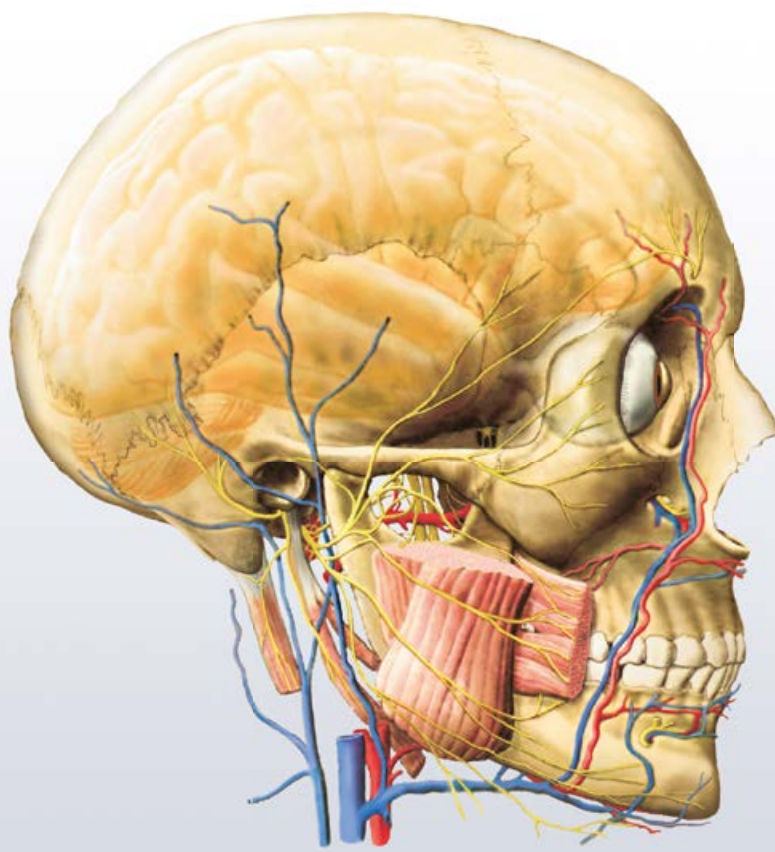


Radomír Čihák

---

# ANATOMIE 3

Třetí, upravené a doplněné vydání







Radomír Čihák

---

# ANATOMIE 3

Třetí, upravené a doplněné vydání

Svazek I – Nauka o cévách

Upravili a doplnili:

prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSc.

prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc.

(Anatomický ústav 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze)

Grada Publishing

***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.*

**Prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSc.**

## **ANATOMIE 3**

**Třetí, upravené a doplněné vydání**

***Svazek I – Nauka o cévách***

**Upravili a doplnili:**

prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSc.

prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc.

© Grada Publishing, a.s., 2016

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2016

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 6092. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. et Mgr. Olga Kopalová

Sazba a zlom Jan Šístek

Ilustrace na obálce ak. mal. Ivan Helekal

Ilustrovali ak. mal. Ivan Helekal, Mgr. Jan Kacvinský, † Stanislav Macháček

Fotografie prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc.

Počet stran svazku I 272

Třetí, upravené a doplněné vydání, Praha 2016

Vytisklo TISK CENTRUM s.r.o., Moravany

ISBN 978-80-247-9552-2 (pdf)

ISBN 978-80-247-5636-3 (print)

# OBSAH SVAZKU I

Předmluva ke 2. vydání	XV
Předmluva ke 3. vydání	XVII
<b>ANGIOLOGIA – NAUKA O CÉVÁCH</b>	<b>1</b>
<b>ANGIOLOGIA – NAUKA O CÉVÁCH</b>	<b>3</b>
<b>SYSTÉM CÉV KREVNÍCH</b>	<b>3</b>
<b>SANGUIS – KREV</b>	<b>4</b>
Corpuscula sanguinis	5
Erythrocyty – červené krvinky	5
Leukocyty – bílé krvinky	5
Thrombocyty – krevní destičky	6
<b>COR – SRDCE</b>	<b>7</b>
<b>Srdce jako celek</b>	<b>7</b>
Rozstřížení srdce při pitvě	11
Atrium dextrum – pravá předsíň	11
Ventriculus dexter – pravá komora	13
Vtoková část pravé komory	13
Výtoková část pravé komory	13
Atrium sinistrum – levá předsíň	18
Ventriculus sinister – levá komora	20
<b>Vrstvy a útvary stěn srdečních</b>	<b>26</b>
<b>Endocardium – endokard (nitroblána srdeční)</b>	<b>26</b>
Chlopně srdeční	26
Chlopně atrioventrikulární	26
Valva atrioventricularis dextra	26
Valva atrioventricularis sinistra	27
Chordae tendineae – šlašinky	28
Chlopně poloměsíčné	29
Žilní chlopně	29
Srdeční skelet	30
<b>Myocardium – myokard</b>	<b>31</b>
Myokard předsíní	32
Myokard komor	34
Vývoj myokardu	34
Systema conducens cordis – převodní systém srdeční	35
Vývoj převodního systému srdečního	39
<b>Epicardium – epikard</b>	<b>40</b>
<b>Cévy a nervy srdce</b>	<b>40</b>
Arteriae coronariae – věnčité tepny	40
A. coronaria dextra	41
A. coronaria sinistra	42
Anastomomy koronárních větví	43
Extrakardiální anastomomy	44
Arteriovenosní anastomomy	44
Myokardová poutka koronárních tepen	44
Venae cordis – žíly srdce	45
Žíly vlévající se do sinus coronarius	45
Venae ventriculi dextri anteriores	46
Venae cordis minimae (Thebesii)	46
Žilní anastomomy na srdci	46
Variabilita žilního řečiště srdce	46
Vývoj koronárního řečiště	46

