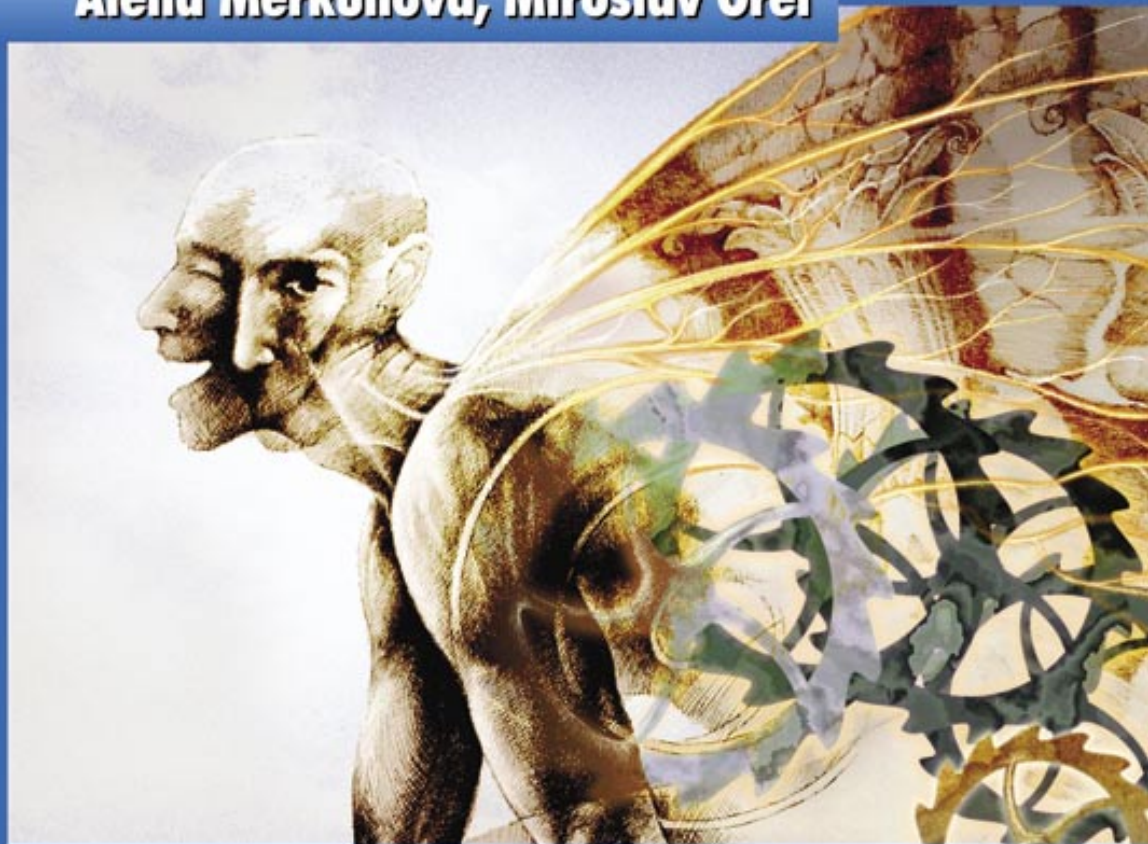


Alena Merkunová, Miroslav Orel



ANATOMIE A FYZIOLOGIE ČLOVĚKA PRO HUMANITNÍ OBORY



 **GRADA®**

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

doc. MUDr. Alena Merkunová, CSc.
MUDr. PhDr. Miroslav Orel

ANATOMIE A FYZIOLOGIE ČLOVĚKA
Pro humanitní obory

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, 170 00 Praha 7
tel.: +420 220 386 401, fax: +420 220 386 400
www.grada.cz
jako svou 3276. publikaci

Odpovědná redaktorka Jana Jindrová
Sazba a zlom Milan Vokál
Ilustrace Mgr. Jaroslav Svoboda, MUDr. PhDr. Miroslav Orel
Počet stran 304
Vydání 1., 2008

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.
Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

© Grada Publishing, a.s., 2008
Obrázek na obálce © doc. MUDr. Pavel Žáček, Ph.D.

Recenzovali:
prof. MUDr. Stanislav Trojan, CSc.
doc. MUDr. Josef Herink, DrSc.

ISBN 978-80-247-1521-6 (tištěná verze)
ISBN 978-80-247-6991-2 (elektronická verze ve formátu PDF)
© Grada Publishing, a.s. 2011

