť cytoskeletu - základ membrány - pripevnený na mnohých miestach

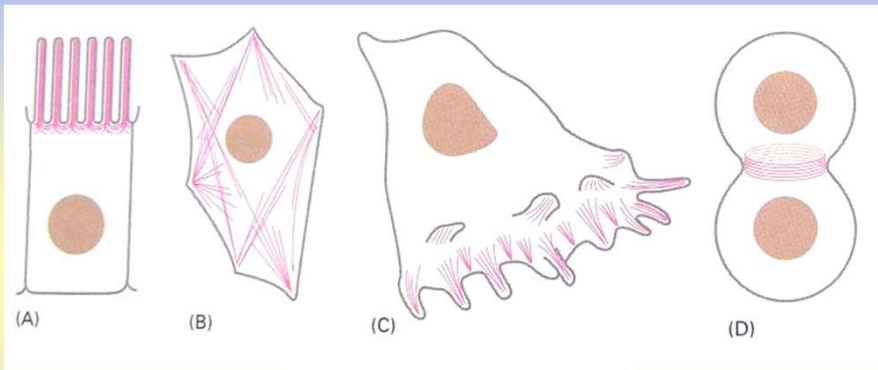
primárna zložka cytoskeletu erytrocytov = spektrín - dlhá vláknitá bielkovina

Dve dimerické podjednotky spektrínu, každý je zložený z α a β polypeptidové reťazec, tvoria 200 nm dlhý tetramér.

Erytrocytárny cytoskelet je usporiadaný ako sieť. Spektrínové tetraméry tvoria s aktínovými vláknami a ďalšími molekulami komplexy, ktoré umožňujú vytvarovanie membrány.

Na udržanie konformácie je potrebná energia vo forme ATP.

Napomáha aktín plasticite membrány aj v iných prípadoch?



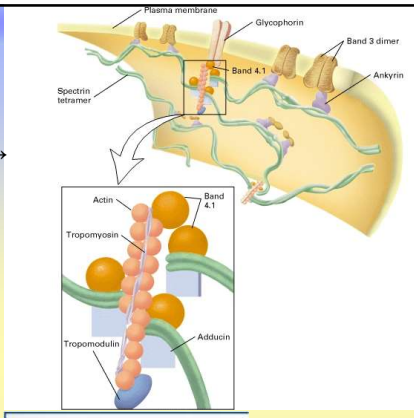
Obrázek 16-24. **Svazky aktinových vláken v buňkách.** Různé aktinové buněčné struktury jsou znázorněny *červeně*. (A) Mikroklky na povrchu střevní výstelky. (B) Kontraktilní svazky v cytoplasmě. (C) Listovité (*lamellipodia*) a prstovité (*filopodia*) výběžky na vedoucím okraji pohybující se buňky. (D) Kontraktilní prstenec během buněčného dělení.

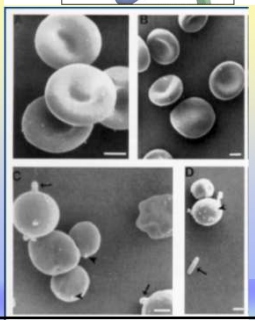
Porucha štruktúry membrány

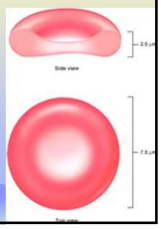
Dedičná sférocytóza

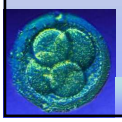
- nedostatočná tvorba niektorého z štrukturálnych proteínov skeletu membrány erytrocytu (α, β retazec spektrínu či ankyrínu) → oslabenie kontaktu medzi bielkovinovým skeletom a lipidovou dvojvrstvou membrány => zmenšenie povrchu erytrocytu, vzniká guľatá krvinka - sférocyt

Znížená deformovateľnosť a zvýšená rigidita = zánik v slezine (extravaskulárna hemolýza)