Mízní cévy srdce . . . . .	47
Nervy srdce . . . . .	48
Činnost srdce . . . . .	49
Postupný průběh systoly a diastoly . . . . .	51
Endokrinní funkce srdce . . . . .	53
<b>Pericardium – osrdečník</b> . . . . .	54
Pericardium serosum . . . . .	54
Pericardium fibrosum . . . . .	56
Cévy a nervy perikardu . . . . .	57
<b>Poloha srdce</b> . . . . .	57
<b>Projekce srdečních chlopní</b> . . . . .	59
<b>Rtg obraz srdce</b> . . . . .	59
<b>Fylogenetický vývoj srdce a velkých cév</b> . . . . .	65
Základ srdce . . . . .	67
Vývoj perikardu . . . . .	73
Vývoj srdce a jeho molekulární mechanismy ( <i>M. Grim</i> ) . . . . .	73
Vývoj aorty a velkých tepen . . . . .	78
Vrozené vady srdce . . . . .	79
<b>STAVBA CÉV</b> . . . . .	79
<b>CIRCUITUS SANGUINIS MINOR – MALÝ KREVŇÍ OBĚH, PLICNÍ OBĚH</b> . . . . .	87
<b>Truncus pulmonalis</b> . . . . .	87
A. pulmonalis dextra . . . . .	87
A. pulmonalis sinistra . . . . .	88
<b>Venae pulmonales – žíly plicní</b> . . . . .	88
<b>CIRCUITUS SANGUINIS MAJOR – VELKÝ KREVŇÍ OBĚH, TĚLNÍ OBĚH</b> . . . . .	89
<b>Aorta – srdečnice</b> . . . . .	89
<b>Aorta ascendens</b> . . . . .	89
<b>Arcus aortae</b> . . . . .	89
<b>Přehled hlavních větví aorty</b> . . . . .	91
<b>Truncus brachiocephalicus</b> . . . . .	91
<b>A. carotis communis</b> . . . . .	92
A. carotis externa . . . . .	94
Přehled větví a. carotis externa . . . . .	94
A. thyroidea superior . . . . .	95
A. lingualis . . . . .	95
A. facialis . . . . .	95
A. pharyngea ascendens . . . . .	97
A. occipitalis . . . . .	97
A. auricularis posterior . . . . .	97
A. maxillaris . . . . .	97
A. temporalis superficialis . . . . .	102
A. carotis interna . . . . .	102
Přehled větví a. carotis interna . . . . .	103
Aa. caroticotympanicae . . . . .	103
Větve v pars cavernosa . . . . .	103
A. hypophysialis superior . . . . .	103
A. ophthalmica . . . . .	103
Větve pro mozek . . . . .	104
A. subclavia . . . . .	106
Přehled větví a. subclavia . . . . .	106
A. vertebralis . . . . .	106
A. thoracica interna . . . . .	107
Truncus thyrocervicalis . . . . .	109
Truncus costocervicalis . . . . .	109
A. transversa colli (cervicis) . . . . .	109
A. axillaris . . . . .	109
Přehled větví a. axillaris . . . . .	111

A. brachialis . . . . .	112
A. radialis . . . . .	112
Přehled větví a. radialis . . . . .	115
A. ulnaris . . . . .	115
Přehled větví a. ulnaris . . . . .	118
<b>Pars descendens aortae – aorta descendens</b> . . . . .	119
<b>Pars thoracica aortae – aorta thoracica</b> . . . . .	119
Přehled větví hrudní aorty . . . . .	120
<b>Pars abdominalis aortae – aorta abdominalis</b> . . . . .	121
Větve břišní aorty . . . . .	121
Parietální větve . . . . .	121
A. phrenica inferior . . . . .	121
Aa. lumbales . . . . .	121
Párové viscerální větve . . . . .	123
A. suprarenalis media . . . . .	123
A. renalis . . . . .	123
A. testicularis/a. ovarica . . . . .	123
Nepárové viscerální větve . . . . .	123
Truncus coeliacus . . . . .	123
A. mesenterica superior . . . . .	125
A. mesenterica inferior . . . . .	125
<b>A. iliaca communis</b> . . . . .	126
A. iliaca interna . . . . .	126
Přehled větví a. iliaca interna . . . . .	126
A. iliaca externa . . . . .	129
Větve a. iliaca externa . . . . .	129
A. femoralis . . . . .	129
Přehled větví a. femoralis . . . . .	129
A. poplitea . . . . .	131
A. tibialis anterior . . . . .	133
Větve a. tibialis anterior . . . . .	133
A. tibialis posterior . . . . .	133
<b>VENAE – ŽÍLY</b> . . . . .	137
<b>V. cava superior</b> . . . . .	137
<b>V. brachiocephalica dextra et sinistra</b> . . . . .	139
V. jugularis interna . . . . .	141
1. Vv. cerebri . . . . .	141
2. Vv. meningae . . . . .	141
3. Sinus durae matris . . . . .	143
4. Vv. diploicae . . . . .	145
5. Vv. labyrinthi . . . . .	145
6. Vv. emissariae . . . . .	145
7. V. retromandibularis . . . . .	145
8. Vv. ophthalmicae . . . . .	147
9. Vv. pharyngeae . . . . .	149
10. V. facialis . . . . .	149
11. V. lingualis . . . . .	149
12. V. thyroidea superior . . . . .	149
13. V. thyroidea media . . . . .	149
14. V. jugularis externa . . . . .	150
V. subclavia . . . . .	150
V. axillaris . . . . .	150
Venae membri superioris – žíly horní končetiny . . . . .	150
Vv. superficiales membri superioris – povrchové žíly horní končetiny . . . . .	152
Vv. profundae membri superioris – hluboké žíly horní končetiny . . . . .	154
<b>V. azygos et v. hemiazygos</b> . . . . .	154
Žíly páteří . . . . .	154



<b>V. cava inferior</b>	159
<b>Parietální přítoky dolní duté žíly</b>	161
<b>Viscerální přítoky dolní duté žíly</b>	161
Kavokavální anastomomy	161
<b>V. iliaca communis</b>	163
V. iliaca interna	163
Parietální přítoky	163
Viscerální přítoky	163
V. iliaca externa	163
Vv. membri inferioris – žíly dolní končetiny	163
Vv. superficiales membri inferioris – povrchové žíly dolní končetiny	166
Vv. profundae membri inferioris – hluboké žíly dolní končetiny	169
Spojky povrchových a hlubokých žil dolní končetiny	169
<b>V. portae – vrátnice</b>	169
Portokavální anastomomy	173
Vývoj systému krevních cév ( <i>M. Grim</i> )	176
Vývoj tepenného řečiště	181
Vývoj žilního řečiště	185
Fetální krevní oběh	189
<b>Splen (lien) – slezina</b>	193
Stavba sleziny	193
Průtok krve slezinou	194
Bílá pulpa	194
Červená pulpa	196
Funkce sleziny	196
Poloha sleziny	196
Vyšetření sleziny	197
Vývoj a variace sleziny	197
Cévy a nervy sleziny	197
<b>SYSTEMA LYMPHATICUM – SYSTÉM MÍZNÍ</b>	198
<b>VASA LYMPHATICA – MÍZNÍ CÉVY</b>	198
<b>LYMPHA – MÍZA</b>	199
<b>NODI LYMPHATICI – MÍZNÍ UZLINY</b>	199
Krevní cévy uzliny	201
Funkce mízních uzlin	202
<b>Lymfatická tkáň v orgánech</b>	203
<b>Tonsily</b>	204
<b>Appendix</b>	204
<b>Slezina</b>	204
<b>Thymus – brzlík</b>	204
Stavba thymu	205
Lymfocyty thymu	206
Průběh cév v thymu	206
Funkce thymu	206
Syntopie thymu	207
Vývoj thymu	207
Cévy a nervy thymu	207
<b>Monocyto makrofágový systém</b>	208
<b>Hlavní mízní kmeny</b>	208
<b>Ductus thoracicus</b>	208
<b>Ductus lymphaticus dexter</b>	210
<b>Přehled skupin mízních uzlin a toku mízy</b>	210
<b>Mízní uzliny a mízní cévy hlavy</b>	211
<b>Mízní uzliny a cévy krku</b>	212
Uzliny na laterální straně krku	213
Nodi cervicales laterales superficiales	213
Nodi cervicales laterales profundi	213

