
1 *Fyziologie buňky*

Obsah kapitoly:

1.1 *Úvod do kapitoly*

1.2 *Struktura a funkce buněk*

1.3 *Transportní buněčné prostory a mechanismy přenosu látek*

1.4 *Výměna informace, komunikace mezi buňkami*

Po přečtení této kapitoly, by si měl být schopný:

- popsat strukturu/složení buněk,
- znát funkce jednotlivých buněčných organel,
- pochopit funkci buněčné membrány,
- vysvětlit principy základních transportních mechanismů v buňce,
- uvědomit si, jak buňka komunikuje s vnějším prostředím (ostatními buňkami).

Klíčová slova:

plazmatická membrána, jádro, endoplazmatické retikulum, mitochondrie, difuze, iontové kanály, transport, klidový membránový potenciál, přenašeč - mediátor (neurotransmitér)

1.1 Úvod do kapitoly

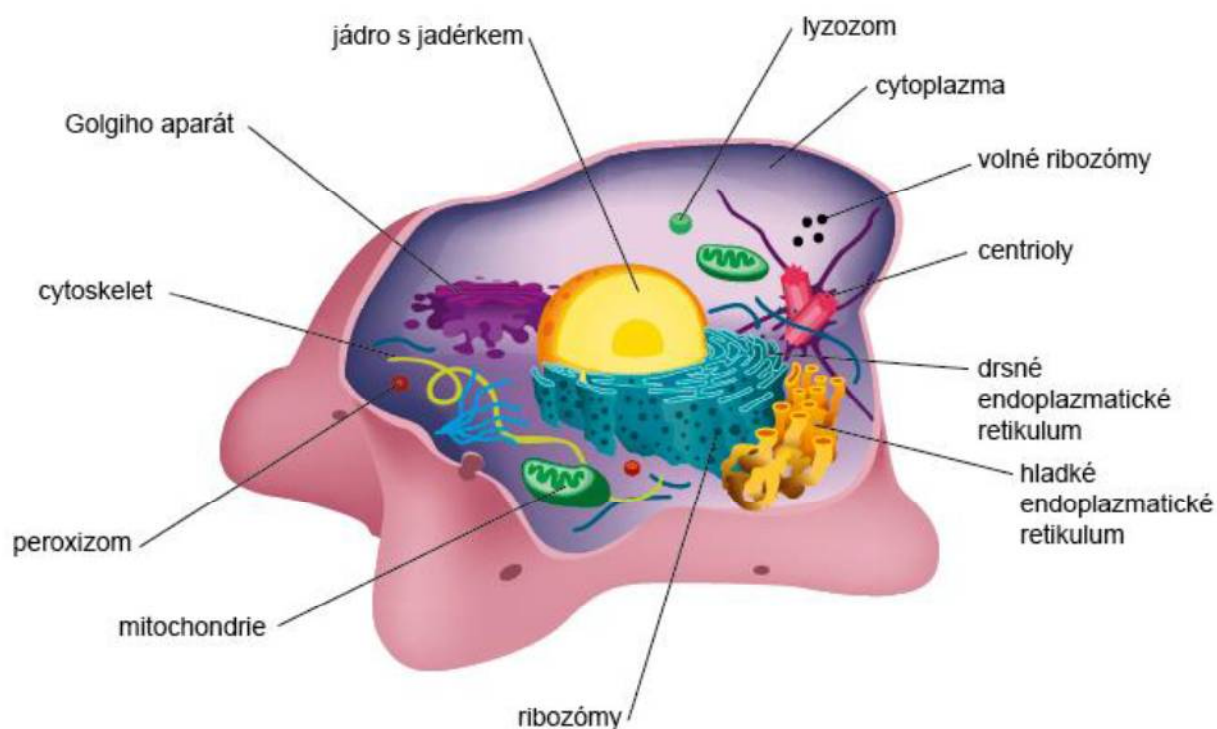
Při studiu lidského těla považujeme za základní to hledisko, které vychází z buněčné podstaty životních dějů. Životní funkce jsou tedy založeny především na souboru biofyzikálních, biochemických a fyziologických procesů, které vykonávají tělní buňky. Buňka jako základní strukturální a funkční jednotka dovede přijímat potřebné živiny z okolního prostředí, odvádět zplodiny svého metabolismu, a tím udržovat svou strukturu i specifické funkce. Buňky sdružené k zajišťování určitých funkcí vytvářejí tkáně (např. tkáň epitelální). Tkáně pak tvoří vyšší funkční celky – orgány. Skupiny orgánů jsou následně spojeny do orgánové – tělesné soustavy.

