

UČEBNÍ TEXTY  
UNIVERZITY KARLOVY

# ZÁKLADY HISTOLOGIE

**Jaroslav Slípka**  
**Zbyněk Tonar**

**KAROLINUM**

# Základy histologie

Jaroslav Slípka  
Zbyněk Tonar

---

Recenzovaly:

doc. MUDr. Jitka Kočová, CSc.

doc. RNDr. Viera Pospíšilová, CSc.



**Financováno  
Evropskou unií**  
NextGenerationEU



**Národní  
plán  
obnovy**

**MSMT**  
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Publikace byla vydána za podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a Národního plánu obnovy v rámci projektu Transformace pro VŠ na UK (reg. č. NPO\_UK\_MSMT-16602/2022).

Vydala Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum  
jako učební text pro Lékařskou fakultu UK v Plzni  
Praha 2024

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Vydání třetí

© Univerzita Karlova, 2024

Text © Jaroslav Slípka - heirs, Zbyněk Tonar, 2024

Text neprošel jazykovou ani redakční úpravou nakladatelství

ISBN 978-80-246-5863-6

ISBN 978-80-246-5872-8 (pdf)



Univerzita Karlova  
Nakladatelství Karolinum 2024

[www.karolinum.cz](http://www.karolinum.cz)  
[ebooks@karolinum.cz](mailto:ebooks@karolinum.cz)

# OBSAH

<b>PŘEDMLUVA</b> .....	7
<b>1. BUŇKA</b> .....	10
1.1 Buněčné membrány .....	12
1.2 Jádro .....	16
1.2.1 Chromatin .....	17
1.3 Buněčný cyklus .....	21
1.3.1 Mitóza .....	23
1.4 Ribosomy .....	26
1.5 Endoplasmatické retikulum (ER) .....	27
1.5.1 Hrubé (granulární) endoplasmatické retikulum (GER) .....	27
1.5.2 Hladké (agranulární) endoplasmatické retikulum (HER) .....	27
1.6 Golgiho komplex (Golgiho aparát) .....	29
1.7 Mitochondrie .....	29
1.8 Lyzosomy .....	31
1.9 Peroxisomy (mikrotělíška) .....	31
1.10 Cytoskelet .....	31
1.10.1 Mikrotubuly .....	32
1.10.2 Centrosom (diplosom) .....	32
1.10.3 Mikrofilamenta .....	33
1.10.4 Intermediární filamenta .....	33
1.11 Buněčné inkluze .....	34
<b>2. Tkáň</b> .....	35
2.1 Epitelová tkáň .....	35
2.1.1 Apikální povrchy epitelů .....	36
2.1.1.1 Mikrokly .....	36
2.1.1.2 Stereocilie .....	36
2.1.1.3 Kinocilie .....	36
2.1.2 Bazální membrána .....	38
2.1.3 Buněčná adheze .....	38

2.1.3.1	Spojovací komplex	39
2.1.4	Krycí epitely	40
2.1.4.1	Jednovrstevné epitely	40
2.1.4.2	Vícevrstevné (vrstevnaté) epitely	41
2.1.5	Žlázové epitely	42
2.1.5.1	Žlázy exokrinní	42
2.2	Pojivová tkáň	46
2.2.1	Vazivo	47
2.2.1.1	Buňky	47
2.2.1.2	Mezibuněčná hmota (matrix)	51
2.2.1.3	Typy vazivové tkáně	54
2.2.2	Chrupavka	55
2.2.2.1	Hyalinní chrupavka	56
2.2.2.2	Elastická chrupavka	57
2.2.2.3	Vazivová chrupavka	57
2.2.3	Kost	58
2.2.3.1	Spongiózní (houbovitá) kost	59
2.2.3.2	Kompaktní kost	60
2.2.3.3	Osifikace	61
2.2.4	Zub	65
2.2.4.1	Vývoj zubu	65
2.2.4.2	Histologie součástí zubu	70
2.2.5	Krev	74
2.2.5.1	Plasma	74
2.2.5.2	Erytrocyty	74
2.2.5.3	Leukocyty	77
2.2.5.4	Trombocyty	83
2.2.5.5	Hemopoeza (krvetvorba)	84
2.3	Svalová tkáň	86
2.3.1	Hladká svalovina	87
2.3.2	Příčně pruhovaná svalovina (kosterní a srdeční)	88
2.4	Nervová tkáň	97
2.4.1	Vlastní tkáň nervová	97
2.4.1.1	Klasifikace neuronů	98
2.4.1.2	Cytologická stavba neuronu	100
2.4.1.3	Nemyelinizovaná vlákna	103
2.4.1.4	Myelinizovaná vlákna v CNS	103
2.4.1.5	Periferní nerv	104
2.4.1.6	Synapse a reflexní oblouk	104
2.4.1.7	Senzitivní receptory	105
2.4.2	Neuroglie	112