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| 1. USPOŘÁDÁNÍ LIDSKÉHO ORGANISMU | 11 |
| 1.1 Buňka | 11 |
| 1.1.1 Buněčné organely | 13 |
| 1.1.2 Funkce buňky | 16 |
| 1.1.3 Životní cyklus buňky | 16 |
| 1.2 Tkáň | 18 |
| 1.2.1 Epitelové tkáň | 18 |
| 1.2.2 Pojivové tkáň | 19 |
| 1.2.3 Svalová tkáň | 22 |
| 1.2.4 Nervová tkáň | 24 |
| 1.3 Orgán, orgánové soustavy, organismus | 24 |
| 1.3.1 Orgán | 24 |
| 1.3.2 Orgánová soustava | 25 |
| 1.3.3 Organismus | 25 |
| 1.4 Kožní ústrojí | 26 |
| 1.4.1 Stavba kůže | 26 |
| 1.4.2 Přídavné struktury kůže – kožní adnexa | 27 |
| 2. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ ORGANISMU | 29 |
| 2.1 Homeostáza | 29 |
| 2.1.1 Podíl nervové soustavy na udržování homeostázy | 29 |
| 2.1.2 Podíl endokrinních žláz na udržování homeostázy | 30 |
| 2.2 Tělní tekutiny | 30 |
| 2.2.1 Množství a složení tělních tekutin | 30 |
| 2.2.2 Vodní rovnováha organismu a její řízení | 31 |
| 2.3 Minerální hospodářství organismu | 32 |
| 2.3.1 Biologická funkce minerálních látek | 32 |
| 2.4 Poměr kyselin a zásad | 35 |
| 2.4.1 Udržování acidobazické rovnováhy | 35 |
| 2.4.2 Poruchy acidobazické rovnováhy | 37 |
| 3. POHYBOVÝ APARÁT | 39 |
| 3.1 Kosterní soustava | 39 |
| 3.1.1 Kost | 39 |
| 3.1.2 Spojení kostí – kostra | 41 |
| 3.1.3 Lebka | 42 |
| 3.1.4 Páteř | 45 |
| 3.1.5 Hrudník | 47 |
| 3.1.6 Kostra horní končetiny | 47 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.1.7 | Kostra dolní končetiny | 49 |
| 3.2 | Svalová soustava | 53 |
| 3.2.1 | Uspořádání kosterního svalu | 53 |
| 3.2.2 | Svalová aktivita | 56 |
| 3.2.3 | Svaly jednotlivých svalových skupin | 58 |
| 3.2.3.1 | Svaly hlavy | 58 |
| 3.2.3.2 | Svaly krku | 62 |
| 3.2.3.3 | Svaly hrudníku | 62 |
| 3.2.3.4 | Svaly břicha | 63 |
| 3.2.3.5 | Svaly zad | 64 |
| 3.2.3.6 | Svaly horní končetiny | 64 |
| 3.2.3.7 | Svaly dolní končetiny | 66 |
| 4. | OBĚHOVÁ SOUSTAVA | 71 |
| 4.1 | Krev | 71 |
| 4.1.1 | Krvinky | 72 |
| 4.1.1.1 | Červené krvinky | 72 |
| 4.1.1.2 | Bílé krvinky | 76 |
| 4.1.1.3 | Krevní destičky | 77 |
| 4.1.2 | Složení krevní plazmy | 77 |
| 4.1.2.1 | Organické látky | 77 |
| 4.1.2.2 | Anorganické látky | 80 |
| 4.1.3 | Stavění krvácení | 80 |
| 4.1.4 | Krevní skupiny | 82 |
| 4.1.4.1 | Určování krevní skupiny systému ABO | 83 |
| 4.1.4.2 | Antigeny skupiny Rh | 84 |
| 4.2 | Srdce | 86 |
| 4.2.1 | Stavba srdce | 87 |
| 4.2.2 | Převodní systém srdeční | 88 |
| 4.2.3 | Čerpací funkce srdce a její řízení | 91 |
| 4.2.3.1 | Průběh srdečního cyklu | 91 |
| 4.2.3.2 | Řízení srdečního výdeje | 91 |
| 4.2.4 | Zevní projevy srdeční činnosti | 93 |
| 4.3 | Oběh krve v cévách | 94 |
| 4.3.1 | Tepenná část oběhu – uspořádání | 95 |
| 4.3.2 | Žilní část oběhu – uspořádání | 99 |
| 4.3.3 | Tok krve velkým oběhem | 100 |
| 4.3.4 | Základní zákonitosti toku krve v cévách – hemodynamika | 102 |
| 4.3.5 | Tepenný krevní tlak a tep | 104 |
| 4.3.6 | Komplexní řízení činnosti srdce a cév | 105 |
| 4.4 | Mízní oběh | 107 |
| 4.4.1 | Uspořádání mízního oběhu | 107 |
| 4.4.2 | Imunitní funkce | 110 |
| 5. | DÝCHACÍ SOUSTAVA | 115 |
| 5.1 | Dýchací cesty – stavba a funkce | 115 |
| 5.2 | Plíce – stavba a funkce | 118 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 5.3 | Plicní objemy a kapacity | 121 |
| 5.4 | Regulace dýchání | 122 |
| 5.5 | Výměna a transport dýchacích plynů | 124 |
| 6. | TRÁVICÍ SOUSTAVA | 127 |
| 6.1 | Obecné poznámky | 127 |
| 6.1.1 | Řízení hybnosti a sekrece v trávicí soustavě | 129 |
| 6.2 | Stavba a funkce jednotlivých částí trávicí soustavy | 131 |
| 6.2.1 | Dutina ústní | 131 |
| 6.2.2 | Hltan a jícen | 134 |
| 6.2.3 | Žaludek | 134 |
| 6.2.4 | Slinivka břišní | 137 |
