

# Spis treści

Przedmowa .....	V
<b>1 FIZJOLOGIA KOMÓRKI .....</b>	<b>1</b>
<i>Jadwiga Mirecka</i>	
<b>BUDOWA KOMÓRKI .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Ogólna budowa błon biologicznych .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Struktury błoniaste w komórce .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Błona komórkowa .....	2
1.2.2 Jądro komórkowe .....	2
1.2.3 Siateczka śródplazmatyczna .....	3
1.2.4 Aparat Golgiego .....	4
1.2.5 Lizosomy .....	4
1.2.6 Mitochondria .....	5
1.2.7 Peroksysomy .....	6
<b>1.3 Niebłonione struktury komórkowe .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 Jąderko .....	6
1.3.2 Rybosomy .....	7
1.3.3 Proteasomy .....	7
1.3.4 Cytoszkielek .....	7
Mikrotubule .....	7
Mikrofilamenty aktynowe .....	8
Filamenty pośrednie .....	8
<b>PROCESY KOMÓRKOWE .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4 Wymiana substancji z otoczeniem .....</b>	<b>10</b>
1.4.1 Rodzaje transportu przez błonę .....	10
Dyfuzja prosta .....	10
Transport ułatwiony .....	11
Transport aktywny .....	12
Transport bierny przez kanały .....	13
1.4.2 Transport z błoną .....	14
Pinocytoza .....	15
Endocytoza z udziałem receptorów .....	15
Fagocytoza .....	15
Egzocytoza .....	16
<b>1.5 Oddychanie komórkowe .....</b>	<b>16</b>
<b>1.6 Odbiór i transmisja sygnałów .....</b>	<b>17</b>
1.6.1 Receptory związane z kanałami (receptory jonotropowe) .....	17
1.6.2 Receptory sprzężone z białkiem G .....	17
1.6.3 Receptory związane z enzymami .....	19
1.6.4 Receptory błonowe związane z aktywacją proteaz wewnątrzkomórkowych (receptory śmierci) .....	20
1.6.5 Receptory wewnątrzkomórkowe .....	20
<b>1.7 Zjawiska ruchowe w komórkach .....</b>	<b>20</b>
1.7.1 Mechanoenzymy .....	20
1.7.2 Zjawiska ruchowe związane z mikrotubulami .....	21
1.7.3 Zjawiska ruchowe związane z mikrofilamentami aktynowymi .....	21
<b>1.8 Podział komórki .....</b>	<b>22</b>
1.8.1 Fazy cyklu komórkowego .....	22
1.8.2 Mejoza .....	23
1.8.3 Regulacja cyklu .....	24
1.8.4 Podziały komórek a różnicowanie .....	25
<b>1.9 Starzenie się komórek .....</b>	<b>25</b>
<b>1.10 Zaprogramowana śmierć komórki .....</b>	<b>26</b>
1.10.1 Objawy apoptozy .....	26
1.10.2 Regulacja apoptozy .....	27
1.10.3 Indukcja apoptozy .....	28

<b>2</b>	<b>HOMEOSTAZA I JEJ MECHANIZMY</b> .....	31
	<i>Stanisław J. Konturek, Tomasz Brzozowski</i>	
2.1	Rola płynu zewnątrz- i wewnątrzkomórkowego w homeostazie .....	31
2.2	Rola układu krążenia w homeostazie .....	33
2.3	Rola układu oddechowego w homeostazie .....	34
2.4	Rola układu trawiennego w homeostazie .....	35
2.5	Rola układu moczowego w homeostazie .....	36
2.6	Rola układu szkieletowo-mięśniowego i nerwowego w homeostazie .....	37
2.7	Rola układu hormonalnego w homeostazie .....	39
2.8	Układy kontrolne i sprzężenie zwrotne. Pętla regulacyjna sprzężenia zwrotnego .....	40
2.9	Adaptacja i rytmy biologiczne .....	46
2.10	Mechanizmy i czynniki uczestniczące w utrzymaniu homeostazy .....	47
2.11	Receptory komórkowe. Odbiór i przekazywanie sygnałów w komórkach .....	48
2.12	Metabolizm wewnątrzkomórkowy .....	52
<b>3</b>	<b>KREW</b> .....	57
	<i>Tomasz Brzozowski</i>	
3.1	Podstawowe funkcje krwi .....	57
3.2	Właściwości fizyczne krwi .....	57
3.3	Właściwości chemiczne krwi .....	60
3.3.1	Białka osocza .....	60
3.3.2	Pozabiałkowe składniki osocza .....	62
3.3.3	Lipidy osocza .....	63
3.3.4	Składniki nieorganiczne .....	63
3.4	Objętość krwi i wskaźnik hematokrytu .....	64
3.4.1	Wskaźnik hematokrytu (Hct) .....	66
3.5	Krwinki czerwone .....	67
3.5.1	Wielkość, kształt, budowa, metabolizm i liczba krwinek czerwonych .....	67
3.5.2	Metabolizm krwinek czerwonych .....	69
3.6	Erytropoeza .....	70
3.6.1	Narządy krwiotwórcze .....	70
3.6.2	Szpiłki kostny .....	70
3.6.3	Etapy erytropoezy .....	72
3.6.4	Czynniki regulujące erytropoezę .....	74
3.6.5	Kobalamina, kwas foliowy i inne witaminy grupy B .....	76
3.7	Hemoglobina .....	77
3.7.1	Czynność i reakcje Hb .....	79
3.7.2	Czynniki niezbędne do wytwarzania hemoglobiny .....	81
3.8	Metabolizm żelaza .....	81
3.9	Okres półtrwania krwinek czerwonych. Hemoliza .....	85
3.9.1	Metabolizm bilirubiny .....	86
3.10	Nieprawidłowości krwinek czerwonych .....	87
3.11	Krwinki białe (leukocyty) .....	88
3.11.1	Granulocyty .....	89
3.11.2	Granulocytopoeza .....	89
3.11.3	Cykl życiowy granulocytów .....	89
3.11.4	Czynności granulocytów .....	92
3.11.5	Leukocytoza, eozynofilia, bazofilia .....	94
3.11.6	Agranulocytoza i białaczki .....	95
3.12	Limfocyty .....	96
3.12.1	Okres przeżycia, cyrkulacja i recyrkulacja limfocytów .....	96
3.12.2	Cząsteczki różnicujące (CD) .....	97
3.12.3	Udział grasicy w dojrzewaniu limfocytów T .....	98
3.12.4	Powstawanie i funkcje fizjologiczne limfocytów typu B .....	100
3.13	Monocytopoeza i układ makrofagów .....	103
3.13.1	Monocytopoeza .....	103
3.14	Mechanizmy odpornościowe .....	106
3.14.1	Odporność nieswoista .....	106
	Bariery anatomiczne i fizjologiczne .....	106
3.14.2	Nieswoiste substancje bakterioobójcze .....	107
3.14.3	Odporność swoista .....	107
3.14.4	Antygeny .....	107
3.14.5	Odporność humoralna – przeciwciała .....	108
3.14.6	Immunoglobuliny (Ig) .....	110