Uzliny na přední straně krku . . . . .	215
Nodi cervicales anteriores superficiales . . . . .	215
Nodi cervicales anteriores profundi . . . . .	215
<b>Mízní uzliny a cévy horní končetiny</b> . . . . .	215
Povrchové mízní cévy . . . . .	215
Hluboké mízní cévy . . . . .	217
Mízní uzliny horní končetiny . . . . .	217
Nodi lymphatici axillares . . . . .	217
<b>Mízní uzliny a cévy hrudníku</b> . . . . .	219
Mízní uzliny hrudních stěn . . . . .	219
Mízní odtok z mléčné žlázy . . . . .	219
Mízní uzliny orgánů v mediastinu . . . . .	221
Mízní uzliny a cévy plic . . . . .	222
Tok mízy z plic . . . . .	223
<b>Mízní uzliny a cévy pánve a břicha</b> . . . . .	223
Parietální mízní uzliny pánve a břicha . . . . .	223
<b>Mízní uzliny pánevních a břišních orgánů</b> . . . . .	225
Míza z většiny pánevních orgánů . . . . .	225
Míza z nepárových orgánů břišní dutiny . . . . .	225
<b>Mízní uzliny a cévy dolní končetiny</b> . . . . .	229
Povrchové mízní cévy dolní končetiny . . . . .	229
Hluboké mízní cévy dolní končetiny . . . . .	232
Mízní uzliny dolní končetiny . . . . .	232
Vývoj mízního systému ( <i>M. Grim</i> ) . . . . .	232
Molekulární mechanismy vývoje lymfatických cév . . . . .	232
Přehled funkce a stavby lymfatického systému . . . . .	233
Markery endothelu lymfatických cév . . . . .	233
Molekulární mechanismy, které se uplatňují za vzniku lymfatických cév . . . . .	235
Původ endothelu lymfatických cév . . . . .	235
Definitivní lymfatické řečiště . . . . .	235
Tvorba lymfatických uzlin . . . . .	236
Fylogeneze lymfatického systému . . . . .	236

**REJSTŘÍK SVAZKU I** . . . . . i

**JMENNÝ REJSTŘÍK** . . . . . viz svazek III



# STRUČNÝ OBSAH SVAZKU II

<b>SYSTEMA NERVOSUM – SOUSTAVA NERVOVÁ</b>	<b>239</b>
<b>NERVOVÁ SOUSTAVA</b>	241
Základní pojmy	241
Nervová buňka, neuron (neurocyt)	241
Neuroglie	256
<b>SYSTEMA NERVOSUM CENTRALE – CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM</b>	259
Vývojové rozčlenění centrálního nervového systému	260
Dutiny centrálního nervstva	264
<b>HLAVNÍ ČÁSTI CNS A JEJICH MAKROSKOPICKY PATRNÉ SLOŽKY</b>	264
Medulla spinalis – hřbetní mícha	264
Přehled hlavových nervů	272
Truncus encephali – mozkový kmen	274
Medulla oblongata – prodloužená mícha	274
Pons – Varolův most	275
Mesencephalon – střední mozek	283
Cerebellum – mozeček	288
Diencephalon – mezimozek	294
Telencephalon – koncový mozek	304
Dutiny centrálního nervstva	329
Meninges – obaly centrálního nervstva, mozkomíšni pleny	353
Cévní zásobení mozku a míchy	362
<b>STRUKTURA A SPOJENÍ ŠEDÝCH HMOT CNS</b>	379
Šedé hmoty a dráhy hřbetní míchy	379
Šedé hmoty a jádra prodloužené míchy a pontu a jejich spojení	392
Šedé hmoty a dráhy středního mozku	412
Šedé hmoty a dráhy mozečku	418
Jádra a spoje mezimozku	425
Šedé hmoty a spoje koncového mozku	436
<b>FUNKČNÍ SYSTÉMY CENTRÁLNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU – NERVOVÉ DRÁHY</b>	470
Sensitivita a její regulace	474
Systémy sensitivních drah	474
Motorika a její řízení	486
Motorické dráhy	486
Ovlivnění motoriky na podkorové úrovni	494
Mozečková kontrola pohybů	499
Sensorické dráhy	509
Zraková dráha	509
Sluchová dráha	513
Chuťová dráha	515
Čichové dráhy	517
Dráhy limbického systému	519
Dráhy hypothalamu	524
<b>REJSTRÍK SVAZKU II</b>	i



# STRUČNÝ OBSAH SVAZKU III

<b>SYSTEMA NERVOSUM PERIPHERICUM – PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM</b>	528
<b>CEREBROSPINÁLNÍ NERVY – MOZKOMÍŠNÍ NERVY</b>	530
Nervi craniales – hlavové nervy	530
0. Nervus terminalis	530
I. Nervus olfactorius – čichový nerv	532
II. Nervus opticus – zrakový nerv	532
III. Nervus oculomotorius – okohybný nerv	534
IV. Nervus trochlearis – kladkový nerv	536
V. Nervus trigeminus – trojklaný nerv	537
VI. Nervus abducens – odtahovací nerv	548
VII. Nervus facialis – lícní nerv	548
VIII. Nervus vestibulocochlearis – rovnovážný a sluchový nerv	553
Postranní smíšený systém	555
IX. Nervus glossopharyngeus – jazykohltanový nerv	557
X. Nervus vagus – bloudivý nerv	559
XI. Nervus accessorius – přídatný nerv	563
XII. Nervus hypoglossus – podjazykový nerv	565
Nervi spinales – míšní nervy	567
Rami posteriores (dorsales) nervorum spinalium	572
Rami anteriores (ventrales) nervorum spinalium	574
Rami anteriores (ventrales) nervorum cervicalium	574
Plexus cervicalis (C1–C4)	574
Plexus brachialis (C4–Th1)	576
Rami anteriores (ventrales) nervorum thoraciorum (Th1–Th12)	591
Rami anteriores (ventrales) nervorum lumbalium	593
Plexus lumbalis (Th12–L4)	593
Rami anteriores (ventrales) nervorum sacralium et nervi coccygei	598
Plexus sacralis (L4, L5, S1–S5 a Co)	598
<b>SYSTEMA NERVOSUM AUTONOMICUM – AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM</b>	610
Pars sympathica (systematis nervosi autonomici)	614
Pars parasympathica (systematis nervosi autonomici)	622
<b>INTEGUMENTUM COMMUNE – KŮŽE A KOŽNÍ ORGÁNY</b>	627
<b>KŮŽE A KOŽNÍ ORGÁNY</b>	629
Epidermis	633
Dermis (corium) – škůra	641
Glandula mammae – mléčná žláza	647
<b>ORGANA SENSUUM – SMYSLOVÉ ORGÁNY</b>	657
<b>SMYSLOVÉ ORGÁNY</b>	659
<b>ORGANUM OLEFACTUS – ORGÁN ČICHU</b>	659
<b>ORGANUM GUSTUS – ORGÁN CHUTI</b>	661
<b>ORGANUM VISUS – ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ</b>	663
<b>ORGANUM VESTIBULOCOCHLEARE – ÚSTROJÍ ROVNOVÁŽNÉ A SLUCHOVÉ</b>	696
Auris externa – zevní ucho	696
Auris media – střední ucho	702
Auris interna – vnitřní ucho	708
<b>REJSTRÍK SVAZKU III</b>	i
<b>JMENNÝ REJSTRÍK</b>	xix