Pro studium jednotlivých orgánových soustav, je třeba nejprve pochopit buněčnou fyziologii.

1.2 Struktura a funkce buněk

Lidské tělo obsahuje více než 100 miliard buněk, mikroskopických struktur, které měří v průměru jen setinu milimetru. Buňky lidského organismu se navzájem odlišují tvarem, velikostí a složením, podle toho, jakou mají funkci. Např. svalové buňky jsou dlouhé a tenké, mohou se kontrahovat a extrahovat, čímž umožňují pohyb člověka.

K zajištění základních funkcí si buňky během vývoje vytvořily specifické struktury zvané buněčné organely (Obr. 1). Součástí buňky jsou buněčná membrána, cytosol (čirá cytoplazma) a v ní uložené subcelární struktury s vlastním membránovým ohraničením - již zmiňované buněčné organely. Genetický materiál je soustředěn v jádru buňky, trávicí enzymy v lysosomech, oxidativní produkce ATP probíhá v mitochondriích.



Obr. 1. Buňka a její nejdůležitější organely.

Plazmatická membrána

Plazmatická membrána odděluje buňku od zevního prostředí, ohraničuje její tělo i výběžky a chrání ji před vnějšími vlivy. Tvoří ji lipidová dvojitá vrstva a je hladká nebo s hlubokými záhyby. Podle typu buňky obsahuje různý podíl fosfolipidů, cholesterol a glykolipidy.

Je ale také aktivní součástí buňky, která zajišťuje její soudržnost. Buněčná membrána je polopropustná, tzv. semipermeabilní. Její propustnost se mění například pro malé anorganické ionty s hodnotou membránového potenciálu. Významně se podílí na udržování metabolické rovnováhy buňky.

Hlavní funkce buněčných membrán

- ohraničují buňky a buněčné organely
- udržují koncentrační a elektrochemické gradienty
- zajišťují transport živin a produktů buněčného metabolismu
- jsou nositeli antigenů
- izolují v ohraničených vezikulách biologicky silně účinné látky (enzymy, mediátory)
- umožňují vznik vzruchu a jeho vedení v nervových a svalových buňkách

Jádro

Většina buněk obsahuje jádro (nucleus), ale existují i buňky bezjaderné (např. erytrocyty). Neurony naopak ztratily schopnost používat genetickou informaci jádra a v dospělosti se dělit.

V jádře buňky je uložena genetická informace buňky. Nucleus obaluje jaderná membrána, která obsahuje tekutinu (karyolymfu), jádérko (nucleolus) a chromatin. Jaderná membrána místy přechází do endoplazmatického retikula buňky a jsou na ni lokalizovány ribozomy. Toto uspořádání umožňuje transport genetické informace do cytoplazmy. Základní složkou chromatinu je komplex deoxyribonukleová kyselina (DNA) - protein. Dvojité šroubovice DNA jsou složeny do chromozomů, které jsou nositeli genetické informace. Člověk má 46 chromozomů a to 22 autozomálních párů a 2 chromozomy X (žena), resp. 1 chromozom X a jeden Y (muž). Chromozomy mají dvě základní funkce: řídí metabolické a diferenační pochody v buňce a připravují se na další dělení replikaci své hmoty.

DNA se skládá z řetězce třídílných molekul, nukleotidů, které obsahují vždy pentózu (deoxiribozu), fosfát a bázi: adenin (A), guanin (G), thymin (T) nebo cytosin (C).

Jádérko tvoří část chromatinu, který syntetizuje ribozomální ribonukleové kyseliny (rRNA), na které se mohou navazovat ribozomální proteiny.

Ribozomy

Ribozomy buď volně plavou v cytosolu, nebo jsou vázány na cytosolovou stranu endoplazmatického retikula. Každý ribozom představuje složitý komplex více než sta molekul, který se posunuje po vlákně – řetězci RNA a podle zapsané informace syntetizuje peptidový řetězec.

Endoplazmatické retikulum

Endoplazmatické retikulum (ER) tvoří soustava tubulů, cisteren, lamel a váčků. Vnitřní prostor vyplňuje endoplazmatická matrix. Rozlišujeme granulární (hrubé) a agranulární (hladké) endoplazmatické retikulum. Toto dělení je dle přítomnosti či nepřítomnosti na povrch vázaných ribozomů.

