

Ivan Dylevský

---

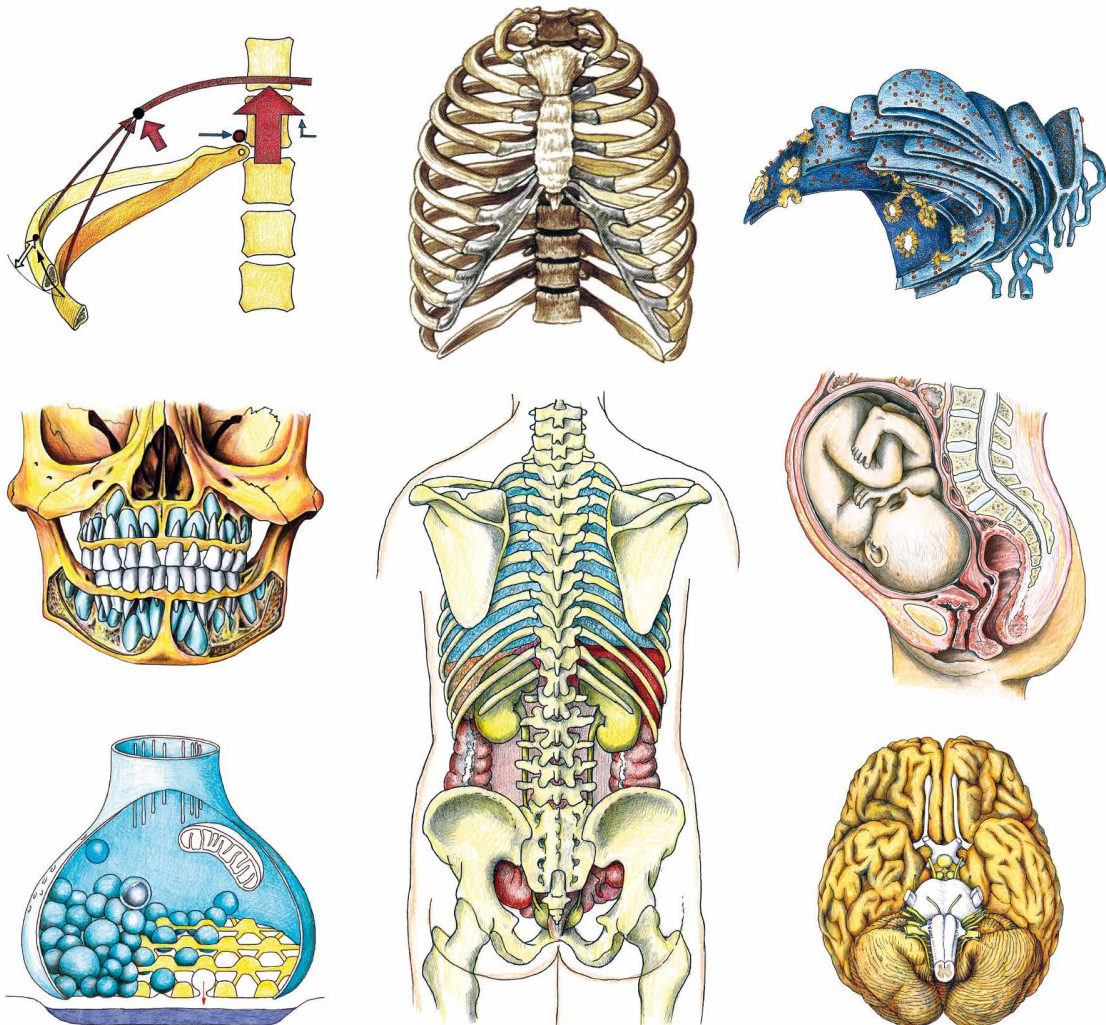
# Somatologie

pro předmět

Základy anatomie a fyziologie člověka

3., přepracované a doplněné vydání

---





Ivan Dylevský

---

# Somatologie

pro předmět

Základy anatomie a fyziologie člověka

**3., přepracované a doplněné vydání**

---

**Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

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

**prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.**

## **SOMATOLOGIE**

**pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka  
3., přepracované a doplněné vydání**

**Autor:** prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.

**Recenzent:** prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2019

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2019

Ilustrace na obálce Bc. Tomáš Laub

Obrázky v knize pocházejí z archivu autora. Autorem kreseb je Bc. Tomáš Laub.

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 7128. publikaci

Odpovědný redaktor Mgr. Luděk Neužil

Sazba a zlom Antonín Plicka

Počet stran 312

3. vydání, Praha 2019

Vytiskl TNM PRINT s.r.o., Chlumec nad Cidlinou

*Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.*

*Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplyvají žádné právní důsledky.*

ISBN 978-80-271-2673-6 (ePub)

ISBN 978-80-271-2662-0 (pdf)

ISBN 978-80-271-2111-3 (print)

# O autorovi

**Prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.**, je přední český morfolog, emeritní vedoucí anatomických pracovišť Univerzity Karlovy a Jihočeské univerzity. V současné době působí jako děkan Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT. Publikoval přes 250 vědeckých, pedagogických a popularizačních textů. Předmětem jeho dlouhodobého zájmu je anatomie dětského těla a kineziologie. Založil nový obor – nipoanatomii, tj. moderní koncept morfologie dětského těla. Publikací dvojdílné monografie petrifikoval tento obor v české i světové odborné literatuře. Vytvořil rozsáhlý text kineziologie a patokineziologie, který tvoří jeden ze základů nového vědního oboru – věd o pohybu v normě a v patologii. Zasloužil se o prosazení koncepce výuky funkční anatomie do programu řady vysokých škol.





