Fyziológia živočíchov a človeka

pre 3. ročník

Iveta Herichová
herichova1@uniba.sk

1

Skúška je písomná

- po písomke, trvá približne hodinu a po nej nasleduje dobrovoľná konzultácia o správnych odpovediach
- minimálne 60% na E

Podmienkou možnosti absolvovať skúšku je prezenčné absolvovanie cvičení a zápočtovej písomky

Sylaby obsahujú celý rozsah látky, ktorú sa treba naučiť.

Na konci semestra si treba stiahnuť aktualizované prezentácie a sylaby a čítať si oznamy, ktoré tam píšem.

2

Zápočtová písomka bude počas posledného týždňa semestra (zápočtového týždňa) v čase cvičení v rozsahu látky diskutovanej počas cvičení.
Opravná zápočtová písomka bude veľmi skoro v novom roku.

Kto nespraví zápočtovú písomku ani na opravný termín nebude pripustený na skúšku.

Na skúšku budú 4 termíny – bez obmedzenia počtu študentov. Prvé dva termíny budú riadne, potom bude prvý a druhý opravný termín.
Prvý riadny termín sa pokúsim harmonizovať na poslednej prednáške.

Zmeny na stánke: https://rss.app/myfeeds

3

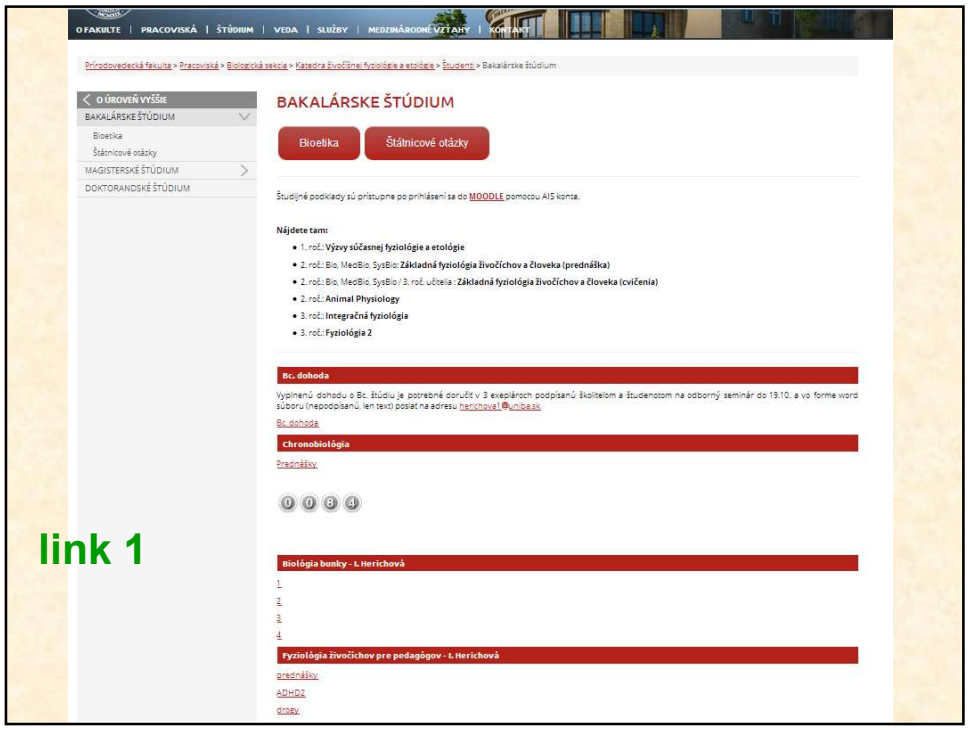
Povinná literatúra

- ***Prednášky – to sa týka aj cvičení***
- ***Vaše vlastné poznámky***
- *Javorka Kamil a kol.:* Lekárska Fyziológia
- *Trojan Stanislav a kol.:* Fyziológia 1,2; Učebnica pre lekárske fakulty, Osveta Martin, 1992 – slovenské vydanie
- *Trojan Stanislav a kol.:* Lékařská fyziologie, Grada, 3. alebo 4. vydanie, 2003 – české vydanie
- *Paulov Štefan:* Fyziológia živočíchov a človeka, PRIF UK Univerzita Komenského Bratislava, 1-3 diel, 1995

Doporučená literatúra

- *Silbernagl S., Despolulos A.:* Atlas fyziológie človeka, Grada Avicenum, Praha, 1993
- *Vander A.J., Sherman J.H., Luciana D.S.*: Human Physiology, The mechanisms of body functions, Mc Graw-Hill, Publishin Company, New York 1994

4



5

Prečo je potrebný predmet fyziológia živočíchov a človeka pre pedagógov?

- budete tento predmet učiť
- všetko o čom si budeme hovoriť je súčasťou vášho vlastného tela
- a aj tela Vašich študentov

- organické príčiny veľmi ovplyvňujú správanie aj kapacitu učiť sa

6

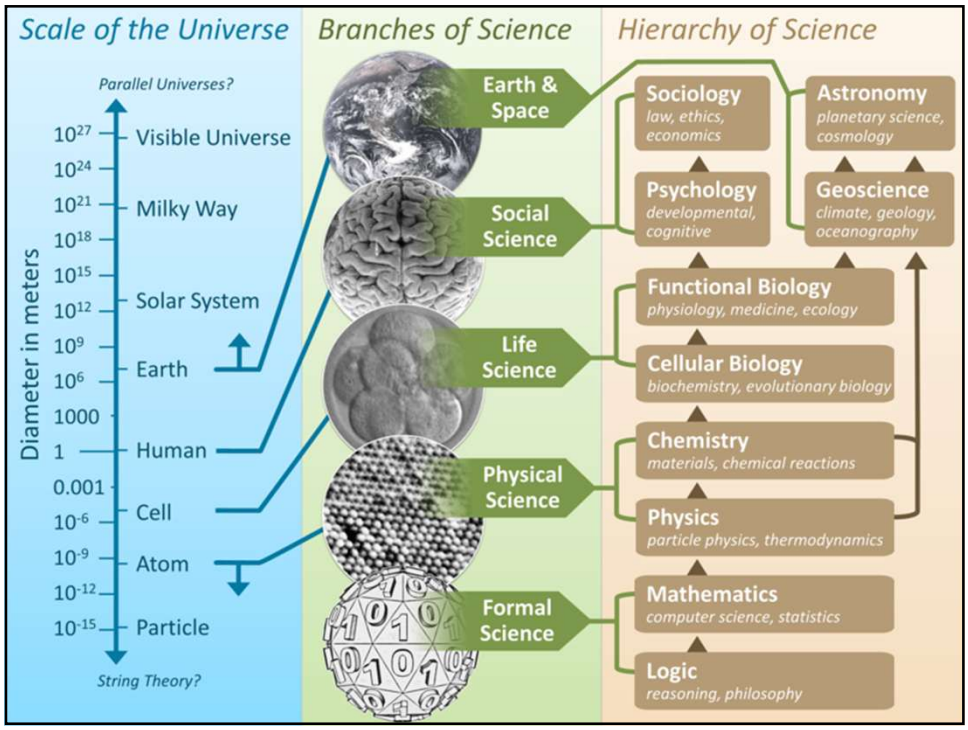
Postavenie

fyziológie živočíchov a človeka

v systéme vied

link 2

7



8

Physiology

– z gréckeho

Physis – príroda

logia – náuka

9

Ako vznikla vedná disciplína

Fyziológia živočíchov?

10

Fyziológia živočíchov a človeka je veda o procesoch, dejoch a funkciách prebiehajúcich v živočíšnom resp. ľudskom organizme.

- zaoberá sa životnými prejavmi a činnosťou živých organizmov

- dynamická vedná disciplína

- metodológia: morfologické, biochemické, chemické, molekulárne a fyzikálne merania

- pri skúmaní javov sa fyziológia neobmedzuje iba na jednotlivé deje, ale všíma si ako sa jednotlivé deje spájajú do harmonického celku

- rovnako pri vybočeniach z rovnováhy a vzniku patologického stavu, všíma si všetky deje, ktoré sú zmenami postihnuté

11

Fyziológia živočíchov a človeka

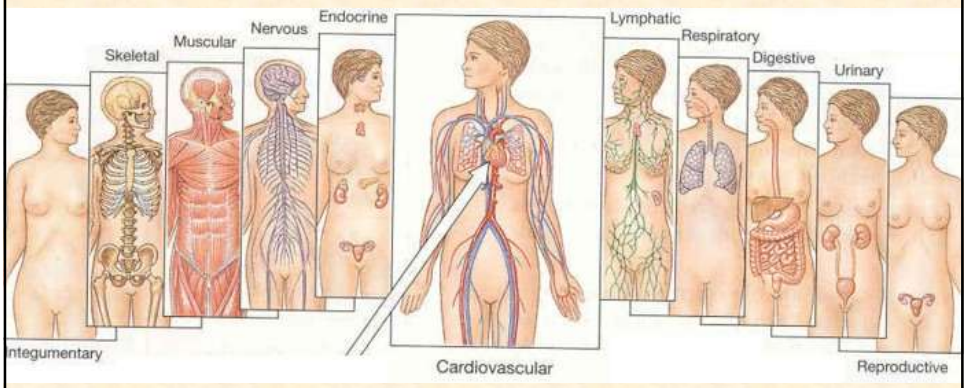
- Veda o základných funkciách živého organizmu

Cieľom fyziológie je objasniť:

1. Mechanizmy umožňujúce činnosť jednotlivých orgánových sústav
2. Princípy regulácie a koordinácie ich činnosti

12

množstvo procesov, ktoré spolu súvisia a dynamicky sa menia



stálosť vs. premenlivosť

13

História

Starovek:

Hippokrates (460-377) – pozoroval vývin kurčaťa vo vajci a z toho usudzoval na vývin u človeka

Aristoteles (385-322) zaradil človeka ku živočíchom, ale aj odlíšil – má väčší mozog, vzpriamenú postavu, artikulovanú reč a rozumové myslenie. Opísal vznik zygoty zo samčej a samičej pohlavnej bunky.

Galenos (130-200) poznal závislosť činnosti svalov od nervov, mozog považoval za sídlo duše, pečeň za sídlo lásky a srdce za sídlo statočnosti

14

Galén (130-200 n.l.)

Bol považovaný za skvelého chirurga.

Veril, že mozog prijíma informácie a zohráva dôležitú úlohu v regulácii motorických funkcií.

- zaviedol experiment do štúdia mozgu
- popísal mozgové komory
- robil lézie u zvierat a dokázal, že mozog zohráva úlohu v kontrole telesných funkcií
- vyvinul teóriu o existencii plynov a tekutín sprostredkúvajúcich mentálne procesy
- mentálne a duševné pochody podľa neho prebiehajú v mozgových komorách
- nazdával sa, že nervy rozvádzajú tekutiny sekretované mozgom a miechou do periférie

Neurálna komunikácia

15

Stredovek

1552 – Jean Fernel (1497 – 1558) prvý raz použil pojem *fyziológia* *na opis vedy o telesných funkciách,* ako prvý popísal miechu

16

Stredovek

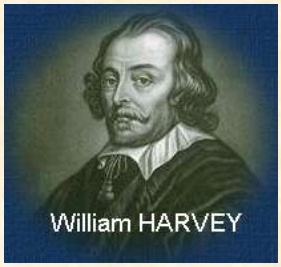
William Harvey (1578-1657)
1628 Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus
Anatomický výskum pohybu srdca a krvi zvierat

-navrhol schému obehu krvi, srdce pokladal za svalový vak pracujúci ako pumpa, dokázal, že v tepnách nie sú „životné sily“ vyvolávajúce ich pulzáciu
- objav bol ohlásený v roku 1616
- opísal vajíčko ako vývojový začiatok všetkých živočíchov

- považuje sa za zakladateľa fyziológie - živočíšnej aj humánnej

17

- **Willlliam Harvey** (1578 – 1657)
  - rozpor s **Galénovou teóriou** – tmavá venózna krv sa tvorí v pečeni, svetlá arteriálna v srdci, odtiaľ sa dostávajú do orgánov tela, kde sú zužitkované
  - Harveyho teória nebola akceptovaná v priebehu jeho života



- **Marcello Malpighi** (1628-1694) neskôr dokázal, že Harvey mal
  pravdu (Harvey totiž nebol schopný dokázať prítomnosť kapilár)

