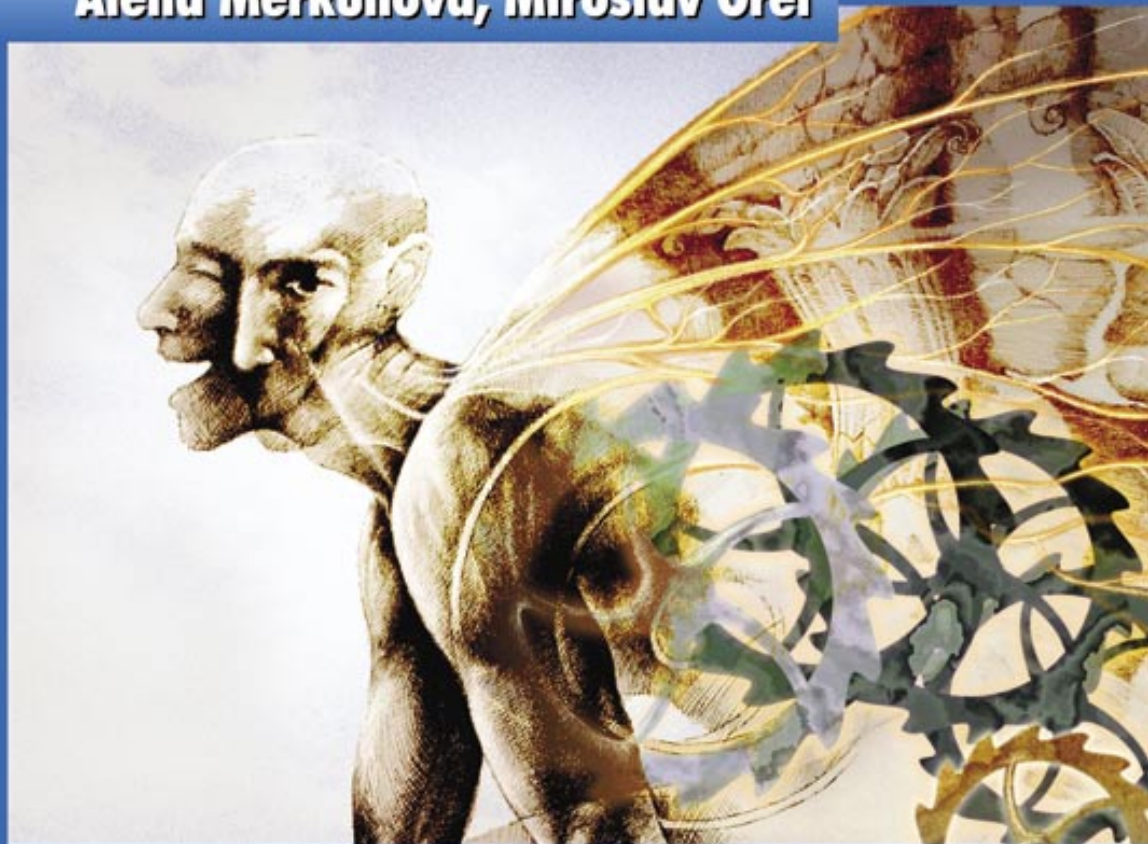


Alena Merkunová, Miroslav Orel



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, umisťování 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 AB0	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 jícn	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 dřeně 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	Mozkomíšní 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	Psychofyzilogie	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

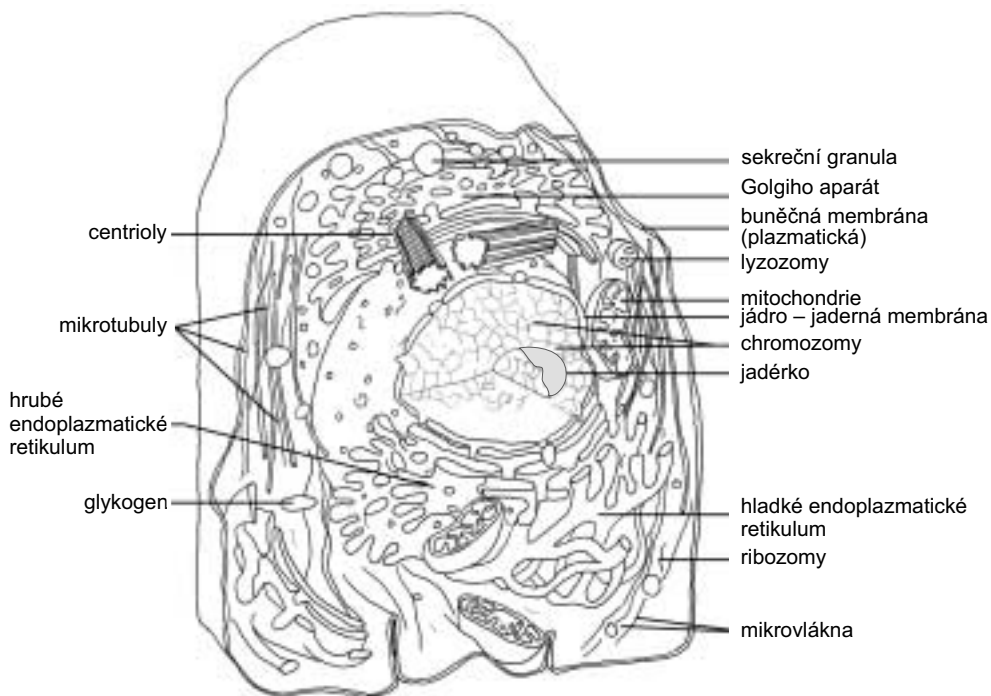
Buňky jsou nejmenší a nejjednodušší stavební (strukturální) a funkční jednotky organismu schopné samostatné existence. V prostorech mezi buňkami je mezibuněčná hmota prostoupená tkáňovým mokem, který zprostředkovává látkovou výměnu mezi buňkami a cévními tekutinami, tj. krví a mizou. Studium stavby a 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).