## Předmluva ke 2. vydání

*Od prvního vydání třetího dílu Anatomie uplynulo šest let, v průběhu nichž došlo k celé řadě objevů a k zpřesnění pohledů, zejména v anatomii CNS a v poznávání mechanismů embryonálních vývojových dějů na podkladě molekulární biologie a molekulární genetiky. Poznávání molekulárních mechanismů, které řídí vývojové děje, představuje cestu k poznávání molekulární podstaty chorob a vývojových vad. Proto jsou stručné informace o těchto dějích připojeny v petitovém tisku. Odstup od prvního vydání je tedy vhodný pro druhé, upravené a doplněné vydání, ve kterém mezitím již vyšel první i druhý díl této učebnice. Protože zasvěcené úpravy a doplňky v uvedených tematických okruzích mohou zodpovědně připojit jen ti, kdo v daných oborech aktivně výzkumně pracují, požádal jsem o spolupráci na druhém vydání a o příslušné úpravy a doplňky pana prof. MUDr. Rastislava Drugu, DrSc., přednostu Anatomického ústavu 2. LF UK v Praze, a pana prof. MUDr. Miloše Grima, DrSc., přednostu Anatomického ústavu 1. LF UK v Praze, kteří se této práci věnovali s nevšední ochotou.*

*Bylo také třeba revidovat odkazy na první a druhý díl učebnice, neboť se změnami a s doplňky druhého vydání se změnil počet stránek.*

*Pro didaktickou koncepci knihy platí vše, co bylo řečeno v předmluvách k prvnímu i druhému vydání prvního i druhého dílu Anatomie. V oddílu centrálního nervového systému byl navíc ještě volen další postup, a to probrání celého systému třikrát, ve třech navazujících fázích. V první fázi je probrána makroskopika CNS, včetně horizontálních a frontálních řezů, aby se student seznámil se všemi základními útvary a pojmy a byl s to orientovat se na materiálu v praktických cvičeních. Ve druhé fázi jsou detailněji probrány útvary šedých a bílých hmot v jednotlivých oddílech CNS, zejména jádra a jejich funkční význam. Ve třetí fázi jsou tyto útvary propojeny nervovými dráhami podle skupin funkcí, které jsou těmito dráhami zajišťovány. Právě při studiu CNS má spojení morfologie struktur s jejich funkcí mimořádný význam a jen tak je možné pochopit celý tento složitý systém.*

*Obrazy ke třetímu dílu Anatomie vytvořil akad. malíř Ivan Helekal, jemuž se v průběhu práce podařilo najít ideální kompromis mezi realistickým zobrazením a potřebným didaktickým zjednodušením obrazu, který se tak pro studenta stává přijatelným a zapamatovatelným. Děkuji mistru Helekalovi za výborné kresby a za vynikající spolupráci. K doplnění obrazového souboru a pro připomenutí tradic ústavu byly použity čtyři obrazy, které v Anatomickém ústavu v minulosti vytvořili prof. MUDr. RNDr. Ladislav Borovanský, DrSc., a vynikající vědecký kreslíř ústavu, pan Stanislav Macháček. Mikrofotografie v kapitole Molekulární aspekty vývoje nervového systému zhotovil prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc., a obr. 144/2, 3 a 310/3 nakreslil Mgr. Jan Kacvinský.*

*Je třeba zmínit se též o používaném anatomickém názvosloví. Anatomům se občas – položertem, polovážně – vyčítá, že „jejich činnost spočívá převážně ve změnách názvosloví, které se nově objevují každých pět let“. Je to výtka neoprávněná a pronášejí ji nejčastěji ti, jichž se poslední změna názvosloví dotkla, neboť přišla v době jejich studia nebo těsně po ní. Je ovšem třeba připomenout, že poslední zásadní změna nomenklatury byla uvedena do života v letech 1955–1960 (tzv. pařížské názvosloví), a že se tedy užívá již téměř padesát let. Postupné úpravy této nomenklatury (které jednak odstraňovaly některé prohřešky vůči latině, jednak doplňovaly nové pojmy užívané zejména v klinických oborech, např. podrobnější názvy mozkových cév, segmenty jater apod.) nebyly tak zásadní, aby měnily charakter této nomenklatury nebo aby zasáhly do názvů obvyklých v chirurgii nebo v jiném klinickém oboru, a vznikly zejména tam, kde do původní pařížské nomenklatury byly implantovány anglicizované termíny, na něž mnoho uživatelů reagovalo negativně. Je to ovšem malé procento z celkového počtu termínů. Negativní vlastnosti pařížského názvosloví většinou eliminuje (opět při zachování základních pravidel a základního charakteru názvosloví) jeho poslední úprava, kterou pod názvem Terminologia anatomica publikovala Federative Committee on Anatomical Terminology (FCAT) v roce 1998; tato úprava je také respektována v tomto vydání třetího dílu Anatomie, jakož i ve druhém vydání prvního a druhého dílu. V užívání anatomických názvů se ovšem objevují jiné negativní jevy. Na některých pracovištích ve snaze zdůraznit svou vlastní tradici užívají pracovníci názvy, jichž užívali jejich učitelé a učitelé těchto učitelů, a žádají pak po medicích, aby věděli, co je to např. arteria hypogastrica nebo arteria anonyma apod. Jsou to termíny, které se užívaly v dobách prvního mezinárodního názvosloví (basilejského), publikovaného před sto osmi lety, v roce 1895, a z anatomie člověka oficiálně vymizely před téměř sedmdesáti lety, nejpozději v roce 1935, ze srovnávací anatomie ještě mnohem dříve. Je to, jako bychom do reflektoru současného automobilu vkládali karbidové lampy proto, že za dob před generací učitelů našich učitelů se to dělalo také tak. V anatomickém názvosloví sehrává*



*závažnou roli angličtina, která se postupně stává jazykem vědy 21. století. Pod vlivem angličtiny ustoupilo anatomické názvosloví od psaní dvojhlásky „ae“ a nahradilo ji jednoduchým „e“ (s výjimkou „caecum“, „taenia“ a pádové koncovky), neboť pro anglicky mluvící uživatele názvů představuje výslovnost „ae“ značné potíže. Této skutečnosti je třeba se podřídit, protože nevidím do budoucna šanci na mezinárodně uznávanou změnu, která by respektovala klasickou latinu.*

*Za kvalitní vydávání jednotlivých dílů anatomie se zasloužilo nakladatelství Grada Publishing – Avicenum. Upřímně děkuji představitelům zdravotnické redakce, zejména šéfredaktorovi, panu MUDr. Miroslavu Lomíčkoví, a panu MUDr. Evženu Fabianovi, za porozumění pro potřeby takovéto náročné publikace, paní redaktorce PaedDr. Lence Šámalové za pečlivé zpracování rukopisu a vedoucí technické redakce, paní Ing. Zdeně Bryndové, za velkou snahu o co nejlepší výslednou podobu knihy.*