# Obsah

|  |           |  |           |
|--|-----------|--|-----------|
| <b>Úvod .....</b>                              | <b>11</b> | <b>3 Pohybový systém .....</b>                                     | <b>45</b> |
| <b>1 Základní jednotka živé hmoty .....</b>    | <b>13</b> | 3.1 Obecná stavba kosti .....                                      | 45        |
| 1.1 Lékařské vědy .....                        | 13        | 3.1.1 Kost – orgán .....   | 45        |
| 1.2 Buňka a buněčné orgány .....               | 17        | 3.2 Páteř a kostra hrudníku .....                                  | 49        |
| 1.2.1 Biomembrány .....                        | 19        | 3.2.1 Páteř .....  | 49        |
| 1.2.2 Vláknité struktury .....                 | 19        | 3.2.2 Kostra hrudníku .....  | 53        |
| 1.2.3 Hrudkovité částice .....                 | 19        | 3.3 Lebka .....  | 54        |
| 1.2.4 Buněčná membrána .....                   | 20        | 3.3.1 Kostra obličejové části lebky .....                          | 54        |
| 1.2.5 Endoplazmatické retikulum .....          | 20        | 3.3.2 Kostra mozkového oddílu lebky .....                          | 56        |
| 1.2.6 Golgiho komplex .....                    | 21        | 3.3.3 Lebka jako celek .....                                       | 58        |
| 1.2.7 Lysozomy .....                           | 22        | 3.4 Kostra končetin .....  | 60        |
| 1.2.8 Ribozomy .....                           | 22        | 3.4.1 Stavební plán kostry končetin .....                          | 61        |
| 1.2.9 Mitochondrie .....                       | 22        | 3.4.2 Lopatkový pletenec .....                                     | 61        |
| 1.2.10 Centriol .....                          | 22        | 3.4.3 Kostra volné horní končetiny .....                           | 61        |
| 1.2.11 Cytoplazma a cytoskelet .....           | 22        | 3.4.4 Pánevní pletenec a kostra pánve .....                        | 63        |
| 1.2.12 Buněčné jádro .....                     | 23        | 3.4.5 Klinický význam pánevních rovin<br>a pánevních rozměrů ..... | 64        |
| 1.2.13 Jádérko .....                           | 23        | 3.4.6 Kostra volné dolní končetiny .....                           | 64        |
| 1.2.14 Chromozomy .....                        | 23        | 3.5 Obecná stavba kostních spojů .....                             | 67        |
| 1.3 Buněčné dělení a diferenciaci .....        | 25        | 3.5.1 Kloub .....  | 67        |
| 1.3.1 Nepřímé dělení – mitóza .....            | 26        | 3.5.2 Přehled kloubů horní končetiny .....                         | 68        |
| 1.3.2 Redukční dělení – meióza .....           | 26        | 3.5.3 Přehled kloubů dolní končetiny .....                         | 70        |
| 1.3.3 Diferenciaci .....                       | 27        | 3.6 Stavba a funkce kosterních svalů .....                         | 74        |
| 1.4 Lékařská genetika .....                    | 27        | 3.6.1 Sval .....   | 74        |
| 1.4.1 Základní genetické pojmy .....           | 28        | 3.6.2 Šlacha .....   | 75        |
| 1.4.2 Lékařská genetika .....                  | 29        | 3.6.3 Svaly hlavy, krku a trupu .....                              | 78        |
| 1.4.3 Tvorba bílkovin .....                    | 29        | 3.6.4 Svaly končetin .....   | 83        |
| 1.4.4 Vrozené vady .....                       | 30        | 3.7 Dětský pohybový systém .....                                   | 88        |
| <b>2 Funkční anatomie tkání .....</b>          | <b>31</b> | <b>4 Růst těla a orientace na lidském těle .....</b>               | <b>93</b> |
| 2.1 Tkáň a orgán .....                         | 31        | <b>5 Krev .....</b>  | <b>97</b> |
| 2.2 Epitelové tkáně (epitely) .....            | 32        | 5.1 Funkce a složení krve .....                                    | 97        |
| 2.3 Pojivové tkáně .....                       | 34        | 5.1.1 Krevní plazma .....  | 98        |
| 2.3.1 Vazivo .....                             | 34        | 5.1.2 Krevní buňky .....   | 99        |
| 2.3.2 Chrupavka .....                          | 35        | 5.2 Fyzikální a chemické vlastnosti krve .....                     | 101       |
| 2.3.3 Kostní tkáň .....                        | 35        | 5.2.1 Nárazníkové vlastnosti krve .....                            | 101       |
| 2.4 Svalová tkáň .....                         | 37        | 5.2.2 Krevní sedimentace .....                                     | 102       |
| 2.5 Nervová tkáň .....                         | 38        | 5.2.3 Osmotická odolnost červených<br>krvinek .....                | 102       |
| 2.6 Regenerace tkání .....                     | 39        | 5.3 Obranné reakce organismu a krevní<br>skupiny .....             | 102       |
| 2.7 Vnější a vnitřní prostředí organismu ..... | 40        |  |           |
| 2.8 Dětské tkáně .....                         | 41        |  |           |

|          |  |            |           |   |            |
|----------|--|------------|-----------|---|------------|
| 5.3.1    | Systém krevních skupin (systém AB0)              | 105        | 8.4.2     | Hltan                                   | 165        |
| 5.3.2    | Zástava krvácení                                 | 106        | 8.4.3     | Jícen                                   | 167        |
| 5.4      | Dětská krev                                      | 108        | 8.4.4     | Žaludek a tenké střevo                  | 168        |
|          |  |            | 8.4.5     | Játra, žlučové cesty a slinivka břišní  | 172        |
|          |  |            | 8.4.6     | Tlusté střevo                           | 176        |
| <b>6</b> | <b>Krevní oběh</b>                               | <b>109</b> | 8.5       | Uložení a projekce orgánů břišní dutiny | 179        |
| 6.1      | Obecná stavba a funkce cév                       | 109        | 8.6       | Dětský trávicí systém                   | 181        |
| 6.2      | Stavební a funkční předpoklady srdeční činnosti  | 110        | <b>9</b>  | <b>Fyziologie výživy</b>                | <b>187</b> |
| 6.2.1    | Obecná stavba srdeční stěny                      | 111        | 9.1       | Vitaminy                                | 187        |
| 6.2.2    | Funkce srdce                                     | 114        | 9.1.1     | Vitaminy rozpustné ve vodě              | 187        |
| 6.3      | Dynamika krevního oběhu                          | 117        | 9.1.2     | Vitaminy rozpustné v tucích             | 188        |
| 6.3.1    | Velký oběh                                       | 119        | 9.2       | Složení potravy                         | 189        |
| 6.3.2    | Žilní systém                                     | 122        | 9.2.1     | Bílkoviny                               | 189        |
| 6.3.3    | Specializované oblasti cévního řečiště           | 124        | 9.2.2     | Tuky a cukry                            | 189        |
| 6.4      | Mízní oběh                                       | 126        | 9.2.3     | Nerostné látky                          | 190        |
| 6.4.1    | Míza   | 126        | 9.2.4     | Voda                                    | 190        |
| 6.4.2    | Mízní cévy                                       | 127        | 9.2.5     | Energetická hodnota potravy             | 191        |
| 6.4.3    | Mízní uzliny                                     | 127        | 9.3       | Dětská výživa                           | 192        |
| 6.5      | Slezina  | 129        | <b>10</b> | <b>Termoregulace</b>                    | <b>195</b> |
| 6.6      | Dětský oběhový systém                            | 129        | 10.1      | Řízení tělesné teploty                  | 195        |
| <b>7</b> | <b>Dýchací systém</b>                            | <b>133</b> | 10.2      | Termoregulace v dětství                 | 195        |
| 7.1      | Základní pojmy funkční anatomie dýchací soustavy | 133        | <b>11</b> | <b>Močový systém</b>                    | <b>197</b> |
| 7.2      | Stavba a funkce dýchacích cest                   | 134        | 11.1      | Funkční anatomie ledvin                 | 197        |
| 7.2.1    | Obecná stavba dýchacích cest                     | 134        | 11.2      | Vývodné močové cesty                    | 203        |
| 7.3      | Plíce  | 140        | 11.3      | Dětský močový systém                    | 204        |
| 7.3.1    | Mechanika dýchání                                | 144        | <b>12</b> | <b>Kožní ústrojí</b>                    | <b>207</b> |
| 7.3.2    | Tkáňové dýchání                                  | 147        | 12.1      | Stavba a funkce kůže                    | 207        |
| 7.4      | Dětský dýchací systém                            | 148        | 12.1.1    | Pokožka                                 | 207        |
| <b>8</b> | <b>Trávicí systém</b>                            | <b>151</b> | 12.1.2    | Škára                                   | 207        |
| 8.1      | Základní funkce trávicího systému                | 151        | 12.1.3    | Podkožní vazivo                         | 209        |
| 8.2      | Základy biochemie živin, enzymů a vitaminů       | 153        | 12.2      | Vlasy a chlupy                          | 210        |
| 8.2.1    | Bílkoviny  | 154        | 12.3      | Mléčná žláza                            | 211        |
| 8.2.2    | Nukleové kyseliny                                | 155        | 12.4      | Dětská kůže                             | 212        |
| 8.2.3    | Cukry  | 155        | <b>13</b> | <b>Pohlavní systém</b>                  | <b>215</b> |
| 8.2.4    | Tuky   | 156        | 13.1      | Reprodukční systém muže                 | 215        |
| 8.2.5    | Enzymy   | 156        | 13.1.1    | Pohlavní žlázy                          | 215        |
| 8.2.6    | Vitaminy   | 156        | 13.1.2    | Vývodné pohlavní cesty                  | 217        |
| 8.3      | Obecná stavba trávicí trubice                    | 157        | 13.1.3    | Zevní pohlavní orgány                   | 220        |
| 8.4      | Hlavový a hrudní oddíl trávicí trubice           | 159        | 13.2      | Reprodukční systém ženy                 | 222        |
| 8.4.1    | Ústní dutina                                     | 159        |           |   |            |