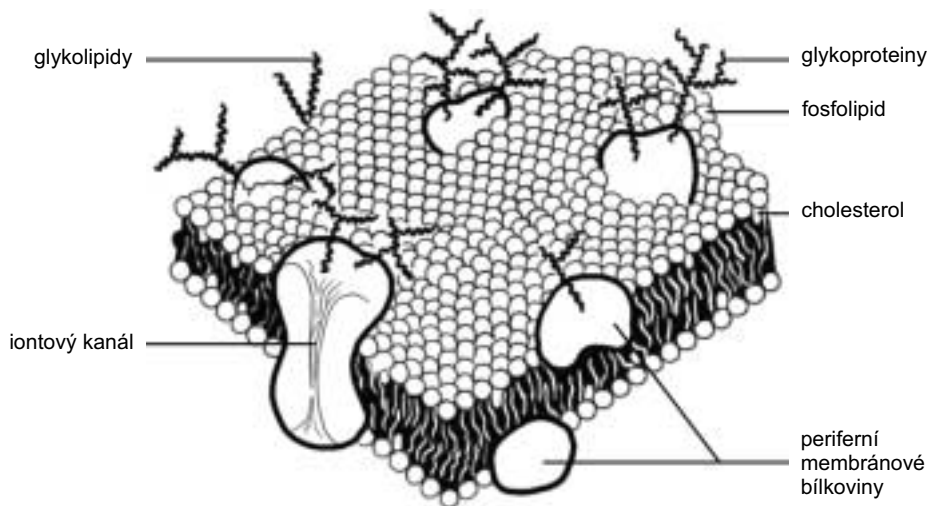
Plazmatická membrána a organely jsou propojené **cytoskeletem**, což je systém vláken a trubicových struktur s širokým významem. Udržuje tvar buňky, fixuje organely v optimální poloze, zabezpečuje jejich potřebný pohyb a ve vhodném prostředí i pohyb celé buňky, např. přesun bílých krvinek průduchy ve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

dem buněčných receptorů vázajících např. hormony a další signální molekuly specificky ovlivňují 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 **útvár velmi dynamický**, neustále se přestavující. 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

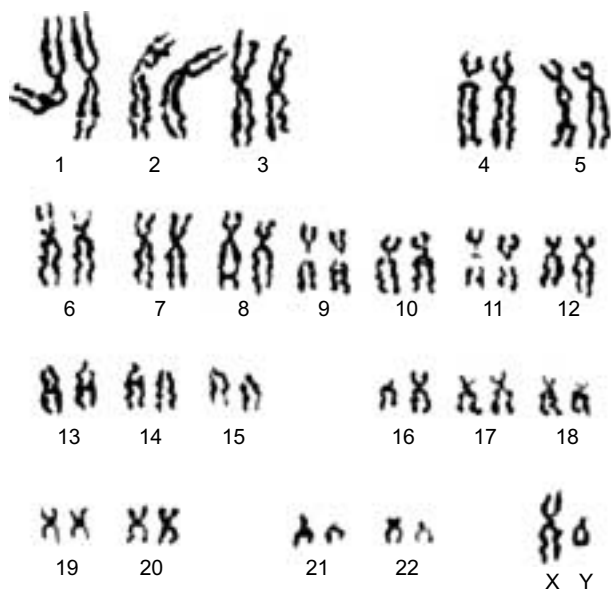
Jádro

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 cytoplazmě 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.

Peroxisomy

Peroxisomy 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. *polymorfní* – válcovité, elipsovitě, 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 žlázových 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

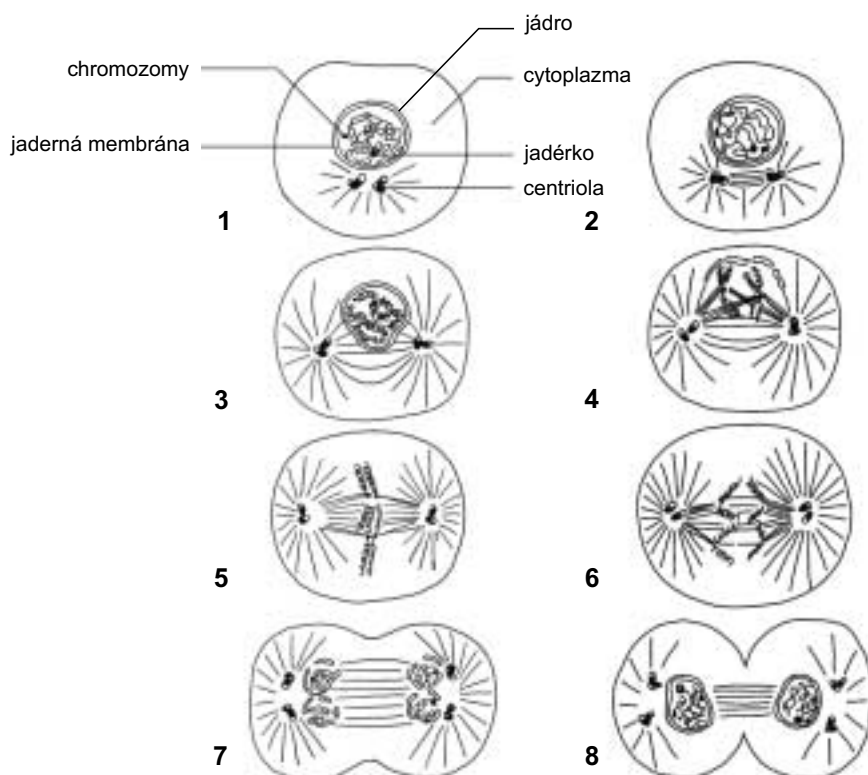
Buněčný cyklus můžeme zjednodušeně charakterizovat jako sled několika časově omezených dějů v životě buňky:

- **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 jadérko.

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

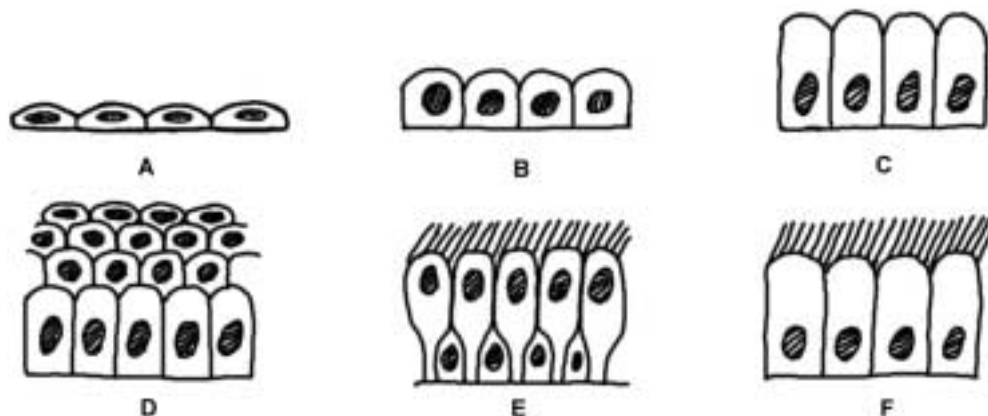
Tkáně jsou skupiny buněk vznikající ze stejného embryonálního (zárodečného) základu (viz kap. 11.3), které zajišťují určitou specifickou funkci. Mnohobuněčné organismy mají **čtyři typy tkání**, jejich studiem se zabývá histologie. Tato kapitola uvádí základní popis tkání, specifické poznatky jsou součástí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