| 6.2.5 | Játra | 138 |
| 6.2.6 | Žlučník a žlučové cesty | 139 |
| 6.2.7 | Tenké střevo | 140 |
| 6.2.8 | Tlusté střevo | 142 |
| 7. | LÁTKOVÝ METABOLISMUS | 145 |
| 7.1 | Osud vstřebaných cukrů | 145 |
| 7.2 | Osud vstřebaných tuků | 146 |
| 7.3 | Osud vstřebaných aminokyselin | 148 |
| 8. | ENERGETICKÝ METABOLISMUS | 149 |
| 8.1 | Měření energetické potřeby | 149 |
| 8.2 | Energetická bilance organismu | 150 |
| 8.3 | Tělesná teplota a její udržování | 151 |
| 9. | VÝŽIVA | 155 |
| 9.1 | Zásady racionální výživy | 156 |
| 9.1.1 | Příjem cukrů | 157 |
| 9.1.2 | Příjem vlákniny | 157 |
| 9.1.3 | Příjem tuků | 158 |
| 9.1.4 | Příjem bílkovin | 159 |
| 9.1.5 | Příjem minerálních látek a vitaminů | 160 |
| 10. | VYLUČOVACÍ FUNKCE | 165 |
| 10.1 | Ledviny | 165 |
| 10.1.1 | Stavba ledvin | 165 |
| 10.1.2 | Funkce nefronu při tvorbě moči | 169 |
| 10.2 | Vývodné močové cesty | 172 |
| 11. | REPRODUKČNÍ SOUSTAVA | 175 |
| 11.1 | Reprodukční soustava muže | 176 |
| 11.1.1 | Varlata – stavba a funkce | 176 |
| 11.1.2 | Vývodné pohlavní cesty a přídatné žlázy | 177 |
| 11.1.3 | Zevní pohlavní orgány | 178 |
| 11.2 | Reprodukční soustava ženy | 180 |
| 11.2.1 | Vnitřní pohlavní orgány | 180 |
| 11.2.2 | Vaječníky | 182 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 11.2.3 | Cyklické změny reprodukčních funkcí | 182 |
| 11.2.4 | Zevní pohlavní orgány | 186 |
| 11.3 | Těhotenství | 187 |
| 11.4 | Kojení | 192 |
| 12. | ŘÍDÍCÍ SYSTÉMY LIDSKÉHO TĚLA | 193 |
| 12.1 | Soustava žláz s vnitřní sekrecí | 193 |
| 12.1.1 | Hypotalamo-hypofyzární systém | 196 |
| 12.1.2 | Štítná žláza | 198 |
| 12.1.3 | Příštítná tělíska | 200 |
| 12.1.4 | Nadledviny | 200 |
| 12.1.4.1 | Hormony kůry nadledvin | 200 |
| 12.1.4.2 | Hormony dřene nadledvin | 202 |
| 12.1.5 | Endokrinní tkáň slinivky břišní | 203 |
| 12.1.5.1 | Buňky B | 203 |
| 12.1.5.2 | Buňky A | 204 |
| 12.1.5.3 | Buňky D | 204 |
| 12.1.6 | Šišinka | 205 |
| 12.1.7 | Pohlavní hormony | 205 |
| 12.1.8 | Hormony produkované endokrinními buňkami ležícími v jiných tkáních | 205 |
| 12.1.9 | Místní hormony | 206 |
| 12.2 | Nervová soustava (<i>Miroslav Orel</i>) | 206 |
| 12.2.1 | Obecné charakteristiky stavby a činnosti nervové soustavy | 208 |
| 12.2.1.1 | Nervové buňky | 208 |
| 12.2.1.2 | Klidový, generátorový a akční potenciál | 211 |
| 12.2.1.3 | Synapse | 214 |
| 12.2.1.4 | Mediátory | 216 |
| 12.2.1.5 | Podpůrné buňky | 218 |
| 12.2.1.6 | Obaly centrálního nervového systému | 219 |
| 12.2.1.7 | Mozkomíšni mok | 220 |
| 12.2.1.8 | Cévní zásobení mozku | 221 |
| 12.2.1.9 | Reflexy | 222 |
| 12.2.2 | Pátevní mícha a míšní nervy | 224 |
| 12.2.2.1 | Pátevní mícha | 224 |
| 12.2.2.2 | Míšní nervy | 225 |
| 12.2.3 | Mozek a mozkové nervy | 227 |
| 12.2.3.1 | Mozkový kmen | 227 |
| 12.2.3.2 | Mozeček | 229 |
| 12.2.3.3 | Mezimozek | 231 |
| 12.2.3.4 | Koncový mozek | 232 |
| 12.2.3.5 | Zobrazení mozku | 242 |
| 12.2.3.6 | Hlavové nervy | 249 |
| 12.2.4 | Smyslové funkce | 251 |
| 12.2.4.1 | Zrak | 253 |
| 12.2.4.2 | Sluch | 259 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 12.2.4.3 | Orgány polohy a pohybu | 263 |
| 12.2.4.4 | Chemoreceptory – chuť a čich | 264 |
| 12.2.4.5 | Somatosenzorický systém | 266 |
| 12.2.5 | Somatomotorický systém | 272 |
| 12.2.6 | Autonomní nervová soustava | 275 |
| 12.2.6.1 | Centrální a periferní část autonomní nervové soustavy . . . | 275 |
| 12.2.6.2 | Funkční členění autonomní nervové soustavy | 278 |
| 12.2.7 | Biorytmy | 279 |
| 12.2.8 | Funkční stavy centrálního nervového systému | 280 |
| 12.2.9 | Psychofyzologie | 283 |
| | SEZNAM ZKRATEK | 285 |
| | LITERATURA K DALŠÍMU STUDIU | 287 |
| | REJSTRÍK | 289 |