18

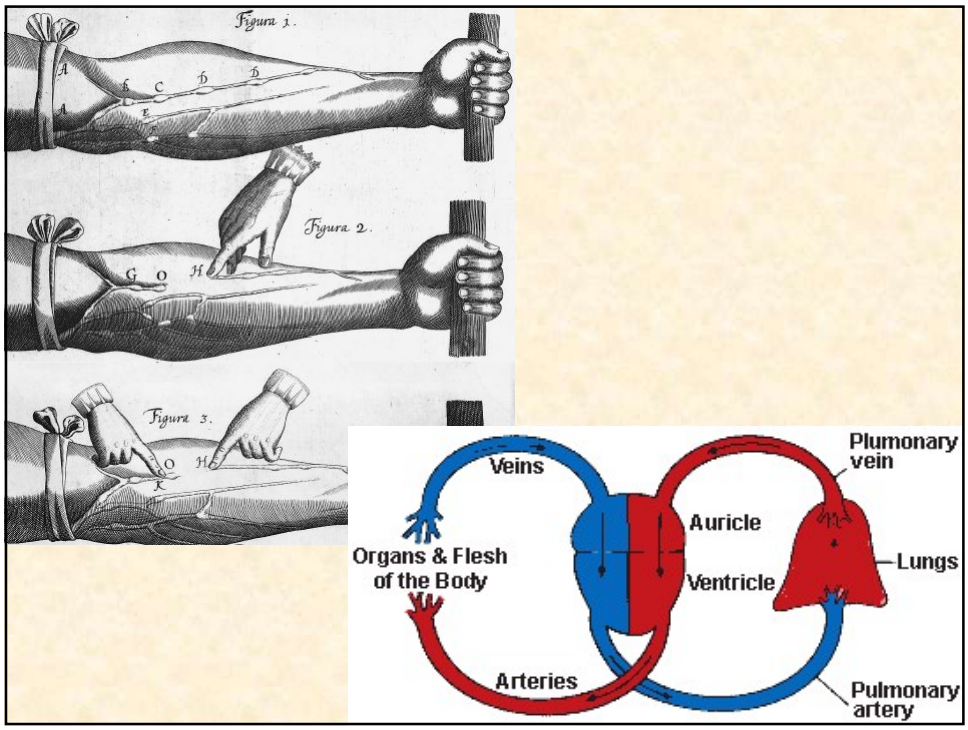
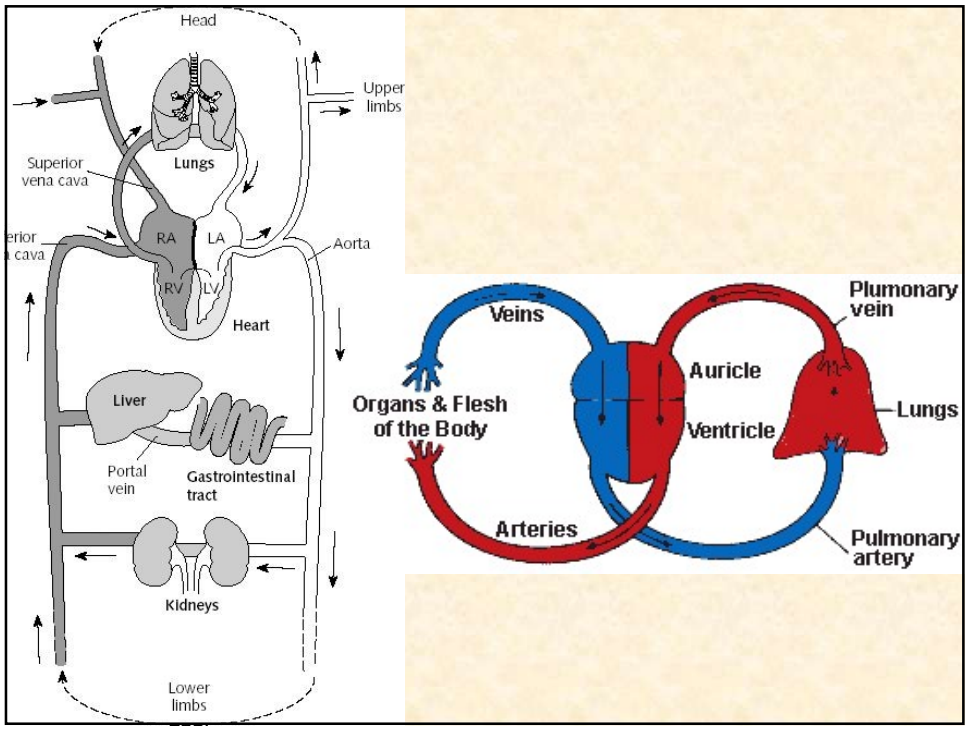


Figura 1.
Figura 2.
Figura 3.
Veins
Organs & Flesh of the Body
Arteries
Auricle
Ventricle
Plumonary vein
Lungs
Pulmonary artery

19


Head
Upper limbs
Lungs
Superior vena cava
RA
LA
Aorta
RV
LV
Heart
Liver
Portal vein
Gastrointestinal tract
Kidneys
Lower limbs
Veins
Organs & Flesh of the Body
Arteries
Auricle
Ventricle
Plumonary vein
Lungs
Pulmonary artery

20

17. – 18. storočie

- zistilo sa, že zvieratá nemôžu byť dlhší čas v zatvorenej miestnosti bez prístupu čerstvého vzduchu

- bol objavený mechanizmus dýchacích pohybov

Antoine L. Lavoisier (1734-1794) objasnil funkciu dýchania ako spotreby kyslíka a tvorby oxidu uhličitého v procese uvoľňovania energie

- skúmali sa chemické procesy trávenia v žalúdku

19. storočie: veľké objavy vo všetkých prírodných vedách, zdokonalili sa metódy pokusov

21

Johannes Müller (1801-1858)

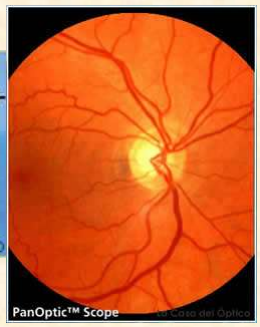
Postuloval doktrínu špecifických neurálnych energií. Odlišné pocity sú podľa neho sprostredkovávané odlišnými typmi energie.
Dnes vieme, že odlišné receptory interpretujú rovnaké akčné potenciály.

Zaviedol do vyšetrovania krvi chemické metódy, skúmal krvný obeh, látkovú premenu, trávenie, dýchanie a exkréciu, zaoberal sa psychológiou a tvrdil, že nikto nemôže byť psychológom bez poznatkov fyziológie.

22

H. L. Helmholtz (1821-1894)

Opísal nervovú bunku a zistil, že vzruch sa šíri nervami určitou rýchlosťou (niekoľko desiatok metrov za sekundu).
Postuloval teóriu vnímania zvuku u človeka.
Skonštruoval očné zrkadlo, ktoré sa do dnes používa.
Vypracoval teóriu priestorového a farebného videnia.



link 3

23

Claude Bernard (1813-1878)

Študoval premenu chemických látok v organizme, fyziológiu trávenia a regulácie krvného tlaku.
Zdôrazňoval súvislosť jednotlivých orgánových funkcií a úlohu krvi ako súčasti vnútorného prostredia z organizmu.
Tvrdil, že stálosť vnútorného prostredia je dôležitá – homeostáza.
Navrhol zavedenie „blind“ experimentu.

24

I. M. Sečenov (1829-1905)

- otec ruskej fyziológie
- popísanie mozgových centier tlmiacich miechové reflexy

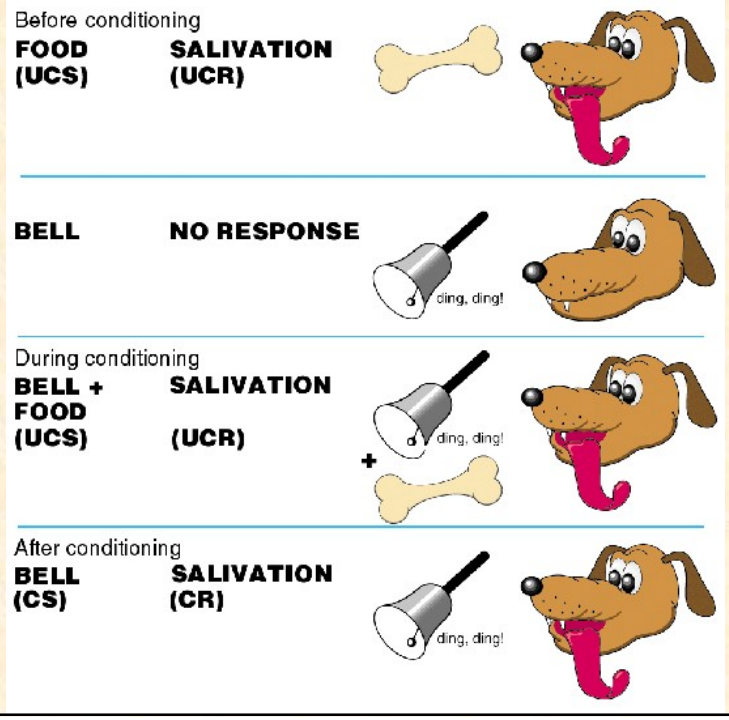
I. P. Pavlov (1849-1936)

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1904

"in recognition of his work on the physiology of digestion, through which knowledge on vital aspects of the subject has been transformed and enlarged".

- zaviedol nové fyziologické metódy
- skúmal podmienené reflexy
- štúdium druhej signálnej sústavy

25



26

História živočíšnej fyziológie

Fyziológia = samostatná vedná disciplína od polovice 18. storočia na lekárskych fakultách

Českí fyziológovia:

- **Jiří Procházka** (1749-1820) – očný lekár, napísal učebnicu fyziológie, postuloval koncepciu nervového reflexu

- **Jan Evangelista Purkyně** (1778-1869)
  - založil prvý fyziologický ústav a prvé oficiálne fyziologické laboratórium (Wroclaw)
  - 1851 – založil Fyziologický ústav v Prahe (2. na svete)

27

História živočíšnej fyziológie

- 1820-1825 – popísal Purkyneho fenomén ako zmenu farebného videnia po zmene intenzity osvetlenia
- 1823 – navrhol otlačky prstov ako vhodný spôsob identifikácie
- 1825 – popísal Purkyneho zárodkový mechúrik (jadro vajcovej bunky)
- 1837 – prvý raz popísal živočíšnu bunku
- 1837 – popísal Purkyňove bunky v kôre mozočka
- 1839 – popísal Purkyňove vlákna v srdci, ktoré vedú vzruch generovaný autonómnym pacemakerom
- zaviedol pojem plazma a protoplazma
- prvý raz použil mikrotóm

link 4

28

História živočíšnej fyziológie

- **Ewald Hering** (1834-1918) – nemecký fyziológ a psychológ
  - zaoberal sa percepciou farieb a priestoru
  - bol nástupcom J.E.Purkyně v Prahe

Českí prednostovia Fyziologického ústavu na Karlovej Univerzite:
Vladimír Tomsa - 1883-1895
František Mareš - 1895-1930
Antonín Hanák - 1930-1935
František Karasek - 1935-1936
Vilém Laufberger - 1936-1953
František Karasek - 1953-1970

Edward Babák (1973-1925) - zakladateľ fyziológie na LF v Brne

29

História živočíšnej fyziológie

- **Výuka fyziológie na Slovensku**
  1919 – vznik Univerzity Komenského a Lekárskej fakulty
  1924 – vznik Fyziologického ústavu LF
  1. Anton Hanák – prvý prednosta
  2. Vilém Hons
  3. Juraj Antal 1940- 1970 – „otec slovenskej fyziológie"

1940 – vznik Prírodovedeckej fakulty UK
1990 – vznik Katedry živočíšnej fyziológie a etológie PF UK

30

Fyziologické princípy

- **Nobelova cena** – Physiology and Medicine

Bunková fyziológia Enviromentálna fyziológia

31

Bunka

Bunka – základný element života

- **Životný cyklus bunky**

základný cyklus bunky - G_1 – 1. fáza rastu
- S – syntetická fáza
- G_2 – 2. fáza rastu
- M – mitóza

cyklus diferencovanej bunky – G – rast
- D – diferenciácia
- F – funkčná fáza
- A – starnutie
- T – smrť

32

Bunka – základný element života

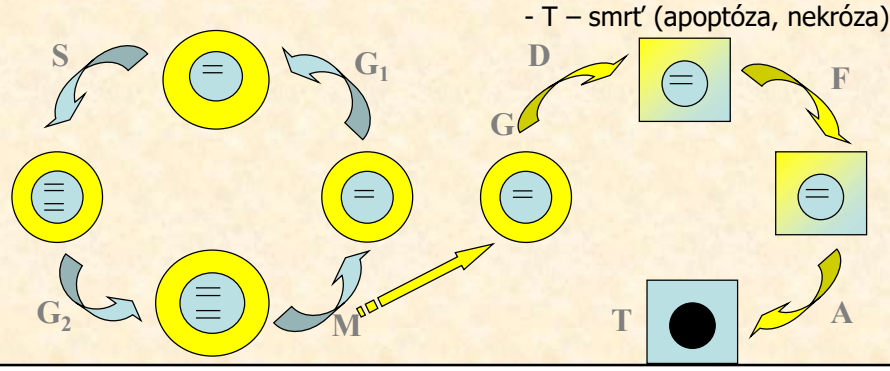
Životný cyklus bunky

základný cyklus bunky

- G_1 – 1. fáza rastu
- S – syntetická fáza
- G_2 – 2. fáza rastu
- M – mitóza

cyklus diferencovanej bunky

- G – rast
- D – diferenciácia
- F – funkčná fáza
- A – starnutie
- T – smrť (apoptóza, nekróza)



33

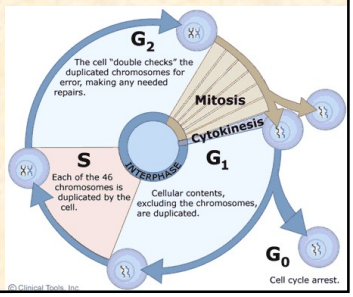
Aké procesy prebiehajú v bunkovom cykle?