jaskyniar vodný

mlok

skokan

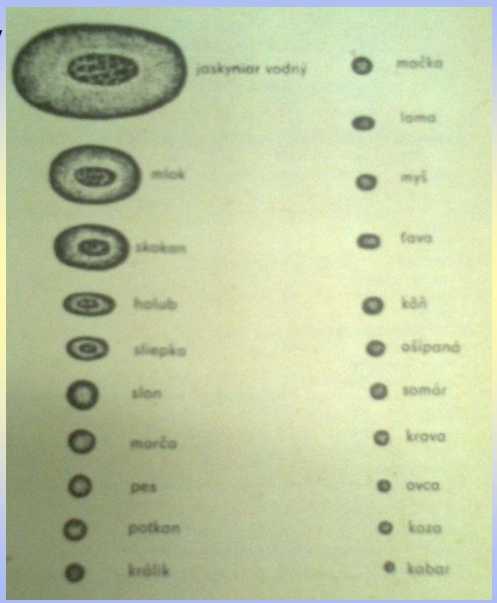
holub
sliepka

slon
morča

pes

potkan

králik



mačka

lama

myš

ťava

kôň

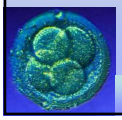
ošípaná

somár
krava

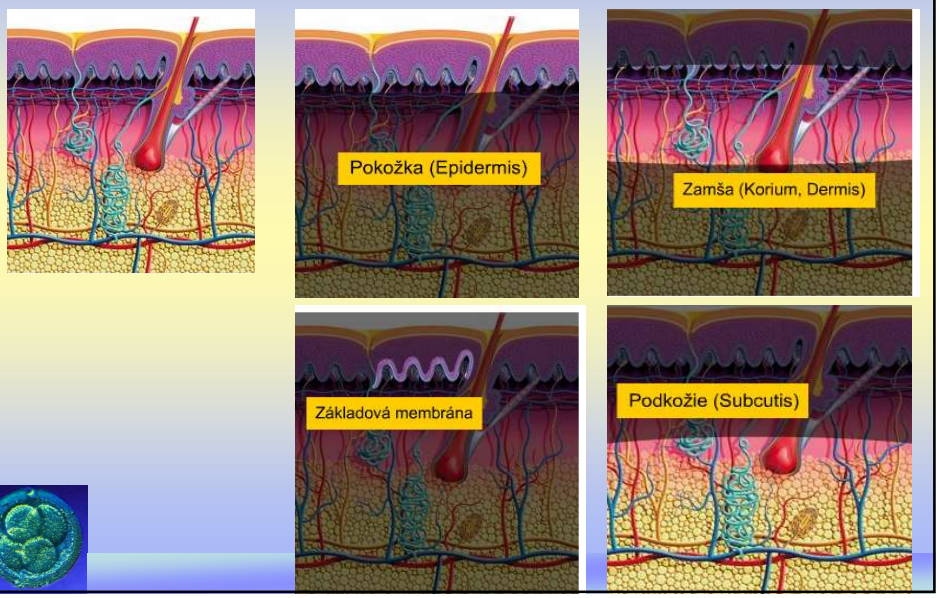
ovca
koza

kabar

link



Pokožka



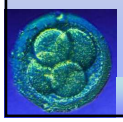
Koža má tri vrstvy.
Vonkajšia vrstva = *epidermis*
Druhá vrstva = zamša, *dermis*
Tretia vrstva = podkožie, *subcutis*

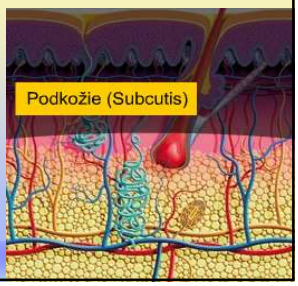
Tieto vrstvy sú prepojené a vzájomne závislé.

Vlasy, nechty, potné a mazové žľazy sa nazývajú prídavné orgány kože.

Koža – vysoká odolnosť a vysoký regeneračný potenciál
- obnoví sa každých **28 dní**.

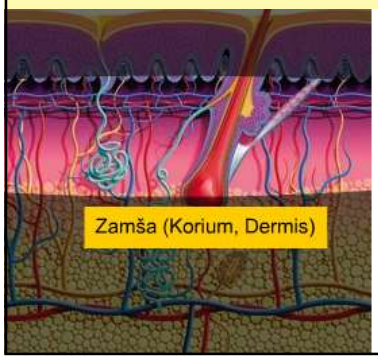
najspodnejšia vrstva = **podkožie:**
- voľné väzivo, podkožné tukové tkanivo Veľkosť tukových buniek závisí na výžive. Touto vrstvou prechádzajú krvné cievy a sú tu ukotvené vlasové korienky a potné žľazy.





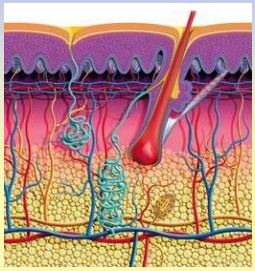
Nad podkožím (subcutis) sa nachádza **zamša**, ktorú tvoria dve vrstvy:

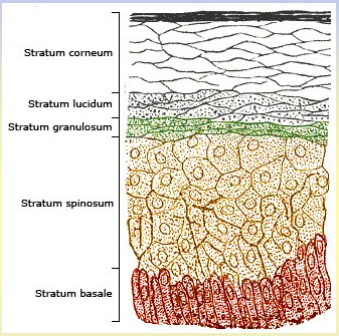
vrchná vrstva = voľné väzivo
druhá vrstva = kolagénové a elastínové vlákna



- cievy – výživa
- nervové vlákna, lymfatické uzliny, mazové a potné žľazy
- zamša je zodpovedná za elasticitu kože a preto sa v nej v starobe vytvárajú vrásky.

pokožka - *epidermis*

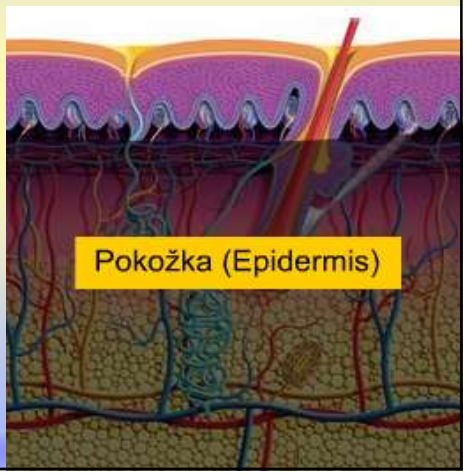




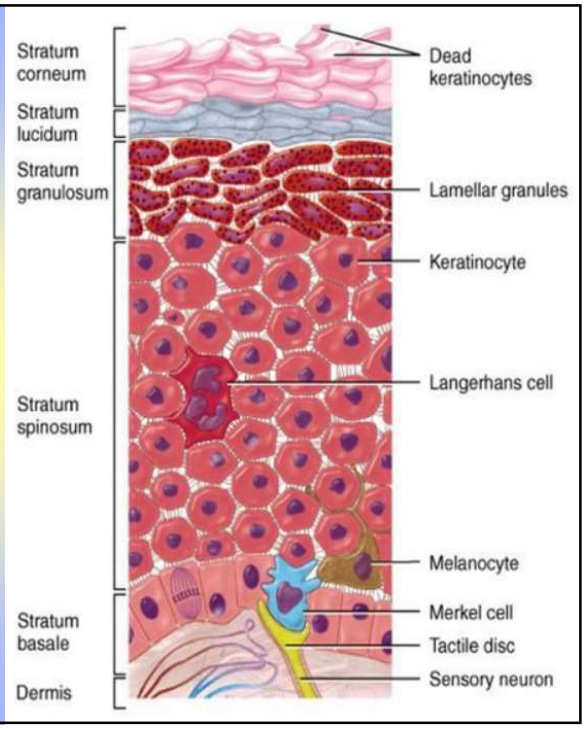
- päť vrstiev
- v základovej membráne sa neustále tvoria nové bunky kože, ktoré následne migrujú na povrch kože
- diferenciácia na keratinocyty = vrchná rohovitá vrstva kože

Rohovitá vrstva sa zvrchu neustále obrusuje a zospodu dopĺňa novými bunkami.

V pokožke sa tiež vyskytujú bunky imunitného systému, kožné receptory a pigmentové bunky, ktoré produkujú kožné pigmenty.