|           |  |            |  |   |     |
|-----------|--|------------|--|---|-----|
| 13.2.1    | Pohlavní žlázy .....                                     | 222        | 15.9   | Mícha – míšní nervy .....   | 266 |
| 13.2.2    | Vejcovod, děloha, pochva .....                           | 224        | 15.9.1   | Stavba a funkce míchy .....   | 266 |
| 13.2.3    | Menstruační cyklus .....                                 | 227        | 15.9.2   | Míšní nervy .....   | 269 |
| 13.2.4    | Zevní pohlavní orgány ženy .....                         | 228        | 15.9.3   | Přehled stavby a zapojení<br>míšních nervů .....                          | 270 |
| 13.3      | Základy fyziologie těhotenství .....                     | 229        | 15.10  | Mozkový kmen .....  | 271 |
| 13.3.1    | Oplození a vývoj placenty .....                          | 229        | 15.10.1  | Prodloužená mícha .....   | 271 |
| 13.3.2    | Těhotenství a porod .....                                | 231        | 15.10.2  | Přehled stavby a funkce<br>hlavových nervů .....                          | 273 |
| 13.4      | Dětský pohlavní systém .....                             | 234        | 15.11  | Mezimozek a autonomní funkce .....  | 275 |
| <b>14</b> | <b>Látkové řízení organismu .....</b>                    | <b>237</b> | 15.11.1  | Mezimozek .....   | 276 |
| 14.1      | Obecné zásady řízení a regulace .....                    | 237        | 15.11.2  | Řízení činnosti hladkého<br>svalstva .....                                | 276 |
| 14.2      | Žlázy s vnitřní sekrecí .....                            | 238        | 15.12  | Mozková kůra .....  | 278 |
| 14.2.1    | Mechanismus účinku<br>hormonů .....                      | 239        | 15.12.1  | Stavba mozkové kůry .....   | 278 |
| 14.2.2    | Neurokrinie, mezimozek,<br>mozkový podvěsek .....        | 240        | 15.12.2  | Funkce mozkové kůry .....   | 279 |
| 14.2.3    | Mozkový podvěsek .....                                   | 240        | 15.12.3  | Řízení pohybu a polohy těla ....  | 280 |
| 14.2.4    | Nadledviny .....   | 242        | 15.12.4  | Mozeček .....   | 281 |
| 14.2.5    | Štítná žláza .....                                       | 244        | 15.13  | Asociační funkce mozkové kůry .....                                       | 282 |
| 14.2.6    | Příštítné žlázy .....                                    | 245        | 15.14  | Krevní zásobení a obaly mozku .....                                       | 285 |
| 14.2.7    | Slinivka břišní .....                                    | 246        | 15.14.1  | Krevní zásobení mozku<br>a míchy .....                                    | 285 |
| 14.3      | Dětské žlázy s vnitřní sekrecí .....                     | 247        | 15.14.2  | Obaly a komory centrálního<br>nervového systému –<br>mozkomíšní mok ..... | 285 |
| <b>15</b> | <b>Nervové řízení organismu .....</b>                    | <b>249</b> | 15.15  | Dětský nervový systém .....   | 286 |
| 15.1      | Obecné zásady stavby a funkce<br>nervového systému ..... | 249        | <b>Doplňková literatura k dalšímu studiu .....</b> | <b>291</b>  |     |
| 15.2      | Neuron, glie, synapse .....                              | 251        | <b>Seznam zkratk .....</b>                         | <b>293</b>  |     |
| 15.3      | Stavba a funkce periferních nervů .....                  | 254        | <b>Rejstřík .....</b>                              | <b>295</b>  |     |
| 15.4      | Vzruch .....   | 255        | <b>Souhrn .....</b>                                | <b>305</b>  |     |
| 15.5      | Receptory .....  | 256        | <b>Summary .....</b>                               | <b>307</b>  |     |
| 15.5.1    | Stavba a funkce receptorů .....                          | 256        |  |   |     |
| 15.5.2    | Kožní cití, bolest .....                                 | 257        |  |   |     |
| 15.5.3    | Chemické cití. Čich a chuť .....                         | 258        |  |   |     |
| 15.6      | Sluchové ústrojí .....                                   | 259        |  |   |     |
| 15.7      | Orgány polohy a pohybu .....                             | 261        |  |   |     |
| 15.8      | Zrakové ústrojí .....                                    | 262        |  |   |     |



# Úvod

Aktuální podoba textu *Somatologie* je výsledkem kritického zhodnocení řady učebnic, které pro potřeby středoškolského a později i bakalářského studia zdravotnických oborů vznikaly již téměř před stoletím. Vzhledem k současnému a předpokládanému vývoji našeho školství odpovídá současná učebnice nejen požadavkům výuky somatologie na zdravotnických a vyšších zdravotnických školách, ale i požadavkům studentů, kteří se na různých typech středních škol

připravují ke studiu na lékařských fakultách a na dalších typech škol s biomedicínským a paramedicínským zaměřením.