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

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

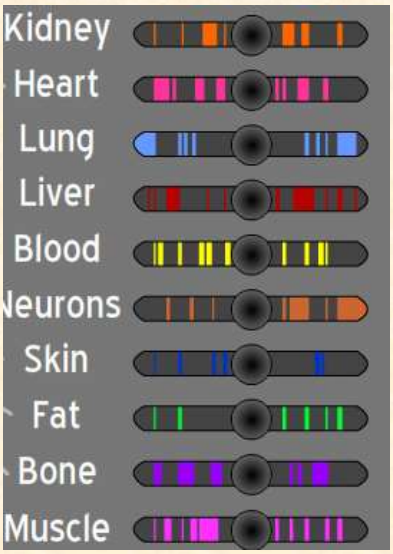
- G1(*gap*) fáza	- syntéza mRNA, proteínov, organel, príprava na replikáciu DNA
- S (*synthesis*) fáza	- replikácia DNA
- G2 (*gap*) fáza	- syntéza mRNA, proteínov, organel, príprava na mitózu
- M (*mitosis*) fáza	- mitóza a cytokinéza

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

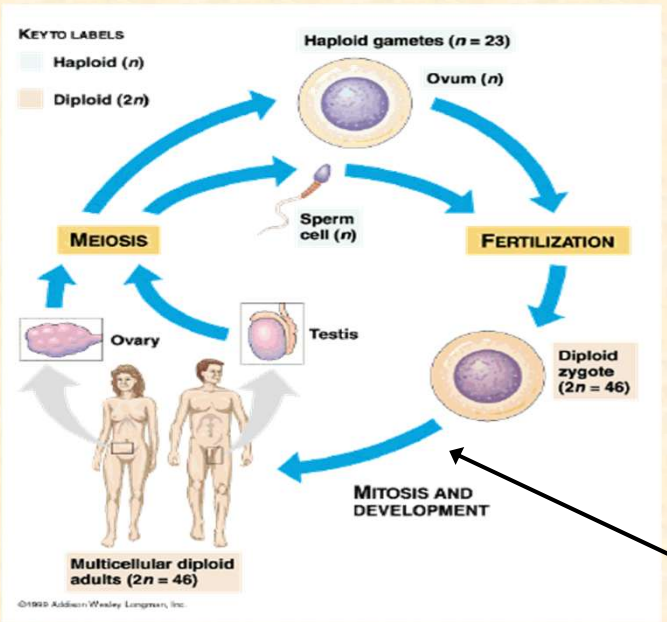


34

Sú v jednotlivých tkanivách aktívne rovnaké úseky DNA?



35



200 typov a

$75x10^{18}$ buniek

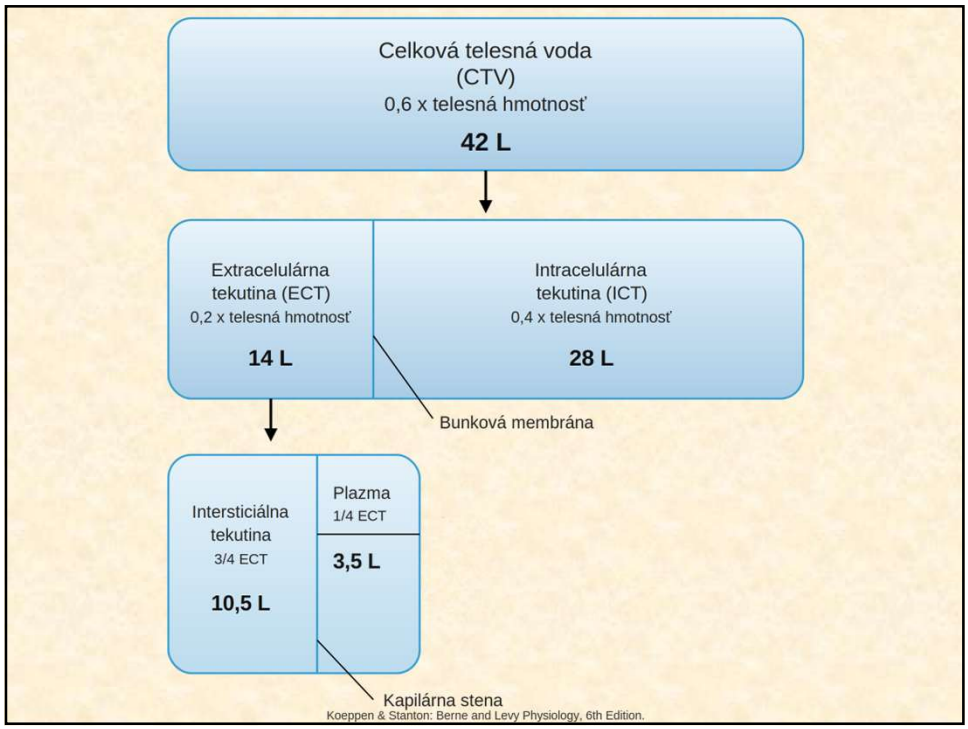
36

Základné stavebné látky organizmu a bunky

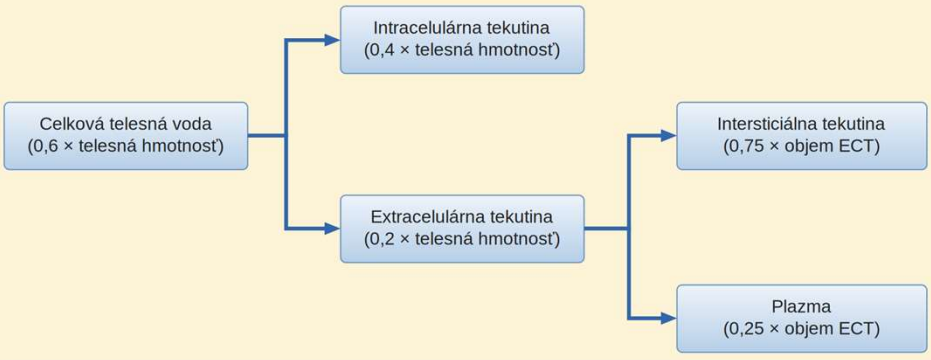
Voda v organizme

link 5

37



38



1. Všetky solúty a voda, ktoré vstupujú do tela alebo ho opúšťajú, tak robia cez ECT.
2. ICT a ECT sú v osmotickej rovnováhe. Voda sa medzi týmito priestormi presúva iba vtedy, keď existuje gradient osmotického tlaku.
3. Vyrovnávanie osmolality ICT a ECT prebieha predovšetkým presunmi vody, a nie presunmi solútov.

39

Cukry

Jednoduché cukry

- pri hydrolýze vzniká oxid uhličitý a voda

- pentózy (5 atómov uhlíka)
- ribóza v ribonukleotidoch, v RNA a niektorých koenzýmoch
- deoxyribóza v deoxyribonukleotidoch, DNA

- hexózy (6 atómov uhlíka)
- glukóza, galaktóza, fukóza, manóza, fruktóza

Zložené cukry – disacharidy... polysacharidy

- sacharóza = glukóza a fruktóza
- maltóza = dve glukózy
- laktóza = glukóza a galaktóza

link 6

40

Polysacharidy:
- **škrob** – rastlinný zásobný polysacharid zložený z glukózových jednotiek
- **celulóza** – oporný polysacharid rastlinných buniek, je možné štiepiť ju len pomocou symbiotických mikroorganizmov
- **glykogén** – zásobný polysacharid živočíchov z glukózy, v pečeni, kostrovom svalstve a srdci

Lipidy:
štrukturálne, lipoproteidy, zásobné, termoregulačné, mechanická ochrana, chránia proti chemickým vplyvom a zmáčaniu
Mastné kyseliny: nasýtené, nenasýtené
- štrukturálne 16-20 uhlíkov, esenciálne

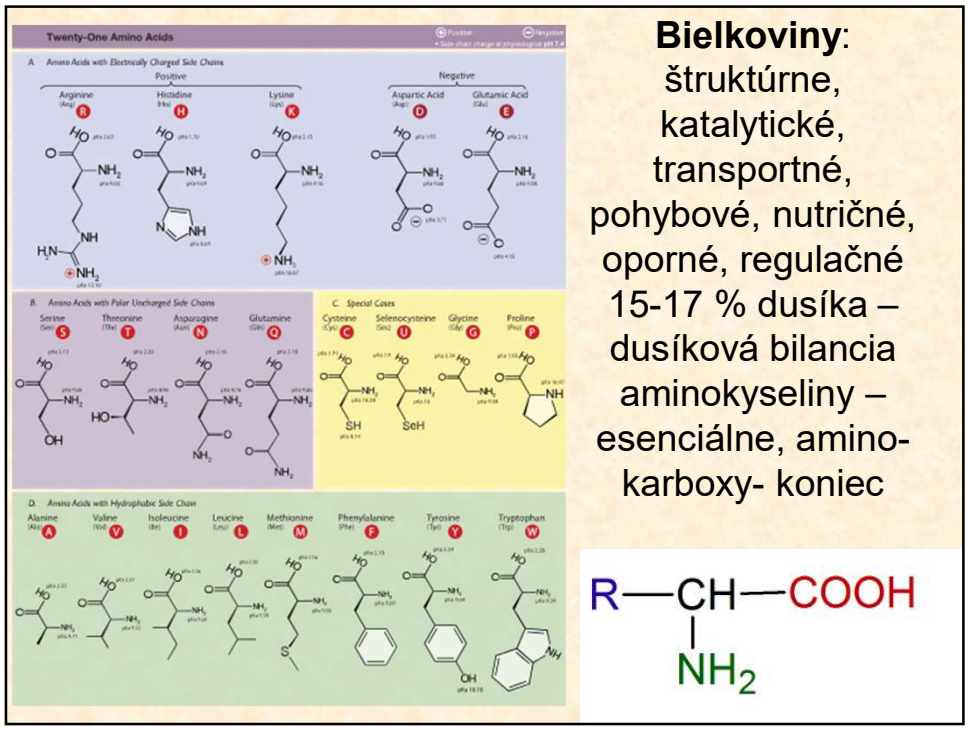
41

Lipidy:
Tuky: triglyceridy, mastné kyseliny, a glycerol
Steroidy: fyziologicky účinné látky steroidné hormóny, **cholesterol**, kalciferoly, žlčové kyseliny
Prostaglandíny: úlohy v endokrinnej regulácii
Fosfatidy: fosfolipidy – membrány

Bielkoviny:
štruktúrne, katalytické, transportné, pohybové, nutričné, oporné, regulačné
15-17 % dusíka – dusíková bilancia
aminokyseliny – esenciálne, amino- karboxy- koniec
primárna, sekundárna (alfa závitnica, skl. list, vodíkové väzby), terciálna tvorená disulfidickými väzbami