1. USPOŘÁDÁNÍ LIDSKÉHO ORGANISMU

Živá hmota má charakteristickou chemickou strukturu, na které se podílí řada atomů a molekul. Hlavní skupinu představují **uhlík** (chemická značka C), **vodík** (H), **kyslík** (O), **dušík** (N), **fosfor** (P) a **síra** (S). Jednotlivé atomy se spojují v molekuly, k biologicky významným **molekulám** patří např. deoxyribonukleová kyselina (DNK nebo DNA – z angl. acid = kyselina) a glukóza (krevní cukr). Kombinací molekul vzniká živá hmota, která je uspořádaná v různé typy **buněk**.

1.1 BUŇKA

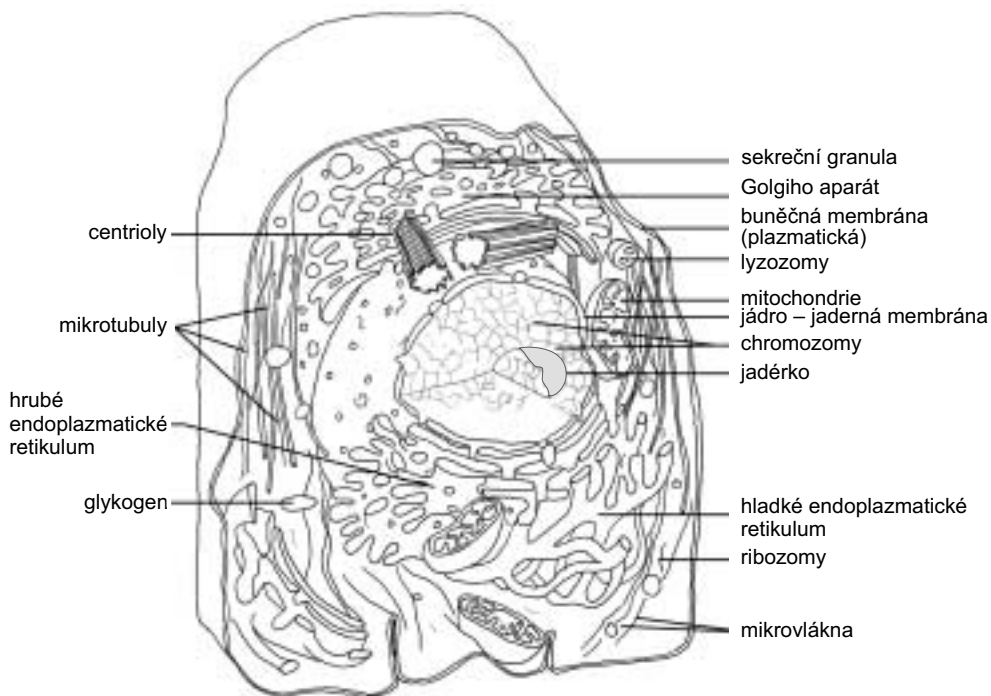
Buňky jsou nejmenší a nejjednodušší stavební (strukturální) a funkční jednotky organismu schopné samostatné existence. V prostorách mezi buňkami je mezi-buněčná hmota prostoupená tkáňovým mokem, který zprostředkovává látkovou výměnu mezi buňkami a cévními tekutinami, tj. krví a mizou. Studium stavby a funkce buněk se věnuje **cytologie**.

Buňka (*cellula*) má na povrchu **plazmatickou membránu**, uvnitř buňky je řidká **cytoplazma** (*cytosol*) s vysokým obsahem bílkovin. V cytoplazmě leží **buněčné organely**, útvary ohraničené často vlastní membránou, díky kterým buňky plní potřebné funkce (obr. 1.1).