2.4.2.1 Astrocyty . . . . .	113
2.4.2.2 Oligodendrocyty . . . . .	114
2.4.2.3 Buňky mikroglie . . . . .	114
2.4.2.4 Buňky ependymální . . . . .	114
2.4.2.5 Satelitové buňky . . . . .	115
2.4.3 Meningy . . . . .	116
2.4.3.1 Pia mater . . . . .	117
2.4.3.2 Arachnoidea . . . . .	117
2.4.3.3 Dura mater . . . . .	117
2.4.4 Bariéra krev–mozek (hematoencefalická bariéra) . . . . .	117
2.4.5 Mozkomíšní mok . . . . .	117
Seznam vyobrazení . . . . .	119
Doporučená literatura . . . . .	123



# PŘEDMLUVA

Histologie je věda o tkáních, složených z buněk, většinou stejného původu, stavby a funkce. Tyto tkáně vytvářejí orgány, o nichž pojednává mikroskopická anatomie, zvaná také speciální histologie.

Histologie je poměrně mladá věda, která se postupně oddělovala od anatomie během vývoje mikroskopické techniky, jakož i techniky přípravy tenkých řezů biologického materiálu k mikroskopování. Zásadní podmínkou vzniku histologie byl ovšem objev a zdokonalování optického mikroskopu (Antoni van Leeuwenhoek, 1632–1723). Jednoduchý mikroskop umožnil, že už v 17. století popsal Robert Hooke při studiu korku základní stavební jednotky, které nazval ve svém spise *Micrographia* (1665) komůrky – cellulae. Tento objev rostlinné buňky stimuloval badatele k pátrání po analogické stavbě tkání živočišných.

Celé 18. století bylo ovlivněno teorií *panspermie*, v níž její zakladatel G. L. Buffon (1707–1788) považoval organismus za konglomerát živých mikroskopických útvarů typu jakýchsi prvoků. Tato představa o integraci pračásteček přivedla francouzského chirurga M. F. Bichata (1771–1802) k pitvě tkání člověka jehlami pod skleněnou čočkou a k popisu 21 druhů tkání v jeho *Anatomie générale* (1801), která bývá považována za první histologický spis.

Do snah o poznání elementární stavby organismů se velice aktivně zapojila také škola našeho vynikajícího vědce J. E. Purkyně (1787–1869). Jeho vratislavský asistent Gabriel Valentin (1810–1883) ve svém obsáhlém latinském spise *Histiogeniae plantarum atque animalium inter se comparatae* (1835) už popisuje shodu rostlinných buněk a živočišných zrnčec (Purkyňův termín pro živočišnou buňku) v jejich prvotním původu, ale odlišnost jejich další diferenciaci. Valentin pak podává pokus o třídění tkání. Jeho buněčné tkáně nejsou už jen statické stavební jednotky, ale jde o jednotky blastémové, v neustálé diferenciaci.

Ani Purkyňova známá, ale nepublikovaná přednáška na sjezdu přírodopzpytců v Praze r. 1837, v níž popisoval zrnčkovou stavbu nervové tkáně, nepřiznala Purkyňově škole prioritu ve formulaci buněčné teorie. Ta je dnes přisuzována Theodoru Schwannovi (1810–1882), který ve svém spise o *Mikroskopické shodě ve stavbě a růstu živočichů a rostlin* (1839) jasněji koncipoval identitu mezi buňkami všech živých organismů.