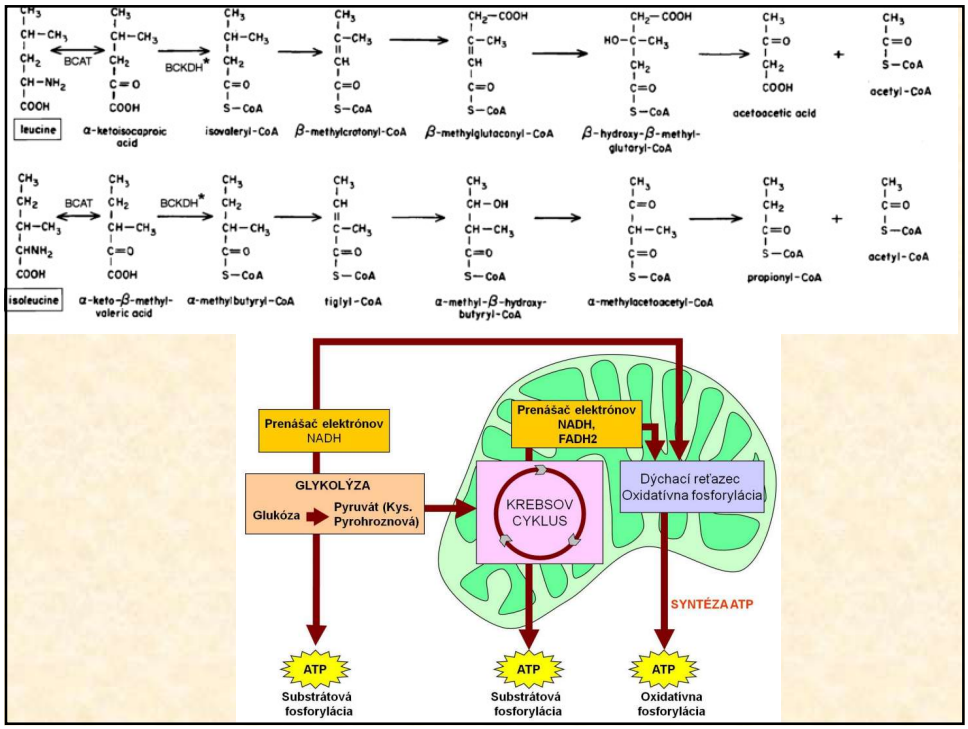
link 6,5

42



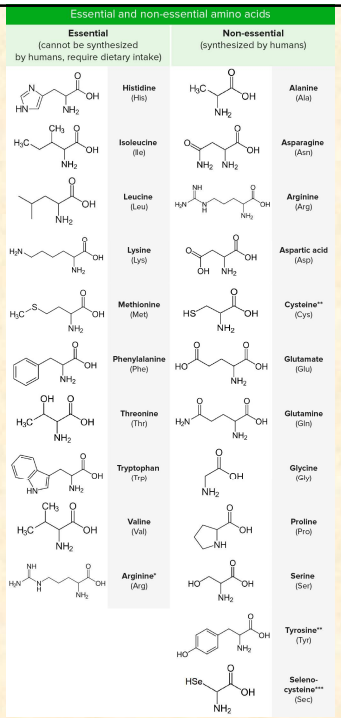
Bielkoviny: štruktúrne, katalytické, transportné, pohybové, nutričné, oporné, regulačné
15-17 % dusíka – dusíková bilancia
aminokyseliny – esenciálne, amino- karboxy- koniec

43



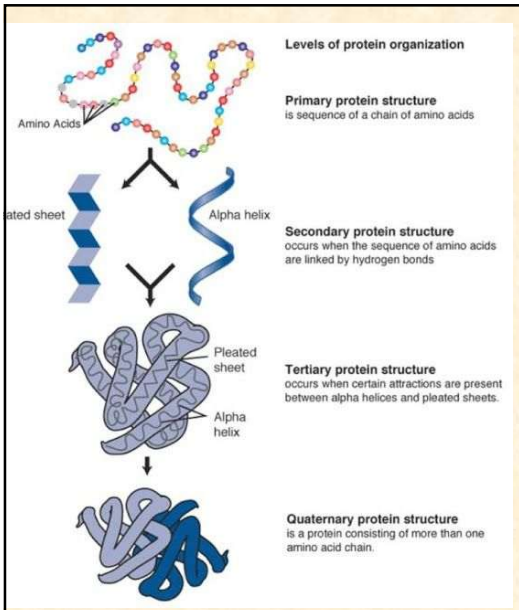
44

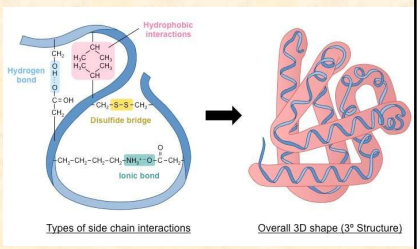
- **Histidín** (His)
- **Izoleucín** (Ile)
- **Leucín** (Leu)
- **Lyzín** (Lys)
- **Metionín** (Met)
- **Fenylalanín** (Phe)
- **Treonín** (Thr)
- **Tryptofán** (Trp)
- **Valín** (Val)
- **Arginín** (Arg)* – *semi-esenciálny (je esenciálny najmä pre deti, v období rastu alebo pri ťažkom strese).*



- **Alanín** (Ala)
- **Asparagín** (Asn)
- **Arginín** (Arg)
- **Kyselina asparágová** (Asp)
- **Cysteín** (Cys)**
- **Glutamát** / Kyselina glutámová (Glu)
- **Glutamín** (Gln)
- **Glycín** (Gly)
- **Prolín** (Pro)
- **Serín** (Ser)
- **Tyrozín** (Tyr)**
- **Selenocysteín** (Sec)***

45

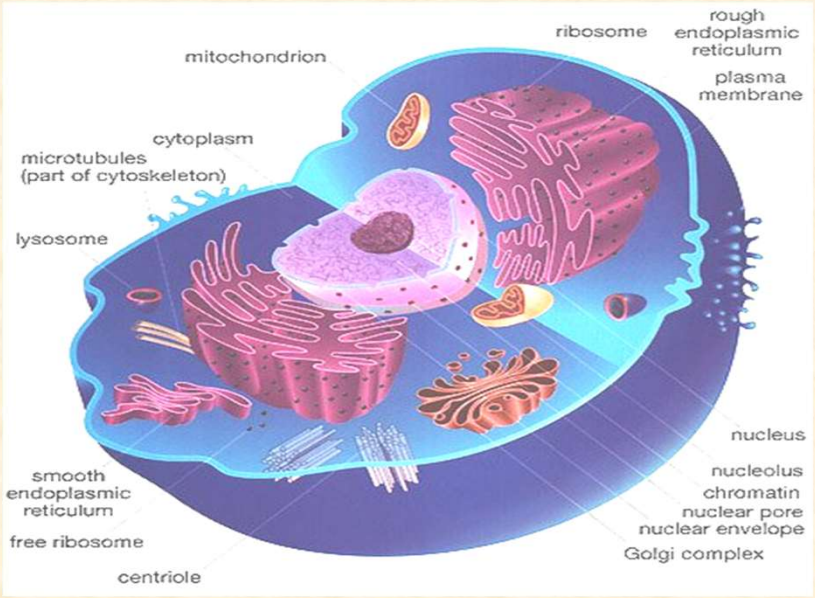




primárna, sekundárna štruktúra (alfa závitnica, skladaný list, vodíkové väzby), terciálna tvorená disulfidickými väzbami

46

Bunka



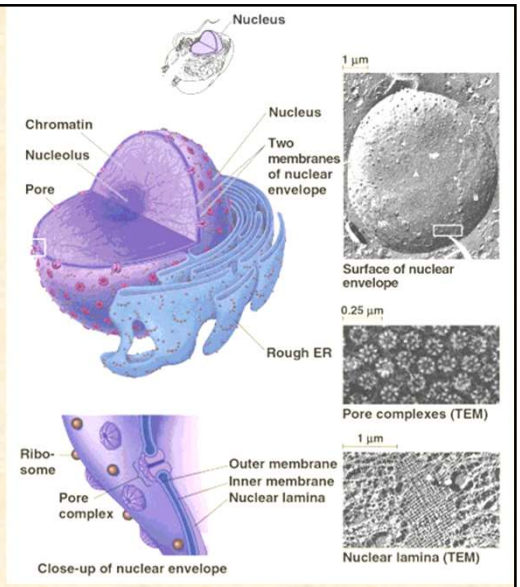
47

Jadro bunky:

- jadrová membrána: dve vrstvy, perinukleárny priestor, jadrové póry

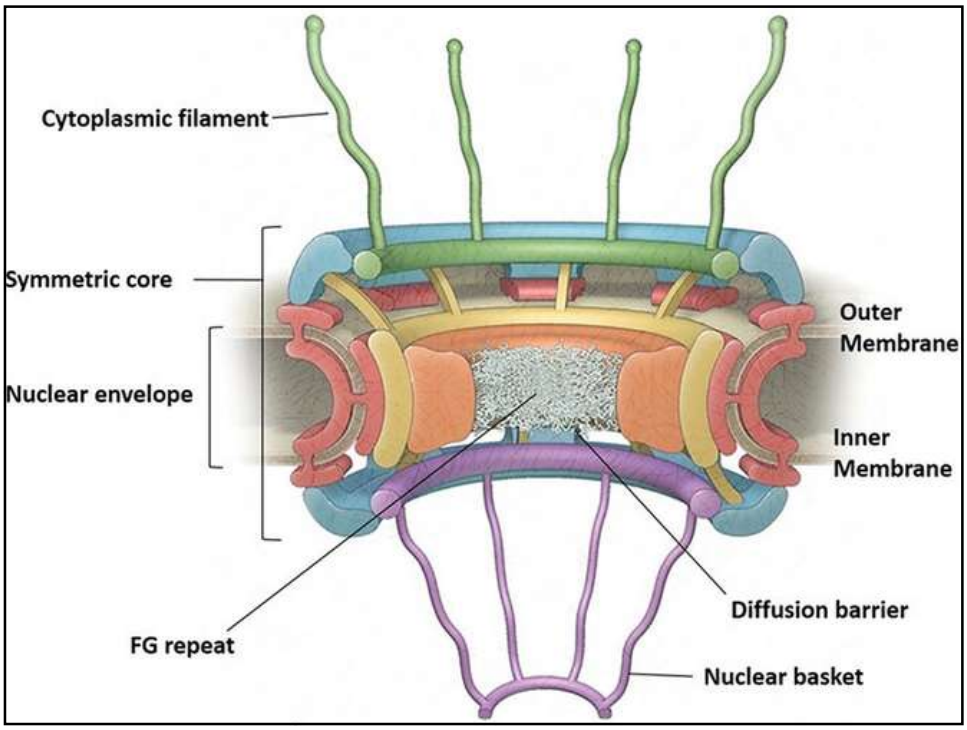
- prepojenie vonkajšej jadr. membrány s endoplaz-matickým retikulom

- chromozómy, chromatín: komplexné jadrové štruktúry nesúce predpis dedičných vlastností indivídua, riadia metabolické procesy a diferenciáciu



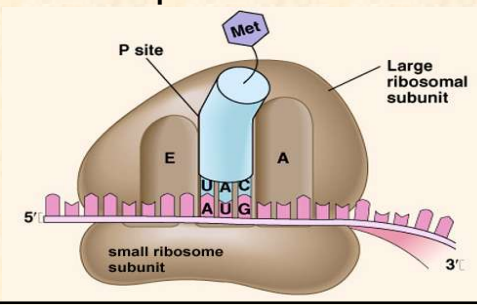
- jadierko (nucleolus) syntéza ribozómovej RNA a ribozómov