3.14.7	Dopełniacz . . . . .	112
	Mechanizm powstawania przeciwciał . . . . .	112
3.14.8	Reakcja antygen-przeciwciała . . . . .	113
3.14.9	Odporność typu komórkowego . . . . .	114
<b>3.15</b>	<b>Alergia . . . . .</b>	<b>115</b>
<b>3.16</b>	<b>Zapalenie . . . . .</b>	<b>117</b>
<b>3.17</b>	<b>Grupy krwi i przetaczanie krwi . . . . .</b>	<b>119</b>
3.17.1	Układ ABO . . . . .	120
	Grupy krwi . . . . .	121
3.17.2	Układ Rh . . . . .	123
3.17.3	Dziedziczenie antygenów A, B, 0 . . . . .	124
3.17.4	Oznaczanie grup krwi i reakcje potransfuzyjne . . . . .	124
<b>3.18</b>	<b>Płytki krwi . . . . .</b>	<b>126</b>
3.18.1	Trombocytopenia . . . . .	126
<b>3.19</b>	<b>Hemostaza . . . . .</b>	<b>128</b>
3.19.1	Czynniki hemostatyczne . . . . .	135
	Hemostatyczne czynniki płytkowe i tkankowo-naczyniowe . . . . .	138
3.19.2	Wewnątrz- i zewnątrzpoходne procesy krzepnięcia krwi . . . . .	138
3.19.3	Teorie krzepnięcia krwi . . . . .	140
3.19.4	Czynniki zapobiegające krzepnięciu krwi w prawidłowym układzie naczyniowym . . . . .	142
3.19.5	Fibrynoliza . . . . .	143
3.19.6	Zaburzenia hemostazy i antykoagulanty . . . . .	144
<b>3.20</b>	<b>Limfa i układ limfatyczny . . . . .</b>	<b>145</b>
<b>3.21</b>	<b>Obrzęki . . . . .</b>	<b>148</b>

## **4 FIZJOLOGIA UKŁADU KRAŻENIA . . . . .** 149

*Wiesław W. Pawlik, Stanisław J. Konturek*

<b>4.1</b>	<b>Wstęp. Uwagi historyczne . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>4.2</b>	<b>Zarys budowy i funkcji układu krążenia . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>4.3</b>	<b>Serce . . . . .</b>	<b>150</b>
4.3.1	Anatomia czynnościowa. Mięśnie robocze . . . . .	150
4.3.2	Układ bódźoprzewodzący serca . . . . .	151
4.3.3	Potencjał spoczynkowy kardiomiocytów . . . . .	152
4.3.4	Potencjał czynnościowy kardiomiocytów . . . . .	154
4.3.5	Zmiany przepuszczalności i przewodności jonowej w okresie potencjału czynnościowego kardiomiocytu . . . . .	154
4.3.6	Potencjały czynnościowe komórek tkanki bódźoprzewodzącej . . . . .	155
4.3.7	Cykl pobudliwości mięśnia sercowego . . . . .	158
4.3.8	Elektrokardiografia . . . . .	159
	Odprowadzenia EKG . . . . .	159
	Zapis EKG . . . . .	164
	Wyznaczanie osi elektrycznej serca . . . . .	165
	Wektorkardiografia . . . . .	165
	Rytm zatokowy, węzłowy i komorowy . . . . .	165
	Ekstremalne ośrodki bódźotwórcze . . . . .	167
	Znaczenie EKG w innych schorzeniach serca . . . . .	169
4.3.9	Skurcz mięśnia sercowego . . . . .	170
	Cechy strukturalne serca i ich aspekty funkcjonalne . . . . .	170
	Sprężenie elektromechaniczne w mięśniu sercowym . . . . .	170
	Zależność między początkową długością mięśnia sercowego a napięciem spoczynkowym i skurczowym oraz siłą skurczu . . . . .	173
	Zależność siły skurczu od długości spoczynkowej mięśnia (końcoworozkurczowej). Prawo Franka-Starlinga . . . . .	173
	Kurczliwość serca i jej wskaźniki . . . . .	176
	Napięcie ścian komór serca . . . . .	176
4.3.10	Cykl sercowy . . . . .	177
	Fazy cyklu sercowego . . . . .	177
	Skurcz przedsionków . . . . .	178
	Skurcz komorowy . . . . .	178
	Rozkurcz komorowy . . . . .	178
	Tony i szmery serca . . . . .	179
	Asynchroniczność skurczów lewej i prawej komory serca . . . . .	180
	Pojemność minutowa serca i jej oznaczenie . . . . .	181
	Regulacja objętości wyrzutowej serca . . . . .	182
	Częstość a siła skurczów mięśnia sercowego . . . . .	182
4.3.11	Praca serca . . . . .	183
	Rodzaje pracy serca i ich stosunek do energii potencjalnej i kinetycznej . . . . .	183
	Energia skurczowa pracy serca . . . . .	184