Epitel se dělí podle:

1. **tvaru buněk:** *kubický* – buňky krychlové; *cyldrický* – buňky válcové; *dlaždicový* – buňky ploché (obr. 1.5);
2. **počtu buněčných vrstev:** *jednovrstevný* – např. výstelka vnitřní plochy cév, dutiny hrudní a břišní; *vícevrstevný* – např. v močových cestách, povrch kůže;
3. **funkce:** *krycí* – kryje zevní povrch těla, vnitřní povrchy těla (dutina pohrudniční, břišní); *výstelkový* – vystýlá duté orgány, vývody, např. močový měchýř, močovody; *vstřebávací* (resorpční) – přijímá látky, např. buňky výstelky tenkého střeva; *reprodukční* (zárodečný) – dává vzniknout pohlavním buňkám; *smyslový* – odpovídá na podněty vznikem podráždění, např. smyslové buňky sítnice, kůže; *sekreční* – tvoří a vydává hormony (žlázy s vnitřní sekrecí), enzymy (trávicí žlázy).



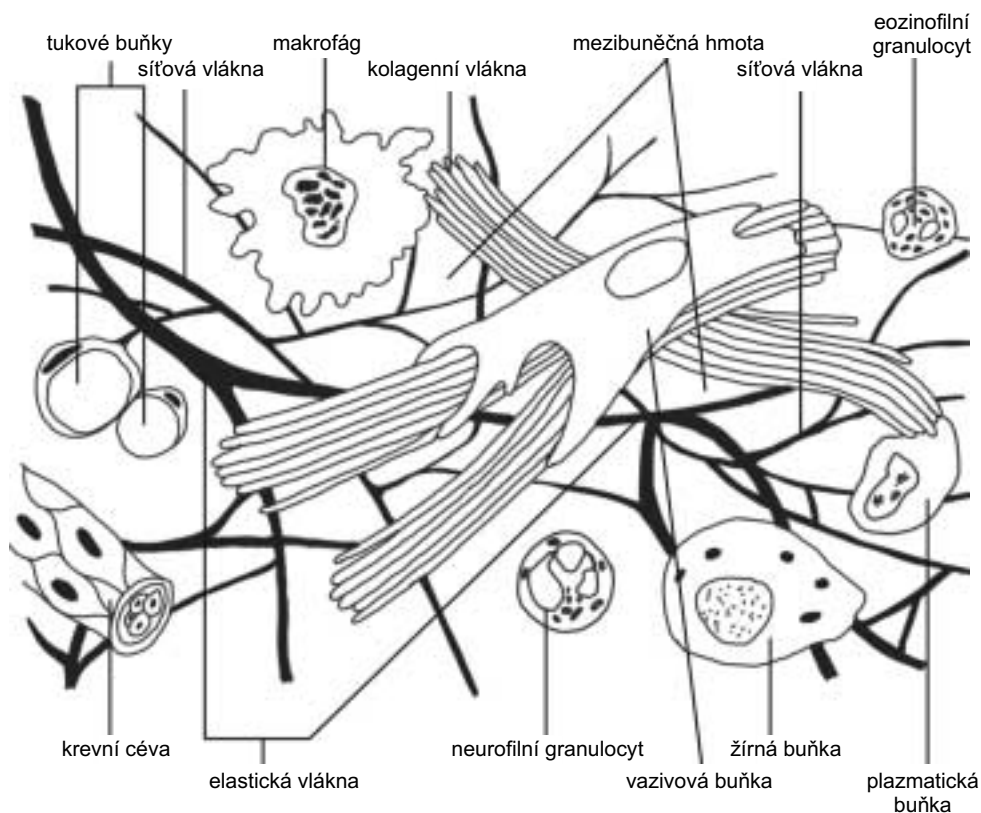
Obr. 1.5 Typy epitelů: A – jednovrstevný dlaždicový, B – kubický, C – cylindrický, D – vícevrstevný dlaždicový, E – řasinkový, F – řasinkový jednovrstevný cylindrický

1.2.2 POJIVOVÉ TKÁNĚ

Pojivová tkáň (pojivo) se skládá z **buněk**, hojné **mezibuněčné hmoty** a různého množství **bílkovinných vláken** (kolagenní, elastická vlákna). Dělí se na tkáň vazivovou, chrupavčitou a kostní. Pojivo plní především funkci opornou a spojovací, ale také metabolickou a termoregulační.

Vazivová tkáň (vazivo)

Vazivo (obr. 1.6) obsahuje vazivové buňky – **fibrocyty**, mezibuněčnou hmotu s různým podílem **vláken elastických** (pružná vlákna), **kolagenních** (vlákna pevná v tahu) a jemných **retikulárních** (síťová vlákna). Vazivo velmi dobře regeneruje, při hojení poškozených tkání je hlavní složkou jizev, především u tkání neschopných regenerace.



