

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.

Vydala Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum

jako učební text pro Lékařskou fakultu UK v Plzni

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Druhé vydání

© Univerzita Karlova, 2018

Text © Jaroslav Slípka – heirs, Zbyněk Tonar, 2018

ISBN 978-80-246-3934-5

ISBN 978-80-246-3983-3 (online : pdf)



Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum 2018

www.karolinum.cz

ebooks@karolinum.cz

OBSAH

PŘEDMLUVA	7
1. BUŇKA	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
2. TKÁŇĚ	35
2.1 Epitelová tkáň	35
2.1.1 Apikální povrchy epitelů	36
2.1.1.1 Mikrokilky	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 (krvetočba)	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	Sensitivní 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 vratslavský 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 zrníček (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 zrněčkovou 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.*

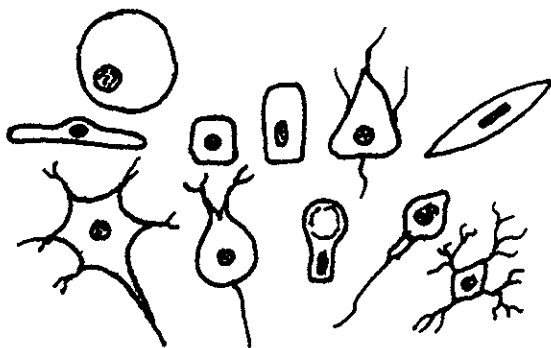
1. BUŇKA

Buňka je základní integrovanou morfologickou 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 rozbořením 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.

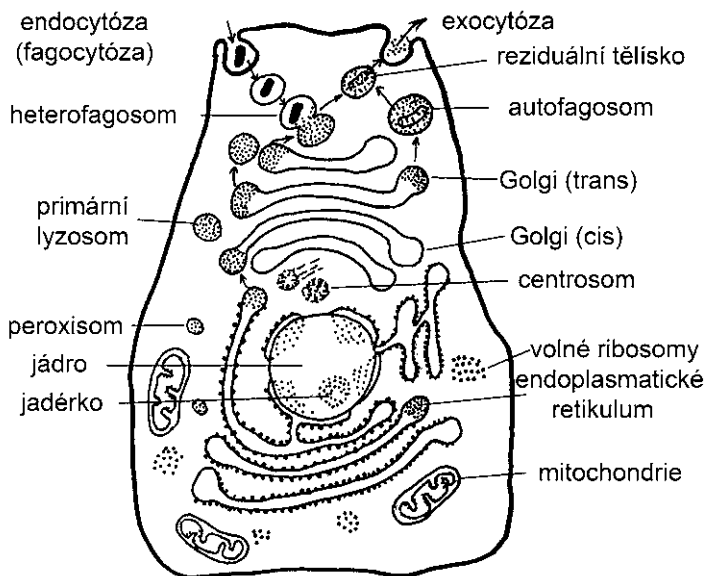
Tvar a rozměry buněk: Základní forma je kulatá, ale během vývoje tkání se stávají buňky s ohledem na jejich funkci dlaždicovými, kubickými-



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 karyoplasma, 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 karyoplasma obsahuje jádérko a genetický materiál ve formě chromatinu, event. chromosomů.



Obr. 2 Buňka

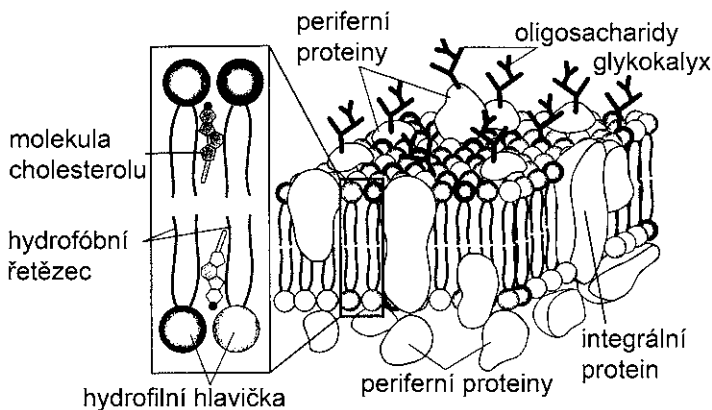
Chemická skladba buněk: vedle vody a anorganických látek obsahují buňky hlavní organické sloučeniny, tj. bílkoviny, tuky, sacharidy a nukleové kyseliny.

Hodnota pH cytoplasmy je přibližně 7,0-7,4, nicméně při použití rutiních barvicích metod se cytoplasma 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