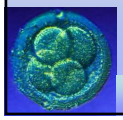
Keratinocyty sú hlavné bunky pokožky = keratinocyty
- 95% všetkých buniek v ľudskej pokožke
- vysoký obsah bielkoviny keratínu
- obsahujú tiež melanín, farbivo, ktoré im dodávajú bunky nazývané melanocyty.

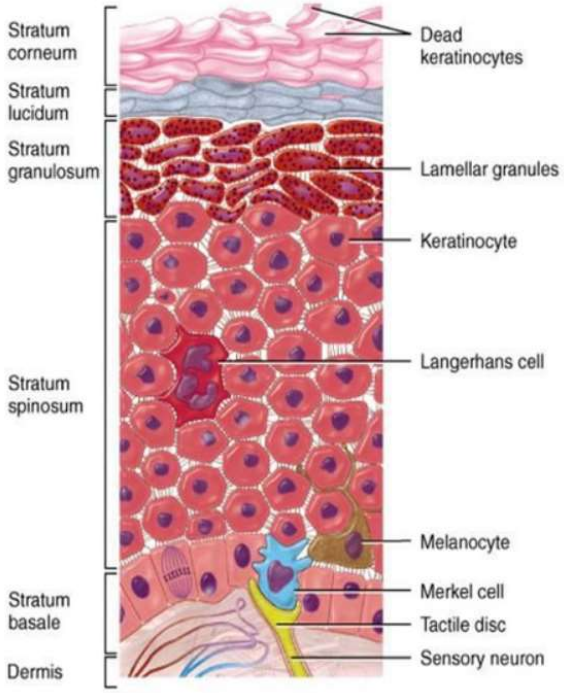


najnižšie - *stratum basale* - keratinocyty kubického tvaru, kompaktné pevné tkanivo pospájané bunkovými spojmi a vystužené vnútrobunkovým vláknami keratínu

vyššie - *stratum spinosum* s takisto kubickými bunkami

- *stratum granulosum* tvorené bunkami s množstvom vačkov obsahujúcich napr. lipidy.





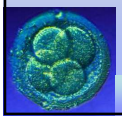
- *stratum lucidum*
- bunky začínajú degenerovať, splošťovať sa a <u>miznú niektoré bunkové organely</u>

najvrchnejšia vrstva - *stratum corneum*
- bunky sú mŕtve, vyplnené keratínom a tie najvrchnejšie sa odlupujú

Psoriáza

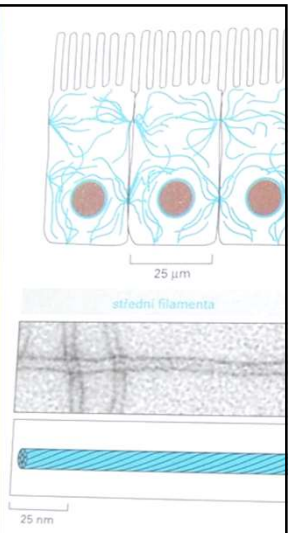
Ak je koža postihnutá psoriázou, obnovuje sa epidermis príliš rýchlo – 4 až 6 krát rýchlejšie ako zdravá koža. Príčinou je abnormálne množenie keratinocytov a poruchy tvorby keratínu.

8 epidermis



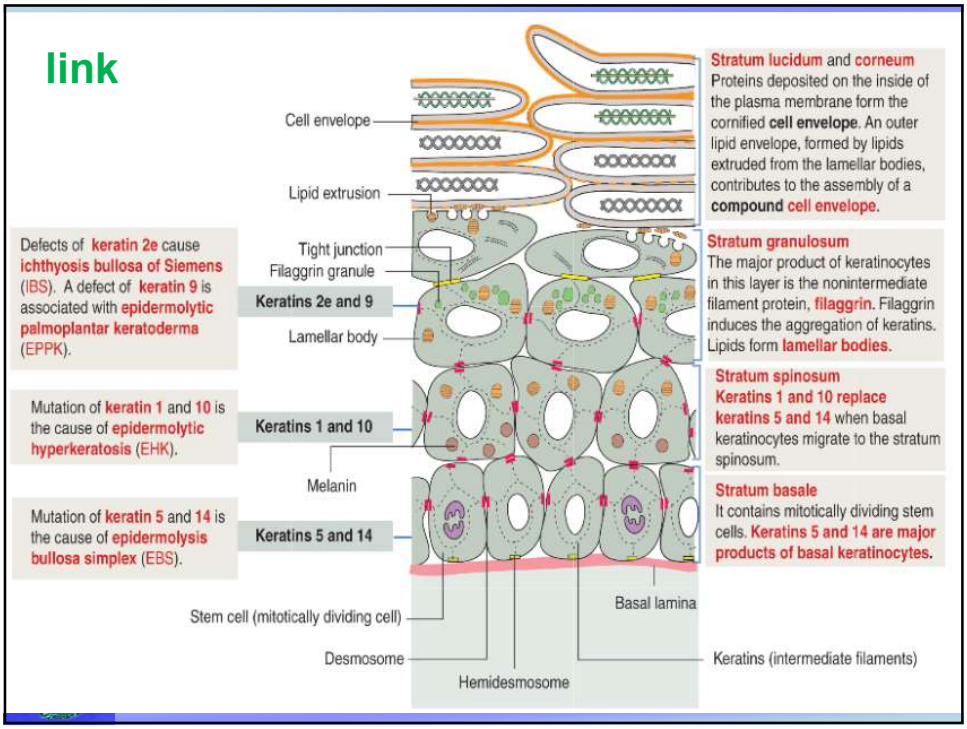
Epidermolysis bullosa simplex

- ochorenie, kde sa v dôsledku mutácie v keratínových génoch <u>nevytvárajú keratínové filamenty v pokožke</u>
- pokožka potom nie je odolná proti mechanickému stresu, aj veľmi slabý tlak na koži spôsobuje popraskanie



Střední čili intermediární filamenta jsou provazovitá vlákna o průměru 10 nm; jsou tvořena příslušnými proteiny, které představují velkou a rozvětvenou rodinu. Jeden typ intermediárních filament tvoří pletivo zvané jaderná lamina, která leží těsně pod vnitřní jadernou membránou. Jiné typy pronikají cytoplasmou přes celou šířku buňky, čímž dodávají buňkám mechanickou pevnost a vyrovnávají tlaky na buňky například ve střevním epitelu.