Širokému spektru potenciálních zájemců a uživatelů *Somatologie* je přizpůsoben rozsah, forma a obsah textu i typ ilustrací. Učebnice se tak blíží běžnému evropskému standardu příruček obdobného zaměření.

Prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.



# 1 Základní jednotka živé hmoty

Lékařské vědy

Buňka a buněčné organely

Dělení buněk

Lékařská genetika

## 1.1 LÉKAŘSKÉ VĚDY

### Shrnutí základních znalostí

1. **Biologie** je věda o živých organismech. Je součástí přírodních věd.
2. **Somatologie** studuje stavbu a funkci lidského organismu; vztahy člověka a prostředí. Biologické vědy dělíme na morfologické (anatomie, histologie, embryologie) a funkční (fyziologie, biofyzika, biochemie). Zákonitostmi dědičnosti a proměnlivosti organismů se zabývá genetika.
3. **Lékařské vědy** spojují biologické a společenské vědy. Speciální obory medicíny se zaměřují na studium anatomických a funkčních změn v průběhu chorob a na jejich předcházení a léčení.

První poznatky o stavbě svého těla získával člověk jistě nechtěně – při zranění a jeho ošetřování. Provádění pitve, které byly vždy základním zdrojem poznatků o stavbě lidského těla, bylo v historii společnosti vždy závislé na společenské a kulturní úrovni dané společnosti.

**Starověk** připustil pitvu zvířecích a v některých kulturních obdobích i pitvu lidských těl. Řečtí filozofové, přírodovědci a lékaři – **Aristoteles** (384–322 př. n.l.) a **Galenus** (129–200 n.l.) buď sami pitvali, nebo měli základní anatomické vědomosti získané léčením poranění (obr. 1.1). Znali hlavní části kostry a některé orgány hrudní, břišní a lebeční dutiny i orgány pánve. Jejich znalosti byly pro středověk zachovány díky spisům arabského učence **Ibn el Síny** (Avicenny, 980–1037 n.l.).

**Středověk** nepřinesl ve studiu anatomie podstatný pokrok. Církev zakázala pitvy lidských těl a za překročení zákazu byl v podstatě trest smrti. Až ve vrcholném období evropského středověku (14.–15. století) byly na některých univerzitách (Itálie, Nizozemí) pitvy výjimečně povolovány.



Obr. 1.1 Aristoteles ze Stageiry (A) a Ibn el Sína (B)

**Mimoevropské kultury** (asijské, africké a jihoamerické) dosáhly v období evropského středověku v některých směrech i vyššího stupně poznání stavby těla, než byl evropský standard. Evropskou lékařskou vědu však významněji neovlivnily.

Teprve novověk znamenal pokrok v poznání stavby lidského těla.

Zakladatel **anatomie novověku, A. Vesalius** (1514–1564), kriticky prověřil všechny starověké anatomické poznatky a na základě vlastních pitevních zkušeností sepsal první, skutečně vědeckou anatomii lidského těla (1543) (**obr. 1.2**).

V českých zemích provedl v r. 1600 první veřejnou a podrobněji popsanou pitvu **J. Jesenský** (Jessenius, 1566–1621), lékař, profesor a rektor Univerzity Karlovy (**obr. 1.3**).

Jedním ze **zakladatelů fyziologie** byl Angličan **W. Harvey** (1578–1657), který navázal na nové anatomické poznatky a stal se objevitelem velkého a malého krevního oběhu (1642). Další zásadní fyzi-

logické objevy musely na své autory počkat téměř dvě stě let (**obr. 1.4**).

Je třeba si uvědomit, že přes nesporný význam, který měly základní anatomické poznatky o stavbě lidského těla pro vývoj lékařských věd, začíná teprve v devatenáctém století skutečně vědecký, biologický výzkum podmíněný rozvojem fyziky, chemie a mikrobiologie, tj. začíná hledání objektivně platných biologických zákonů a jejich prověřování v praxi. Teprve v průběhu 16.–18. století se také postupně ustalovala náplň medicíny a biologie přibližně tak, jak tyto obory chápeme dnes. Středověký lékař byl zároveň přírodovědcem, filozofem a zpočátku často i duchovní osobou – knězem. I označení biologie jako vědy o živé přírodě vzniklo až koncem 18. století.

Často ani poměrně dobrá znalost stavby orgánů nevedla automaticky k poznání jejich základních funkcí. Teprve zavedení pokusu – experimentu do výzkumné práce znamenalo zásadní pokrok.



**Obr. 1.2** *Andreas Vesalius*

Již zmíněný W. Harvey – objevitel krevního oběhu – a **A. von Haller** (1708–1777), byli jedni z prvních fyziologů, kteří používali pokus na zvířeti. V Praze experimentoval **J. Prochaska** (1749–1820), který svými objevy položil základy učení o reflexní podstatě činnosti nervového systému. **J. E. Purkyně** (1787–1869) založil první fyziologický ústav na světě a objevil řadu zákonitostí v činnosti smyslů a nervové soustavy.