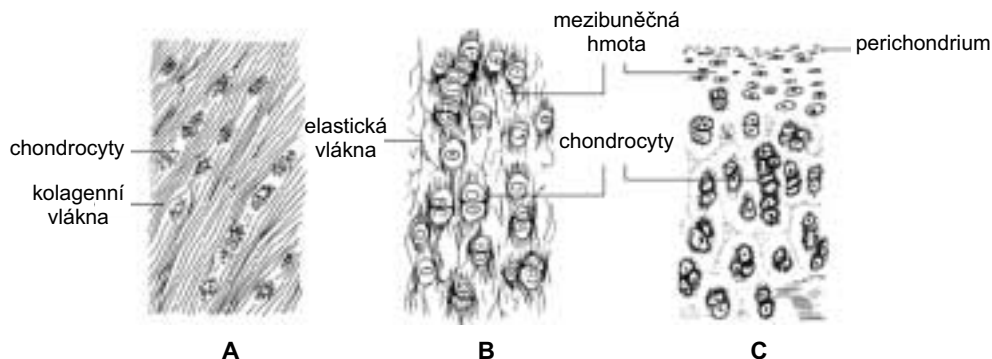
Obr. 1.6 Struktury vaziva

Vazivo se dělí na:

- **tuhé** – obsahuje především hojná kolagenní vlákna a je součástí vazů, šlach, kloubních pouzder;
- **elastické** – je pružné díky hojným elastickým vláknům, je jednou z hlavních složek vazů páteře;
- **řídke** (vmezežené) – pouze malé množství vláken, vyplňuje prostory mezi orgány;
- **tukové** (častější termín je tuková tkáň) – vyskytuje se hlavně v podkoží, ale také podél svazků nervů a cév a v dutinách (fixuje v nich orgány, např. ledviny v bederní krajině, oční koule v očníci); v jemné síti vláček jsou uloženy tukové buňky (adipocyty), které skladují zásobní tuk; jsou vysoce metabolicky aktivní, vychytávají tuky z krevního řečiště, pohotově je uvolňují v závislosti na energetické potřebě organismu, tvoří hormony, přispívají k udržování stálé tělesné teploty (izolační vrstva);
- **mízní** (lymfoidní) – základní stavební součást mízních uzlin.

Chrupavčitá tkáň (chrupavka)

Chrupavku (*cartilago*, řecky *chondros*) tvoří **buňky** (*chondrocyty*) a **mezibuněčná hmota** s vlákny elastickými a kolagenními. Povrch kryje vazivová vrstva zvaná *perichondrium* (obr. 1.7). Chrupavka neregeneruje – nemá cévní ani nervové zásobení, nahrazena může být tkání vazivovou.



Obr. 1.7 Typy chrupavek: A – kolagenní, B – elastická, C – hyalinní

Typ chrupavky určuje její funkci:

- **hyalinní** (sklovitá) chrupavka – má bílou barvu, je velmi tvrdá, ale křehká; tvoří chrupavky dýchacích cest, především však kryje kloubní plochy kostí, v místě poškození kloubní chrupavky zůstávají trvalé defekty (např. u artrózy);
- **elastická** (pružná) chrupavka – má hojný počet elastických vláken, tvoří např. hrtanovou příklopku, základ ušního boltce;
- **kolagenní** (vazivová) chrupavka – je bohatá na kolagenní vlákna, odolná vůči tahu a tlaku, vyskytuje se hlavně v meziobratlových ploténkách.

Kostní tkáň

Kostní tkáň obsahuje **kostní buňky** obklopené velkým množstvím organické **mezibuněčné hmoty** (*ossein*, *kostní matrix*) s vysokým podílem kolagenních vláken. Mezi vlákna se ukládají minerální látky v podobě krystalů komplexních solí vápníku, fosforu a hořčíku. Převaha organických látek v kostní tkáni dětí je příčinou vyšší pružnosti kostí, převaha minerálních látek ve stáří zajišťuje sice vyšší pevnost, ale je současně příčinou křehkosti kostí a s ní spojené vysoké lomivosti.

Podle uspořádání mezibuněčné hmoty se **kostní tkáň** dělí na:

- **hutnou** (*compacta*) – hmota tvoří lamely uspořádané do pravidelných plochých destiček nebo do sebe zasunutých trubiček;
- **houbovitou** (*spongiosa*) – hmota tvoří trámce uspořádané v nepravidelnou síť (více v kap. 3.1).

Typy kostních buněk:

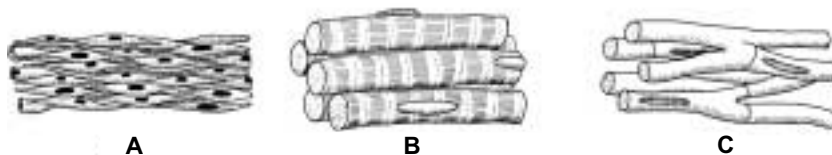
- **progenitorové buňky** (základní, výchozí) – čile se dělí a vyvíjejí se ve specifické kostní buňky;
- **osteoblasty** (specifické kostní buňky) – produkují vláknitý kolagen (bez přítomnosti kolagenu se nemohou do kostní tkáně ukládat vápenaté soli), přeměňují se na zralé kostní buňky;
- **osteocyty** (zralé kostní buňky) – sehrávají důležitou roli při výměně živin i odpadních látek mezi krví cév vyživujících kost a vlastní kostní tkání;
- **osteoklasty** (buňky rozkládající kost) – rozkládají mezibuněčnou kostní hmotu za současného uvolňování vápníku do krve – *resorpce kosti*.

V průběhu života se kostní tkáň neustále přestavuje – *remodelace kosti*: stará se rozpadá a nová se tvoří. U nedospělých jedinců tvorba kostní tkáně významně převyšuje proces rozpadu, základním předpokladem je dostatečný přísun bílkovin a minerálních látek (především vápníku) potravou a potřebná regulační role řady vitaminů (hlavně vitaminu D₃) a hormonů (parathormon, kalcitonin, pohlavní hormony). Za optimálních podmínek zdravý mladý organismus vytvoří do dvaceti let věku tak velký objem vysoce mineralizované kostní tkáně, že v průběhu života – ani v případě působení negativních vlivů – není úbytek kostní tkáně závažný a pravděpodobnost rozvoje osteoporózy (tj. snižování hustoty kostní tkáně) s řadou vážných komplikací je velmi nízká.

Poškozená kostní tkáň (např. po zlomenině) regeneruje. **Regenerace** trvá poměrně dlouho, údaj o 6–8 týdnech je hrubě orientační a závisí na řadě okolností – typu a charakteru zlomeniny, věku, hormonálních poměrech, způsobu výživy atd.

1.2.3 SVALOVÁ TKÁŇ

Svalová tkáň (svalovina) je schopná **měnit napětí** (tonus), **stahovat se** (smrštění, zkrácení, kontrakce), **uvolňovat** (relaxace) i **protahovat**. Kontrakci a relaxaci umožňují speciální bílkoviny ve svalových buňkách, pro kontrakci je nezbytná přítomnost Ca²⁺. Funkce svalové tkáně a řízení její činnosti závisí na typu svaloviny. Svalová tkáň se dělí na hladkou, příčně pruhovanou kosterní a srdeční (obr. 1.8).