link



Diferenciácia

- bunky, ktoré prežívajú po celý ľudský život a sú vysoko metabolicky aktívne

- bunky, ktoré majú relatívne krátku životnosť a majú veľmi nízky metabolizmus

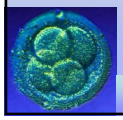
- **bunky, ktoré majú relatívne krátku životnosť a sú vysoko metabolicky aktívne**

Gastrointestinálny trakt

Bunky črevnej sliznice

- úlohou tráviacej sústavy je zabezpečiť uvoľnenie tých zložiek potravy, ktoré sú nevyhnutné pre organizmus – voda, minerály, vitamíny, živiny

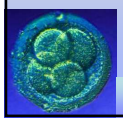
- na to sa musí potrava posúvať jednotlivými oddeleniami tráviaceho traktu, kde prebiehajú odlišné procesy



Gastrointestinálny trakt

Bunky črevnej sliznice

- tenké črevo:
  - **nezastupiteľná úloha pri resorbcii látok z potravy**
  - **aktivácia pankreatických tráviacich enzýmov**
  - **alkalizácia kyslej tráveniny vychádzajúcej zo žalúdka**
  - bunky s kefkovým lemom
    - **obnova buniek trvá 3-5 dní**



1) ***duodenum***

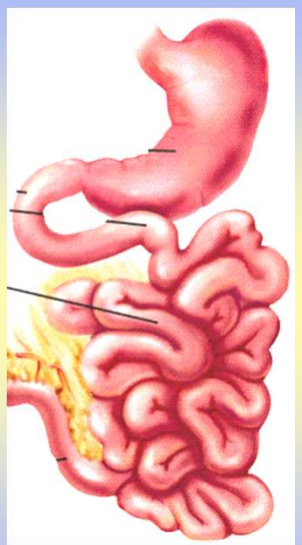
- ~ 25 cm

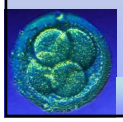
2) ***jejunum***

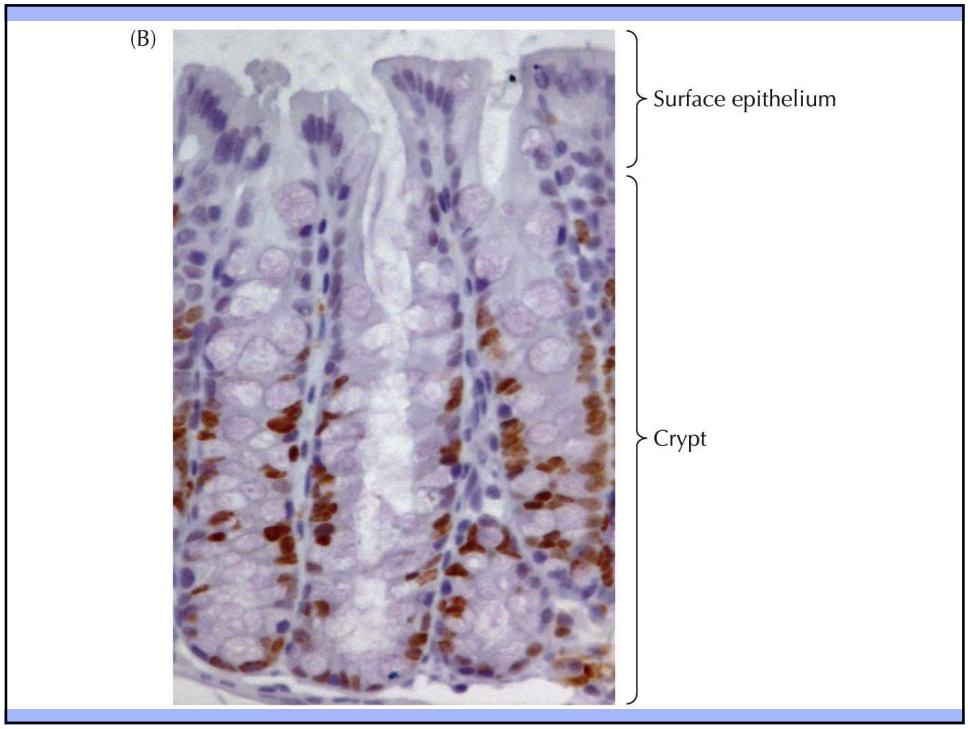
- ďalších 2,5 m.