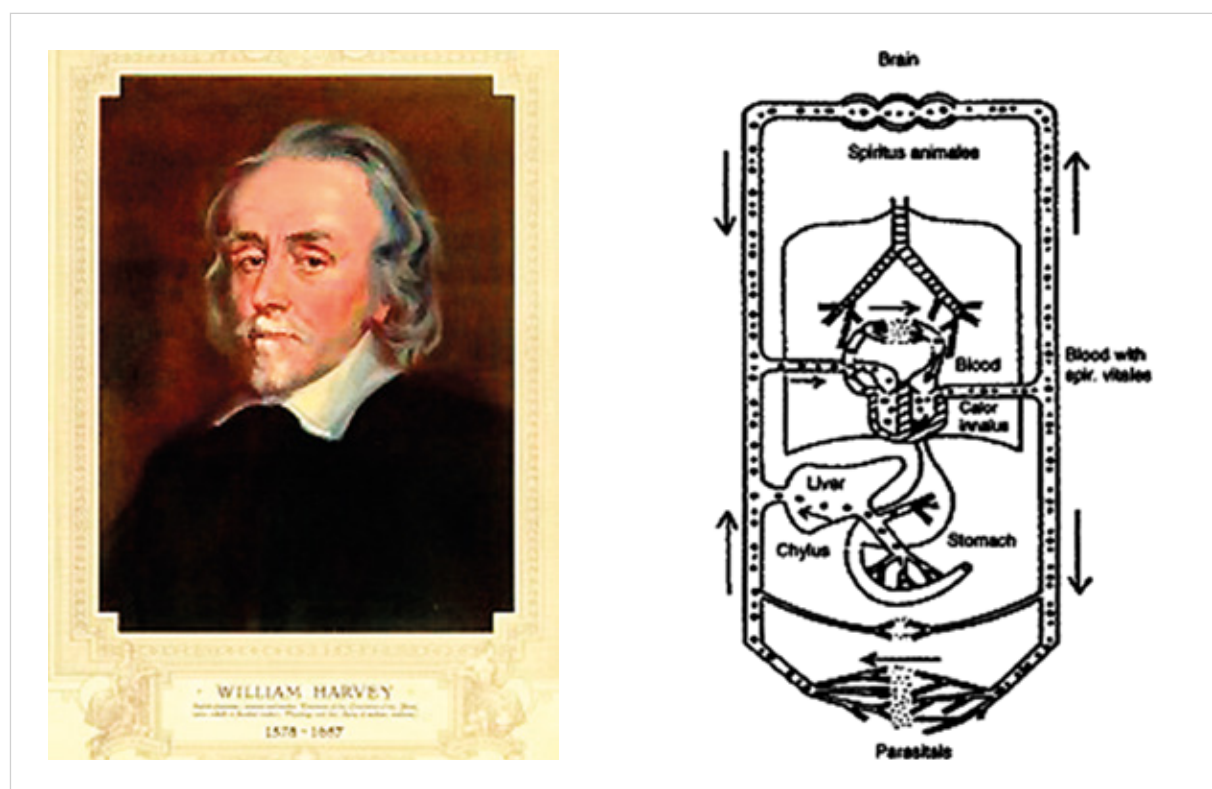
Druhá polovina devatenáctého století a počátek dvacátého století jsou vyplněny objevy z fyziologie trávení (**I. P. Pavlov**, 1849–1936), nervového a svalového systému (**C. Bernard**, 1813–1878, **I. M. Sečenov**, 1829–1905) a dalších orgánových soustav.

Výsledky fyziologických pokusů, doplněné studiem stavby lidského těla, znamenaly pro medicínu obrovský pokrok. Počátkem dvacátého století dostaly lékařské vědy první vědecký základ vybudovaný anatomickými a fyziologickými obory. Biofyzika a biochemie se vyvíjela až v návaznosti na rozvoji základních vědeckých disciplín – fyziky a chemie.

Ze zásadních – dnes již klasických objevů, které významně zasáhly do vývoje lékařství, to byl objev tzv. X paprsků, které dostaly po svém objeviteli název



Obr. 1.3 Jan (Johan) Jessenius



Obr. 1.4 William Harvey

rentgenové záření (**W. C. Röntgen**, 1845–1923); objev přirozené radioaktivity (**Pierre a Marie Curie**, 1859–1906, 1867–1934); vytvoření první „umělé“ organické látky – močoviny (**F. Wöhler**, 1800–1882) a odhalení struktury DNA, což přispělo k rozluštění dědičného kódu (**F. H. C. Crick**, 1916–2004, **J. D. Watson**, nar. 1928). Poznání obecných pravidel řízení umožnilo zavádění výpočetní a informační techniky v biologii i v medicíně (**N. Wiener**, 1894–1964). Vytváří se nový vědní obor – kybernetika.

Kombinací výpočetní a RTG techniky (1974) vznikly a dále se rozvíjejí revoluční vyšetřovací techniky typu **CT** (počítačová výpočetní tomografie). Dnes tyto techniky umožňují nejen vyšetřit anatomickou stavbu orgánů v trojrozměrném a barevném záznamu (DSR), ale dovolují zachytit i úroveň látkové výměny zobrazeného orgánu (PET), průtoky krve (DSA) atd. Na zcela jiných principech pracuje technika **NMR** (nukleární magnetická rezonance, MR), která rozlišovací schopností a zobrazením detailů překonává všechny dosud používané vyšetřovací techniky. Z hlediska praktického uplatnění v medicíně můžeme zmíněné vyšetřovací metody a objevy molekulární biologie využívané v genetice, považovat za nejvýznamnější vědecké výsledky konce dvacátého století.

**Lékařské vědy** se zabývají předcházením a léčením chorob a péčí o zdraví a harmonický vývoj člověka. Spojují v sobě obory biologického charakteru (např. anatomii, fyziologii) a společenské vědy (psychologii, sociologii) se speciálními lékařskými obory (chirurgií, patologií atd.).

Obory biologického charakteru dělíme na morfologické a funkční.

- **Morfologické vědy** studují tvar, vývoj a stavbu živých organismů. Předmětem studia lékařské morfologie je člověk – lidské tělo. Morfologické obory jsou historicky starší než obory funkční. Podle použitých pracovních metod rozlišujeme anatomii, histologii a embryologii. (Toto rozlišení je zcela schematické a vychází z historie jednotlivých oborů. Experimentální anatomie např. využívá pokus stejně jako fyziologie.)

**Anatomie** zkoumá organismy z hlediska jejich **tvaru, velikosti, vývoje, stavby a uložení orgánů**. Klasickou pracovní metodou anatomie je pitva.

**Histologie** se zabývá studiem **mikroskopické a ultramikroskopické stavby** tkání a orgánů. Základní

metodou oboru je zkoumání tkání pomocí mikroskopu. Vývoj oboru proto vždy souvisel s konstrukcí a vývojem mikroskopické techniky. Sestrojení **elektronového mikroskopu** (E. Ruska, 1906–1988) umožnilo např. pozorování molekulární struktury buněk a tkání a spojilo tak morfologické vědy s molekulární biologii.

Samostatným oborem je dnes **cytologie**, zabývající se zkoumáním buňky a buněčných organel. Tvoří „strukturální“ základ jedné části genetiky.

**Embryologie** je obor studující **vývoj oplozeného vajíčka a vývoj zárodku**. Zkoumá anatomickou, mikroskopickou i submikroskopickou strukturu zárodku a zákonitosti jeho vývoje. Studuje také vztahy mezi zárodkem a mateřským organismem (u savců) a zárodkem a vnějším prostředím.

- **Funkční obory** se zabývají fyzikální a chemickou podstatou životních projevů a činností jednotlivých orgánů i organismů jako celku. Základními pracovními metodami funkčních oborů jsou pozorování a pokus. Pokus je pozorování za přesně definovaných a zpravidla zjednodušených podmínek. Pokus využívá i pozorování na modelových organismech (pokusných zvířatech) a modelování s využitím výpočetní techniky.