4.3.12	Regulacja czynności serca . . . . .	184
	Regulacja wewnątrzsercowa czynności serca . . . . .	184
	Regulacja zewnątrzsercowa czynności serca . . . . .	185
	Wpływ układu przywspółczulnego i współczulnego na czynność serca . . . . .	186
<b>4.4</b>	<b>Układ naczyniowy . . . . .</b>	<b>187</b>
4.4.1	Ogólna charakterystyka układu naczyniowego . . . . .	187
4.4.2	Zróznicowanie czynnościowe układu krążenia . . . . .	187
4.4.3	Właściwości biofizyczne ścian naczyń krwionośnych. Ciśnienie transmuralne. Prawo Laplace'a . . . . .	191
4.4.4	Krytyczne ciśnienie zamknięcia . . . . .	191
4.4.5	Hemodynamika i jej podstawowe prawa . . . . .	192
	Zasada ciągłości przepływu . . . . .	192
	Prawo Poiseuille'a . . . . .	192
	Opór naczyniowy i jego pomiar . . . . .	193
	Przepływ krwi warstwowy i burzliwy . . . . .	194
4.4.6	Lepkość krwi i osiowa akumulacja krwinek . . . . .	194
4.4.7	Ciśnienie tętnicze chwilowe, średnie i pulsowe . . . . .	194
	Czynniki wpływające na ciśnienie średnie . . . . .	195
	Ciśnienie pulsowe i czynniki decydujące o jego amplitudzie . . . . .	195
4.4.8	Krzywa obwodowego ciśnienia tętniczego. Tętno tętnicze . . . . .	196
	Rozprzestrzenianie się fali tętna tętniczego . . . . .	198
4.4.9	Metody pomiaru ciśnienia tętniczego . . . . .	198
4.4.10	Czynniki wpływające na wielkość ciśnienia tętniczego . . . . .	199
4.4.11	Ciśnienie żyłne . . . . .	200
	Pomiar ciśnienia żylnego . . . . .	202
4.4.12	Tętno żyłne . . . . .	202
4.4.13	Powrót żylny . . . . .	202
<b>4.5</b>	<b>Mikrokrążenie . . . . .</b>	<b>203</b>
4.5.1	Przepływ krwi przez naczynia włosowate . . . . .	205
	Budowa ściany naczynia włosowatego . . . . .	205
4.5.2	Hipoteza Starlinga . . . . .	207
4.5.3	Dyfuzja przez ścianę naczyń włosowatych . . . . .	208
4.5.4	Zmiany w przezwłośniczkowej wymianie płynu . . . . .	209
4.5.5	Angiogeneza . . . . .	211
<b>4.6</b>	<b>Regulacja czynności układu krążenia . . . . .</b>	<b>211</b>
4.6.1	Miejscowa regulacja szerokości naczyń . . . . .	212
4.6.2	Ośrodkowa regulacja układu krążenia . . . . .	215
	Ośrodek sercowy . . . . .	215
	Ośrodek naczynioruchowy . . . . .	215
	Ośrodki krążeniowe podwzgórza . . . . .	217
	Ośrodki w korze mózgowej . . . . .	217
4.6.3	Odruchowa regulacja układu krążenia . . . . .	217
	Odruchy z baroreceptorów aortalno-zatokowych . . . . .	218
	Serce jako strefa odruchogenna . . . . .	220
<b>4.7</b>	<b>Krążenie wieńcowe . . . . .</b>	<b>221</b>
4.7.1	Pomiar przepływu wieńcowego . . . . .	222
4.7.2	Fazowość przepływu wieńcowego . . . . .	222
4.7.3	Czynniki wpływające na krążenie wieńcowe . . . . .	223
<b>4.8</b>	<b>Krążenie mózgowe . . . . .</b>	<b>226</b>
4.8.1	Przepływ mózgowy i jego regulacja . . . . .	227
<b>4.9</b>	<b>Wyrzut serca i przepływ krwi przez mięśnie przy wysiłku fizycznym . . . . .</b>	<b>229</b>
<b>4.10</b>	<b>Hipotonia ortostatyczna . . . . .</b>	<b>232</b>
<b>5</b>	<b>FIZJOLOGIA ODDYCHANIA . . . . .</b>	<b>235</b>
	<i>Piotr Gutkowski, Stanisław J. Konturek</i>	
<b>5.1</b>	<b>Wstęp . . . . .</b>	<b>235</b>
<b>5.2</b>	<b>Anatomia czynnościowa układu oddechowego . . . . .</b>	<b>237</b>
5.2.1	Strefy układu oddechowego . . . . .	237
5.2.2	Budowa ściany oskrzela . . . . .	238
5.2.3	Skurcz oskrzeli i jego kontrola . . . . .	239
5.2.4	Budowa pęcherzyków i siły retrakcji płuc . . . . .	240
<b>5.3</b>	<b>Mechanika oddychania . . . . .</b>	<b>240</b>
5.3.1	Ruchy oddechowe . . . . .	240
5.3.2	Przepona . . . . .	241
5.3.3	Ruch żeber i mięśnie oddechowe . . . . .	241
5.3.4	Zmiany ciśnienia wewnątrzopłucnowego i wewnątrzpęcherzykowego podczas cyklu oddechowego . . . . .	243