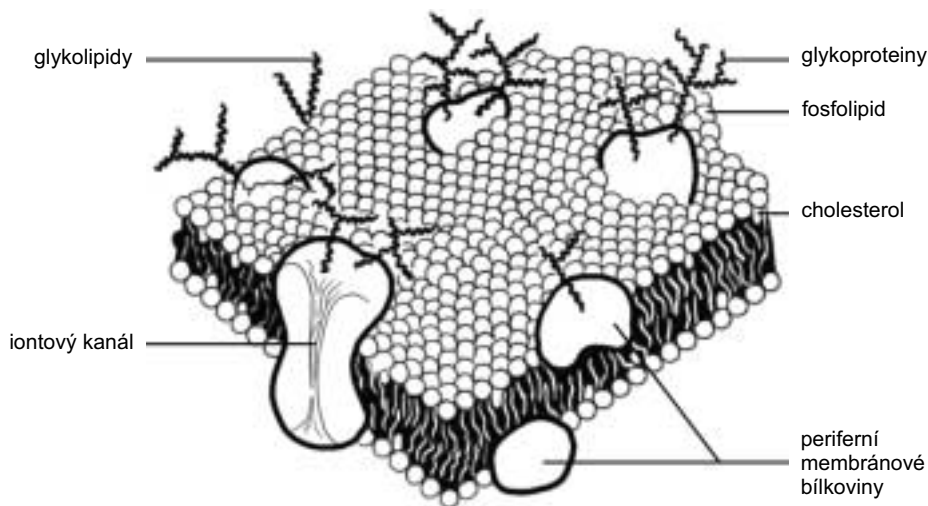
Plazmatická membrána a organely jsou propojené **cytoskeletem**, což je systém vláken a trubicových struktur s širokým významem. Udržuje tvar buňky, fixuje organely v optimální poloze, zabezpečuje jejich potřebný pohyb a ve vhodném prostředí i pohyb celé buňky, např. přesun bílých krvinek průduchy ve stěně vlásečnic do tkání.

Plazmatická membrána

Plazmatická membrána zajišťuje celistvost buňky a zároveň odděluje buňku od okolí, tzv. vnitřního prostředí organismu, které tvoří tkáňový mok. Membrána se skládá převážně z molekul lipidů, hojně je zastoupen fosfolipid **lecitin** (chemicky *fosfatidylcholin*) a také **cholesterol** (chemicky *sterol*). Lipidy jsou uspořádané do dvojvrstvy tak, že hydrofilní konce molekul (s vodou mísitelné) směřují do mimobuněčného prostoru i směrem k cytoplazmě, hydrofobní konce (s vodou nemísitelné) směřují do nitra membrány. Součástí membrány jsou i **bílkoviny** (obr. 1.2).



Obr. 1.1 Schéma buňky s organelami



Obr. 1.2 Schéma plazmatické membrány

Část bílkovin prochází membránou (tzv. transmembránové), část přiléhá k její zevní, event. vnitřní ploše (tzv. periferní). **Membránové bílkoviny:** **1.** tvoří strukturu iontových kanálů pro transport iontů přes membránu, **2.** zajišťují aktivní přenos látek přes membránu (*přenašeče*), **3.** jsou záklá-

dem buněčných receptorů vzájemných např. hormony a další signální molekuly specificky ovlivňující buněčné funkce, **4.** rozhodují o dráždivosti buněk, **5.** jsou schopné vázat cizorodé struktury (*antigeny*), **6.** fungují jako enzymy (urychlují biochemické reakce).

Polotekutá plazmatická membrána je **útvarem velmi dynamickým**, neustále se přestavujícím. Má charakteristické fyzikálně-chemické vlastnosti, které jsou nutným předpokladem fyziologické (tj. „zdravé“) funkce membrány i celé buňky. Kvalitu membrány významně ovlivňuje typ **mastných kyselin** zabudovaných do membránových lipidů, který je do značné míry určován skladbou mastných kyselin v přijímané potravě. Tyto poznatky významně ovlivnily dietetická doporučení týkající se množství a kvality přijímaných mastných kyselin v potravě (více v kap. 9).

Plazmatická membrána je **bariérou** určující, které látky – s ohledem na velikost molekuly a chemickou strukturu – proniknou do buňky, event. buňku opustí. Děje se tak několika mechanismy, mezi které patří:

- **prostá fyzikální difuze**,
- **transport zprostředkovaný specifickým bílkovinným přenašečem** (více v kap. 7.1 a 6.2.7),
- **endocytóza**, tj. „vtahování“ látek do buňky pomocí měchýřkovité vchlípeniny plazmatické membrány nebo vychlípeniny při **exocytóze** – přenosu směrem opačným,
- **transport membránovými kanály**, kterému podléhají ionty; otevírání a zavírání kanálů je specificky řízeno, např. změnou elektrického napětí na membráně, mediátory (více v kap. 12.2.1.2 a 12.2.1.4) nebo mechanicky, např. při protažení buňky.

Prakticky **nepropustná** je buněčná membrána pro velké molekuly bílkovin.

Za klidových podmínek, díky selektivní propustnosti pro ionty, převažuje na zevní ploše membrány kladný náboj, na vnitřní ploše náboj negativní. Takto dosažená **polarizace membrány** je zdrojem elektrického napětí, tzv. **klidového membránového potenciálu**. Je měřitelný u všech živých buněk a jeho hodnota se pohybuje, v závislosti na typu buňky, od -30 do -90 mV (více v kap. 12.2.1.2).