*Kromě nakladatelství a výtvarníka se o definitivní podobu třetího dílu učebnice zasloužili mnozí odborníci. Za poskytnutí rtg snímků jsem již od vzniku 1. vydání 3. dílu učebnice vděčný Radiodiagnostické klinice I. LF UK a paní doc. MUDr. Běle Drugové, DrSc., z radiodiagnostického oddělení Nemocnice Na Homolce. Za vynikající mikrofotografie z vývoje oka děkuji panu prof. MUDr. Františku Vrabcovi, DrSc., který mi je poskytl pro tuto knihu. Panu prof. MUDr. Oldřichu Eliškovi, DrSc., a paní doc. MUDr. Miloslavě Eliškové, CSc., děkuji za poskytnutí podkladů z jejich studií pro vytvoření obrazů mízního odtoku ze srdce. Panu doc. MUDr. Jaromíru Hradcovi, CSc., ze III. interní kliniky I. LF UK děkuji za poskytnutí echokardiografických obrazů srdce. Upřímně děkuji též oběma spolupracovníkům, panu prof. MUDr. Rastislavu Drugovi, DrSc., a panu prof. MUDr. Miloši Grimovi, DrSc., za porozumění a sympatickou spolupráci na tomto vydání knihy.*

*Studentům, učitelům anatomie i lékařům přeji, aby jim kniha sloužila jako užitečný průvodce a pomocník při studiu tohoto náročného oboru.*

*V Praze, v srpnu 2003*

*R. Čihák*

## Předmluva ke 3. vydání

*Vše, co má tuto knihu doprovodit ke čtenářům, bylo řečeno v předmluvě k předchozímu 2. vydání. Třetí vydání je důsledně doplněno o organogenesi a o poznámky k molekulárním mechanismům vývoje. Organogenese je sice v knize uvedena menším písmem, neznamená to však, že není potřebná pro zkoušku z anatomie. Existuje samostatná učebnice embryologie od jiného autora a pro studenty platí organogenetická témata vypsána ve zkouškových otázkách. V učebnici anatomie jsou proto připojena jako připomínka a stručný text pro opakování přímo k jednotlivým orgánům a útvarům. Tak jako v Anatomii 1 a 2 jsou i v Anatomii 3 odstavce důležité pro zkoušku označené po straně barevnou linkou. Jak se orientovat v textu CNS je podrobně napsáno v předmluvě ke 2. vydání. Nakladatelství vyšlo vstříc studentům rozdělením Anatomie 3 do tří svazků pro usnadnění manipulace s textem a jeho přenášení.*

*Autory nových kreslených obrázků k vývojovým a molekulárně biologickým kapitolám jsou akad. malíř Ivan Helekal a Mgr. Jan Kacvinský, jimž děkujeme za péči, kterou náročným a pracným ilustracím věnovali.*

*Autoři Anatomie 3 děkují představitelům zdravotnické redakce nakladatelství Grada Publishing, zejména šéfredaktorovi, panu MUDr. Miroslavu Lomíčkovi, redaktorce, paní Mgr. et Mgr. Olze Kopalové, a technické redakci za péči o kvalitu tohoto vydání.*

*Přejeme studentům a všem uživatelům Anatomie 3, aby jim byla dobrým průvodcem náročnou anatomií systémů, o nichž pojednává.*

*V Praze, v září 2015*

*R. Čihák  
R. Druga  
M. Grim*

### **Poznámka redakce**

Při realizaci třetího vydání 3. dílu vyšlo nakladatelství vstříc jak doporučení autorů, tak přání studentů a rozdělilo publikaci do tří samostatných tematických svazků. Tato forma čtenáři umožňuje lepší využití rozsáhlé publikace při výuce i v praxi.

Víc svazkové podobě je uzpůsobeno i uspořádání obsahu. Předmluvy jsou uvedeny v prvním svazku, každý svazek má samostatný rejstřík, nově zařazený jmenný rejstřík je uveden na konci třetího svazku.



ANGIOLOGIA –  
NAUKA O CÉVÁCH



## ANGIOLOGIA – NAUKA O CÉVÁCH

**Systém (soustava) cévní** je rozsáhlý a bohatý soubor trubic různého kalibru, vystlaných jednou vrstvou plochých endothelových buněk. Trubicemi proudí tekutina.

Podle obsažené tekutiny se systém cévní dělí v systémy dva: **systém cév krevních** obsahuje červenou krev, která obíhá, cirkuluje v uzavřeném krevním

oběhu; **systém cév mízních** obsahuje bezbarvou mízu, která se sbírá z mezibuněčných štěrbin vaziva většiny orgánů a tkání do mízních vlásečnic; z nich mízními cévami (a skrze vložené mízní uzliny) postupně protéká do větších mízních kmenů, které posléze vyústí ují do krevních cév (do žil) na dvou charakteristických místech těla.

## SYSTÉM CÉV KREVNÍCH

Systém cévních trubic vede krev, která zprostředkovává látkovou přeměnu ve tkáních, spojuje místa, jež dodávají živiny (např. stěny trávicí trubice) a kyslík (plíce), se všemi orgány a tkáněmi celého těla; ze tkání odvádí oxid uhličitý k vylučování v plicích a další zplodiny látkové přeměny k vylučování v ledvinách. Prouděním krve jsou také transportovány hormony ze žláz s vnitřní sekrecí k cílovým orgánům a jsou přenášeny i další působky a obranné látky (někdy též složky patologických procesů v organismu).

**Soustava cév krevních** má ústřední orgán – **srdce – cor** – jež svými rytmickými stahy pohání krev v cévách; **tepny – arteriae** – vedou krev *ze srdce* (kordifugálně) a postupně se větví ve stále tenčí tepny až v tenkostěnné *tepénky – arteriolae*; **vlásečnice – kapiláry** – představují konečné síť cév, do nichž se tepny rozvětví; jejich stěna je tvořena jednou vrstvou plochých endothelových buněk; z kapilár se pak sbírají **žíly – venae** – vedoucí krev z kapilár do srdce (kordipetálně).

Tepny, žíly a kapiláry se liší tloušťkou a úpravou svých stěn (viz str. 79–86).

**Srdce** má u jednotlivých tříd savců různou úpravu. *Srdce savců* je podélnou přepážkou *úplně rozdělena na pravou a levou část*, v každé z nich je jedna předsíň a jedna komora srdeční, z funkčního a klinického hlediska se proto používá pojmů „*pravé srdce*“ a „*levé srdce*“ (obr. 1 A).

**Pravá a levá předsíň – atrium dextrum et sinistrum** – jsou tenkostěnné dutiny, do nichž krev přitéká ze žil.

**Pravá a levá komora – ventriculus dexter et sinister** – jsou dutiny se silnou svalovou stěnou, ze kterých je krev vypuzována do tepen.