5.3.5	Opory sprężyste i niesprężyste płuc . . . . .	246
5.3.6	Podatność płuc i klatki piersiowej . . . . .	248
5.3.7	Opór dróg oddechowych . . . . .	249
5.3.8	Czynność górnych dróg oddechowych . . . . .	251
	Krtani jako narząd głosowy . . . . .	252
<b>5.4</b>	<b>Spirometria i wentylacja płuc . . . . .</b>	<b>253</b>
5.4.1	Objętości i pojemności płuc . . . . .	253
5.4.2	Spirometryczne próby statyczne . . . . .	253
5.4.3	Spirometryczne próby dynamiczne . . . . .	254
5.4.4	Wentylacja . . . . .	257
5.4.5	Anatomiczna przestrzeń martwa (nieużyteczna) . . . . .	257
5.4.6	Fizjologiczna przestrzeń martwa . . . . .	258
5.4.7	Pomiar składu anatomicznej i pęcherzykowej przestrzeni martwej . . . . .	258
<b>5.5</b>	<b>Krążenie płucne . . . . .</b>	<b>259</b>
5.5.1	Charakterystyka krążenia płucnego . . . . .	259
5.5.2	Profil ciśnień w krążeniu płucnym . . . . .	261
5.5.3	Opór w krążeniu płucnym . . . . .	264
5.5.4	Przepływ krwi przez płuca . . . . .	265
5.5.5	Regulacja krążenia płucnego . . . . .	266
5.5.6	Układ naczyniowy oskrzeli . . . . .	268
<b>5.6</b>	<b>Stosunek przepływu krwi przez płuca (perfuzji) do wentylacji pęcherzykowej . . . . .</b>	<b>268</b>
5.6.1	Nierównomierność wentylacji pęcherzyków płucnych . . . . .	269
5.6.2	Nierównomierność przepływu krwi . . . . .	269
5.6.3	Stosunek wentylacja–perfuzja w płucach . . . . .	269
<b>5.7</b>	<b>Dyfuzja . . . . .</b>	<b>271</b>
5.7.1	Prawa opisujące zachowanie się gazów . . . . .	271
5.7.2	Dyfuzja i gradient ciśnień parcjalnych tlenu . . . . .	272
5.7.3	Dyfuzja i gradient ciśnień parcjalnych CO <sub>2</sub> . . . . .	274
5.7.4	Dyfuzja gazów pomiędzy krwią a tkankami . . . . .	274
5.7.5	Transport gazów oddechowych we krwi . . . . .	275
5.7.6	Transport tlenu we krwi . . . . .	276
5.7.7	Krzywa dysocjacji Hb . . . . .	278
5.7.8	Niedotlenienie (hipoksja i hipoksemia) . . . . .	280
5.7.9	Nadtlenienie (hiperoksja i hiperoksemia) i tlenoterapia . . . . .	280
5.7.10	Sinica . . . . .	281
5.7.11	Związek tlenu węgla z hemoglobina . . . . .	281
5.7.12	Transport dwutlenku węgla we krwi . . . . .	282
5.7.13	Krzywa dysocjacji CO <sub>2</sub> , efekt Haldane'a. Hiperkapnia i hipokapnia . . . . .	282
<b>5.8</b>	<b>Regulacja oddychania . . . . .</b>	<b>284</b>
5.8.1	Ośrodek oddechowy . . . . .	284
5.8.2	Wpływ wyższych ośrodków nerwowych . . . . .	286
5.8.3	Rola receptorów płucnych . . . . .	287
5.8.4	Motoneurony mięśni oddechowych . . . . .	287
5.8.5	Chemiczna regulacja oddychania . . . . .	288
	Wpływ CO <sub>2</sub> i jonów H <sup>+</sup> na aktywność ośrodka oddechowego . . . . .	288
	Wpływ obniżonej prężności O <sub>2</sub> we krwi tętniczej na wentylację . . . . .	290
<b>5.9</b>	<b>Oddychanie a wysiłek fizyczny . . . . .</b>	<b>292</b>
5.9.1	Zużycie tlenu podczas wysiłku fizycznego a wentylacja płuc . . . . .	292
5.9.2	Wzrost PCO <sub>2</sub> w czasie wysiłku a hiperwentylacja . . . . .	294
5.9.3	Wzrost stężenia jonów H <sup>+</sup> a hiperwentylacja wysiłkowa . . . . .	294
5.9.4	Udział innych czynników w hiperwentylacji wysiłkowej . . . . .	295
<b>5.10</b>	<b>Oddychanie w warunkach obniżonego ciśnienia atmosferycznego . . . . .</b>	<b>296</b>
<b>5.11</b>	<b>Aklimatyzacja do niskiego ciśnienia parcjalnego tlenu . . . . .</b>	<b>298</b>
<b>5.12</b>	<b>Wpływ podwyższonego ciśnienia na organizm . . . . .</b>	<b>300</b>
<b>5.13</b>	<b>Oddychanie we śnie . . . . .</b>	<b>301</b>
<b>5.14</b>	<b>Oddychanie wspomagane . . . . .</b>	<b>302</b>

## **6 FIZJOLOGIA UKŁADU POKARMOWEGO . . . . . 305**

*Stanisław J. Konturek*

<b>6.1</b>	<b>Wstęp . . . . .</b>	<b>305</b>
<b>6.2</b>	<b>Neurohormonalna regulacja przyjmowania pokarmu . . . . .</b>	<b>305</b>
<b>6.3</b>	<b>Motoryka przewodu pokarmowego i dróg żółciowych . . . . .</b>	<b>307</b>
<b>6.4</b>	<b>Żucie . . . . .</b>	<b>310</b>
<b>6.5</b>	<b>Polykanie . . . . .</b>	<b>311</b>
<b>6.6</b>	<b>Regulacja perystaltyki przełyku . . . . .</b>	<b>313</b>
<b>6.7</b>	<b>Mechanizmy zamykające zwieracz wpustu . . . . .</b>	<b>314</b>
<b>6.8</b>	<b>Motoryka żołądka . . . . .</b>	<b>314</b>