Po těchto, většinou latinsky, francouzsky a německy psaných pokusech o třídění tkání, přichází vzápětí první české „tkaninosloví“, jak zní starý český název pro histologii, sepsaný Purkyňovým přítelem, anatomem Václavem Staňkem (1804–1871) a publikovaný už v roce 1840 jako část jeho učebnice *Pitvy*, tj. anatomie. Autor podává třídění na „tkaniny, ze kterých se jednotlivé oudy čili ústroje sestávají“. Jeho deset tkání je už pojato jako tkáně buněčné (sklípkovatina).

V průběhu 19. století došlo k rozvoji poznatků o buňce a tak už 1892 vzniká první česká učebnice Histologie a mikroskopická anatomie z pera vynikajícího českého anatoma Jana Janošíka (1854–1927).

Ve 20. století a také na úsvitu století 21. vzniká dlouhá řada učebnic, které už postupně pojímají histologii daleko širě jako vědu dynamickou, morfofunkční, rozšířenou o výsledky elektronové a konfokální mikroskopie, jakož i histochemických a imunohistochemických metod, vědu, která je základním předpokladem pro porozumění pochodů patologických.

Předložená příručka je velice stručným výtahem látky, která nemůže tyto učebnice nahrazovat, ale má usnadňovat studentům prvního ročníku studia všeobecného a zubního lékařství na lékařské fakultě opakování látky, probírané v přednáškách a v praktických cvičeních. Má být také základem pro studium mikroskopické anatomie.

Tyto *Základy histologie* vznikly jako upravený a doplněný překlad autorovy starší anglické předlohy *Outlines of Histology*, opakovaně vydávané pro potřeby zahraničních studentů.

Předkládáje tento text studentské veřejnosti, chtěl bych poděkovat především svým spolupracovníkům a přátelům z Ústavu histologie a embryologie Lékařské fakulty UK v Plzni, kteří přispěli k jeho přípravě svými pedagogickými zkušenostmi. Poděkování patří i mým studentům, jejichž zájmům, potřebám a možnostem jsem se snažil po dlouhá léta vyhovět za katedrou poslucháren a laboratoří.

prof. MUDr. RNDr. Jaroslav Slípka, DrSc.  
Plzeň, 2012



## **Pozn. spoluautora**

*Profesor Slípka (1926–2013) zanechal rukopis krátce před dokončením.  
Přejeme dalším generacím studentů histologie, aby jim jeho učebnice  
dobře sloužila.*

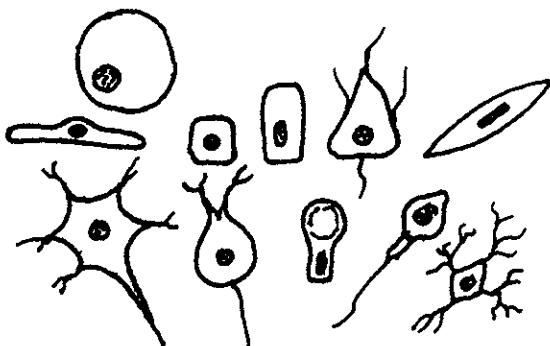
# 1. BUŇKA

Buňka je základní integrovanou morfoloigickou a fyziologickou jednotkou všech živých organismů, schopnou množení, metabolismu, růstu, dráždivosti a jiných specialisovaných funkcí. Odhaduje se, že tělo člověka je složeno z deseti tisíc miliard buněk! Mikroskopickým rozborem struktury a funkce buněk se zabývá věda – **cytologie**.

Buňky řadíme ke dvěma základním typům:

- **Prokaryotické** buňky, jimž chybí jaderná membrána a které postrádají membránové organely. Typem jsou bakterie.
- **Eukaryotické** buňky, které mají karyolemmu a různé membránové organely. Tyto buňky mohou tvořit soubory ve formě čtyř základních tkání mnohobuněčných organismů (*Metazoa*). Věda, která se zabývá morfologií těchto tkání, je histologie.