**Krevní oběh – circuitus sanguinis** – se z těla sbírá do dvou velkých žil –

**vena cava superior et vena cava inferior – horní a dolní dutá žíla**; jimi přitéká krev z těla, zbavená kyslíku,

*do pravé předsíně srdeční*, odtud přechází *do pravé komory srdeční*;

**truncus pulmonalis – plicnice** – je silná tepna, která vede krev z pravé komory; pokračuje jako

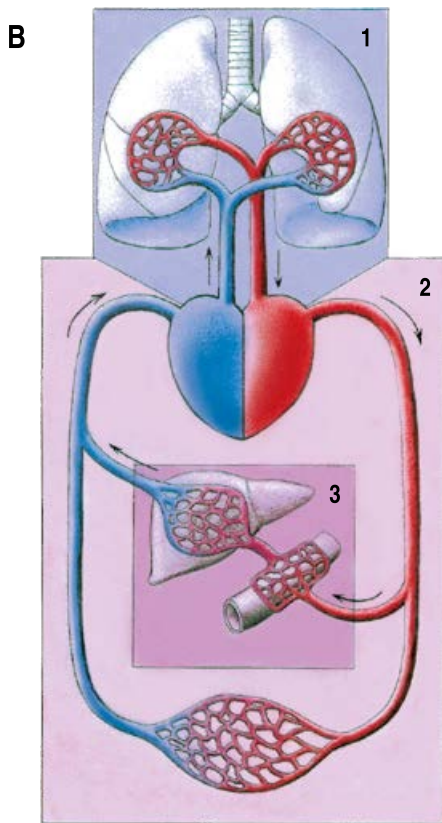
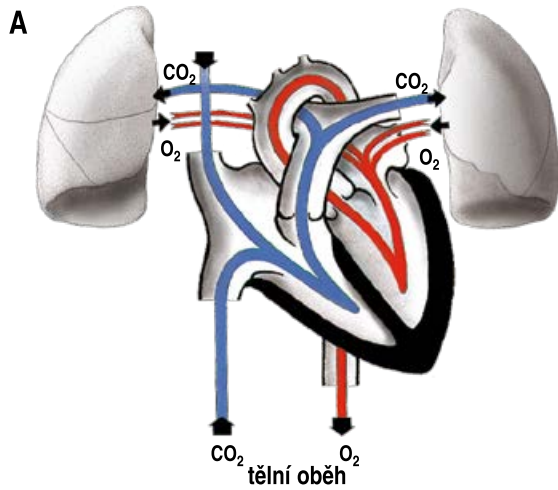
**arteria pulmonalis dextra et sinistra – pravá a levá tepna plicní** – do obou plic, kde se tepny dělí až ve vlásečnice a krev se obohacuje kyslíkem (viz Anatomie 2, str. 236); z kapilár se sbírají žíly plicní;

**venae pulmonales dextrae et sinistrae** vedou okysličenou krev z plic *do levé předsíně srdeční*; odtud krev přechází *do levé komory srdeční*;

**aorta – srdečnice** – vede krev jakožto mohutná tepna z levé komory do celého těla, z vlásečnic těla se krev sbírá postupně až do horní a dolní duté žíly – viz výše.

*Circuitus sanguinis minor – malý oběh krevní (plicní oběh)* – je úsek krevního oběhu z pravé komory srdeční do plic a z plic do levé předsíně srdeční (obr. 1 B).

*Circuitus sanguinis major – velký oběh krevní (tělní oběh)* – je úsek krevního oběhu z levé komory srdeční do celého těla a odtud do pravé předsíně srdeční (obr. 1 B).



Obr. 1. SCHEMA KREVNIHO OBĚHU

A SCHEMA PRŮTOKU KRVE TĚLEM SAVCŮ

červeně – okysličená krev

modře – krev zbavená kyslíku a nasycená CO<sub>2</sub>

B SCHEMA MALÉHO (PLIČNÍHO – 1) A VELKÉHO (TĚLNÍHO – 2) KREVNIHO OBĚHU

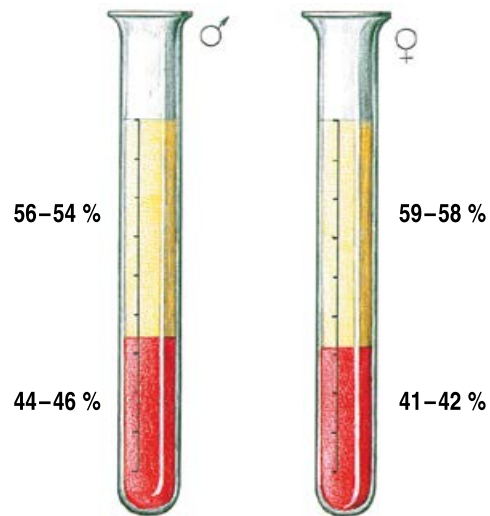
Do velkého krevního oběhu je vřazen jaterní portální oběh (3), kde se krev sbírá z kapilár všech nepárových orgánů břišní dutiny do vrátnicové žíly (vena portae) a z ní pokračuje do kapilárního řečiště jater; odtud se opět sbírá do žil velkého krevního oběhu

## SANGUIS – KREV

**Krev** je červená neprůhledná kapalina, která činí kolem 6 % celkové hmotnosti těla, tj. kolem 5 litrů; **plasma krevní** je vlastní krevní kapalina, ve které jsou rozptýlena

**corpuscula sanguinis** – krevní tělíska – složená z červených krvinek, bílých (bezbarvých) krvinek a z destiček krevních;

celkový objem krevních tělísek činí 44–46 % objemu krve u mužů, 41–42 % u žen (obr. 2).



Obr. 2. ZNÁZORNĚNÍ PROCENT OBJEMU KRVE PŘIPADAJÍCÍCH NA KRVINKY ve srovnání s krevní plazmou (hematokrit); rozdíl mezi muži a ženami

**Plasma krevní** je průhledná nažloutlá kapalina. Obsahuje kolem 92 % vody. Ze zbývajících 8 % je asi 7,1 % bílkovin a 0,9 % solí; další látky, v plasmě krevní obsažené, se vyskytují v nepatrných množstvích (krevní cukr, zplodiny látkové přeměny apod.). Z krevních bílkovin jsou nejdůležitější albumin (4,1 %), globuliny (2,7 %) a fibrinogen (0,27 %).