Obr. 1.8 Svalová tkáň: A – hladká, B – kosterní, C – srdeční

Hladká svalová tkáň

Hladká svalová tkáň (hladká svalovina) je tvořena relativně malými, jednojadernými buňkami vřetenovitého tvaru (obr. 1.8A). Tyto buňky obsahují stahové bílkoviny **aktin** a **myozin**, jejich uspořádání však nemá – v porovnání s příčně pruhovanou svalovinou – pravidelnou strukturu. Stah buňky nastupuje pomalu, přetrvává však déle, často je rytmický.

Charakteristika hladké svaloviny:

- vyskytuje se **ve stěnách dutých orgánů a vývodů** – hojnou vrstvu hladké svaloviny mají např. orgány trávicí trubice, močový měchýř, močovody, průdušky, průdušinky, je přítomná i ve stěně **cév** (s výjimkou vlásečnic), zvláště silnou vrstvu tvoří ve stěně tepének;
- vykazuje velkou **roztahitelnost** (*plasticita*), což umožňuje rozšíření dutých orgánů nebo – při zvýšení napětí a stahu – jejich zúžení, zkrácení, zmenšení;
- **mění aktivitu** pod regulačním vlivem: 1. vegetativní nervové soustavy (sympatikus, parasympatikus a nervový systém ve stěně trávicí soustavy) – děje se tak nezá-

visle na naší vůli (*reflexně*), 2. některých hormonů, 3. kyselých zplodin buněčného metabolismu (*katabolity*), 4. při nedostatku O_2 (*hypoxie*) a nadbytku CO_2 (*hyperkapnie*); situace 3. a 4. platí především pro svalovou vrstvu tepének;

- **odpovídá stahem** i na mechanické podněty (např. na protažení) nebo je schopná vlastní rytmické aktivity (více v kap. 6);
- vykazuje určitý stupeň **regenerace**.

Více informací o řízení aktivity hladké svaloviny bude uvedeno u jednotlivých orgánových soustav, především trávicí a oběhové, protože porucha její funkce sehrává důležitou roli při rozvoji řady psychosomatických onemocnění.

Kosterní svalovina

Kosterní svalovina tvoří hmotu kosterních svalů, má buňky válcovitého tvaru, které dosahují délky až několika centimetrů, označují se proto jako **svalová vlákna** (obr. 1.8B).

- Svalová vlákna jsou mnohojaderná, v plazmě mají podélně uložená a rovnoběžně uspořádaná vlákenka, tzv. **myofibrily**, které obsahují stahové bílkoviny – k základním patří i v tomto případě **aktin** a **myozin**.
- Příčně orientované **tmavší úseky** tlustého myozinu a **světlé úseky** tenkého aktinu se v myofibrilách pravidelně střídají, v mikroskopickém obraze vyvolávají dojem příčného pruhování, proto kosterní svalovina dostala označení **příčně pruhovaná** (více v kap. 3.2).

Aktivitu kosterní svaloviny řídí hybná (motorická) vlákna periferních nervů a některých hlavových nervů, která zprostředkovávají jak **reflexní motoriku** (neúmyslnou hybnost), tak i **motoriku vědomou** (úmyslnou, volní).

Srdeční svalovina

Srdeční svalovina (*myokard*) je rovněž příčně pruhovaná, liší se od kosterní svaloviny uspořádáním a tvarem svalových buněk (obr. 1.8C).

- Buňky myokardu připomínají svým tvarem velké písmeno Y a jsou vzájemně spojené těsnými, příčnými plazmatickými můstky (*interkalární disky*). Tvoří tak „sítě“, tj. soubuní (*syncytium*) významně urychlující vedení vzruchů myokardem.
- Aktivita srdeční svaloviny je **autonomní**, což znamená, že vzruch vyvolávající stah myokardu tvoří (generuje) srdce samo (tzv. **srdeční automacie**), takže vznik vzruchu a jeho vedení myokardem je možné bez přímé účasti nervových a humorálních vlivů. Srdeční svalovina **neregeneruje**, odumřelý myokard se hojí vazivovou jizvou.

K odumření (*nekróze*) úseku srdeční svaloviny, označované jako *infarkt myokardu* (IM), dochází při nedostatečném přívodu okysličené krve věnčitými tepnami do myokardu (*ischémie*). Její nejčastější příčinou je uzávěr věnčité tepny krevní sraženinou vznikající nad aterosklerotickým plátem při ateroskleróze cév věnčitého řečiště. K léčebnému zásahu při IM patří aplikace látek rozpouštějících krevní sraženinu, rozšiřování zúžené věnčité tepny pomocí balónkové sondy, event. zavedení

pevné výztuže do postižené cévy (*angioplastika*). V rámci prevence IM se zúžená místa věnčitých tepen překlenují cévní protézou, chirurgický zásah se označuje jako přemostění (*bypass*).

1.2.4 NERVOVÁ TKÁŇ

Základní stavební a funkční jednotkou nervové tkáně je **nervová buňka** (*neuron*), v nervové tkáni jsou i **podpůrné buňky** (*glie*), které jsou nezbytné pro fyziologickou stavbu i funkci neuronů.

Neuron se skládá z **těla**, krátkých **výběžků** (*dendrity*) a dlouhého **axonu** (*neurit, nervové vlákno*) (viz obr. 12.3). Dendrity jsou vlákna dostředivá (*aferentní*), vedou vzruchy k tělu neuronu. Axon je vlákno odstředivé (*eferentní*), vede vzruchy z neuronu k cílové buňce (*efektor*), kterou může být další neuron (jeho dendrit, tělo, počáteční úsek axonu), svalové vlákno nebo žlázová buňka. Většina axonů (s výjimkou počátečního úseku) je pokryta **myelinovou pochvou** různé tloušťky. Myelinovou pochvu přerušují speciální zářezy (Ranvierovy), které urychlují vedení vzruchu axonem (více v kap. 12.2.1.1).

V průběhu života počet neuronů postupně klesá (nahrazují je gliové buňky) a záhy po narození neurony ztrácejí schopnost se dělit. Neurony neregenerují, ale jak výzkumy z posledních let ukazují, mohou vznikat diferenciací kmenových buněk. V ČR se této problematice věnuje Fyziologický ústav Akademie věd. Axony periferních nervů, jsou-li přetáté např. úrazem, regenerují z centrálního pahýlu (část axonu spojená s tělem neuronu), regeneraci podporuje zachovaná myelinová pochva.