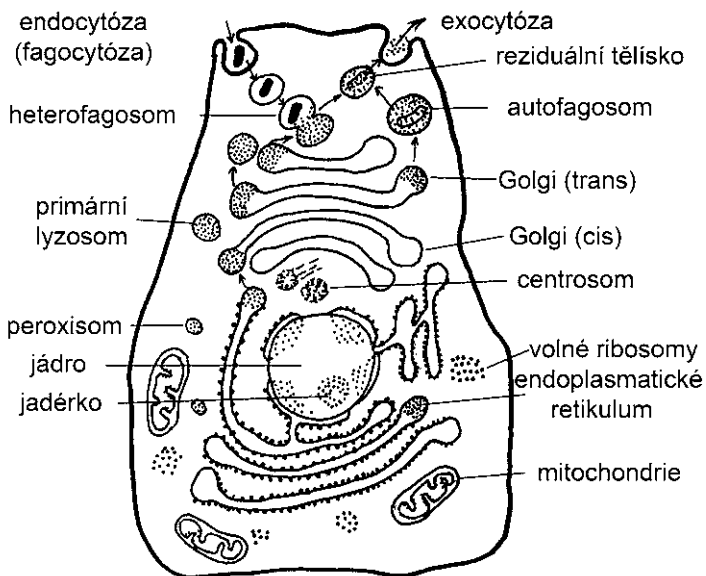
**Tvar a rozměry buněk:** Základní forma je kulatá, ale během vývoje tkání se stávají buňky s ohledem na jejich funkci dlaždicovými, kubický-



Obr. 1. Tvary buněk

mi, cylindrickými, pyramidálními, větvenitými, hvězdicovými apod. Tvar buněk je podmíněn a zabezpečován vnitřním „lešením“ proteinů, tvořících buněčnou kostru – cytoskelet. Buňky, které zůstávají volné, jako jsou krvinky, si zachovávají původní sférický tvar. Velikost většiny buněk lidského těla kolísá mezi 4–30 mikrometry, ale největší buňky (oocyt) mohou měřit až 150 mikrometrů. Červená krvinka svými rozměry kolem 7,5 mikrometrů slouží jako měřítko k odhadu velikosti buněk, pozorovaných ve stejném poli preparátu.

**Složení:** Buňka je tvořena protoplasmou, kterou dělíme na cytoplasmu (též cytosol neboli hyaloplasma), tvořící tekutou matrix těla buněčného, a karyoplasmu, obsaženou v jádru. Cytoplasmu je tvořena koloidním roztokem, ohraničeným zevně buněčnou (plasmatickou) membránou – plasmalemma. Cytoplasmu obsahuje mnoho drobných elementů subcelulární struktury, tzv. organely, které jsou zodpovědné za životní aktivity buňky. Obsahuje také různé enzymy a metabolity. Jaderná karyoplasmu obsahuje jádérko a genetický materiál ve formě chromatinu, event. chromosomů.



Obr. 2 Buňka

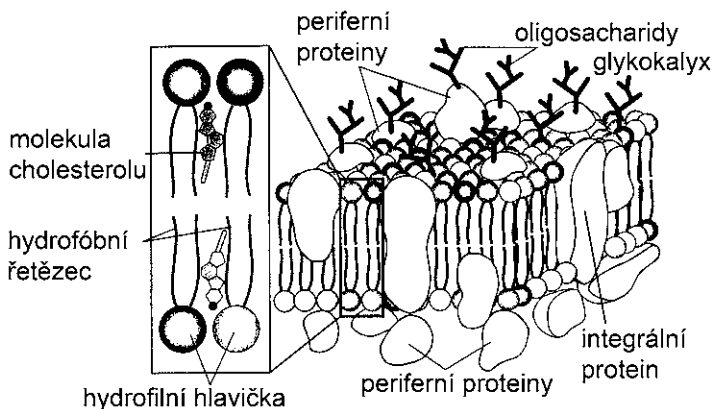
Chemická skladba buněk: vedle vody a anorganických látek obsahují buňky hlavní organické sloučeniny, tj. bílkoviny, tuky, sacharidy a nukleové kyseliny.

Hodnota pH cytoplasmy je přibližně 7,0-7,4, nicméně při použití rutinních barvicích metod se cytoplasmata mnoha buněčných typů jeví jako slabě acidofilní (tj. zbarvená růžově až růžovočerveně kyselým barvivem zvaným eosin, které je součástí rutinního barvení hematoxylin-eosin).