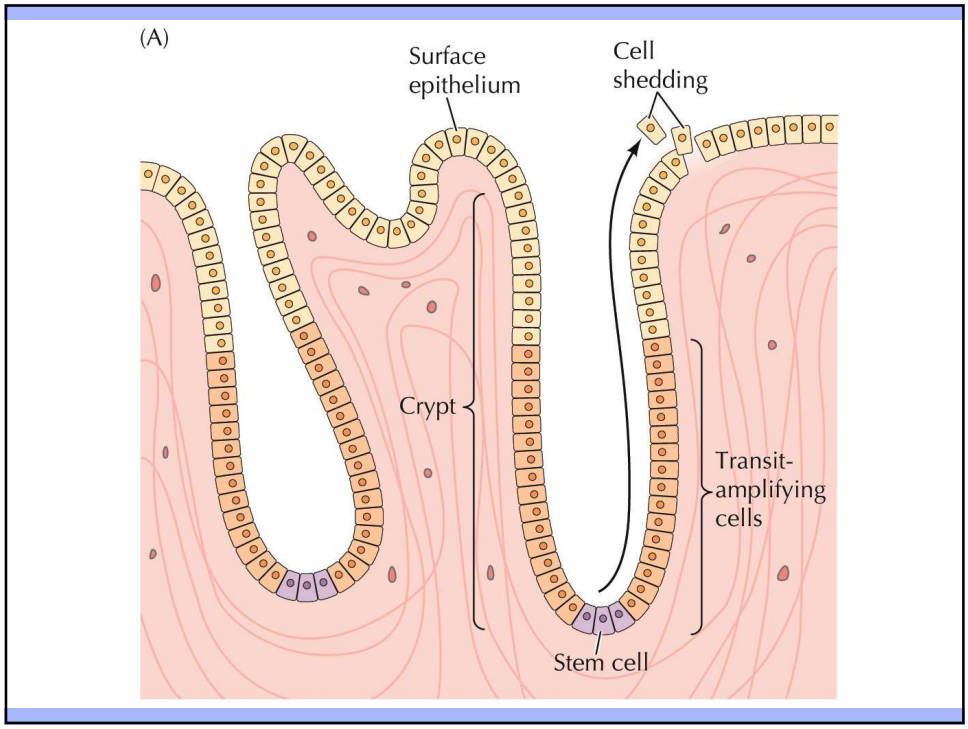
3) ***ileum***

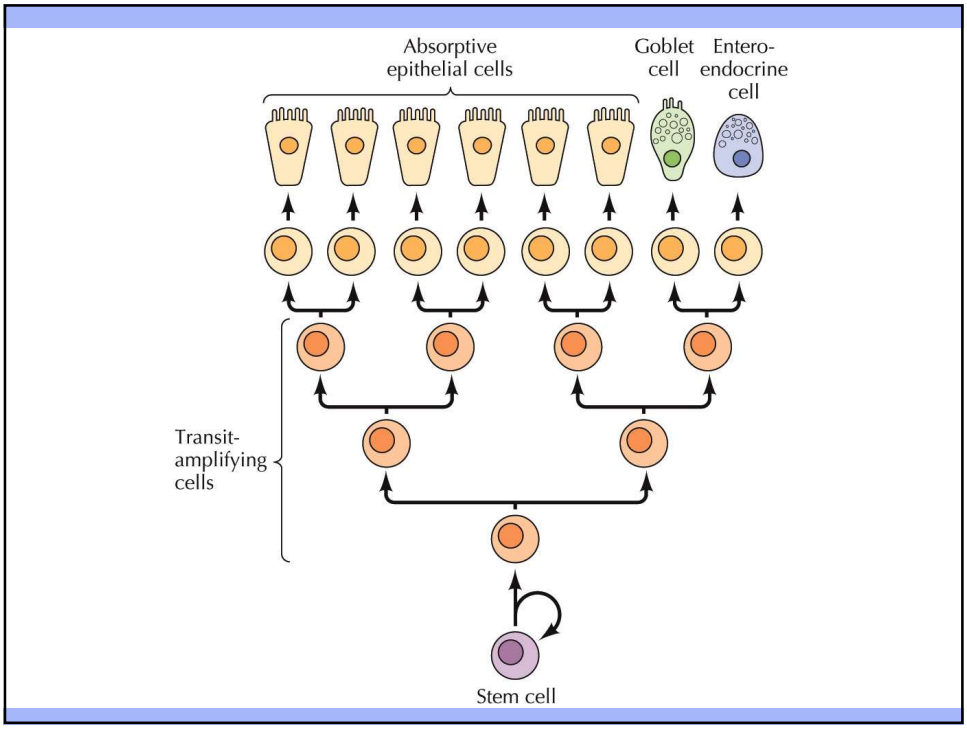
- posledných 3,6 m






(B)
Surface epithelium
Crypt

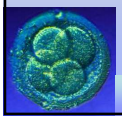

(A)
Surface epithelium
Cell shedding
Crypt
Transit-amplifying cells
Stem cell



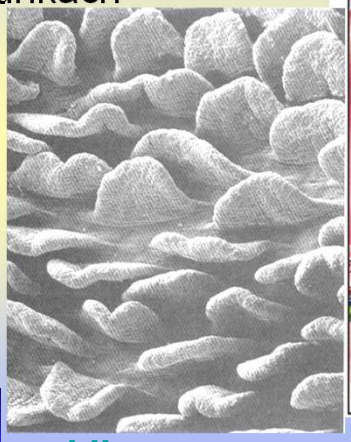
Kmeňové bunky a obnova adultného tkaniva

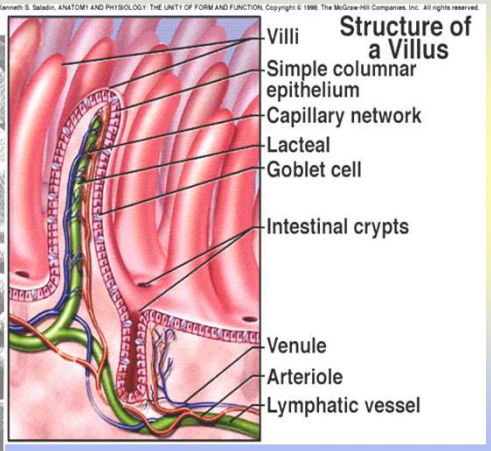
Epitelové bunky, ktoré tvoria kontaktnú líniu s lumenom čreva pretrvávajú len niekoľko dní a potom sú deštruované formou apoptózy.

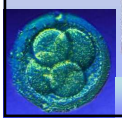
Nové bunky, ktoré ich nahrádzajú pochádzajú z pomalého, ale kontinuálneho delenia kmeňových buniek na dne intestinálnych krýpt.



- povrch čreva je mnohonásobne zväčšený
- klky 0,5-1 mm
- mikroklky – kefkový len na jednotlivých bunkách