1.3 ORGÁN, ORGÁNOVÉ SOUSTAVY, ORGANISMUS

1.3.1 ORGÁN

Různé typy tkání se specificky seskupují, zřetelně oddělují od okolí a formují orgány, např. mozek, žlázu, plíce, srdce atd. Orgán může plnit více funkcí, jedna z jeho tkání má však většinou rozhodující význam a určuje hlavní funkci orgánu.

Jako příklad lze uvést ledviny, jejichž hlavní funkcí je výdej odpadních látek z těla, ale kromě toho tvoří látku řídící tvorbu červených krvinek (erytropoetin), látku významně ovlivňující hodnotu krevního tlaku (renin) a jsou místem chemické přeměny předchůdce vitamínu D na jeho aktivní formu D₃.

Některé orgány zabezpečují komunikaci organismu se zevním prostředím – plíce s atmosférickým vzduchem, žaludek shromažďuje požitou potravu, v močovém měchýři se hromadí moč před vyloučením z těla.

1.3.2 ORGÁNOVÁ SOUSTAVA

Několik orgánů se shodnou nebo podobnou funkcí tvoří orgánovou soustavu (systém).

V lidském těle je soustava **kožní, kosterní, svalová, oběhová, mizní a imunitní, dýchací, trávicí, vylučovací, reprodukční**, soustava **žláz s vnitřní sekrecí** a soustava **nervová**. Funkcí orgánů a orgánových soustav se zabývá **fyzilogie**. Makroskopické stavbě orgánů a orgánových soustav se věnuje **anatomie**.

1.3.3 ORGANISMUS

Lidský organismus lze považovat za nejsložitější a nejvyšší jednotku uspořádání živé hmoty. Vůči zevnímu i vnitřnímu prostředí vystupuje jako jednotný celek, sjednocující (integrující) roli v něm sehraává především soustava nervová, hormonální a imunitní.

Základní životní pochody živého organismu:

- **Metabolismus** je označení pro souhrn všech chemických reakcí probíhajících v těle, které umožňují organismu vytvořit potřebné látky, vzájemně je přeměňovat, uvolňovat z nich energii. Zahrnuje *děje katabolické*, tj. štěpení složitých chemických látek na jednodušší složky, a *děje anabolické*, tj. tvorbu složitých látek z jednodušších.
- **Reaktivita** vyjadřuje schopnost organismu zachycovat změny zevního i vnitřního prostředí (podněty) a reagovat na ně.
- **Hybnost** (motorika) se týká pohybu celého těla a jeho dílčích částí, hybnosti orgánů, pohybu buněk i struktur uvnitř buněk.
- **Růst** se projevuje zvětšováním velikosti těla, je výsledkem růstu velikosti buněk nebo počtu buněk, event. obou dějů, ale také důsledkem zmnožení mezibuněčné hmoty.
- **Diferenciace** (vyzrávání, rozlišování) se týká všech buněk mnohobuněčných organismů, protože všechny vznikají z jedné původní nediferencované buňky – z oplozeného vajíčka (*zygota*). Díky diferenciaci získávají jednotlivé buňky postupně charakteristickou stavbu a funkci. Mezi diferencovanými a nediferencovanými buňkami je celá řada přechodných stadií. Názorným příkladem procesu diferenciace je vývoj krvinek (více v kap. 4.1.1).
- **Reprodukce** v širším smyslu se týká tvorby nových buněk v souvislosti s růstem, obnovou a náhradou tkání a probíhá nepřetržitě po celý život. V užším smyslu zahrnuje reprodukci lidského jedince z vajíčka oplozeného spermií.

Zánik životních pochodů způsobuje smrt buněk a tkání, což může vyústit až ve smrt organismu. Jejím potvrzením je zástava srdeční činnosti, vymizení spontánního dýchání (*klinická smrt*) a funkcí mozku (*biologická smrt*).

1.4 KOŽNÍ ÚSTROJÍ

Zevní povrch těla kryje kůže. Spolu s **přídavnými útvary** (vlasy, chlupy, nehty, žlázy, svaly vzpřimující chlupy, receptory, nervy) tvoří kožní ústrojí.

Kůže má řadu **funkcí**:

- **chrání** organismus před zevními vlivy – vysycháním, UV zářením, mikroorganismy;
- zprostředkovává **kožní cití** – díky kožním receptorům (*exteroreceptory*) a navazujícím dostředivým nervovým vláknům;
- podílí se na **udržování tělesné teploty** – změnou prokrvení, intenzitou pocení;
- je **zásobárnou krve** – při rozšíření tepének v kožní části krevního oběhu se krev v kůži hromadí (více než 500 ml), při zúžení tepének se průtok krve kůži snižuje, což nastává např. při krevní ztrátě, kdy se kožní řečiště takřka vyprazdňuje (proto bledost kůže);
- patří k **vylučovací soustavě** – kromě vody vydává do potu i malé množství odpadních látek;
- má určitou **vstřebávací kapacitu** – dokáže vstřebávat látky (léky) z tukových základů krémů a mastí;
- pod vlivem UV záření vzniká v kůži **předchůdce** (prekurzor) **vitaminu D₃**.

1.4.1 STAVBA KŮŽE

Kůži (*cutis, derma*) tvoří **pokožka** – povrchová epitelová vrstva a **škára** – hlubší vazivová vrstva. **Podkožní vazivo** (*tela subcutanea*), tj. nejhlubší vrstva, je uložené pod škárou, jedná se o tukové vazivo, ale za součást vlastní kůže se už nepokládá (viz obr. 12.19).

Pokožka (*epidermis*) má **čtyři typy buněk**:

- **keratinocyty** leží v nejhlubší vrstvě epidermis, mají charakter kmenových buněk, jejich průběžným dělením a vyžráváním vznikají stále nové keratinocyty, posouvají se směrem k povrchu, postupně se oplošťují, degenerují, zvyšují obsah bílkoviny keratinu až ve zcela povrchové vrstvě odumírají a průběžně se odlupují v podobě šupin;
- **melanocyty** tvoří a keratinocytům předávají kožní pigment **melanin**, který pohlcuje škodlivé UV záření, schopné ničit buňky hlubších vrstev, a přispívá k zbarvení kůže do hnědého tónu, intenzita zbarvení závisí na množství barviva i na stupni prokrvení kůže;
- **imunitní buňky** (tzv. Langerhansovy) pomáhají chránit kůži proti pronikajícím mikroorganismům, které pohlcují a zneškodňují;
- **Merkelovy buňky** leží v nejhlubší vrstvě pokožky, jsou v kontaktu s plochým zakončením dostředivého (senzitivního) neuronu ve škáře (tzv. Merkelův disk) a společně slouží vnímání dotykového cití především na bříškách prstů, na rtech, na zevních pohlavních orgánech (viz kap. 12.2.4.5).