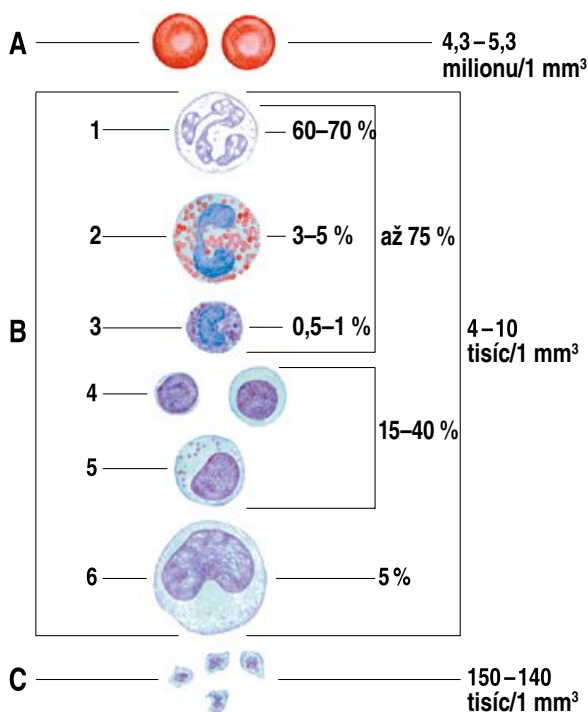
Fibrinogen se v procesu srážení krve za účasti četných faktorů mění ve *fibrin*, jehož vlákna tvoří prostorovou síť a ta poutá krvinky.

**Sérum krevní** je krevní plasma zbavená fibrinogenu a krvinek.

## Corpuscula sanguinis

Corpuscula sanguinis (obr. 3) se též označují jako formované elementy. Za vývoje se vytvářejí velmi záhy, od poloviny 3. týdne vývoje, kdy se v mesodermu stěny žloutkového vaku diferencují první buňky příští výstelky cév a mateřské buňky všech krvinek (viz str. 176). Vytvářejí se pod indukčním vlivem entodermu stěny žloutkového vaku. Záhy poté se vytvářejí cévy v celém těle zárodka a vzniká oběh krevní. Z primitivní cévní sítě ve stěně žloutkového vaku jsou mateřské krevní buňky roznášeny krevním oběhem do zárodka, kde od 2. měsíce vývoje postupně osídlí játra, slezinu a thymus; tyto orgány se pak stanou hlavními orgány krvetvorby (hemopoesy) a tuto funkci udržují až do poloviny těhotenství.

V játrech a slezině krvetvorba postupně vyhasíná a nově – již na celou dobu života – se vytváří v kostní dřeni; ta je pak trvalým zdrojem krvinek. Také lymfatická tkáň je krevinkami osídlena postupně: předchůdci lymfatických buněk se nejprve usídlí v thymu (viz Systema lymphaticum) – T-lymfocyty – a později ve fetálních játrech a v kostní dřeni – B-lymfocyty. Tyto



Obr. 3. ČERVENÉ KRVINKY A JEDNOTLIVÉ DRUHY BÍLÝCH KRVINEK ve světelném mikroskopu po běžném obarvení krevního nátěru (viz text)

buňky pak osídlují lymfatické orgány (mízní uzliny, slezinu, mandle, lymfatické slizniční uzlíky).

Za vývoje lze poměrně záhy rozlišit buněčné linie tvořící červené krvinečky a linie tvořící různé druhy krvinek bílých a trombocyty.

*Corpuscula sanguinis* – formované krevní elementy – zahrnují:

1. červené krvinečky – erythrocyty,
2. bílé krvinečky – leukocyty,
3. krevní destičky – trombocyty.

## Erythrocyty – červené krvinečky

(obr. 3 A) jsou okrouhlé bikonkávní destičky průměru 7,2  $\mu\text{m}$ , o tloušťce asi 2  $\mu\text{m}$ . V 1 mm<sup>3</sup> je kolem 5 milionů (4,3–5,3 milionů) erythrocytů u mužů a kolem 4,5 milionů (3,8–4,7 milionů) u žen. Erythrocyty jsou pružné, při průchodu tenkými kapilárami se přechodně mohou deformovat. Nebarvené, v tenké vrstvě mikroskopického preparátu jsou žlutavé, teprve při nakupení v silnější vrstvě jsou červené. Jejich barvu způsobuje červené krevní barvivo – hemoglobin – složitá bílkovina, která ve své prostheticke skupině obsahuje železo. Na toto železo váže hemoglobin kyslík a mění se v oxyhemoglobin. Ten za průchodu kapilárami kyslík ztrácí (odevzdává tkáním) a mění se zpět v hemoglobin. Dodávání kyslíku tkáním je zajištěno velkým množstvím erythrocytů a jejich relativně velkým povrchem. Erythrocyty savců jsou bezjaderné, erythrocyty všech ostatních obratlovců mají jádro. Erythrocyty ryb a obojživelníků jsou větší a je jejich méně (to odpovídá nižší intenzitě látkové přeměny těchto živočichů).

Také savčí erythrocyty mají v časných obdobích embryonálního vývoje jádra. V průběhu ontogenese se první vývojová řada erythrocytů, vyskytujících se v oběhu, nazývá řada megalocytární (primitivní). Jsou to relativně velké buňky, z nichž většina má jádro. Z oběhu vymizí do konce 3. měsíce těhotenství.

Mezitím se v polovině 2. měsíce těhotenství objeví v oběhu červené krvinečky podstatně menší, které postupně doplní a nahradí mizící elementy megalocytární řady. Tato druhá řada se označuje jako řada normocytární (definitivní). Jen její nejranější elementy v oběhu jsou opatřeny jádry. Ostatní elementy a jejich další generace jádra ztrácejí, a to ještě během zrání v místě krvetvorby (erythropoesy), před vyplavením krvinek do oběhu. Fetální normocyty jsou poněkud větší než normocyty po narození, a jsou proto označovány jako makrocyty.

Průměrná doba života lidských erythrocytů je 100–120 dnů. Opotřebované erythrocyty jsou zadržovány a destruovány ve slezině (a jinde buňkami systému mononukleárních fagocytů).

## Leukocyty – bílé krvinečky

(obr. 3 B) jsou buňky s jádry, v různé míře schopné samostatného (amébovitěho) pohybu, některé jsou schopné pohlcovat cizí částice fagocytosou. Množství leukocytů v cirkulující krvi poněkud kolísá, za normální se považuje počet 4–10 tisíc v 1 mm<sup>3</sup> krve (obr. 4). Morfologicky lze rozlišit pět skupin leukocytů v krvi:

1. neutrofilní granulocyty,
2. eosinofilní granulocyty,
3. bazofilní granulocyty,



4. *monocyty*,

5. *lymfocyty*.

**Granulocyty** – leukocyty v užším slova smyslu (obr. 3 B 1–3) – tvoří 75 % všech bílých krvinek. Jsou okrouhlé o průměru 11–14  $\mu\text{m}$ . V plasmě mají typická zrníčka – granula. Granulocyty obsahují oxidázové enzymy, a dávají proto tzv. oxidázovou reakci. V dospělosti se vytvářejí v kostní dřeni z buněk označovaných s postupujícím vývojem jako myeloblasty, promyelocyty a myelocyty. Délka života granulocytů se udává řádově ve dnech.

**1. Granulocyty neutrofilní (heterofilní)** (obr. 3 B 1) tvoří 60–70 % (55–75 %) všech bílých krvinek v krvi. V jejich cytoplasmě jsou granula, která se nebarví výrazně ani kyselými, ani bazickými barvivy. Tyto krvinky jsou značně pohyblivé, fagocytují bakterie. Obsahují proteolytické enzymy a produkují též baktericidní látky. Jádro těchto leukocytů je po vzniku buňky jednotné, při zrání se postupně rozděluje na 2–5 segmentů, spojených úzkými můstky.