6.8.1	Aktywność elektryczna i skurczowa żołądka	315
6.8.2	Regulacja motoryki żołądkowej	318
6.8.3	Opróżnianie żołądkowe	319
<b>6.9</b>	<b>Motoryka jelita cienkiego</b>	320
6.9.1	Aktywność elektryczna i skurczowa jelita cienkiego oraz jej regulacja	321
6.9.2	Wymioty	323
6.9.3	Zwieracz krętniczo-kątnicy	323
<b>6.10</b>	<b>Motoryka jelita grubego</b>	325
6.10.1	Aktywność elektryczna i skurczowa jelita grubego	325
6.10.2	Motoryczne mechanizmy odbytniczo-prostnicze	326
<b>6.11</b>	<b>Czynności wydzielnicze gruczołów trawiennych</b>	328
6.11.1	Wydzielanie śliny	328
6.11.2	Budowa i unerwienie gruczołów ślinowych	329
6.11.3	Objętość i skład śliny	330
6.11.4	Mechanizmy wydzielnicze śliny	332
6.11.5	Regulacja wydzielania śliny	332
6.11.6	Budowa błony śluzowej żołądka i wydzielanie żołądkowe	333
6.11.7	Bariera żołądkowa	337
6.11.8	Skład i wydzielanie soku żołądkowego	337
6.11.9	Czynniki neurohormonalne regulujące żołądkowe wydzielanie HCl	340
6.11.10	Fazy i mechanizmy wydzielania żołądkowego	342
6.11.11	Hamowanie wydzielania żołądkowego	344
6.11.12	Badanie wydzielania kwasu żołądkowego	345
6.11.13	Wydzielanie pepsynogenów	346
6.11.14	Czynnik wewnętrzny (IF, <i>intrinsic factor</i> )	347
6.11.15	Wydzielanie trzustkowe i budowa trzustki	348
6.11.16	Skład elektrolitowy soku trzustkowego i mechanizmy wydzielania dwuwęglanów	349
6.11.17	Fazy wydzielania trzustkowego i jego regulacja	352
6.11.18	Metody badania wydzielania trzustkowego	354
6.11.19	Interakcja wewnątrz- i zewnątrzwydzielnicza trzustki	355
6.11.20	Budowa błony śluzowej jelita cienkiego i wydzielanie jelitowe	355
6.11.21	Wydzielanie w obrębie gruczołów dwunastniczych	357
6.11.22	Wydzielanie w obrębie jelita cienkiego	357
6.11.23	Czynności dokrewne jelita cienkiego	358
6.11.24	Wydzielanie w obrębie jelita grubego	360
<b>6.12</b>	<b>Trawienie i wchłanianie jelitowe</b>	360
6.12.1	Strukturalna podstawa wchłaniania	360
6.12.2	Procesy transportu jelitowego	361
6.12.3	Wchłanianie wody i elektrolitów	361
6.12.4	Wchłanianie wapnia	363
6.12.5	Wchłanianie żelaza	363
6.12.6	Wchłanianie witamin	365
6.12.7	Trawienie i wchłanianie węglowodanów	367
6.12.8	Trawienie i wchłanianie białek	369
6.12.9	Trawienie i wchłanianie tłuszczów	371
6.12.10	Wchłanianie cholesterolu i witamin rozpuszczalnych w tłuszczach	374
6.12.11	Wchłanianie w jelicie grubym	374
6.12.12	Formowanie kału	376
<b>6.13</b>	<b>Czynności wątroby</b>	377
6.13.1	Budowa wątroby	377
6.13.2	Budowa pęcherzyka żółciowego	377
6.13.3	Wydzielanie żółci	377
6.13.4	Mechanizmy wydzielania żółci	382
6.13.5	Regulacja wydzielania żółci	383
6.13.6	Czynności wątrobowego układu krążenia	384
6.13.7	Czynności metaboliczne wątroby	386
6.13.8	Inne czynności wątroby	387
6.13.9	Próby czynnościowe wątroby	387
6.13.10	Pęcherzyk żółciowy i drogi żółciowe	388
<b>7</b>	<b>FIZJOLOGIA NEREK</b>	389
	<i>Ewa Szczepańska-Sadowska</i>	
<b>7.1</b>	<b>Funkcje nerek</b>	389
7.1.1	Dopływ krwi do nerek	389
7.1.2	Główne czynniki decydujące o prawidłowej funkcji nerek	389
<b>7.2</b>	<b>Mechanizm wytwarzania moczu</b>	390
7.2.1	Nefron jako podstawowa jednostka funkcjonalna	390
7.2.2	Mechanizm powstawania moczu pierwotnego	391