1.1.1 BUNĚČNÉ ORGANELY

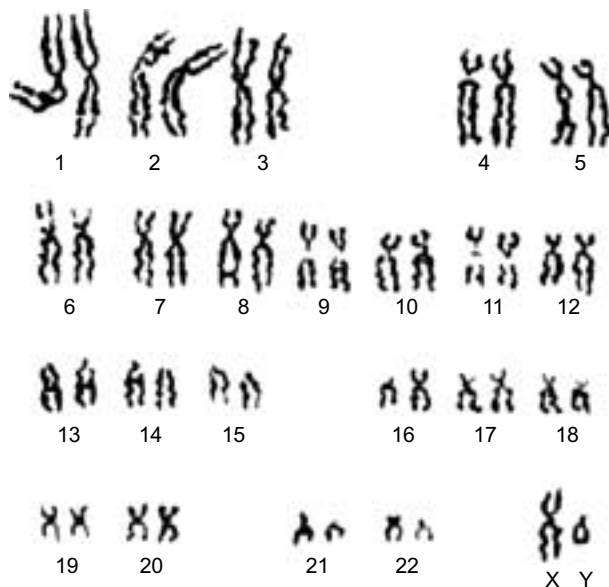
Jádro

Jádro (*nucleus*) je nedílnou součástí každé buňky schopné dělení. Na povrchu jádra je dvojité membrána, oba listy jsou vzájemně propojené pomocí pórů umožňujících pohyb molekul mezi cytoplazmou a jádrem.

Uvnitř jádra jsou hrudky **chromatinu**, jehož základní složkou je komplex DNA a bílkoviny. Na počátku buněčného dělení se dvojité šroubovice DNA svinují a skládají do podoby **chromozomů** – párových, vzájemně spojených útvarů, vůči sobě sesterských. Spojka sesterských chromozomů v páru, tzv. **centromera**, rozděluje chromozomy na krátká a dlouhá raménka.

V jádrech lidských tělních (*somatických*) buněk je **23 párů chromozomů** (*diploidní počet*). Sestava chromozomů (počet, velikost, tvar, délka ramének – tzv. karyotyp) je u jednotlivých buněk každého jedince neměnná. **Karyotyp** je pro člověka, stejně

jako pro jiný živočišný druh, jedinečný, druhově specifický, jeho záznam (např. fotografický) je **karyogram** (obr. 1.3).



Obr. 1.3 Karyogram somatické buňky (1 až 22 – somatické chromozomy; X, Y – chromozomy)

- V lidském karyotypu má v každém páru shodné (*homologní*) znaky **22 párů somatických chromozomů**, nověji označovaných termínem **autochromozomy**, zkráceně **autozomy**.
- **Chromozomy 23. páru** – dříve heterochromozomy, nověji **gonochromozomy**, zkráceně **gonozomy** – určují pohlaví jedince. V jádrech tělních buněk žen je to pár shodných gonochromozomů typu XX, u mužů kombinace gonochromozomů X a Y.

Díličí úseky DNA v chromozomech jsou látkovou podstatou jednotlivých **genů**, základní jednotky dědičné (genetické) informace. Soubor genů v buňce se označuje jako **genom**. Díličí geny programují (kódují) tvorbu jednotlivých specifických bílkovin nezbytných pro stavbu a funkci vlastní buňky i buněk jiných tkání.

Jadérko

Jadérko (*nucleolus*) je součástí jádra. Tvoří se v něm a skládá se z **ribonukleové kyseliny** (RNA), která je kopií úseku DNA (kód). Vytvořená, tzv. ribozomální RNA (rRNA) se spojuje s bílkovinami (*proteiny*) v **ribozomy**. Ribozomy opouštějí jádro, leží volně v cytoplasmě nebo se vážou na jiné organely (např. endoplazmatické retikulum, event. zevní membránu jádra) a spouštějí sérii reakcí vedoucích až ke vzniku naprogramovaných bílkovin (*proteosyntéza*).

Endoplazmatické retikulum

Endoplazmatické retikulum se dělí se na hrubé (také drsné, zrnité, granulární) a hladké.

Hrubé endoplazmatické retikulum tvoří bohatý systém váčků rozprostřených v cytoplazmě kolem jádra. Označení získalo podle nerovností způsobených velkým množstvím ribozomů přichycených k jeho zevní membráně, na jejichž povrchu probíhá zmíněná tvorba proteinů. V hrubém endoplazmatickém retikulu rovněž vznikají fosfolipidy a cukry, se kterými vytvořené bílkoviny tvoří komplexy. Řada těchto produktů endoplazmatického retikula, např. bílkovinné hormony, krevní bílkoviny, trávicí enzymy, je v případě specializovaných buněk určena i pro mimobuněčné využití. Drsné endoplazmatické retikulum je proto hojně zastoupeno především v buňkách sekrečních.

Hladké endoplazmatické retikulum tvoří síť kanálků uložených zevně od drsného endoplazmatického retikula, nemá ribozomy (proto „hladké“), vytváří **masné kyseliny**, **steroidní látky** z cholesterolu (např. pohlavní hormony, hormony kůry nadledvin), má **funkci detoxikační** – zneškodňuje jedovaté (toxické) složky v jaterních buňkách, je **zásobárnou Ca^{2+}** (vápníkové ionty) ve svalových buňkách.

Golgiho aparát

Golgiho aparát (také *komplex*) je systémem plochých dutinek (*cisterny*), jejichž části se vyklenují a naplněné obsahem se oddělují v podobě okrouhlých sekrečních váčků. Golgiho aparát spojuje produkty vytvořené endoplazmatickým retikulem (především bílkoviny) do složitějších struktur a je zásobárnou těchto látek pro vlastní buňku i pro potřeby buněk jiných tkání.