48



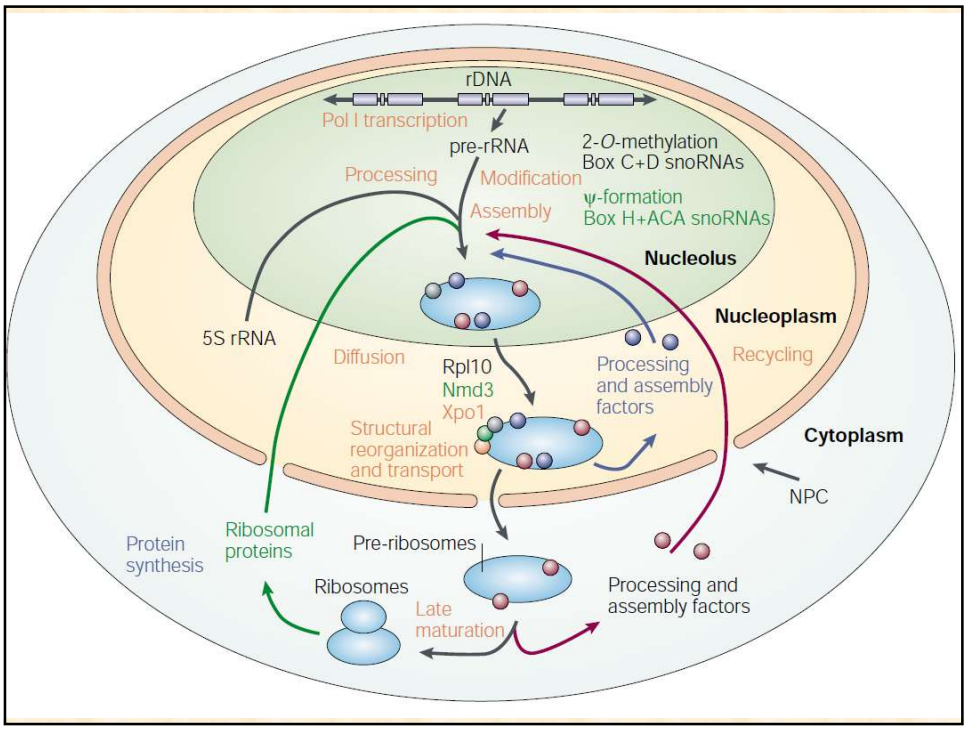
49

- **Ribozómy**
  - nukleoproteínové organely
  - 2 podjednotky – posúvajú sa po mRNA a syntetizujú peptidový reťazec
  - po 1 molekule mRNA viacero ribozómov – **polyzómy**
  - voľné alebo viazané na endoplazmatickom retikule



link 7

50



51

- **Endoplazmatické retikulum**

  - systém kanálikov a vačkov, cisterien – navzájom prepojený

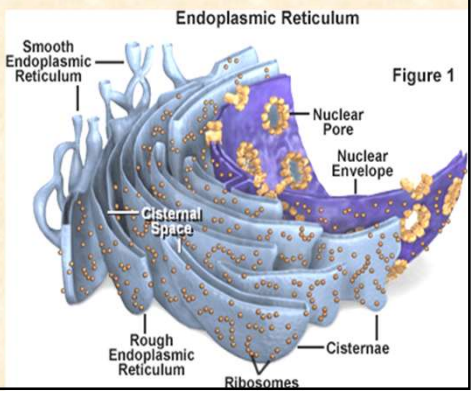
granulárny typ - viazané ribozómy na povrchu, syntetizujú sa tu proteíny membrán (receptory), sekrečné bielkoviny (hormóny), dostávajú sa do Golgiho komplexu a odtiaľ von z bunky

  - cytozólové proteíny – syntetizujú sa na voľných ribozómoch

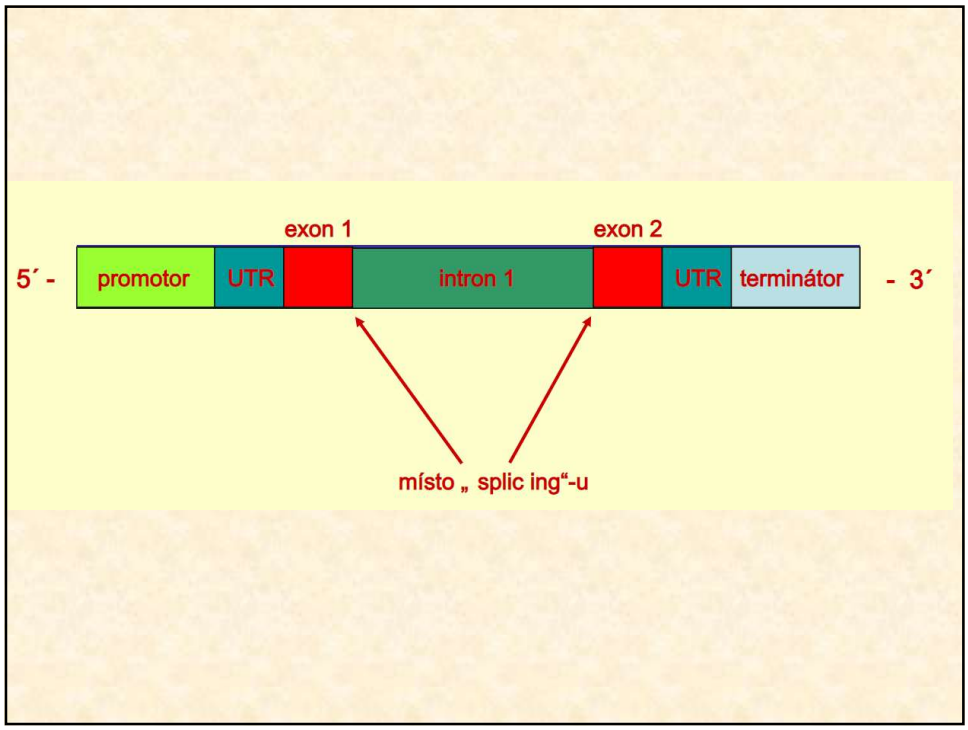
agranulárny typ (hladký)

- bez ribozómov
- metabolizmus

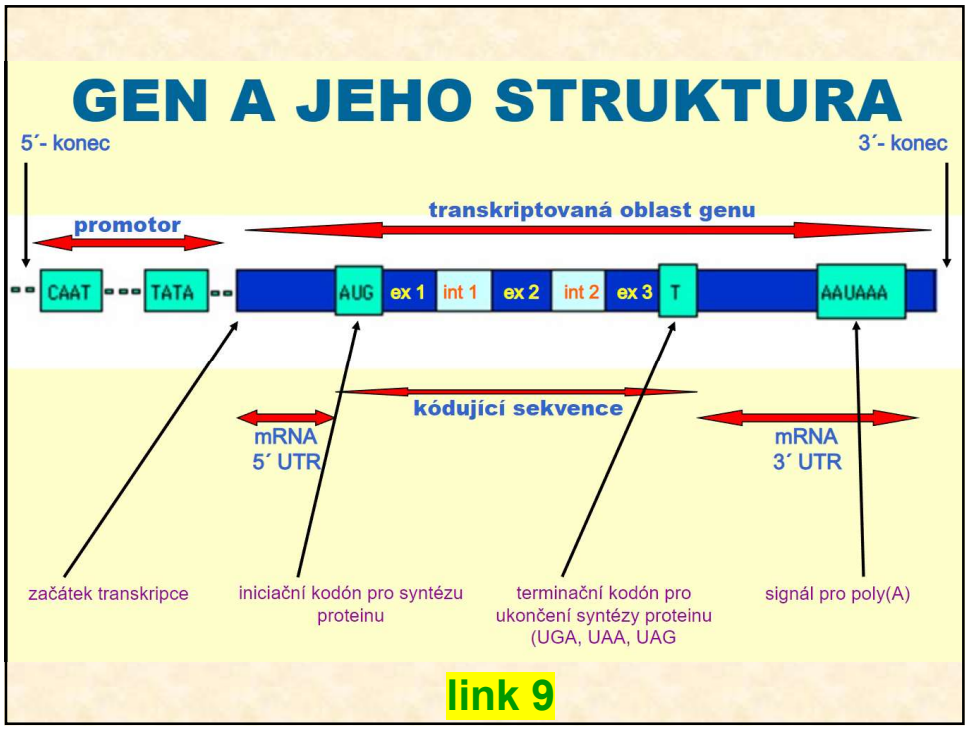
lipidov, steroidov



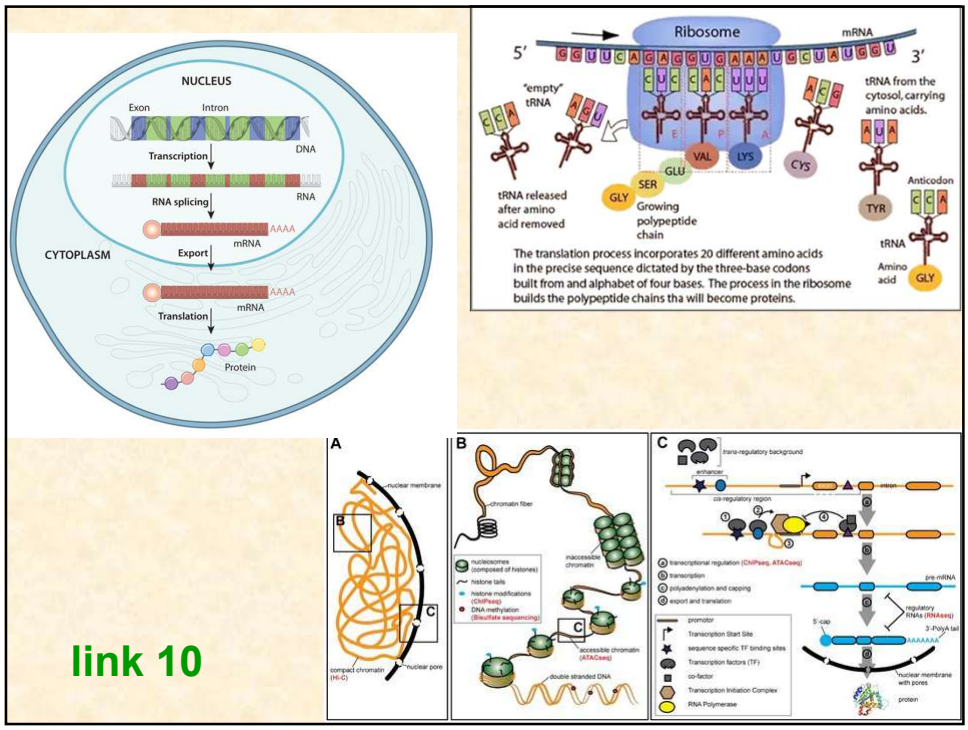
52


exon 1
exon 2
5´ -
promotor
UTR
intron 1
UTR
terminátor
- 3´
místo „ splic ing“-u

53


GEN A JEHO STRUKTURA
5´- konec
3´- konec
promotor
transkriptovaná oblast genu
CAAT
TATA
AUG
ex 1
int 1
ex 2
int 2
ex 3
T
AAUAAA
kódující sekvence
mRNA
5´ UTR
mRNA
3´ UTR
začátek transkripce
iniciační kodón pro syntézu proteinu
terminační kodón pro ukončení syntézy proteinu (UGA, UAA, UAG
signál pro poly(A)
link 9