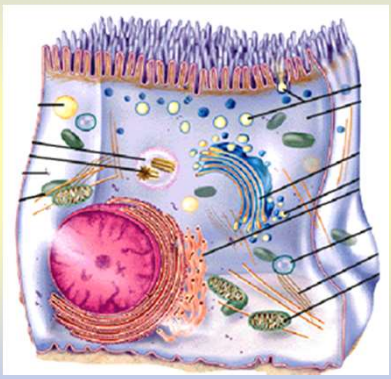


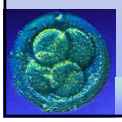


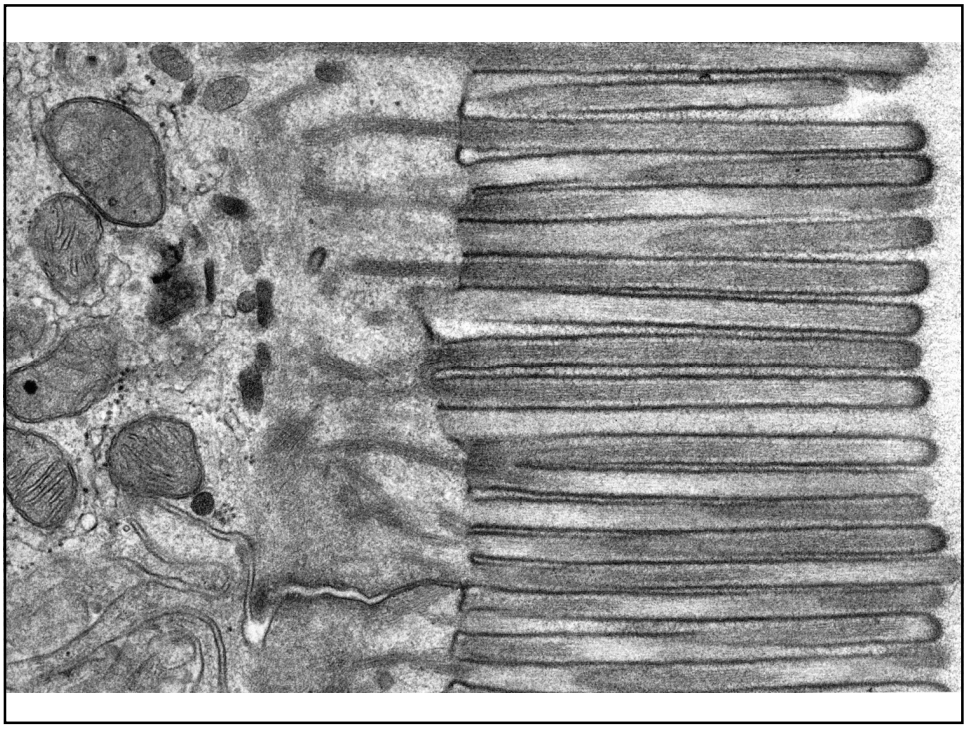


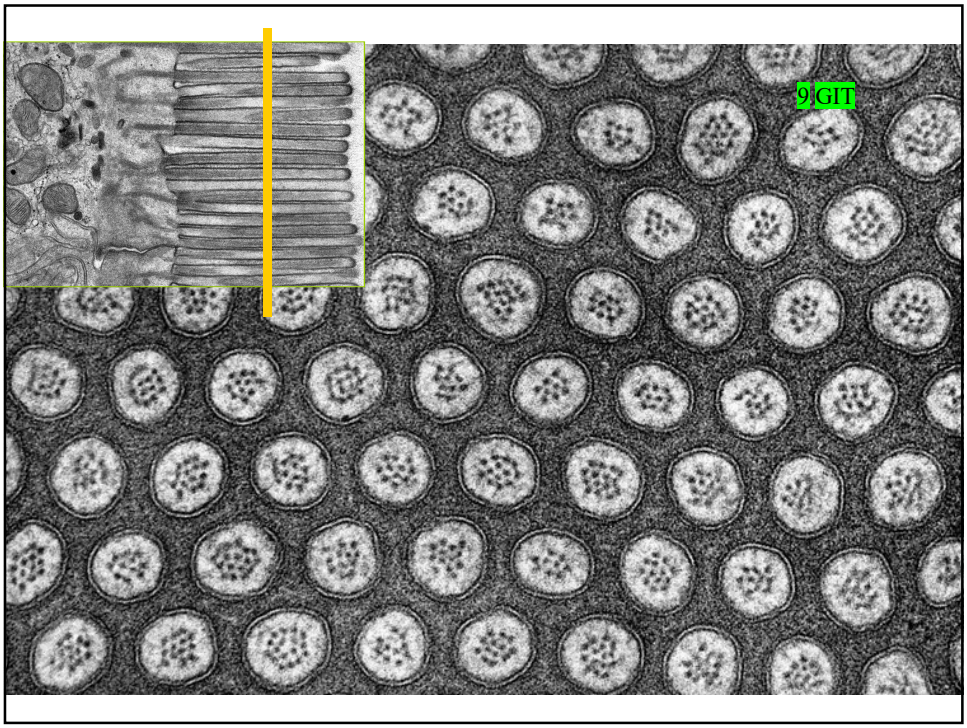
klky

Mikroklky (kefkový lem)







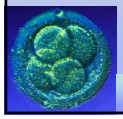

9 GIT

Transport látok v čreve:

- z lumenu: glukóza a galaktóza aktívnym sodíkovým kotransportom

- do paracelulárnych priestorov: glukóza a galaktóza uľahčenou difúziou

- koncentračný spád pre Na^+ je udržiavaný Na^+-K^+ ATPázou v bazolaterálnej membráne



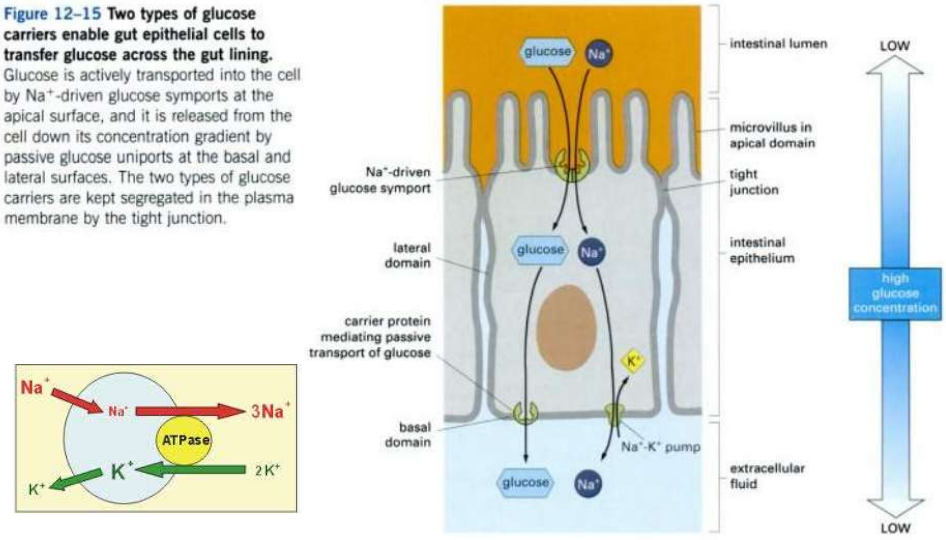
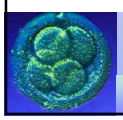


Figure 12–15 Two types of glucose carriers enable gut epithelial cells to transfer glucose across the gut lining. Glucose is actively transported into the cell by Na^+-driven glucose symports at the apical surface, and it is released from the cell down its concentration gradient by passive glucose uniports at the basal and lateral surfaces. The two types of glucose carriers are kept segregated in the plasma membrane by the tight junction.