	Czynniki decydujące o wielkości filtracji w kłębuszkach nerkowych .....	391
	Czynniki powodujące zaburzenia filtracji kłębuszkowej .....	393
7.2.3	Powstawanie moczu ostatecznego z moczu pierwotnego .....	393
	Transport kanalikowy .....	393
	Kanalik proksymalny .....	394
	Pętla Henlego .....	396
	Kanalik dalszy i cewka zbiorcza .....	398
7.3	<b>Regulacja przepływu krwi w nerce i transportu kanalikowego .....</b>	399
7.3.1	Unaczynienie kory i rdzenia nerek .....	399
7.3.2	Autoregulacja przepływu krwi i filtracji w kłębuszkach nerkowych .....	399
	Autoregulacja filtracji kłębuszkowej .....	400
	Autoregulacja w naczyniach kory i rdzenia nerek .....	400
7.3.3	Równowaga kłębuszkowo-kanalikowa .....	401
7.3.4	Diureza presyjna .....	402
7.3.5	Inne przyczyny zmian diurezy .....	403
7.4	<b>Neurogenna regulacja przepływu nerkowego i transportu kanalikowego .....</b>	403
7.4.1	Unerwienie nerek .....	403
	Działanie noradrenaliny .....	403
	Inne neuroprzekaźniki .....	404
7.4.2	Odruchowa regulacja funkcji nerek .....	405
7.4.3	Regulacja przez neurony ośrodkowego układu nerwowego .....	405
7.4.4	Wzrost aktywności neuronów współczulnych unerwiających nerki w stanach fizjologicznych i patologicznych .....	405
7.5	<b>Hormonalna i humoralna regulacja przepływu nerkowego i transportu kanalikowego .....</b>	406
7.5.1	Układ renina-angiotensyna .....	406
	Regulacja wydzielania reniny i jej działanie .....	406
	Peptydy angiotensynowe .....	407
	Receptory i działanie angiotensyny II w nerkach .....	407
	Inne angiotensyny .....	409
	Układ renina-angiotensyna w patologii nerek .....	409
7.5.2	Aldosteron .....	409
	Działanie aldosteronu .....	409
	Ujemne skutki nadmiernej oraz niedostatecznej stymulacji receptorów MR .....	411
7.5.3	Wazopresyna .....	412
	Działanie wazopresyny w nerkach .....	412
	Zaburzenia wydzielania lub działania wazopresyny .....	412
7.5.4	Endoteliny .....	414
	Regulacja wydzielania i działanie endotelin .....	414
	Ujemne skutki nadmiernego wydzielania endotelin w nerkach .....	414
7.5.5	Endogenne inhibitory ATP-azy $3\text{Na}^+-2\text{K}^+$ .....	414
	Regulacja wydzielania i działanie inhibitorów ATP-azy aktywowanej przez $3\text{Na}^+$ i $2\text{K}^+$ ..	414
	Inhibitor ATP-azy $3\text{Na}^+-2\text{K}^+$ w stanach patologicznych .....	414
7.5.6	Peptydy natriuretyczne .....	415
	Mechanizm działania peptydów natriuretycznych .....	416
	Działanie peptydów natriuretycznych w nerkach .....	416
	Peptydy natriuretyczne w stanach patologicznych .....	416
7.5.7	Dopamina .....	416
7.5.8	Tlenek azotu .....	416
	Wytwarzanie tlenu azotu w nerkach .....	416
	Działanie tlenu azotu w nerkach .....	417
	Tlenek azotu w nerkach w stanach patologicznych .....	417
7.5.9	Adrenomedulina .....	417
7.5.10	Kininy .....	417
7.5.11	Eikozanoidy .....	417
7.5.12	Związki purynowe .....	417
	Cytokiny .....	418
7.6	<b>Mechanizmy zagęszczania i rozcieńczania moczu .....</b>	418
7.6.1	Zmiany osmolarności moczu podczas przepływu przez nefron .....	418
	Pętla Henlego jako wzmacniacz przeciwprądowy .....	420
	Rola naczyń prostych nerki w procesie zagęszczania i rozcieńczania moczu .....	420
	Rola krążenia mocznika w wytwarzaniu moczu hiperosmotycznego .....	421
7.7	<b>Udział nerek w regulacji gospodarki kwasowo-zasadowej .....</b>	422
7.7.1	Nerki jako trzecia linia obrony w regulacji gospodarki kwasowo-zasadowej .....	422
	Wchłanianie i wydalanie wodorowęglanów .....	422
	Wydalanie jonów $\text{H}^+$ .....	424
7.7.2	Regulacja pH moczu .....	424
	Bufor fosforanowy .....	425
	Bufor amonowy .....	425
7.8	<b>Inne funkcje nerek .....</b>	426
7.8.1	Regulacja gospodarki wapniowo-fosforanowej .....	426