## 1.1 Buněčné membrány

Termín používáme v množném čísle, protože jím neoznačujeme jen zevní membránu, obklopující každou buňku – tj. plasmalemma (cytolemma), ale také membrány obklopující mnohé buněčné organely. Základní strukturu tvoří dvojvrstva lipidů obsahující specialisované molekuly proteinů ve spojení s povrchovými sacharidovými řetězci.

Membránové lipidy jsou trojího typu: fosfolipidy, cholesterol a glykolipidy. **Fosfolipidy** jsou uspořádány ve dvojvrstvě molekul. Každá molekula má hydrofilní hlavičku a vnitřní hydrofobní řetězec. Mezi molekulami fosfolipidů je vložen **cholesterol**, který je tu téměř ve stejném množství jako fosfolipidy a zodpovídá za mechanickou stabilitu jinak tekuté membrány. **Glykolipidy** spolu s připojenými cukry jsou exponovány extracelulárně

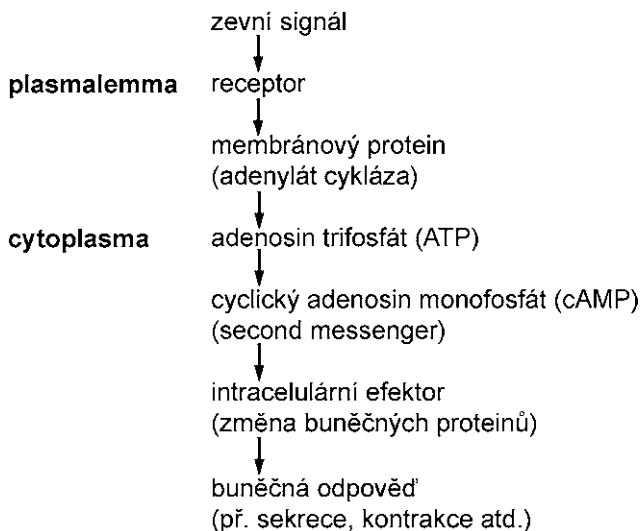


Obr. 3 Buněčná membrána

a spolu s glykoproteiny vytvářejí intercelulární komunikaci jako mediátoři buněčných interakcí, k nimž patří např. adheze a rozpoznávání.

Molekuly membránových **proteinů** mohou mít různé prostorové uspořádání vzhledem k membráně: Integrované (intrinsické) membránové proteiny procházejí celou lipidickou dvojvrstvou a vytvářejí transmembránové kanály pro průnik iontů membránou. Další proteiny jsou zasazeny do zevní nebo vnitřní poloviny membrány. **Periferní** (extrinsické) membránové proteiny nezasahují do lipidické dvojvrstvy a jsou jen volně přiloženy k membránovému povrchu.

Některé membránové proteiny plní úlohu **receptorů**, jejichž prostřednictvím buňka reaguje na vazbu **signálních molekul** (ligandů) z vnějšího prostředí. Vazba signálních molekul (uvolňovaných do mezibuněčného prostoru signalizujícími buňkami) na receptor spouští v cílové buňce nitrobuněčný systém tzv. druhých posílů (*second messengers*). Jde o kaskádu chemických reakcí, během níž může být signál zesilován a rozveden k dalším nitrobuněčným signálním dráhám, které vyústí v konečnou odpověď takto podrážděné cílové buňky. Příkladem je odpověď na vazbu některých hormonů (první posel, *first messenger*), které přes receptor aktivují trans-



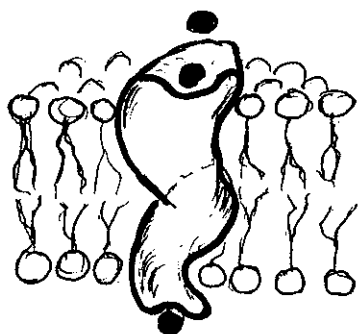
Obr. 4 Buněčné zpracování zevních signálů

membránový protein adenylátcyklasu, jejíž nitrobuněčná doména katalyzuje přeměnu ATP v cyklický adenosinmonofosfát (cAMP), který dále v buňce působí jako druhý posel.