Lysozomy

Lysozomy se oddělují od Golgiho komplexu, mají bohatou zásobou hydrolytických enzymů, které štěpí (*hydrolyzují*) nepotřebné struktury vlastní buňky i škodlivé látky přicházející do buňky z okolí.

Peroxizomy

Peroxizomy jsou malé organely s obsahem oxidoredukčních enzymů štěpících jedovaté (*toxické*) látky, které vznikají v průběhu fyziologického metabolismu buňky nebo jsou zevního původu (např. alkohol). Jsou hojně zastoupené v jaterních buňkách, které plní v organismu hlavní detoxikační funkci.

Mitochondrie

Mitochondrie jsou strukturami rozmanitého tvaru, tj. *polymorfni* – válcovité, elipsovité, event. připomínající granula, a jsou kryté dvojitou membránou. **Vnitřní membrána**, díky hojnému zprohýbání, poskytuje velký povrch pro průběh chemických reakcí. Mitochondrie jsou přítomné ve všech buňkách v hojném počtu, zvláště početné jsou v buňkách tkání s vysokými energetickými nároky (např. svalové buňky).

V mitochondriích se živiny, především glukóza a masné kyseliny, **spalují** (*oxidace*) molekulárním kyslíkem. Finálním produktem celé řady vzájemně navazujících reakcí (proces *oxidativní fosforylace*) je **adenosintrifosfát** (ATP), konzervující energii v podobě makroergních fosfátových vazeb. Buňky přeměňují tuto obecnou, tzv. chemickou formu energie ATP ve formy potřebné k plnění buněčných funkcí, např.

v mechanickou energii svalového stahu, sekreční energii žláзовých buněk, transportní energii vstřebávacích buněk atd.

Centrioly

Centrioly jsou párová, krátká tělíska válcovitého tvaru, tvořená devíti trojicemi mikrotubulů. Leží poblíž jádra, jsou obklopená specifickou hmotou a společně tvoří útvar zvaný **centrozom**. Centrioly se účastní buněčného dělení, které zahajují tvorbou **dělicího vřeténka**.

1.1.2 FUNKCE BUŇKY

Základní funkce buněk slouží k zajištění jejich životnosti (viability) a obnovy. Patří k nim:

- příjem živin z tkáňového moku,
- uvolňování energie z živin,
- odstraňování nepotřebných produktů přeměny látek do tkáňového moku,
- schopnost růst (zvětšovat se),
- schopnost reprodukovat se (v případě většiny buněk), tj. dávat vzniknout novým buňkám,
- být nositelem dědičnosti (genetické informace).

Specifické funkce vykazují specializované buňky, např.:

- **buňky nervové** tvoří a vedou vzruchy,
- **buňky svalové** vykazují kromě dráždivosti a vodivosti i stažlivost,
- **buňky jaterní** mají metabolickou aktivitu,
- **buňky střevní výstelky** a **buňky ledvinových kanálků** mají vstřebávací schopnost,
- **buňky sekreční** tvoří a uvolňují produkty (enzymy, hormony),
- **buňky reprodukční** (vajíčka a spermie) zajišťují pohlavní rozmnožování.

Buňka je schopna komunikovat s ostatními, i vzdálenými buňkami **prostřednictvím signálů**, které přijímá z okolí a do okolí vysílá. Signály jsou ve své konečné podobě látkového charakteru (*humorální*) – např. hormony, metabolity, neurotransmitery (více v kap. 12.2.1.4). Na přenosu těchto signálů se významně podílí krev, tkáňový mok a nervová vlákna.

1.1.3 ŽIVOTNÍ CYKLUS BUŇKY

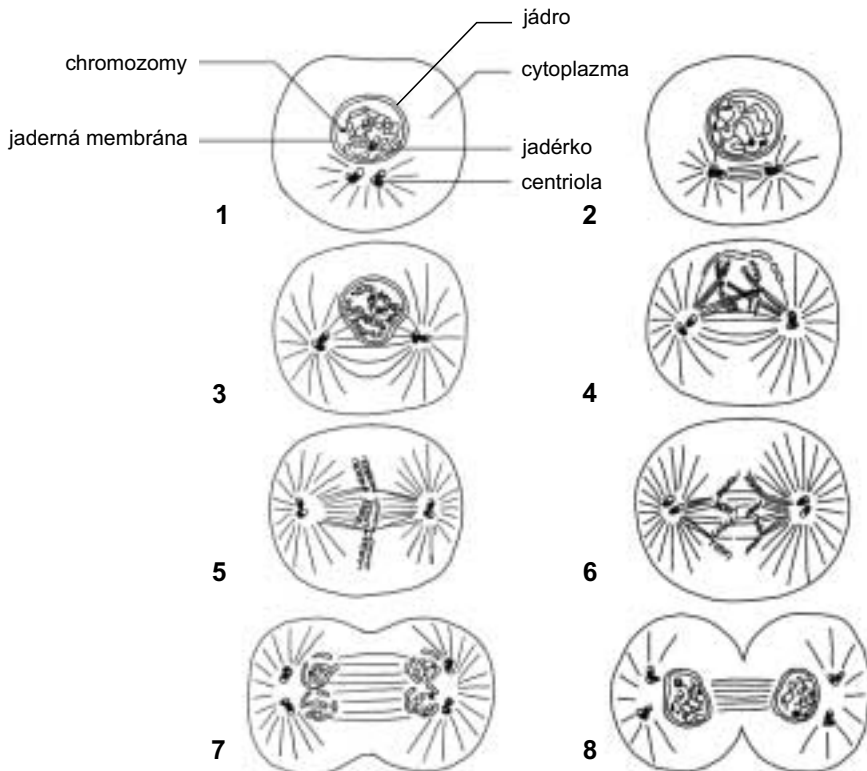
Buněčný cyklus můžeme zjednodušeně charakterizovat jako sled několika časově omezených dějů v životě buňky:

- **Vznik buňky** je okamžikem začátku cyklu. V naprosté většině případů buňky vznikají buněčným dělením (dvě dceřiné buňky z původní buňky mateřské), výjimku tvoří neurony a červené krvinky (nedělí se).
- Následuje **období růstu a zrání** (diferenciace) do stadia, které umožňuje plnit event. specifické funkce a získat schopnost se dělit.

- Život buňky končí 1. **zánikem** (smrtí) – termínem **apoptóza** se označuje přirozená, programovaná smrt buňky – nebo 2. **dělením** (reprodukce), které je zvláště intenzivní během růstu organismu. U dospělých slouží dělení k náhradě buněčných ztrát, ke kterým plynule dochází jak za fyziologických okolností, tak především po poškození tkání, tj. při procesu hojení.

Dělení somatických buněk

Dělení zahrnuje dva procesy: rozdělení buněčného jádra – **mitóza** – a rozdělení buňky – **cytokineze**. Dvě vznikající buňky dceřiné jsou vůči sobě buňkami sesterskými, každá dceřiná buňka má výbavu chromozomů shodnou s buňkou mateřskou.



Obr. 1.4 Fáze dělení buněčného jádra a rozdělení buňky: 1, 2, 3 – profáze, 4 – prometafáze, 5 – metafáze, 6 – anafáze, 7, 8 – telofáze

Mitóza probíhá v několika fázích (obr. 1.4):

- **profáze** – kondenzace chromatinu do podoby chromozomů, vznik dělicího vřeténka;
- **prometafáze** – na dělicí vřeténko se připojují chromozomy, rozpadá se obal jádra, mizí jadérko;

- **metafáze** – chromozomy se posunují do roviny kolmé na osu dělicího vřeténka, do středu vzdálenosti mezi centrozomy, zdvojují se podélným štěpením ve dva zcela identické chromozomy se shodnými geny (tzv. dceřiné sady);
- **anafáze** – zdvojují se všechny centromery, uvolní tak poloviny podélně rozštěpených chromozomů, které se rozcházejí k protilehlým pólům vřeténka;
- **telofáze** – dělicí vřeténko mizí, kolem každé sady dceřiných chromozomů se vytváří jaderný obal, objevuje se jádro.

Cytokineze je závěrečný krok, při kterém dochází k zaškrcení dělicí se buňky ve střední části. Do každé vznikající dceřiné buňky se přesouvá přibližně rovným dílem i ostatní buněčný materiál mateřské buňky.

Dělení pohlavních buněk

Mimořádně významná je tvorba pohlavních buněk, tzv. **gamet** – vajíček a spermií, protože umožňují pohlavní (sexuální) rozmnožování. Diferencují se z kmenových buněk zárodečného epitelu vaječníků a varlat.

Gamety, na rozdíl od buněk somatických, mají poloviční (*haploidní*) počet chromozomů, tj. 23. Tvoří je **22 autochromozomů a 1 gonochromozom** – X u vajíček, X nebo Y u spermií. Redukci diploidního počtu chromozomů na haploidní počet umožňuje **redukční dělení**, tzv. **meióza**.

Všechny **ženské gamety** obsahují shodně chromozom X, **mužské gamety** obsahují s 50% pravděpodobností buď chromozom X, nebo chromozom Y. Při oplození, tj. splynutí mužské a ženské gamety v zygotu, je proto teoreticky stejná pravděpodobnost vzniku zygoty s ženským (XX) i mužským (XY) typem chromozomového pohlaví. Prakticky tomu tak není, u člověka to je poměr 1,3 : 1 ve prospěch mužského pohlaví.

1.2 TKÁNĚ

Tkáně jsou skupiny buněk vznikající ze stejného embryonálního (zárodečného) základu (viz kap. 11.3), které zajišťují určitou specifickou funkci. Mnohobuněčné organismy mají **čtyři typy tkání**, jejich studiem se zabývá histologie. Tato kapitola uvádí základní popis tkání, specifické poznatky jsou součástí kapitol věnovaných orgánovým soustavám, především svalové a nervové (viz kap. 3 a kap. 12).

1.2.1 EPITELOVÉ TKÁNĚ

Epitel (výstelka) **kryje** zevní povrch těla, **vystýlá** vnitřní plochy dutých orgánů a cév. Epitelové buňky k sobě těsně přiléhají, velmi dobře se obnovují (s výjimkou smyslového epitelu), poškozený nebo zničený epitel je většinou nahrazen plnohodnotnou tkání (regeneruje).