	Wydalenie wapnia przez nerki .....	426
	Wydalenie fosforanów przez nerki .....	427
7.8.2	Hormonalna funkcja nerek .....	427
<b>8</b>	<b>GOSPODARKA WODNO-ELEKTROLITOWA</b> .....	429
	<i>Ewa Szczepańska-Sadowska</i>	
<b>8.1</b>	<b>Rozmieszczenie wody i elektrolitów</b> .....	429
8.1.1	Przestrzenie wodne .....	429
	Woda całkowita .....	429
	Rozmieszczenie wody w przestrzeniach płynowych .....	429
8.1.2	Stężenie jonów w płynach ustrojowych .....	429
8.1.3	Stężenie osmotyczne i ciśnienie osmotyczne .....	430
<b>8.2</b>	<b>Regulacja transportu jonów i wody przez błony biologiczne</b> .....	431
8.2.1	Transporty aktywne .....	431
	ATP-aza $3\text{Na}^+-2\text{K}^+$ .....	431
	Aktywny transport jonów wapnia .....	432
	Aktywny transport potasu .....	433
	Aktywny transport wodoru .....	433
8.2.2	Bierne transporty jonów .....	433
	Bierny transport jonów sodu .....	433
	Kanały przeciekowe dla jonów sodu .....	434
	Zaburzenia syntezy kanałów sodowych .....	435
	Bierny transport jonów wapnia .....	435
8.2.3	Bierny transport jonów potasu .....	436
8.2.4	Zaburzenia transportu jonów potasu .....	436
8.2.5	Transport jonów chloru .....	436
8.2.6	Transport magnezu .....	437
8.2.7	Transport wody .....	437
<b>8.3</b>	<b>Regulacja bilansu wody</b> .....	437
8.3.1	Prawidłowy bilans wody .....	437
	Odwodnienie zewnątrz- i wewnątrzkomórkowe .....	438
8.3.2	Regulacja przyjmowania wody .....	438
	Osmoreceptory i regulacja osmotyczna .....	439
	Regulacja pragnienia przez receptory układu krążenia i czynniki hormonalne .....	439
	Regulacja pragnienia przez receptory przewodu pokarmowego i wątroby .....	441
	Inne czynniki regulujące przyjmowanie wody .....	442
8.3.3	Regulacja wydalania wody .....	442
	Osmoreceptory i regulacja osmotyczna wydalania wazopresyny .....	443
	Receptory sercowo-naczyniowe i chemoreceptory .....	444
	Regulacja wydalania wazopresyny przez impulsację z receptorów przewodu pokarmowego i wątroby .....	445
	Inne czynniki regulujące wydalanie wazopresyny .....	445
8.3.4	Skoordynowana regulacja osmolalności płynów ustrojowych przez wazopresynę i układ pragnienia .....	446
8.3.5	Zaburzenia osmolalności i stężenia sodu w płynach ustrojowych .....	446
<b>8.4</b>	<b>Regulacja bilansu elektrolitów</b> .....	447
8.4.1	Regulacja bilansu sodu .....	447
	Bilans sodu .....	447
	Spożywanie sodu .....	447
	Regulacja wydalania sodu .....	448
	Zaburzenia bilansu sodu .....	448
8.4.2	Regulacja bilansu potasowego .....	449
	Bilans potasowy .....	449
	Wydalenie potasu .....	450
8.4.3	Regulacja bilansu wapnia i fosforanów .....	450
	Bilans wapnia i fosforanów .....	451
	Wchłanianie wapnia i fosforanów w przewodzie pokarmowym .....	451
	Wydalenie wapnia .....	451
	Wydalenie fosforanów .....	452
	Zaburzenia bilansu wapnia i fosforanów .....	452
8.4.4	Regulacja bilansu chloru .....	453
<b>8.5</b>	<b>Regulacja objętości płynu w przestrzeni zewnątrzkomórkowej i w komórkach</b> .....	453
8.5.1	Regulacja objętości płynu wewnątrznaczyniowego i śródmiąższowego .....	453
8.5.2	Regulacja objętości komórek .....	454
	Zmiany objętości komórek w warunkach izoosmotycznych .....	454
	Adaptacja komórek do długotrwałych zmian osmolalności w środowisku .....	455



<b>9</b>	<b>METABOLIZM I JEGO REGULACJA</b> .....	457
	<i>Aldona Dembińska-Kieć, Joanna Góralska</i>	
<b>9.1</b>	<b>Wstęp</b> .....	457
9.1.1	Uzyskiwanie energii z pożywienia i pojęcie energii swobodnej .....	457
<b>9.2</b>	<b>Bilans energetyczny i rola wiązań wysokoenergetycznych</b> .....	457
9.2.1	Podstawowe pojęcia .....	457
9.2.2	Miejsce i rola wiązań wysokoenergetycznych (ATP) w organizmie .....	458
9.2.3	Inne związki fosforanowe o wysokiej energii. Rola fosfokreatyny .....	459
9.2.4	Miejsce wytwarzania energii swobodnej organizmu .....	460
9.2.5	Kontrola energii uwalnianej przez komórki .....	463
	Ilość ADP jako czynnik kontrolujący szybkość uzyskiwania energii .....	463
	Rola kinazy białkowej aktywowanej przez AMD (AMPK) w regulacji metabolizmu .....	463
9.2.6	Metabolizm węglowodanów i powstawanie adenozyntrifosforanu (ATP) .....	464
	Kluczowa rola glukozy w metabolizmie węglowodanów .....	464
	Transport glukozy przez błony komórkowe .....	465
	Glikoliza tlenowa .....	466
	Glikoliza beztlenowa .....	467
	Cykl kwasów trkarboksylowych .....	468
	Bilans energetyczny przemiany glukozy do CO <sub>2</sub> i H <sub>2</sub> O .....	469
	Glukoneogeneza i glikogenogeneza (odtworzenie i magazynowanie zapasów glukozy) .....	469
	Uzyskiwanie energii z glukozy drogą cyklu pentozofosforanowego (pentozowego) .....	472
9.2.7	Metabolizm tłuszczów a wytwarzanie energii swobodnej .....	473
	Eikozanoidy .....	473
	Transport triglicerydów i innych tłuszczów z przewodu pokarmowego .....	
	Rola chylomikronów (tłuszcz „egzogeny”) .....	476
	Lipoproteiny – ich funkcja w transporcie triglicerydów, cholesterolu i fosfolipidów .....	478
	Tkanka tłuszczowa jako magazyn i gruczoł dokrewny regulujący metabolizm. Adipokiny .....	479
	Wątroba a lipidy .....	480
	Powstawanie ATP drogą utleniania kwasów tłuszczowych .....	482
	Biosynteza kwasów tłuszczowych .....	483
	Biosynteza triglicerydów .....	483
	Metabolizm ciał ketonowych .....	484
	Kontrola energii uzyskiwanej z triglicerydów .....	484
	Otyłość .....	485
	Fosfolipidy, sfingomieliny i cholesterol .....	486
	Cholesterol i estry cholesterolu .....	487
9.2.8	Metabolizm białek .....	488
	Aminokwasy we krwi .....	488
	Aminokwasy egzo- i endogenne .....	490
	Wykorzystanie białek jako źródła energii .....	490
	Wytwarzanie mocznika w wątrobie. Cykl mocznikowy – detoksykacja amoniaku .....	490
	Hormonalna regulacja metabolizmu białek .....	491
<b>9.3</b>	<b>Tempo metabolizmu</b> .....	492
9.3.1	Pomiar całkowitej energii organizmu człowieka .....	492
	Kalorymetria pośrednia. Energetyczny ekwiwalent tlenu .....	492
9.3.2	Czynniki wpływające na wytwarzanie energii .....	493
	Równoważniki energetyczne .....	493
	Podstawowa przemiana materii (PPM) .....	494
<b>9.4</b>	<b>Temperatura ciała i jej regulacja. Stan gorączkowy</b> .....	495
9.4.1	Normalna temperatura ciała. Temperatura wewnątrz ciała i temperatura skóry .....	495
9.4.2	Regulacja temperatury ciała przez równowagę między ilością ciepła wytworzonego i ilością ciepła oddanego .....	495
	Wytwarzanie ciepła .....	495
	Straty ciepła .....	496
	System izolacyjny ciała .....	496
	Pocenie się i jego regulacja przez autonomiczny system nerwowy .....	497
	Dostosowanie mechanizmu pocenia do podwyższonej temperatury – rola aldosteronu .....	
	Rola podwzgórza w regulacji temperatury ciała .....	497
	Mechanizmy obniżające lub podwyższające temperaturę ciała .....	498
9.4.3	Odstępstwa w regulacji temperatury ciała .....	498
	Gorączka .....	498
	Zaburzenia w podwzgórzowym ośrodku regulującym temperaturę podczas chorób przebiegających z gorączką – wpływ pirogenów .....	499
	Mechanizm działania pirogenów w wyzwalaniu stanów gorączkowych oraz rola interleukiny 1 (IL-1) .....	499
	Gorączka spowodowana uszkodzeniami mózgu .....	499
	Charakterystyka stanów gorączkowych. Dreszcze .....	499