Granulární ER má na svém endoplazmatickém povrchu vázány četné ribozomy a polyribozomy, ve kterých probíhá proteosyntéza. Agranulární ER nemá na svém povrchu navázány ribozomy a podílejí se na syntéze lipidů (především fosfolipidů a cholesterolu). Schopností tohoto ER je také koncentrovat Ca^{2+}

ionty a udržovat jejich homeostázu. Což je důležité pro svalovou kontrakci a činnost nervových buněk. Agranulární retikulum se v kosterních svalech a srdečním svalu nazývá sarkoplazmatické retikulum. U endokrinních buněk jsou v endoplazmatickém retikulu syntetizovány hormony.

Golgiho aparát

Funkčně je endoplazmatické retikulum spojeno s činností Golgiho komplexu (aparátu), který se podílí na definitivní úpravě látek tvořených v buňce a na jejich skladování.

Lysozomy

Lysozomy jsou drobné vakuoly obsahující enzymy důležité pro štěpení látek. Tím se podílejí na získávání látek nutných pro metabolismus buňky a na obraně organismu proti cizorodým částicím, které mohou do buňky proniknout.

Peroxisomy

Peroxisomy jsou dalším typem organel obsahující enzymy, které se mimo jiné podílejí na odbourávání alkoholu v jaterních buňkách.

Mitochondrie

Mitochondrie jsou přítomny ve všech buňkách a mají nejčastěji válcovitý nebo eliptický tvar. V mitochondriích dochází k oxidaci sacharidů a lipidů na CO_2 a H_2O za spotřeby O_2 . Probíhá zde taktéž cyklus kyseliny citronové, dýchací řetězec a s tím spojena tvorba adenosintrifosfátu (ATP). Počet mitochondrií v jedné buňce je značně rozdílný a závisí na množství energie, které buňka potřebuje, aby mohla vykonávat svoji specifickou funkci. Velký počet mitochondrií najdeme např. v jaterních buňkách, ty jsou bohaté na intenzivní metabolické a transportní procesy. Mitochondrie obklopuje hladká vnější a vnitřní membrána, jejíž plocha je zvětšena hlubokými záhyby (kristy) a má důležité transportní funkce. Obsahují enzymy, které představují základní energetické vybavení buňky. Vnitřní prostor mitochondrií je vyplněn gelovitou mitochondriální matrix. Matrix obsahuje mimo jiné mitochondriální DNA, která také slouží pro autonomní dělení mitochondrie.

Centrioly

Jedná se o cylindrická tělíska uložená v cytoplazmě blízko jádra. Centrioly jsou nezbytné pro buněčné dělení. Buňky jsou schopné přímého dělení, tzv. amitózy (pouhé rozdělení buněk), nebo nepřímého dělení, tzv. mitózy. Při mitotickém dělení se genetický materiál buňky po předchozím zdvojení rovnoměrně rozdělí do buněk dceřiných. Zvláštním typem dělení je pak meióza, při které se snižuje počet chromozomů v buňce na polovinu. K tomu dochází při vzniku pohlavních buněk.

Cytoskelet

Cytoskelet buňky tvoří systém mikrotubulů, mikrofilament, intermediálních filament a mikrotrabekulů. Cytoskelet umožňuje buňce zaujmout různé tvary, cíleně se pohybovat a být vodítkem pro intracelulární transporty. Tento systém v buňce zajišťuje dynamickou organizaci cytoplazmy a přenos některých informací tělem buňky (např. tlak, pohyb).

Mikrotubuly jsou dlouhé duté struktury tvořeny dvěma lobulárními proteinovými podjednotkami, α - a β -tubulinem. Mikrotubuly jsou dynamickou součástí buněčného skeletu, protože se konstantě skládají a rozkládají. Fungují vlastně jako transportní dráhy, které např. pro mitochondrie zprostředkovávají pohyb z jedné části buňky do druhé.

Mikrofilamenta jsou jemná proteinová vlákna. Některá buněčná filamenta jsou kontraktilní. Například aktinová filamenta, která jsou zodpovědná za motilitu buňky. Myofilamenta tvoří morfologický podklad svalové kontrakce.

1.3 Transportní buněčné prostory a mechanismy přenosu látek

Buněčná membrána odděluje dvě kapalné fáze, které obsahují různé složky a umožňuje přechod látek, z jedné strany membrány na druhou.