**Biofyzika** studuje fyzikální změny, které provázejí činnost buněk, tkání i celých organismů. Studuje také působení fyzikálních vlivů na organismy, např. účinky různých typů záření. Je to hraniční obor mezi biologii a fyzikou.

**Biochemie** je vědní obor, který se zabývá chemickým složením organismů, **přeměnami a funkcí různých látek** v organismu i **působením chemických látek** na živé organismy. Biochemie je hraniční obor mezi biologii a chemií. Speciálním segmentem biochemie je např. nauka o jedech a jejich vlivu na organismus – **toxikologie**.

**Fyziologie** zkoumá výkony, funkce a řízení jednotlivých orgánů i organismu jako celku. Jejím úkolem je poznat a pochopit podstatu těchto dějů a stanovit mechanismy, kterými se realizují. Lékařská fyziologie je fyziologií organismu člověka.

**Genetika** je věda o dědičnosti a proměnlivosti organismů. Studuje schopnost organismů **předávat dědičné vloh** potomstvu a podíl těchto vloh na vytváření morfologických i fyziologických vlastností organismů. Studuje dědičné i nedědičné **příčiny proměnlivosti**. Lékařská genetika studuje **příčiny dědičných onemocnění** a možnosti jejich **prevence**.



- **Speciální lékařské (medicínské) obory** jsou zaměřeny na studium podstaty chorob, tj. především jejich **původce, projevy, prevenci a léčbu**. K oborům, které mají především preventivní charakter patří hygienické obory a lékařská genetika. Na studium příčin a projevů nemocí je zaměřena **patologie**. Projevy nemocí vnitřních orgánů, jejich prevencí a léčbou se zabývá **vnitřní lékařství (interní lékařství)**. Studium léčení mechanickými zásahy, především operacemi, se věnují **chirurgické obory**. Onemocněními nervové soustavy se zabývá **neurologie** a poruchami projevujícími se poruchami tzv. psychické (duševní) činnosti se věnuje **psychiatrie**. Onemocněním typickým pro dětský věk, jejich předcházení a léčení se věnuje **dětské lékařství (pediatrie)**. Chorobami ženských pohlavních orgánů a léčením poruch plodnosti se zabývá **ženské lékařství (gynekologie)**. Vedením porodu se zabývá **porodnictví**. Rozvoj poznání vede ke stále větší specializaci. Uvnitř oborů vznikají podobory, které se věnují činnosti a chorobám jednotlivých orgánů včetně jejich prevence a léčby. **Somatologie** (tělověda) není samostatným vědeckým oborem. Jde o předmět, který vznikl z didaktické potřeby shrnout přístupnou formou základy anatomie, fyziologie a některých dalších oborů do celku, který by umožnil navazující studium speciálních lékařských a nelékařských zdravotnických oborů.

## Slovník

- anatomie** (ř. *anatemno* – rozřezávám) – věda o tvaru, stavbě a vývoji živých organismů
- biofyzika** (ř. *bios* – život, ř. *fysis* – příroda) – věda o fyzikálních pochodech v živých organismech a vlivech fyzikálních jevů na organismus
- biochemie** (ř. *bios* – život) – věda o složení organismů a látkové přeměně, která v nich probíhá
- biologie** (ř. *bios* – život, ř. *logos* – nauka) – věda o živých organismech, studuje stavbu, vlastnosti a projevy organismů a vztahy mezi nimi a prostředím
- cytologie** (ř. *kýtos* – buňka, ř. *logos* – nauka) – věda o stavbě a funkci buněk a buněčných organel
- embryologie** (ř. *embryon* – zárodek, ř. *logos* – nauka) – nauka o vzniku a vývoji zárodku
- fyziologie** (ř. *fysis* – příroda, ř. *logos* – nauka) – věda o funkcích orgánů a organismů a jejich řízení
- genetika** (ř. *genos* – rod) – věda o dědičnosti a proměnlivosti organismů, o jejich vývoji a původu

**gynekologie** (ř. *gyné* – žena, ř. *logos* – nauka) – ženské lékařství, věda o ženských pohlavních orgánech, jejich chorobách a léčení

**histologie** (ř. *histos* – tkáň, ř. *logos* – nauka) – věda o mikroskopické stavbě tkání

**interna** (lat. *internus* – vnitřní) – věda o chorobách vnitřních orgánů a jejich léčení, vnitřní lékařství

**medicina** (lat. *medicus* – lékař) – lékařství, lék

**mikroskopický** (ř. *mikros* – malý, ř. *skopeo* – pozoruji) – malý, neviditelný pouhým okem

**morfologie** (ř. *morfē* – podoba, tvar, ř. *logos* – nauka) – věda o stavbě a tvaru organismů a orgánů

**organismus** (ř. *organos* – ústrojí) – živý jedinec, jehož tělo je složeno z orgánů (dříve „ústrojenec“)

**patologie** (ř. *pathos* – útrapa, choroba, ř. *logos* – nauka) – věda o chorobných změnách a chorobných pochodech v organismu

**pediatrie** (ř. *pais* – dítě, ř. *iatreia* – léčení) – nauka o chorobách dětí, jejich předcházení a léčení; dětské lékařství

**psychologie** (ř. *psyche* – duše, ř. *logos* – nauka) – věda o duševní činnosti, o způsobu myšlení

**sociologie** (lat. *socius* – druh, ř. *logos* – nauka) – věda o lidské společnosti a vztazích mezi lidmi

**ultramikroskopie** (lat. *ultra* – přes, ř. *mikros* – malý, ř. *skopeo* – pozoruji) – věda studující stavbu tkání a buněk v elektronovém mikroskopu se zvětšením až 250 000krát a rozlišovací schopností 1–2 nanometry.

## 1.2 BUŇKA A BUNĚČNÉ ORGANELY

### Shrnutí základních znalostí

1. Základní **stavební a funkční jednotkou** organismů je **buňka**. Buňka je nejmenším anatomickým a funkčním celkem schopným samostatného života.
2. **Stavebními prvky** buňky jsou membrány, vlákna a hrudkovité částice.
3. **Organely** nezbytné pro tvorbu bílkovin jsou: **jádro, jadérko, ribozomy a Golgiho komplex**. Zdrojem energie je oxidace látek v **mitochondriích**. Transport v buňce zajišťují **buněčné membrány** a **endoplazmatické retikulum**. **Lysozomy** obsahují štěpící enzymy. Centrioly v živočišných buňkách navozují vznik dělicího vřeténka.