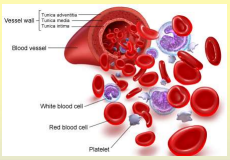


link

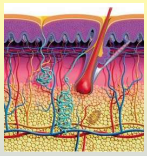
Diferenciácia

- bunky, ktoré prežívajú po celý ľudský život a sú vysoko metabolicky aktívne – **neuróny**

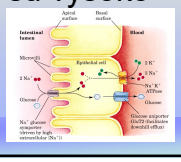
- bunky, ktoré majú relatívne krátku životnosť a majú veľmi nízky metabolizmus - **krvné bunky**

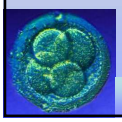


- **bunky epidermis**

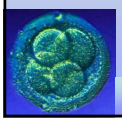


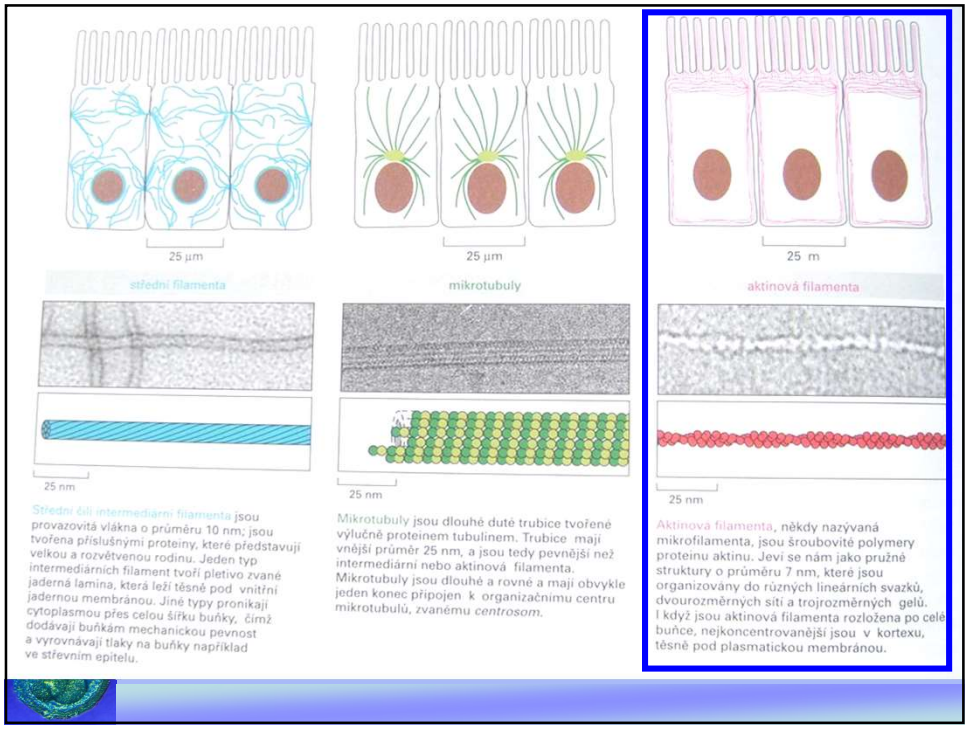
- bunky, ktoré majú relatívne krátku životnosť a sú vysoko metabolicky aktívne – **bunky tvoriace epitely**