Rozlišujeme pět základních transportních mechanismů:

- prostá difuze
- přestup iontovými kanály
- spřažený transport
- aktivní transport
- endocytóza a exocytóza

Prostá difuze

Tento transportní systém v buňce umožňuje přecházení především látek rozpustných v tucích. Jedná se např. o steroidy a steroidní hormony. Prostou difuzí jsme schopni také vstřebávat aspirin a lokální anestetika. Tímto mechanismem buňkami prochází O_2 , CO_2 a částečně H_2O . Tento děj nevyžaduje energii.

Přestup iontovými kanály

Iontové kanály jsou tvořeny transportními proteiny, které prochází lipidovou dvouvrstvou v cytoplazmatické membráně. Těmito kanály za určitých okolností může procházet voda a ionty (např. Na^+ , K^+ , Cl^- ze zevního prostředí buňky do jejího vnitřního prostředí a naopak.

Spřažený transport

Tento transportní systém je sám o sobě pasivní, ale je spřažen s jiným aktivním systémem, který energii spotřebovává. Spřažený transport dvou látek stejným směrem je označován jako symport, transport opačným směrem jako antiport.

Aktivní transport

Tento transportní systém vyžadující energii zajišťuje přestup proti koncentračnímu gradientu a látek v lipidech nerozpustných. Na aktivním transportu se podílí mnoho bílkovin ve formě enzymů. Nejznámější je tzv. **sodíko-draslíková pumpa** (Na^+-K^+ -ATPáza – ATPáza = adenosintrifosfátáza), která přečerpává sodíkové ionty z intracelulárního prostředí proti koncentračnímu gradientu do prostředí extracelulárního a opačným směrem draslíkové ionty. Sodíko-draslíková pumpa je přítomna ve všech buněčných membránách. Přispívá ke stabilizaci klidového rozložení iontů, a tím ke stabilizaci klidového membránového potenciálu. Přenos iontů probíhá prostřednictvím membránového proteinu, který má ATPázovou aktivitu. Dalším typem aktivního transportu v buňkách je Mg^{2+} -ATPáza v mitochondriích a Ca^{2+} -ATPáza ve svalových vláknech.

Endocytóza a exocytóza

Velká řada látek nedokáže pronikat do buňky lipidovou vrstvou a ani procházet transportními proteiny (kanály). Např. proteiny a cholesterol prostupují plazmatickou membránou za pomoci transportních

váček. Při endocytóze se membrána vchlípí dovnitř a přitom uzavře obsah mimobuněčné tekutiny do nitra buňky. Při exocytóze membrána buněčné transportní vezikuly při kontaktu s buněčnou membránou vzájemně splyne a obsah vezikuly se ocitne v mimobuněčném prostoru.

1.4 Výměna informace, komunikace mezi buňkami

Každá buňka reguluje své funkce také na základě vnějších podmínek a požadavků ostatních buněk v organismu. Za klidových podmínek převažují ionty sodíku (Na^+) a chloridů (Cl^-) vně membrány (extracelulárně), ionty draslíku (K^+) a molekuly bílkovin uvnitř buňky (intracelulárně). Vzhledem k nábojům, které ionty nesou, a vzhledem k rozdílné propustnosti membrány se vytváří klidový membránový potenciál. Velikost membránového potenciálu se u různých typů buněk liší (od -30 mV do -90 mV).

Změna membránového potenciálu ovlivňuje zavírání a otvírání kanálů. Zároveň aktivuje membránové pumpy. Např. pro nervové buňky slouží změny hodnot membránového potenciálu jako informace, které jsou zpracovány a následně předány dál. Informace z extracelulárního prostoru se také předávají pomocí zvláštních látek, tzv. poslů, které se vážou na specifická místa ukrytá na plazmatické membráně – tj. receptory. Mezi neurony, neuronem a svalovou buňkou řídí přenos tzv. synaptické přenašeče (neurotransmitéry). Dalšími látkami (posly) jsou látky s vlastním účinkem (např. histamin, růstové faktory) a hormony, které jsou transportovány krví do celého organismu.

Důležité

- Základní stavební jednotkou lidského organismu je buňka.
- Většina lidských buněk obsahuje: plazmatickou membránu, jádro s jadérkem, mitochondrie, endoplazmatické retikulum, Golgiho aparát, centrioly a cytoskelet s mikrotubuly a mikrofilamenty.
- V jádře je uložena genetická informace buňky.
- Rozlišujeme 5 základních transportních mechanismů: prostá difuze, přestup iontovými kanály, spřažený transport, aktivní transport, endocytóza a exocytóza.
- Sodíko-draslíková pumpa je nejčastějším typem přestupu iontovými kanály.