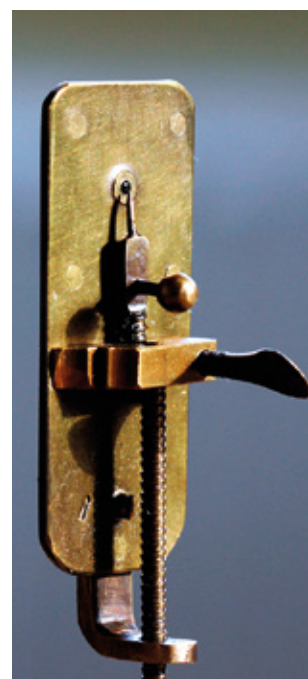
4. **Cytoplazma** je tvořena cytoskeletem a roztokem různých látek.
5. **Buněčné jádro** obsahuje **chromozomy** a **jadérko**. Počet a tvar chromozomů je pro každý druh typický a stálý. Chromozomy jsou nositeli dědičných vloh.
6. **Člověk má v somatických buňkách 46 chromozomů**. Ženské pohlaví je určeno kombinací pohlavních chromozomů **XX**; mužské pohlaví kombinací **XY**.

**Pojem buňka** byl znám již v 17. století (**R. Hooke**, 1665). Při pozorování buněk byl nejnápadnější buněčný obal, proto byla buňka popisována jako měchýřek (prostor) ohraničený blanou. Teprve mnohem později bylo popsáno **jádro** (**J. E. Purkyně**, 1825). Purkyně rovněž jako jeden z prvních přisoudil buňce funkci základní jednotky živé hmoty (1837), i když vytvoření ucelené a řádně publikované buněčné teorie (1839) je asi oprávněně připisováno **T. Schwannovi** (1810–1882) a **M. J. Schleidenovi** (1804–1881). Rozvoj poznatků o stavbě buňky byl vždy závislý na technické úrovni pozorovacích zařízení – na vývoji mikroskopu a na zařízeních sloužících k řezání tkání. Vývoj mikroskopu, rozvoj barvicích metod a metod na zpracování tkání umožnily vznik a pokrok celé řady oborů – cytologie, histologie a mikroskopické

anatomie. Malá zvětšení umožňuje spojná čočka. Větší zvětšení už lze dosáhnout pouze soustavou čoček – mikroskopem.

První prakticky využitelné zařízení (1670) pro mikroskopické pozorování sestavil **A. van Leeuwenhoeck** [Léuvenhuk] (1632–1723) v Nizozemí (obr. 1.5). Nejprve zdokonalil broušení čoček, resp. nahradil je drobnými skleněnými kuličkami, a svým jednoduchým „mikroskopem“ pozoroval krvinky, kvasinky a další jednobuněčné organismy i tkáň. Teprve zdokonalení mikroskopu na základě poznatků fyzikální optiky, umožnilo v 18. století základní popis stavby buněk a rozlišení hlavních typů tkání. Jedním z průkopníků mikroskopie byl i již zmíněný **J. E. Purkyně**. Světelný mikroskop umožnil základní popis téměř všech buněčných organel, struktury jádra, objev chromozomů a jejich úlohy v přenosu dědičných vloh. Další poznatky byly důsledkem rozvoje chemie a fyzikální chemie, a dalším zdokonalením barvicí techniky. Konstrukci světelného mikroskopu však nelze zlepšovat neomezeně. Jeho rozlišovací schopnost je omezena vlnovou délkou viditelného záření – světla. Prakticky využitelné zvětšení světelným mikroskopem je asi 2000krát.

Další pokrok v pronikání do jemné struktury stavby buněk umožnil vynález **elektronového mikroskopu** (1934), který místo světelných paprsků (fotonů) vy-



*Obr. 1.5 Anthony van Leeuwenhoeck*

užívá proud elektronů emitovaných ze speciální lampy. Po vhodné úpravě pozorovaného objektu lze dosáhnout zvětšení asi 180–200 000krát. Při tomto zvětšení a vynikající rozlišovací schopnosti je již možné pozorovat strukturu buněk až na úroveň jejího molekulárního složení. Spolu s využitím rentgenového záření a dalších technik, vytvořil elektronový mikroskop předpoklady pro vznik molekulární biologie buňky.

**Buňka je základní jednotkou organizace živé hmoty.**

Všechny živočišné buňky mají stejné **stavební prvky**:

- **buněčné membrány** (biomembrány);
- **vlákna** (vláknité bílkoviny);
- **hrudkovité částice**.

## 1.2.1 Biomembrány

Základem všech biomembrán je trojvrstevný útvar – tzv. **jednotková membrána** o síle asi 7,5 nm ( $1 \cdot 10^{-9}$  m) tvořená tuky a bílkoviny. Molekuly tuků jsou uspořádány do dvojvrstvy a orientovány nesmáčivými konci dovnitř a smáčivými na povrch membrány. V této dvojvrstvě jsou nepravidelně rozloženy molekuly bílkovin. Některé bílkoviny procházejí celou membránou, jiné jsou do ní pouze zanořeny. Další jsou pouze na povrchu membrány a „čnejí“ do okolí. Membrány mají polotekutý charakter a jsou v neustálém pohybu a přestavbě. (Viz obr. 1.6)

Biomembrány mají pro život buňky zásadní význam. Dvojitá vrstva molekul tuku vytváří **rozhraní** mezi buňkou a prostředím i mezi jednotlivými částmi buňky s různým látkovým složením. Biomembrána volně propouští vodu a některé prvky, ale zabraňuje neřízené směně dalších prvků a látek. Aktivní, řízený **transport** prvků a chemicky složitějších látek zajišťují membránové bílkoviny.

Některé bílkoviny membrány mají funkci **receptorů**. Receptory přijímají podněty z okolí a mají důležitou roli v buněčné dráždivosti. Jiné receptorové bílkoviny vytvářejí ve spojení s cukry na povrchu buněk molekulární struktury typické a specifické pro každou buňku (i organismus), a umožňují tak rozlišení vlastních a cizích buněk. Tato funkce je nezbytná např. pro ochranu organismu před infekcí. Na membránách jsou v buňce navázány také enzymy a některé buněčné organely.

## 1.2.2 Vlákňité struktury

Vlákňité bílkovinné struktury zajišťují jak stálost, tak i proměnlivost tvaru buňky. Tvoří její vnitřní **mechanickou oporu** a podmiňují tak schopnost **buněčného pohybu**. Základními stavebními prvky tohoto typu jsou **mikrotrubičky** a **vlákna**. Stěny mikrotrubiček jsou obvykle tvořeny klubičky bílkovin seřazených do šroubovice. Vytvářejí vnitřní „kostru“ buňky, tvoří trubičky dělicího vřetenka a jsou základem řasinek a bičíků. Vlákna jsou složena ze spirálně uspořádaných bílkovin. Změny tvaru a prostorové orientace molekul bílkovin v trubičkách a vláknech, umožňují změny tvaru buněk, pohyb organel i pohyb celých buněk.