Škára (*dermis*) tvoří **dvě vrstvy**:

- **povrchová vrstva** je síť jemných **elastických vláken** s četnými vazivovými buňkami, do pokožky vybíhá řadou bradavčitých výběžků (*papily*) – některé obsahují klíčky krevních kapilár, jiné receptory kožního cití (viz kap. 12.2.4.5). Papily mají místy charakteristické uspořádání (tvoří valy a rýhy), které je individuálně odlišné, geneticky ovlivněné, promítá se do povrchové struktury pokožky, je dobře patrné na bříškách prstů a využívá se k identifikaci osob (*daktyloskopie*);
- **hlubší vrstva** je místy fixovaná k podkoží, místy volná (např. na krku), má vazivové a tukové buňky uložené v síti pevných **kolagenních vláken**, v okách této sítě jsou vlasové míšky, přidružené mazové a potní žlázy a celá je prostoupená cévami a nervy.

Elastická vlákna škáry jsou uspořádána ve směru mechanického zatížení kůže. **Kolagenní vlákna** škáry činí kůži pevnou, elastická vlákna protažitelnou a současně pružnou.

1.4.2 PŘÍDATNÉ STRUKTURY KŮŽE – KOŽNÍ ADNEXA

Vlasy a chlupy

Vlasy (*capili*) i chlupy (*pili*) mají povrchovou část – tzv. **kmen** (*scapus*) a kožní část – **kořen** (*radix*), uložený v mnohovrstevném válcovitém **vlasovém míšku** (*folliculus*) sahajícím až do škáry.

Na povrchu je míšek pokryt sítí senzitivních nervových zakončení a upínají se k němu jemné kožní svaly (*musculi errectores pilorum*), které při stahu („husí kůže“) vlasy a chlupy napřimují. Děje se tak např. v průběhu reakce na chlad, při strachu, rozčilení. Z baze míšku, tzv. **vlasové cibulky**, vlas vyrůstá, prokrvení cibulky zajišťují cévy **bradavčitého výběžku** škáry, který je do cibulky zanořen.

Vlas má tři vrstvy:

1. **zevní vrstva**, tzv. vlasová pokožka (*cuticula*) – je šupinatá, s vysokým obsahem keratinu,
2. **střední kůra** (*cortex*) – obsahuje nejvíce pigmentu,
3. **vnitřní dřev** (*medulla*) – u tenkých vlasů schází.

Barva vlasů závisí na množství a typu produkovaného pigmentu **melaninu**, pokles jeho tvorby a hromadění vzduchových bublinek mezi buňkami vlasového kmene způsobuje šedivění vlasů.

Typ ochlupení se v průběhu ontogenetického vývoje jedince mění: 1. Během **nitroděložního vývoje** se tělo plodu pokrývá jemným a bezbarvým chmýřím zvaným lanugo, které před porodem převážně odpadá, zůstávají vlasy, řasy a obočí. 2. **Po narození** postupně vlasy, řasy a obočí sílí a objevují se jemné, krátké chloupky po celém těle. 3. **Pod vlivem androgenů** (z varlete, kůry nadledvin, v malém množství i z vaječníků) se od zahájení puberty rozvíjí ochlupení v podpaží (*axilla*), na zevních pohlavních orgánech, ve stydké krajině (*ohanbí*) – u mužů tam není ohraničené, sahá ve střední čáře až k pupku, navíc se objevují chloupky v zevním zvukovodu a ve vchodu nosním, rostou vousy, přibývá ochlupení na končetinách, v oblasti hrudníku. Typ ochlupení je součástí tzv. **sekundárních pohlavních znaků**.

Nehty

Nehty (*ungui*) jsou destičky pokrývající hřbetní část posledních článků prstů ruky a nohy, jejich morfologickým základem jsou zrohovatělé buňky pokožky. Nehty **volným okrajem** přerůstají přes okraj prstu, dále mají **tělo** a **kořen**, pod kterými je tzv. **nehtové lůžko** (čile se dělíci buňky epidermis), ze kterého nehet vyrůstá.

Kožní žlázy

Žlázy jsou uloženy ve škáře a patří k nim mazové žlázy, potní žlázy a mléčná žláza.

Mazové žlázy leží v blízkosti vlasového míšku, do jehož krčku se vyprazdňují, na některých místech **ústí volně na povrch kůže** (např. na rtech, zevních pohlavních orgánech), v určitých oblastech **zcela chybějí** (dlaně, plosky nohou), jinde jsou **mi-mořádně velké** (např. kůže tváří, krku) nebo naopak malé (např. kůže končetin). Vydávají **maz** (*sebum*), který vytváří ochrannou vrstvu na povrchu kůže, vlasech a chlupech – zvláčňuje, chrání před drobností a olupováním, vysycháním, bobtnáním při dlouhodobém kontaktu s vodou, má antimikrobiální účinky.

Potní žlázy uvolňují sekret zvaný **pot**. Většina potních žláz má relativně jednoduchou stavbu, jsou aktivní prakticky od narození, jejich vývody ústí přímo na povrch kůže (póry), vyskytují se **po celém těle** (s výjimkou okraje rtů), hlavně na čele, krku, šiji, dlaních a ploskách nohou. Denně vydávají asi **500–1000 ml** potu.

Hrozí-li **přehřátí organismu** (např. při vzestupu teploty prostředí nebo při pohybové aktivitě), tvorba potu stoupá až na 10 l i více za den. Odpařování potu spotřebovává tělesné teplo, což přispívá k udržování stálé tělesné teploty.

Pot má **proměnlivou skladbu**, kromě vody a chloridu sodného (NaCl – kuchyňská sůl) obsahuje malé množství dusíkatých látek – močovinu, kreatinin, kyselinu močovou, aminokyseliny a mastné kyseliny, potom se mohou vylučovat i některé léky.