54

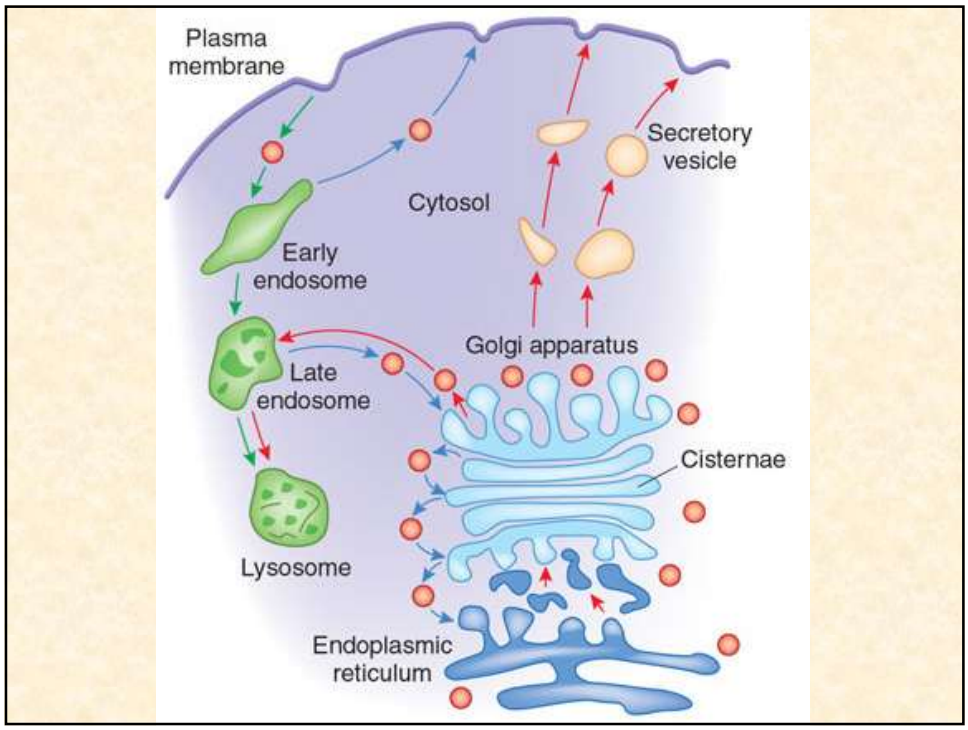


55

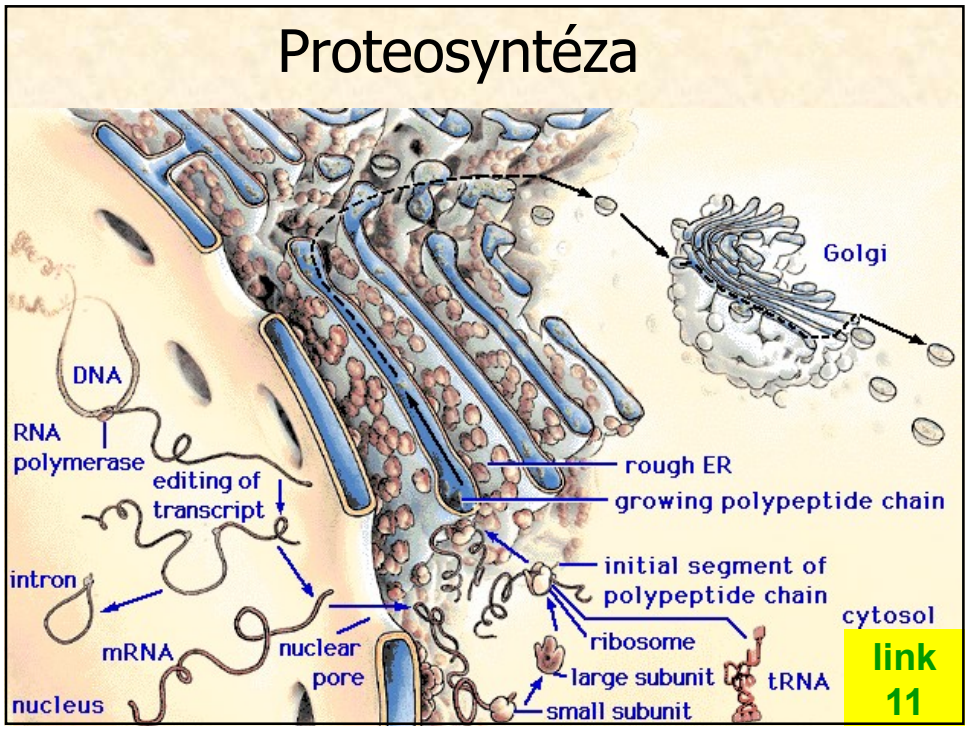
- **Golgiho komplex**
  - súbor paralelných membránových útvarov,
  polárny charakter – na 1. konci vznikajú cisterny a na druhom vyčnievajúcom póle sa uvoľňujú
  - sekrečná funkcia v bunkách žliaz – sekrét v ER sa zachytáva, obaľuje membránu a ako sekrečné granule opúšťa bunku
  - vznikajú tu glykoproteíny – cukrová zložka na bielkovinách – napr. hormóny hypofýzy LH, FSH, PRL.
  - regulácia metabolizmu bunky

link 10.6

56


Plasma membrane
Secretory vesicle
Cytosol
Early endosome
Golgi apparatus
Late endosome
Cisternae
Lysosome
Endoplasmic reticulum

57


Proteosyntéza
Golgi
DNA
RNA polymerase
editing of transcript
rough ER
growing polypeptide chain
intron
initial segment of polypeptide chain
cytosol
mRNA
nuclear pore
ribosome
large subunit
tRNA
small subunit
nucleus
link 11

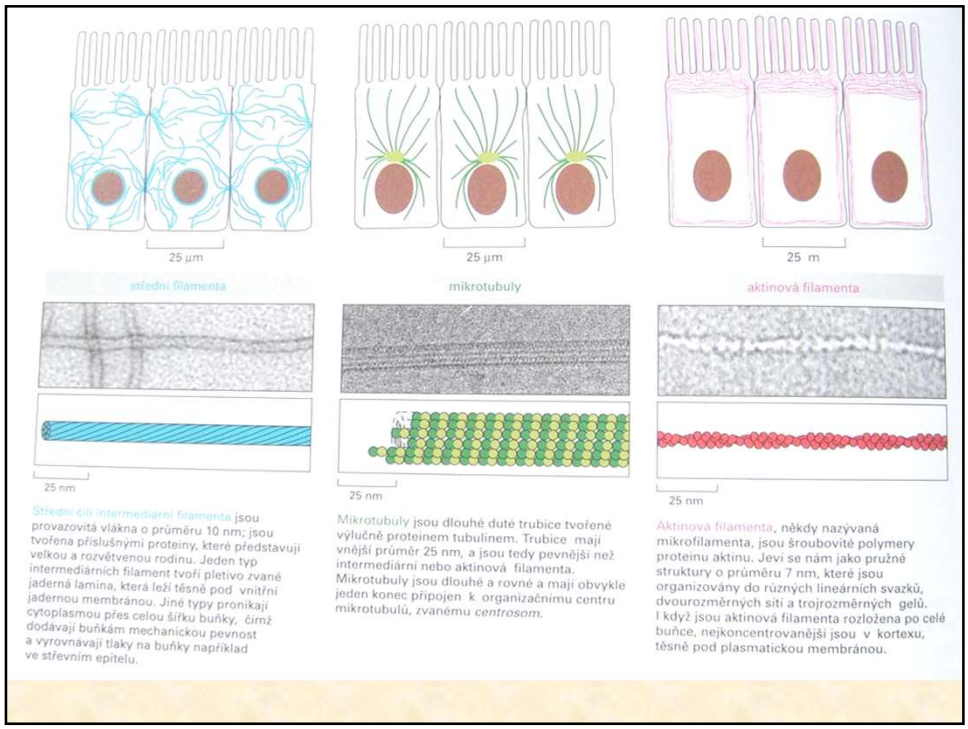
58

- **Cytoskelet**

1. Mikrofilamenty – aktín, priemer 5nm, štukturálny cytoskeleton
2. Mikrotubuly – tubulín (alfa a beta podjednotka), priemer 25nm, kostra, deliace vretienko
3. Stredné vlákna – pevnosť v ťahu, jadrová lamina

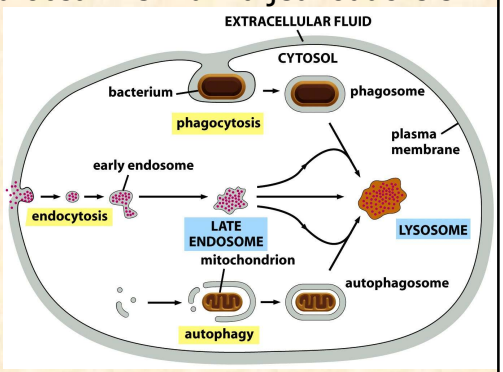
link 11.5

59

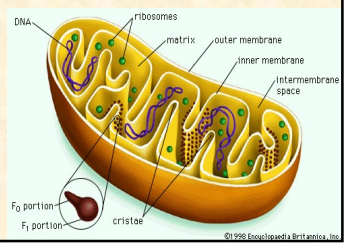


60

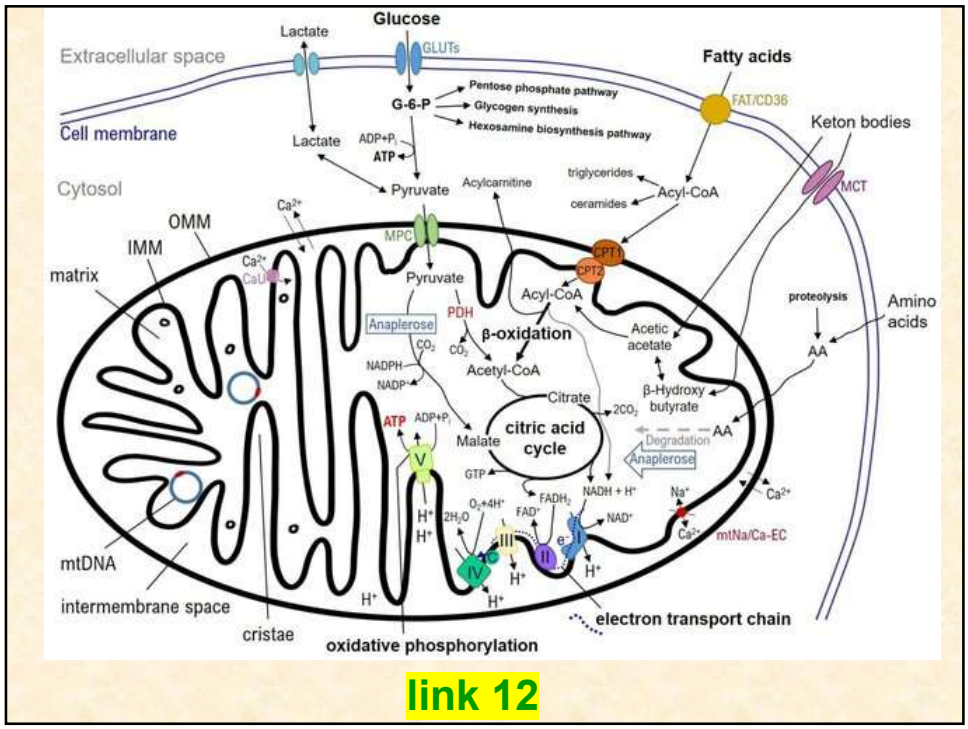
- **Lyzozómy**
  - guľovité cytoplazmatické častice – tráviace organely
  - tráviace granuly – rozkladajú obsah vezikúl na jednoduchšie látky ⇨ bunková exocytóza
  - hydrolytické enzýmy



- **Mitochondrie**
  - membránové systémy
    - 2 membránové vrstvy
    - vonkajšia obaľuje
    - vnútorná zriasená do krist
  - energetický metabolizmus – ATP
  - biologické oxidácie T_3
  - enzýmy CKC v mitochondr. matrix
  - DNA



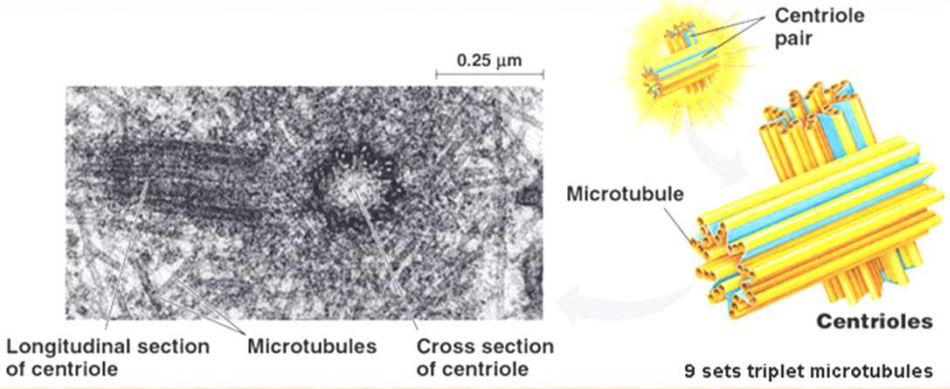
61



link 12

62

- **Centrioly**
  - 2 telieska blízko jadra
  - 9 trojíc periférne usporiadaných tubulov
  - úloha pri delení buniek ➪ pohyb chromozómov
  - zhodné s kinetozómami ➪ bazálne telieska bičíkov



63

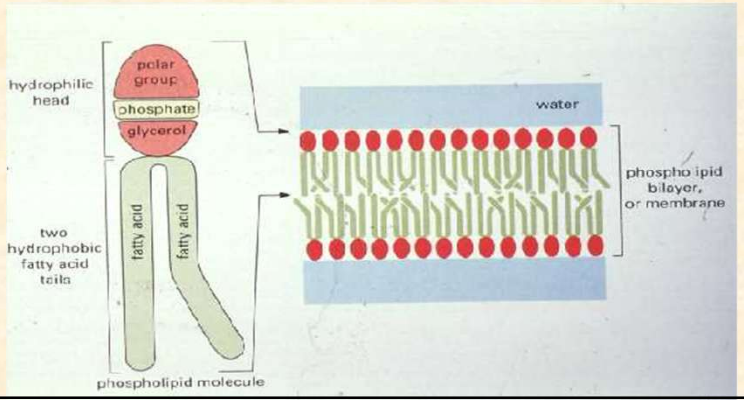
Bunkové membrány

- **Lipidy:** fosfolipidy, neutrálne lipidy, glykolipidy, myelín

AMBIFILNÉ - hydrofóbna aj hydrofilná časť – bimolekulárny film

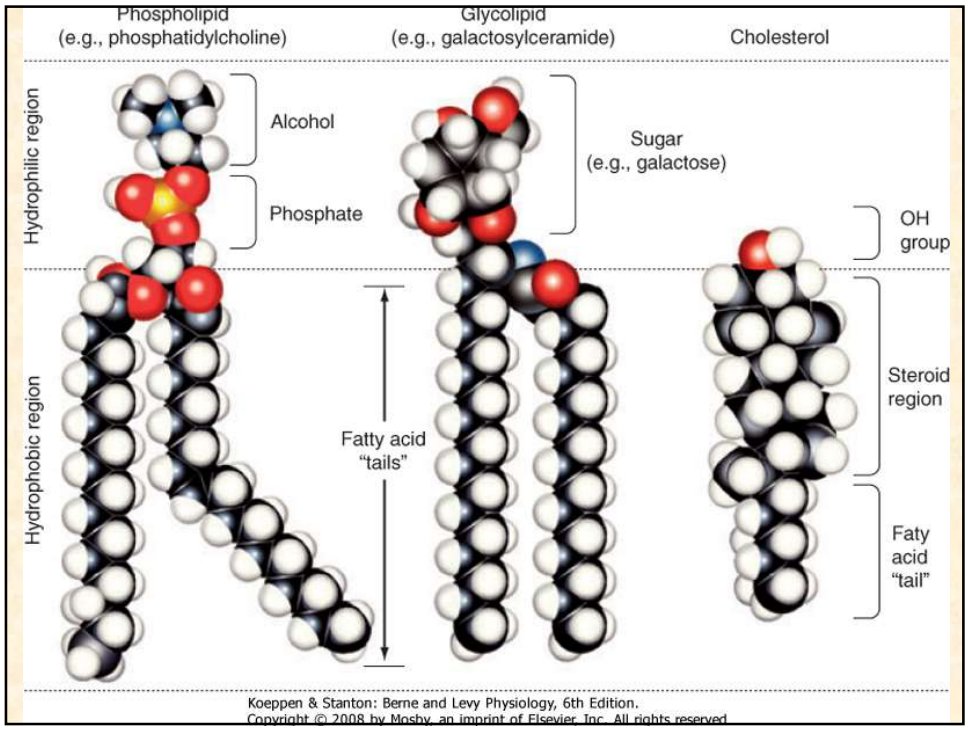
vo vonkajšej vrstve: fosfatidylcholín, sfyngomyelín