## 1.2.3 Hrudkovité částice

Příkladem hrudkovitých částic je **ribozom**. Každý ribozom je tvořen dvěma podjednotkami složenými z RNA a bílkovin. Ribozomy jsou přichyceny na zevním povrchu stěny (membrány) endoplazmatického retikula. Na ribozomech probíhá hlavní část tvorby bílkovin. (Některé typy ribozomů jsou i volně rozptýleny v cytoplazmě buňky.)

Základní **buněčné funkce** jsou stejně univerzální a jednotné pro všechny organismy jako stavební prvky buňky. Tvar a funkce jsou neoddělitelné. Funkce buněk jsou charakterizovány především schopností:

- **uchovat genetickou informaci** (DNA) a reprodukovat se. Nové buňky mohou vznikat jen z buněk již existujících;
- **syntetizovat** na základě genetické informace **bílkoviny** pro svoji vlastní funkci, i pro celý organismus;
- zajistit **stálost vnitřního prostředí** a řízenou výměnu a přeměnu látek a energií.

Kromě jednobuněčných a mnohobuněčných organismů existují formy života, které nemají buněčnou strukturu. Jsou to **viry** a **rickettsie**. V podstatě jde o molekuly **DNA** nebo **RNA** v bílkovinném obalu. Jsou schopné se množit jen v živočišných nebo rostlinných buňkách. Do buněk pronikají pomocí svých enzymů a k reprodukci využívají organely, látky i energii buňky. Mimo buňky nejeví známky života.

Pravděpodobně jde o vysoce specializované **parazitické organismy**, které ztratily buněčnou stavbu. Některé z nich jsou schopné se do buněk trvale začlenit a ovlivněním buněčného dělení vyvolat nádorové onemocnění. Viry byly již připraveny i uměle.

**Bakterie** jsou jednobuněčné organismy s členitou buněčnou strukturou a všemi projevy životních funkcí. Nemají ale anatomicky ohraničené jádro. Kruhová molekula DNA je uložena přímo v cytoplazmě, bez ohraničení jadernou membránou.

## 1.2.4 Buněčná membrána

Buňka je ohraničena buněčnou membránou (obr. 1.6). Uvnitř buňky je cytoplazma, ve které leží buněčné organely.

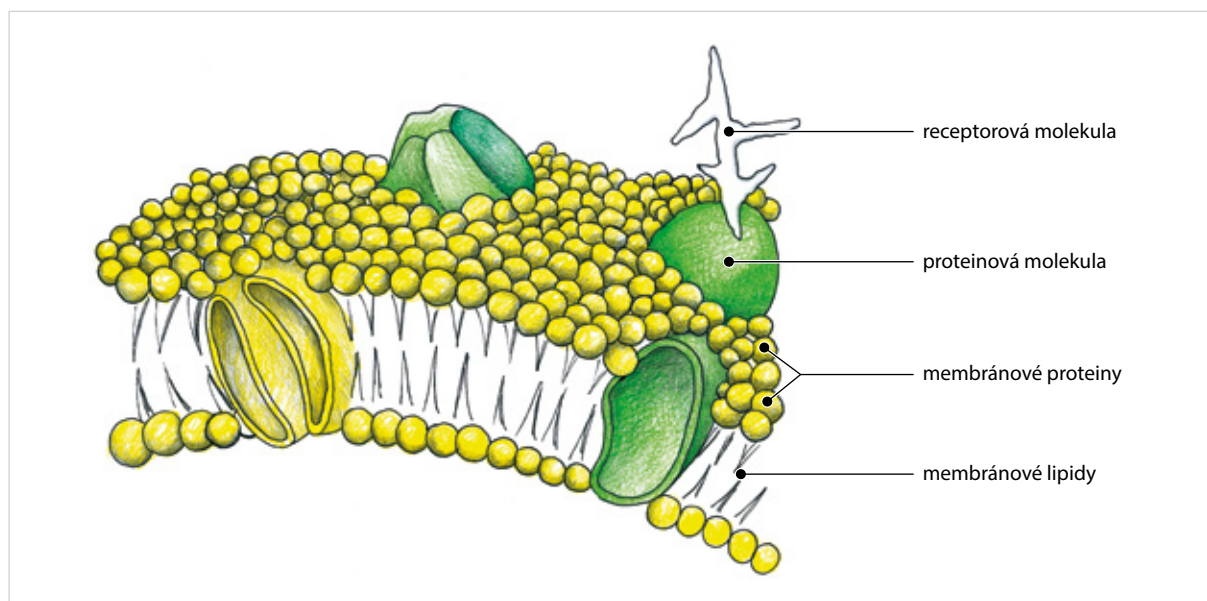
**Cytoplazmatická membrána** je sice patrná již ve světelném mikroskopu, ale její strukturu objasnila až elektronová mikroskopie. Jde o typickou biomembránu, jejíž vlastnosti určuje její složení. Některé látky mohou procházet volně (difundují), pro jiné je průchod membránou řízený, nebo jsou aktivně vychytávány z mezibuněčných prostorů. Menší molekuly prostupují otvory (kanály) v membráně a větší částice jsou pohlcovány fagocytózou. Při tomto procesu se část povrchové membrány buňky vchlípí a okraje vklesnutí uzavřou fagocytovanou částici do váčku uloženého v cytoplazmě buňky.

Cytoplazmatická membrána může být tvarově uzpůsobená pro plnění různých funkcí. Pro zvětšení plochy vstřebávání vybíhá např. v drobné výchlípky, **mikroklky**, které zvětšují povrch buněk, např. buněk střevní sliznice. Zvětšují tak resorpční plochu střeva. **Řasinky** na povrchu buněk jsou opět výchlípky membrán umožňující svým pohybem posun hlenu například na povrchu sliznice dýchacích cest. Vzájemně pevné **spojení buněk** pomocí speciálních bílkovin cytoplazmatických membrán vytváří předpoklad pro vznik **buněčných souborů – tkání**, a zajišťuje jejich mechanickou odolnost. Některá mezibuněčná spojení jsou elektricky vodivá, jiná umožňují průchod i velkým molekulám. Tyto typy spojů mají význam pro látkovou výměnu a pro řízení organismu.

## 1.2.5 Endoplazmatické retikulum

Endoplazmatické retikulum prostupuje cytoplazmu jako síť navzájem propojených **kanálků a váčků**. Stěny retikula jsou tvořeny biomembránami. Uspořádání retikula je velmi proměnlivé a v každém okamžiku odpovídá aktuální funkci buňky. V obraze elektronového mikroskopu rozlišujeme drsné a hladké retikulum.

**Drsné endoplazmatické retikulum** tvoří kanálky, na jejichž vnějším povrchu jsou vázány ribozomy



Obr. 1.6 Biomembrána