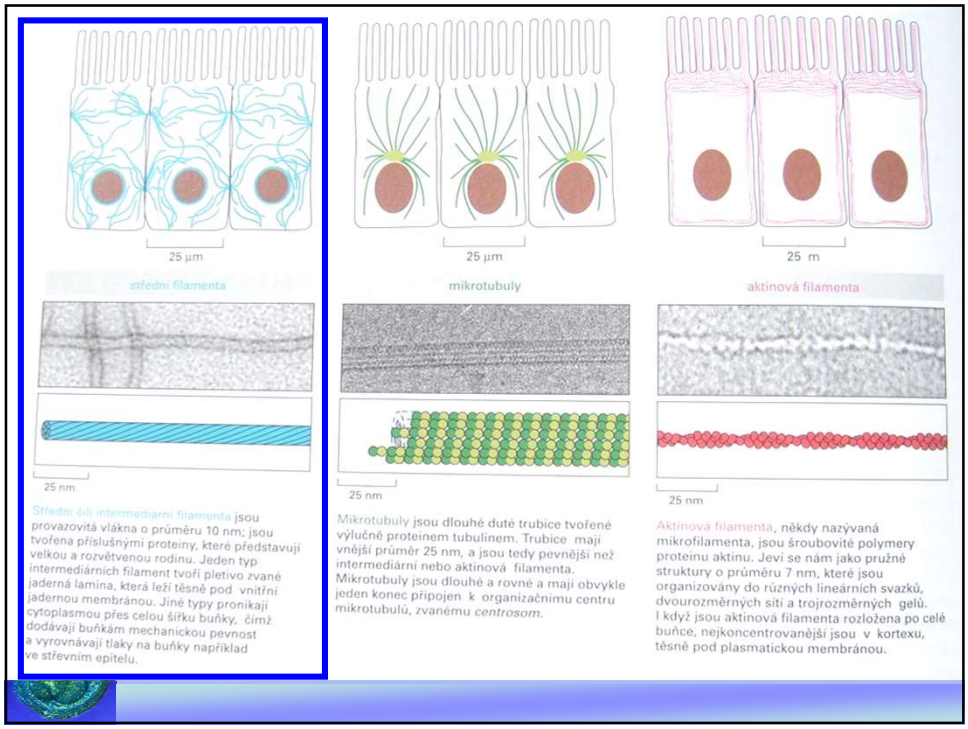




ďakujem za pozornosť

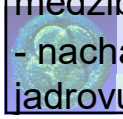



25 µm
střední filamenta
25 nm
Střední čili intermediární filamenta jsou provazovitá vlákna o průměru 10 nm; jsou tvořena příslušnými proteiny, které představují velkou a rozvětvenou rodinu. Jeden typ intermediárních filament tvoří pletivo zvané jaderná lamina, která leží těsně pod vnitřní jadernou membránou. Jiné typy pronikají cytoplasmou přes celou šířku buňky, čímž dodávají buňkám mechanickou pevnost a vyrovnávají tlaky na buňky například ve střevním epitelu.
25 µm
mikrotubuly
25 nm
Mikrotubuly jsou dlouhé duté trubice tvořené výlučně proteinem tubulinem. Trubice mají vnější průměr 25 nm, a jsou tedy pevnější než intermediární nebo aktinová filamenta. Mikrotubuly jsou dlouhé a rovné a mají obvykle jeden konec připojen k organizačnímu centru mikrotubulů, zvanému *centrosom*.
25 m
aktinová filamenta
25 nm
Aktinová filamenta, někdy nazývaná mikrofilamenta, jsou šroubovité polymery proteinu aktinu. Jevi se nám jako pružné struktury o průměru 7 nm, které jsou organizovány do různých lineárních svazků, dvourozměrných sítí a trojrozměrných gelů. I když jsou aktinová filamenta rozložena po celé buňce, nejkoncentrovanější jsou v kortexu, těsně pod plasmatickou membránou.


25 µm
střední filamenta
25 nm
Střední čili intermediární filamenta jsou provazovitá vlákna o průměru 10 nm; jsou tvořena příslušnými proteiny, které představují velkou a rozvětvenou rodinu. Jeden typ intermediárních filament tvoří pletivo zvané jaderná lamina, která leží těsně pod vnitřní jadernou membránou. Jiné typy pronikají cytoplasmou přes celou šířku buňky, čímž dodávají buňkám mechanickou pevnost a vyrovnávají tlaky na buňky například ve střevním epitelu.
25 µm
mikrotubuly
25 nm
Mikrotubuly jsou dlouhé duté trubice tvořené výlučně proteinem tubulinem. Trubice mají vnější průměr 25 nm, a jsou tedy pevnější než intermediární nebo aktinová filamenta. Mikrotubuly jsou dlouhé a rovné a mají obvykle jeden konec připojen k organizačnímu centru mikrotubulů, zvanému *centrosom*.
25 m
aktinová filamenta
25 nm
Aktinová filamenta, někdy nazývaná mikrofilamenta, jsou šroubovité polymery proteinu aktinu. Jevi se nám jako pružné struktury o průměru 7 nm, které jsou organizovány do různých lineárních svazků, dvourozměrných sítí a trojrozměrných gelů. I když jsou aktinová filamenta rozložena po celé buňce, nejkoncentrovanější jsou v kortexu, těsně pod plasmatickou membránou.

Stredné filamenty

- majú veľkú pevnosť v ťahu, sú najpevnejšie a najodolnejšie z troch menovaných
- hlavná funkcia: podpora pri mechanickom strese pri natiahnutí
- ich priemer je cca 10 nm
- vydržia pôsobenie koncentrovaných solí a niektorých detergentov
- nachádzajú sa v cytoplazme väčšiny buniek, nie však vo všetkých
- najčastejšie sú okolo jadra a vetvia sa k periférii, kde môžu byť zabudované do membrány v miestach medzibunkových spojov
- nachádzajú sa aj pod jadrovou membránou – tvoria tzv. jadrovú laminu

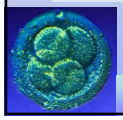


Čo poskytuje neurónu oporu, aby mohol mať takú zložitú stavbu?

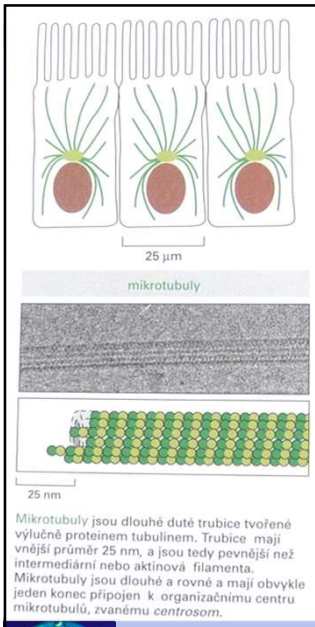
- sieť proteínových vlákien v cytoplazme
- štruktúra pripomínajúca kostru, ktorá je ale dynamická
- umožňuje eukaryotickým bunkám tvarovanie, pohyb a poskytuje bunke oporu
- pohyb organel, transport medzi nimi, rozdelenie chromozómov, zaškrcovanie živočíšnej bunky
- nie je u prokaryotov

- tri typy: stredné vlákna, mikrotubuly a mikrofilamenty
- každý typ vlákien je z iného typu proteínov

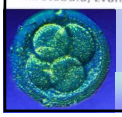
- *stredné vlákna:* rodina vláknitých proteínov
- *mikrotubuly:* tubulín
- *mikrofilamenty:* aktín



Cytoskelet



Mikrotubuly jsou dlouhé duté trubice tvořené výlučně proteinem tubulinem. Trubice mají vnější průměr 25 nm, a jsou tedy pevnější než intermediární nebo aktinová filamenta. Mikrotubuly jsou dlouhé a rovné a mají obvykle jeden konec připojen k organizačnímu centru mikrotubulů, zvanému *centrosom*.



Mikrotubuly

- majú v eukaryotických bunkách zásadnú organizujúcu funkciu
- majú tvar dlhých, pomerne málo ohybných dutých trubiek, ktoré sa môžu rýchlo rozpadnúť aj vytvoriť
- v typickej živočíšnej bunke mikrotubuly vyrastajú z **centrozómu** smerom k periférii bunky a tak sa vytvára systém dráh pozdĺž ktorých sa môžu transportovať vezikuly, organely a ďalšie bunkové komponenty
- **hlavná funkcia**:
  určovanie pozície membránových bunkových organel a

  riadenie transportu vo vnútri bunky