**2. Granulocyty eosinofilní** (obr. 3 B 2) – s méně členitým jádrem, s hrubými granuly barvitelnými eosinem nebo jinými kyselými barvivy, tvoří 3–5 % všech bílých krvinek. Fagocytují zřídka, bývají zmnoženy

při alergických a parazitárních onemocněních. Mají důležitou roli při zneškodňování cizorodých bílkovin a alergenů.

**3. Granulocyty bazofilní** (obr. 3 B 3) – s větším dvorcem cytoplasmy a s granuly barvicími se bazickými barvivy, tvoří 0,5–1 % všech bílých krvinek. Granula těchto leukocytů obsahují heparin, histamin a další působky.

**4. Monocyty** (obr. 3 B 6) vznikají v kostní dřeni z promonocytů a po určité době strávené v cirkulaci vycestovávají (cévní stěnou) do tkání, kde se mění v makrofágy. Podobají se velkým lymfocytům. Mají víc cytoplasmy (s jemnými azurofilními granuly) a ledvinovitá jádra. Jsou stejně velké jako granulocyty nebo i větší. Tvoří asi 5 % všech bílých krvinek. Mimo cirkulující krev se vyskytují v krvetvorných orgánech a ve vazivu, kde se nacházejí jako polymorfni elementy různého tvaru. Hromadí v sobě korpuskulární barviva, intravitálně vpravená.

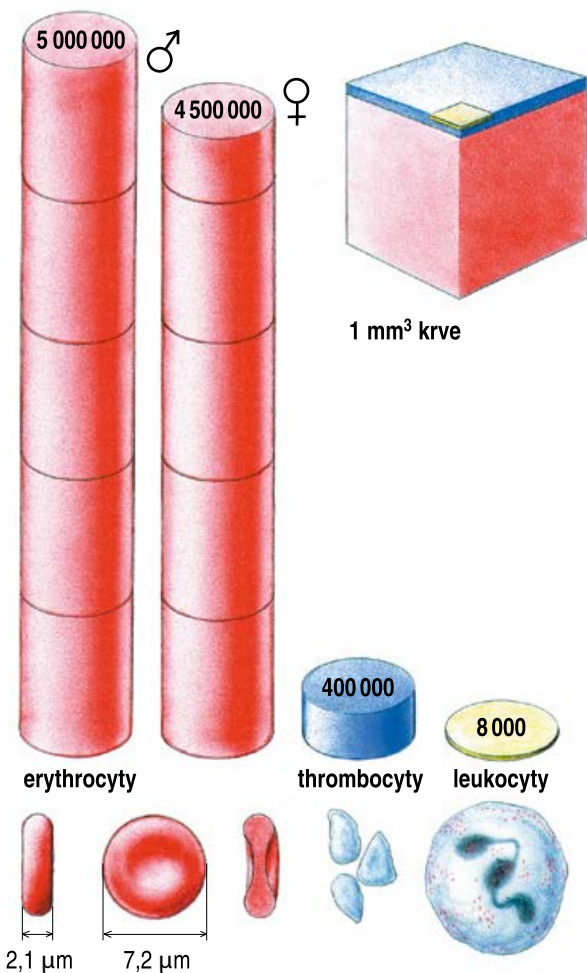
Z monocytů vznikají též jiné buňky systému mononukleárních fagocytů, např. Kupfferovy buňky jater, mikroglie v CNS apod. Spojováním monocytů vznikají mnohobuněčné buňky, např. osteoklasty (viz Anatomie 1, str. 79), nebo tzv. mnohobuněčné buňky z cizích těles. Monocyty ve tkáních spolupůsobí s lymfocyty a mají důležitou roli při rozpoznání a interakcích imunokompetentních buněk s antigeny. **5. Lymfocyty** (obr. 3 B 4, 5) mají kulatá jádra a kolem nich úzký dvorec cytoplasmy. Jsou menší než granulocyty, o průměru kolem 8  $\mu\text{m}$ . Tvoří asi 15–40 % všech bílých krvinek, jejich počet je však proměnlivý. Při pozorování za živa se u nich zjišťuje malá pohyblivost, jiného typu, než mají granulocyty. Vedle typických, tzv. „malých“ lymfocytů (obr. 3 B 4) se v oběhu vyskytuje i malé množství tzv. „velkých“ lymfocytů o průměru 12–16  $\mu\text{m}$  (obr. 3 B 5). Ačkoliv jsou si jednotlivé lymfocyty v oběhu navzájem velmi podobné, představují heterogenní buněčné populace, lišící se původem, některými submikroskopickými detaily, imunologickými funkcemi a délkou života.

Podle původu a podle toho, kde získávají své imunokompetentní vlastnosti, se lymfocyty dělí na *T-lymfocyty*, které získávají v thymu, a na *B-lymfocyty* (B znamená zkratku názvu bursa Fabricii, což je u ptáků zvláštní lymfatický orgán spojený s kloakou), které u ptáků získávají své vlastnosti v bursa Fabricii; u savců, kteří tuto bursu nemají, probíhá diferenciaci B-lymfocytů ve fetálních játrech a později v kostní dřeni. T-lymfocyty jsou nositeli tzv. buněčné imunity (odvržení cizí tkáně transplantátu). B-lymfocyty fungují v látkové imunitě těla tím, že reagují na přítomnost antigenu (přímo nebo zprostředkovaně) zvětšením, zmnožením a postupnou přeměnou v plasmatické buňky, za současně tvorby specifických protilátek – imunoglobulinů (srov. str. 202 a Anatomie 1, str. 15).

Většina lymfocytů v cirkulaci pochází z thymu, další pocházejí z lymfatické tkáně (mízní uzliny, mízní folikuly, slezina), popřípadě z kostní dřeni. Tyto lymfocyty se přímo účastní jako obranné buňky kolem chorobných (např. zánětlivých) ložisek.

Délka života lymfocytů je různá, podle jejich určení, od několika hodin až do sta a více dnů.

Část morfologicky zralých lymfocytů je schopna prodělat tzv. blastickou transformaci, čímž vznikají lymfoblasty, větší a v preparátu světleji zbarvené.



Obr. 4. POČETNÍ POMĚR JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ KRVINEK; ve sloupečích počty krvinek v 1 mm<sup>3</sup> krve, v krychli znázorněn vzájemný poměr těchto počtů

## Thrombocyty – krevní destičky

jsou drobné plasmatické bezjaderné útvary (obr. 3 C) o průměru 2–4  $\mu\text{m}$ , které se snadno shlukují na porušeném místě cévní stěny, kde vytvoří tzv. primární hemostatickou zátku. Odhaduje se, že v 1 mm<sup>3</sup> krve je 150–400 tisíc destiček. U savců nejde o buněčné elementy. Destičky savců vznikají odstěpováním výběžků velkých mnohobuněčných buněk kostní dřeni – megakaryocytů. Z jednoho megakaryocytu vznikne až 5000 destiček, které v oběhu přežívají 9–11 dnů. Jsou nejdůležitější