vo vnútornej vrstve: fosfatidylserín, fosfatidyletanolamín



link 13

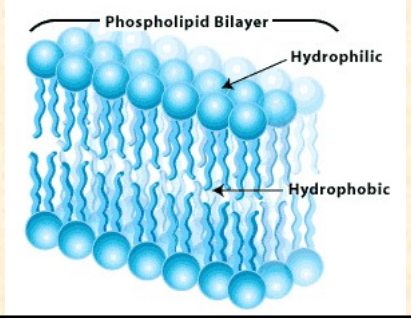
64

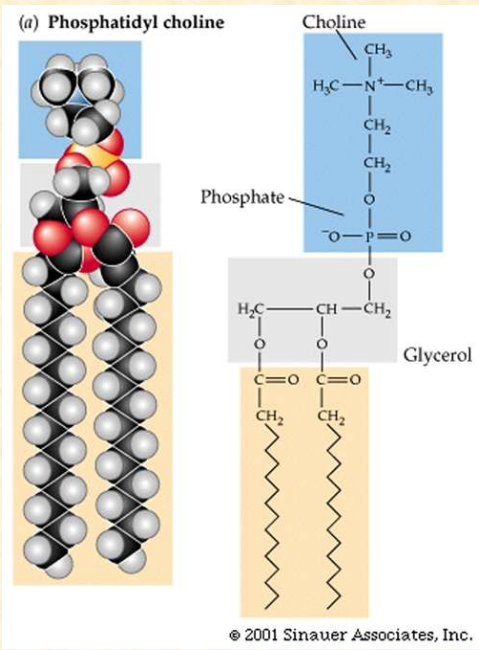


65

- dvojvrstva
- fosfolipidy
fosfatidylcholín
- hydrofilná časť
- hydrofóbna časť

Model





66

Bunkové membrány

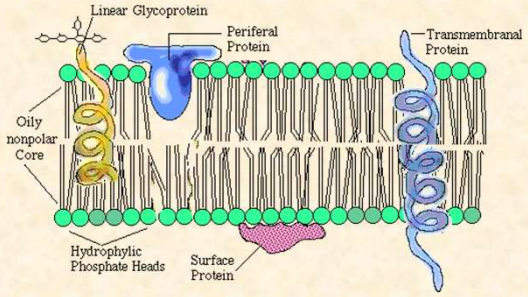
- **Bielkoviny membrán:**
  a) integrálne (cez membránu)
  b) periférne (len čiastočne)
  - tekutá mozaika biomembrány
1. Membránové receptory – signál do vnútra bunky
2. Prechod látok **v SMERE** gradientu - kanály a prenášače
3. Prechod látok **PROTI** gradientu – ATPázy – pumpy a transportéry
4. Regulačné bielkoviny

- **Glykolipidy a glykoproteíny** vo vonkajšej vrstve
  ➪ asymetria povrchových membrán

link 8

67

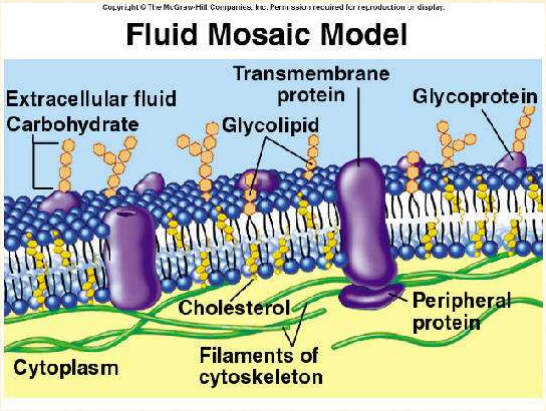
- hydrofóbna časť fosfolipidov tvorí vonkajšie povrchy membrány, viažu sa na ne glykolipidy a oligosacharidy
- hydrofóbnu časť fosfolipidov tvoria reťazce mastných kyselín, ktoré vytvárajú strednú vrstvu membrány



- proteíny môžu byť do membrány vnorené, alebo byť povrchovo situované
- tvoria 25-75 percent hmotnosti membrány
- tvoria štrukturálny základ iónových kanálikov, zaisťujú aktívny a spriahnutý transport, receptory

68

- dynamické zmeny v membráne popisuje model tekutej mozaiky
- podľa tohto modelu je membrána tvorená tekutou fázou lipidov, do ktorej sú mozaikovito zabudované globulárne proteíny. Proteíny lokalizované na povrchu membrány sa nazývajú periférne proteíny, proteíny, ktoré membránou prestupujú sa nazývajú integrálne proteíny, proteíny sú v rámci membrány mobilné



VIDEO
Lipidy

Video
proteiny

Laser Tweezers

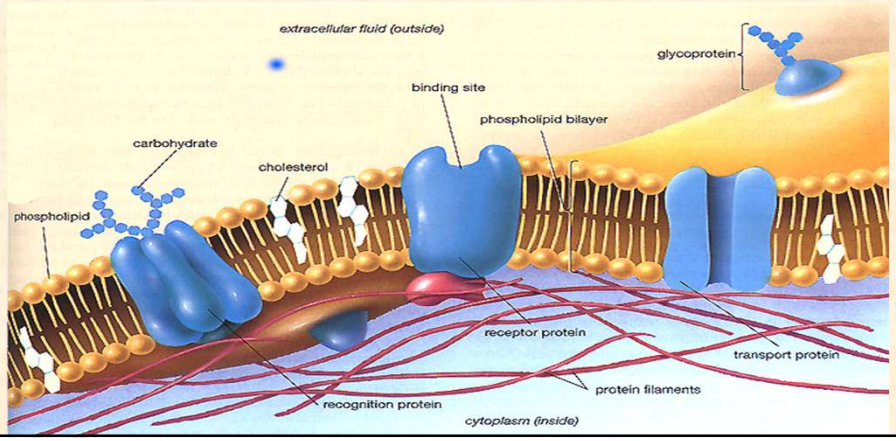
69

1. Povrchová cytoplazmatická membrána

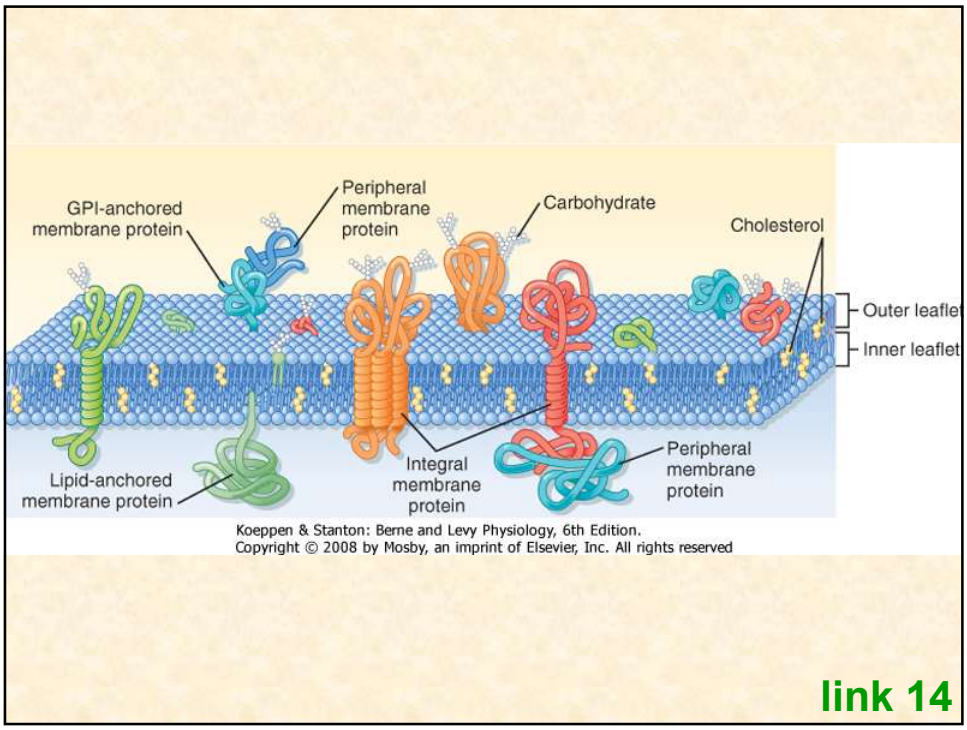
2. Multicelulárna membrána

- **Povrchová cytoplazmatická membrána,** 75 ± 25.10^{-10}

Trilaminárne usporiadanie – lipidy a bielkoviny



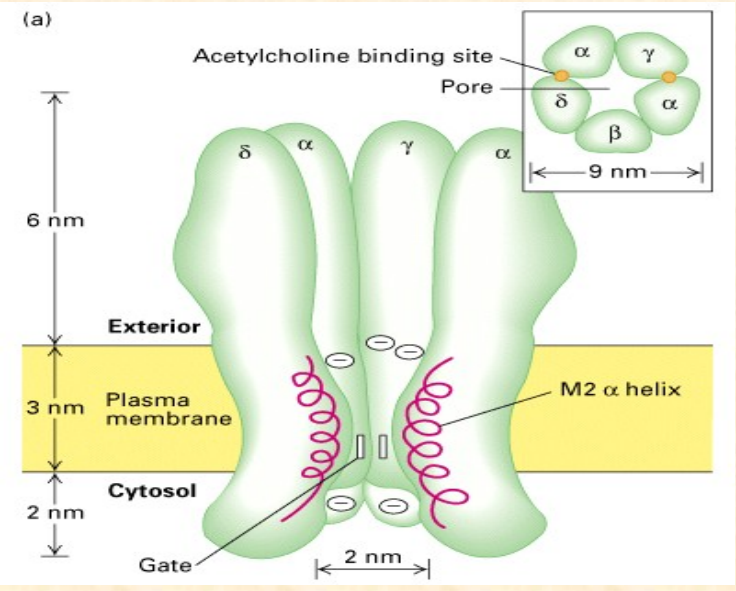
70



link 14

71

Schéma acetylcholínového receptora



72

- **Multicelulárna membrána**

- Epidermis, endotel čriev, obličiek, ciev

Medzibunkové kontakty

1. tight junction, tesné spojenie – bez priestoru medzi membránami, črevo, chorion
2. gap junction (voľné spojenie) – metabolické, elektrické spojenie = NEXUS – rozsah maculy alebo fascie
3. dezmozóm - bunky oddelené medzibunkovým priestorom (200-350x10^{-10} m) vyplneným bielkovinou,
   - zabezpečuje bunkovú stabilitu