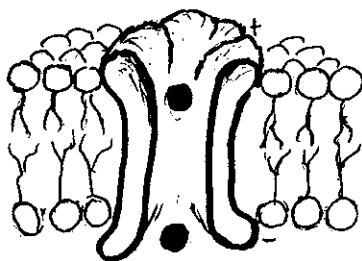
Četné membránové proteiny mají na sobě navázány polysacharidové či oligosacharidové (cukerné) řetězce, čímž se z těchto bílkovin stávají membránové **glykoproteiny**. Membránové sacharidy pokrývají buněčnou membránu jako cukerný buněčný povlak – **glykokalyx**. Oligosacharidové a polysacharidové řetězce zabezpečují každému buněčnému typu určitou povrchovou specifitu. Glykokalyx zabezpečuje rozpoznávání a adhezi různých buněčných typů, zvláště během morfogeneze. Sacharidové receptory mohou být demonstrovány barvením pomocí lektinů (proteiny extrahované z některých rostlin).

Význam buněčné membrány nespočívá jenom v udržování integrity buňky, ale také v rozpoznávání buněk a v selektivním transportu molekul. Ačkoli je buněčná membrána neprostupná pro většinu velkých molekul, je permeabilní pro užitečné malé molekuly a ionty, a tedy důležitá pro přísun potřebného materiálu do buňky, jakož i pro vyloučení zbytkových produktů. Buněčná membrána je vybavena **aktivními transportními mechanismy** k přesunům různých látek (např. glukosy, aminokyselin) určeným směrem. Malé molekuly jsou vázány na integrální proteiny, které prodělávají sérii změn k propuštění molekuly na cytoplasmatickou stranu. Některé molekuly (např. aminokyseliny, větší ionty) mohou být transportovány přes plasmalemmu selektivními proteiny pomocí mechanismu zvaného usnadněná difuze, která probíhá pasivně, tj. bez spotřeby energie a po směru elektrochemického gradientu. Příkladem **aktivního transportu**, který probíhá proti koncentračnímu spádu za spotřeby chemické energie (ATP vznikající v mitochondriích), je sodíko-draslíková pumpa sloužící k vyloučení sodíkových iontů z buňky a k antiportu draslíku do buňky (viz kapitola o nervové tkáni).

Buňka může také přijímat makromolekuly z extracelulárního okolí invaginací buněčného povrchu – **endocytóza**. Invaginovaná buněčná membrána uzavře inkorporovaný materiál k dalšímu zpracování do endocytotického vakuolu – **endosomu**. U velmi malých molekul označujeme tento proces jako **pinocytózu** (buněčné pití – *cell drinking*) s tvorbou pinocytických váčků. Pro trávení větších částic (např. bakterií) se používá termín **fagocytóza** (pohlcování – *cell eating*) V tomto případě buňka vysílá cytoplasmatické výběžky, které materiál obklopi a stráví ho v endosomech, které zde označujeme jako fagosomy.



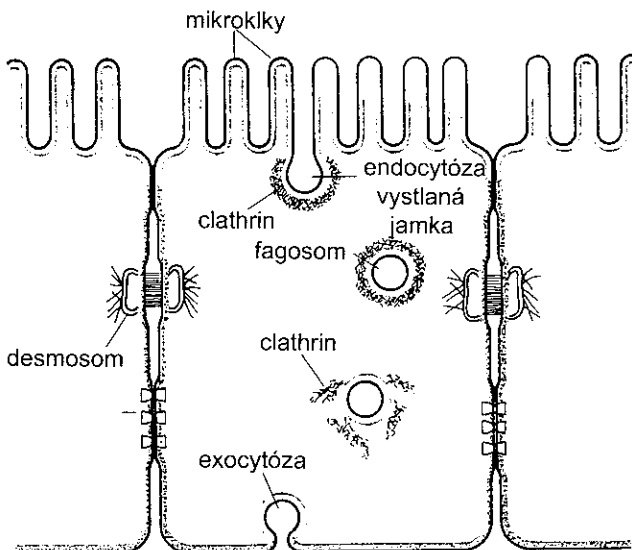
transportní protein



kanálový protein

Obr. 5 Membránový transport

Opačný proces k endocytóze je **exocytóza**, při níž jde o vylučování produktů, zpracovaných buňkou formou sekrece. Endocytotické vřetky splynou s buněčným povrchem a vylučují svůj obsah do extracelulárního okolí.



Obr. 6 Exocytóza a endocytóza