V podstatně menším množství jsou zastoupené drobné, tzv. **potní žlázy pachové** (*apokrinní*). Vylučují aromatické látky, jejich sekreční část je uložena až v podkoží a vývody ústí do vlasového folikulu. Vyskytují se hlavně v podpaží, ohanbí, v kůži zevních pohlavních orgánů, v okolí konečníku, v okolí prsní bradavky, v kůži pokryté vousy. Zahajují sekreci během puberty, stimulem sekrece je emoční stres a sexuální vzrušení.

Mléčná žláza je největší kožní žlázou (více v kap. 11.2.4 a 11.4).

2. VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ ORGANISMU

2.1 HOMEOSTÁZA

Základním předpokladem pro fyziologickou funkci buněk jsou relativně stálé podmínky, které buňkám zajišťuje **tkáňový mok** – tzv. vnitřní prostředí organismu. Tkáňový mok buňkám zprostředkovává:

- přísun živin a O₂,
- odvod zplodin metabolismu,
- přívod látkových regulačních signálů,
- optimální pH (symbol pro záporný logaritmus koncentrace vodíkových iontů),
- optimální osmolalitu (tj., zjednodušeně řečeno, celkové množství osmoticky aktivních látek v 1 kg rozpouštědla – více dále),
- optimální teplotu,
- stálou nabídku organických (ústrojných) a anorganických (neústrojných) látek.

Pro označení **stálosti vnitřního prostředí organismu** se používá termín **homeostáza**. V zevním i vnitřním prostředí organismu probíhají neustále pochody, které homeostázu ohrožují. Pro člověka je navíc specifické, že i **vlivy společenské mohou narušit homeostázu** svým negativním dopadem na tělesné funkce. V tomto směru sehrávají negativní roli komplikované mezilidské vztahy (rodinné, partnerské, profesní), tíživá ekonomická situace, nevyhovující společenské postavení atd.

U zdravého jedince zaznamenává každou **změnu homeostázy** nervová soustava, imunitní soustava a žlázy s vnitřní sekrecí (endokrinní). Podle aktuální situace mění prostřednictvím nervových a humorálních (látkových) signálů potřebným způsobem **aktivitu výkonných (efektorových) soustav** – oběhové, trávicí, dýchací, vylučovací, ale i kosterního svalstva (zajišťuje event. „únik – útěk“ od zdroje nežádoucích podnětů), které změnám homeostázy zabrání, event. jejich dopad zmírní.

Ztráta schopnosti organismu udržet homeostázu vede k chorobné (patologické) změně funkcí, tj. k **nemoci**. Totální zhroucení homeostázy je příčinou **smrti** jedince.

2.1.1 PODÍL NERVOVÉ SOUSTAVY NA UDRŽOVÁNÍ HOMEOSTÁZY

Příslušná **čidla (receptory)** v kůži, svalech, cévách a vnitřních orgánech reagují na dílčí odchylky homeostázy vznikem vzruchu. Vzruchy se šíří **dostředivými** (aferentními) **nervovými vlákny** periferního (obvodového) nervového systému do příslušného řídicího centra v centrální nervové soustavě (CNS). Centrum informaci zpracuje a cestou **odstředivých** (eferentních) **nervových vláken** aktivuje orgány zajišťující nápravu (**efektory**). Odstředivá vlákna patří **tělnímu** (vlákna motorická) nebo **vegeta-**

tivnímu (vlákna sympatická, parasympatická) perifernímu nervovému systému a běží v míšních nebo hlavových nervech (více v kap. 12.2.1.9 a 12.2.6).

Efektorem zajišťujícím kompenzační reakci při dráždění **motorických vláken** je kosterní svalstvo. Odpovědí je **volní** (vědomá) nebo **mimovolní** (nevědomá, reflexní) **svalová aktivita**. Efektorem **vegetativních vláken** jsou žlázy, srdeční svalovina, hladké svalstvo stěny cév a dutých orgánů.

2.1.2 PODÍL ENDOKRINNÍCH ŽLÁZ NA UDRŽOVÁNÍ HOMEOSTÁZY

Porucha homeostázy se často projevuje specifickými odchylkami v chemickém složení mimobuněčných tekutin. Může se jednat o změny v množství hormonů nebo látek, jejichž koncentraci hormony regulují. Oba signály ovlivňují aktivitu příslušné endokrinní žlázy tak, aby bylo dosaženo kompenzačního efektu. Ve většině případů se jedná o regulaci uskutečňovanou na principu zpětné vazby (více v kap. 12.1).

Jako příklad lze uvést **regulaci množství glukózy v krvi** (*glykémie*). Zvýšení krevního cukru (*hyperglykémie*) stimuluje výdej inzulínu. Inzulín podpoří průnik glukózy do buněk, glykémie klesá na fyziologickou hodnotu a homeostáza se obnovuje (více v kap. 7.1 a 12.1.5.1). Uvedený typ kompenzační reakce schází u cukrovky (*diabetes mellitus*).

Dalším příkladem vážného narušení homeostázy je **pokles vápníku v krevní plazmě** (*hypokalcémie*). Příštítná tělíska odpovídají na hypokalcémii zvýšením sekrece parathormonu. Parathormon stimuluje buňky odbourávající kostní hmotu a vápník se vyplavuje z kostní tkáně do krve (více v kap. 12.1.3). Fyziologické množství vápníku v krvi (*normokalcémie*), nezbytné pro celou řadu biologických funkcí (více v kap. 2.3), se díky mobilizaci kostních zásob obnoví.

2.2 TĚLNÍ TEKUTINY

2.2.1 MNOŽSTVÍ A SLOŽENÍ TĚLNÍCH TEKUTIN

Hlavní součást vnitřního prostředí organismu tvoří voda. **Celková tělní voda** (CTV) představuje až 60 % tělesné hmotnosti u muže, u ženy 50 %. U mladých jedinců je CTV více než u jedinců starých, u kojence je to až 75 % tělesné hmotnosti.

Voda je uložena v **několika oddílech** (*kompartmenty*):

- v **buňkách** (*intracelulární tekutina* – ICT) tvoří **40 %** tělesné hmotnosti;
- **mimo buňky** (*extracelulární tekutina* – ECT), tvoří **20 %** tělesné hmotnosti; z toho tvoří **tkáňový mok**, tj. mezibuněčná tekutina (*intersticiální*) 15 %, **krevní plazma** (tekutá složka krve) 5 %;
- termínem **transcelulární tekutina** se označuje nekonstantní množství tekutin vyskytujících se v dutinách, např. v oční komoře, močovém měchýři, kloubní šterbině, žlučníku.