Tvar spojenia:

macula – oválny

zonula – pásik po obvode

fascie – prechod medzi oboma

73

Spojenia medzi bunkami

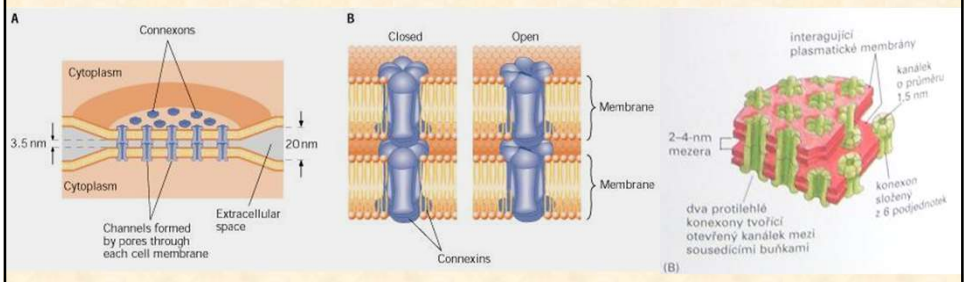
1. Gap junctions

- Zvyšuje medzibunkovú komunikáciu cez malé vodou naplnené kanály, ktoré spájajú priľahlé bunky
- Umožňuje malým, vo vode rozpustným, látkam priamy transport z bunky do bunky - spájanie bunky **elektricky** a **metabolicky**
- Vzdialenosť medzi bunkami je len 2 nm
- Prepúšťajú ióny a malé molekuly
- Sú labilné a zatvárajú sa rýchlo (sekundy) po:
  a) zvýšení vnútrobunkových koncentácií Ca^{2+} a H^{+}
  b) znížení teploty
  c) po jedoch inhibujúcich metabolizmus

74

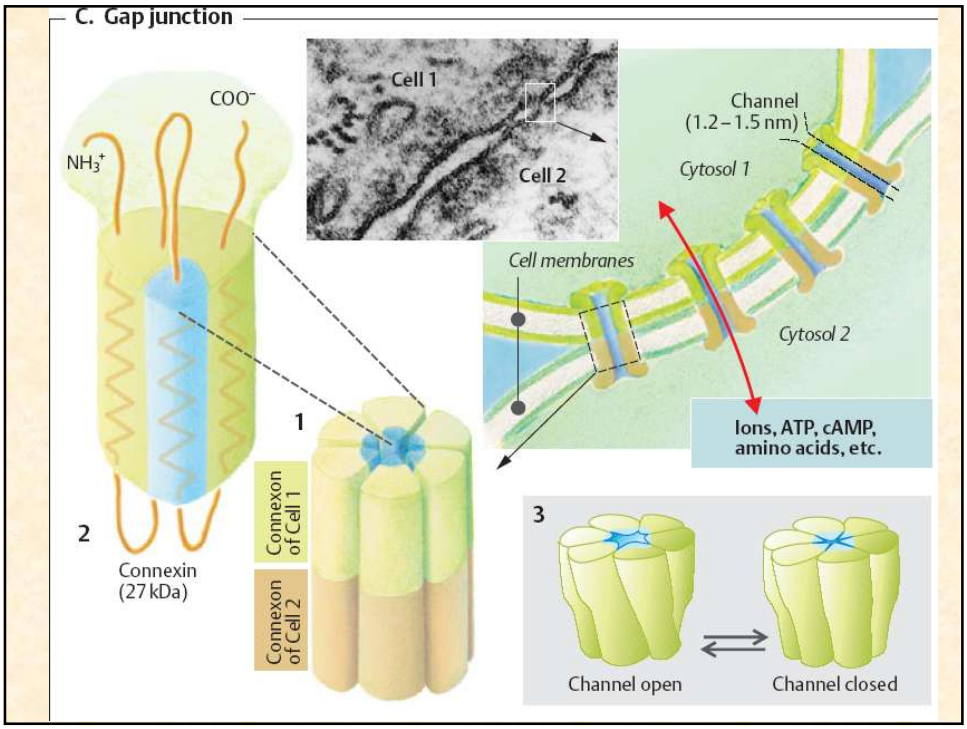
Medzerové spoje

umožňujú výmenu iónov a malých molekúl medzi bunkami
štrbina cca 2-4 nm
konexóny
molekuly do veľkosti 1000 daltonov
elektrické a metabolické prepojenie medzi bunkami



link 15

75



76

Spojenia medzi bunkami

2. Tight junctions – tesné spojenia

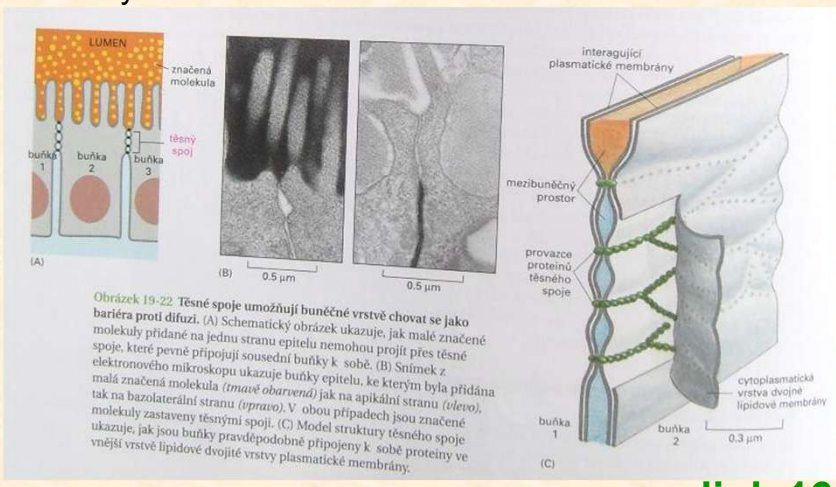
- Tenký pásik proteínov, ktoré obkolesujú bunku a zabraňujú malým molekulám dostať sa z jednej strany listu na druhý. Sú typické pre epitely.

77

TESNÝ SPOJ

zabezpečuje dokonalé spojenie tak, že úplne zabráni prechodu molekúl, popri bočnej strane epiteliálnych buniek

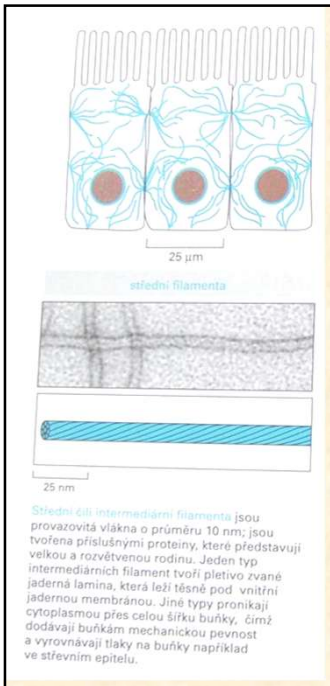
experimentálny dôkaz - malá farebná molekula



Obrázek 19-22 **Těsné spoje umožňují buněčné vrstvě chovat se jako bariéra proti difuzi.** (A) Schematický obrázek ukazuje, jak malé značené molekuly přidané na jednu stranu epitelu nemohou projít přes těsné spoje, které pevně připojují sousední buňky k sobě. (B) Snímek z elektronového mikroskopu ukazuje buňky epitelu, ke kterým byla přidána malá značená molekula *(tmavě obarvená)* jak na apikální stranu *(vlevo)*, tak na bazolaterální stranu *(vpravo)*. V obou případech jsou značené molekuly zastaveny těsnými spoji. (C) Model struktury těsného spoje ukazuje, jak jsou buňky pravděpodobně připojeny k sobě proteiny ve vnější vrstvě lipidové dvojité vrstvy plasmatické membrány.

str. 608, obr 19-22 tesné spojenie **link 16**

78



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.

Spojenia medzi bunkami

2. Dezmozómy

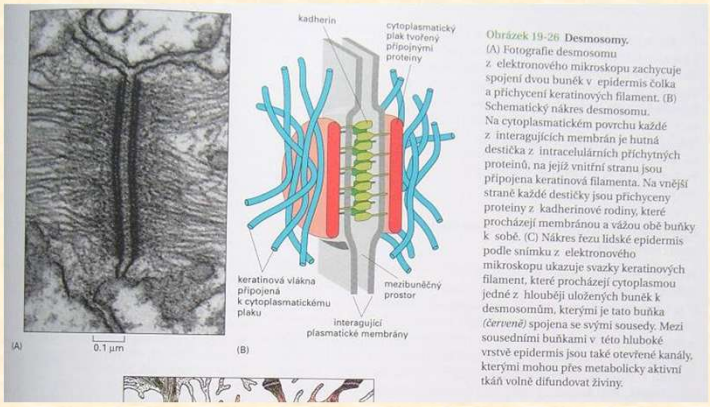
79

Dezmozómy

na rozdiel od adhezívnych spojov sú kadherínové molekuly pripojené vo vnútri bunky k intermediárnym filamentom, predovšetkým ku keratínom (v epiteloch)

zväzky keratínových vlákien križujú cytoplazmu a prostredníctvom dezmozómov sú pripojené ku keratínovým vláknam v susedných bunkách

vďaka tomu je dosiahnutá vysoká pevnosť v ťahu (napr. koža)

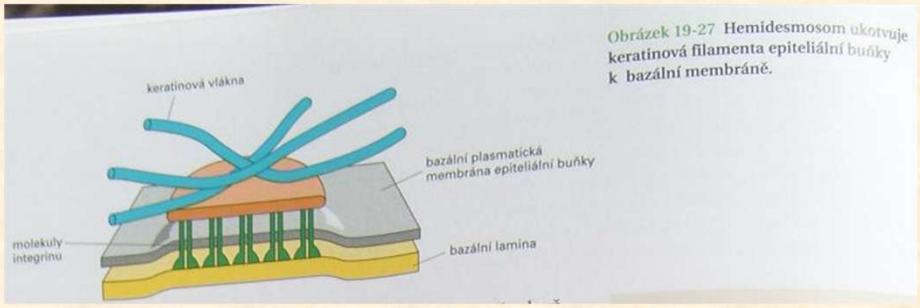


Obrázek 19-26 **Desmosomy.** (A) Fotografie desmosomu z elektronového mikroskopu zachycuje spojení dvou buněk v epidermis čolka a přichycení keratinových filament. (B) Schematický nákres desmosomu. Na cytoplasmatickém povrchu každé z interagujících membrán je hutná destička z intracelulárních příchytných proteinů, na jejíž vnitřní stranu jsou připojena keratinová filamenta. Na vnější straně každé destičky jsou přichyceny proteiny z kadherinové rodiny, které procházejí membránou a vážou obě buňky k sobě. (C) Nákres řezu lidské epidermis podle snímku z elektronového mikroskopu ukazuje svazky keratinových filament, které procházejí cytoplasmou jedné z hlouběji uložených buněk k desmosomům, kterými je tato buňka *(červeně)* spojena se svými sousedy. Mezi sousedními buňkami v této hluboké vrstvě epidermis jsou také otevřené kanály, kterými mohou přes metabolicky aktivní tkáň volně difundovat živiny.

str. 611, obr 19-26 dezmozómy

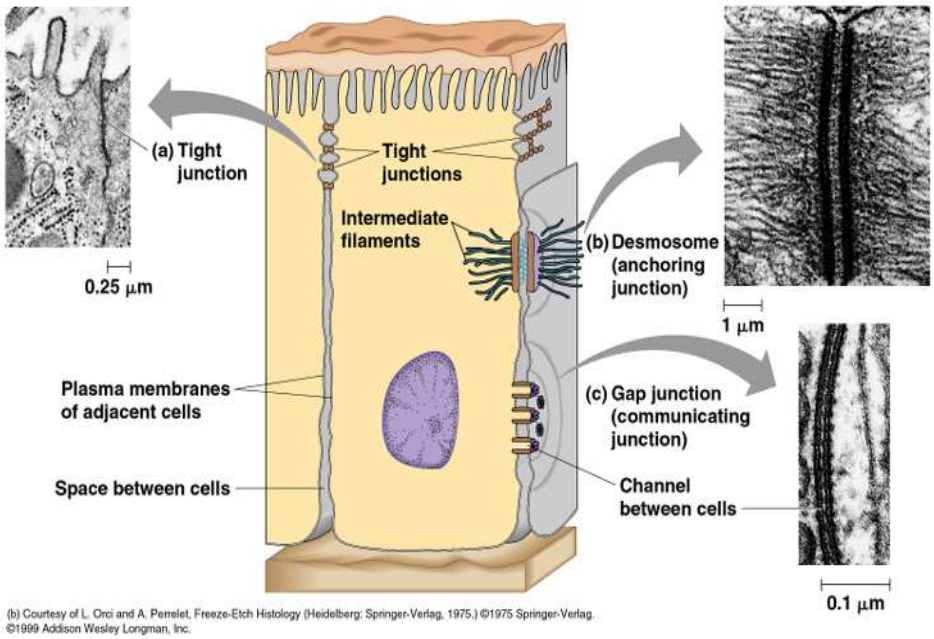
80

Hemidezmozómy
- epiteliálne bunky musia byť prichytené nie len jedna k druhej, ale aj k tkanivám pod nimi
toto zakotvenie je sprostredkované integrínmi
zvonku sa integríny viažu k laminínu, zvnútra ku keratínovým vláknam



str. 612, obr 19-27 hemidezmozómy

81



link 17

82

83