	Udar cieplny .....	499
	Szkodliwe działanie wysokiej temperatury .....	500
<b>9.5</b>	<b>Witaminy i ich funkcje w organizmie człowieka .....</b>	<b>500</b>
9.5.1	Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach .....	500
	Witamina A (retinol, retinal) .....	500
	Witamina D (cholekalcyferol) .....	501
	Witamina E ( $\alpha$ -tokoferol) .....	501
	Witamina K .....	501
9.5.2	Witaminy rozpuszczalne w wodzie .....	501
	Witamina C (kwas askorbinowy) .....	501
	Kwas foliowy (folacyna, foliany) .....	502
	Witamina B <sub>1</sub> (tiamina) .....	502
	Witamina B <sub>2</sub> (ryboflawina) .....	502
	Witamina B <sub>3</sub> (niacyna, kwas nikotynowy) .....	502
	Witamina B <sub>5</sub> (kwas pantotenowy) .....	502
	Witamina B <sub>6</sub> (pirydoksal, pirydoksamina) .....	502
	Biotyna .....	502
	Witamina B <sub>12</sub> .....	503
<b>9.6</b>	<b>Pierwiastki śladowe (mikroelementy) .....</b>	<b>503</b>
<b>9.7</b>	<b>Zakończenie .....</b>	<b>503</b>

## **10 FIZJOLOGIA WYDZIELANIA WEWNĘTRZNEGO .....** **505**

*Aleksandra Szlachcic, Stanisław J. Konturek*

<b>10.1</b>	<b>Charakterystyka wydzielania wewnętrznego .....</b>	<b>505</b>
10.1.1	Ogólne cechy hormonów .....	505
10.1.2	Rodzaje hormonów .....	505
10.1.3	Kontrola wydzielania dokrewnego .....	507
10.1.4	Biosynteza hormonów .....	507
10.1.5	Uwalnianie hormonów .....	507
10.1.6	Transport hormonów w osoczu .....	508
10.1.7	Rola i podział receptorów hormonalnych .....	509
10.1.8	Metody oznaczania hormonów .....	510
<b>10.2</b>	<b>Hormony podwzgórza .....</b>	<b>510</b>
10.2.1	Wazopresyna argininowa .....	510
10.2.2	Oksytocyna .....	511
10.2.3	Podwzgórzowe hormony uwalniające i hamujące .....	512
<b>10.3</b>	<b>Hormony przedniego płata przysadki .....</b>	<b>512</b>
10.3.1	Hormon wzrostu .....	512
10.3.2	Prolaktyna .....	515
10.3.3	Hormony tropowe przysadki .....	517
<b>10.4</b>	<b>Hormony części pośredniej przysadki .....</b>	<b>517</b>
<b>10.5</b>	<b>Hormony rdzenia nadnerczy .....</b>	<b>517</b>
10.5.1	Wytwarzanie, uwalnianie i inaktywacja amin katecholowych .....	518
10.5.2	Mechanizm i zakres działania adrenaliny i noradrenaliny .....	519
<b>10.6</b>	<b>Hormony kory nadnerczy .....</b>	<b>520</b>
10.6.1	Biosynteza i struktura hormonów kory nadnerczy .....	520
10.6.2	Mineralokortykoidy .....	520
	Regulacja wydzielania aldosteronu .....	522
	Działanie biologiczne aldosteronu .....	522
10.6.3	Glikokortykoidy .....	522
	Regulacja wydzielania glikokortykoidów .....	524
	Działanie glikokortykoidów .....	524
10.6.4	Androgeny kory nadnerczy .....	526
<b>10.7</b>	<b>Hormony gruczołu tarczowego .....</b>	<b>526</b>
10.7.1	Metabolizm jodu .....	527
10.7.2	Wytwarzanie, gromadzenie, uwalnianie i katabolizm hormonów gruczołu tarczowego .....	527
10.7.3	Czynność hormonów gruczołu tarczowego .....	529
10.7.4	Regulacja wydzielania hormonów gruczołu tarczowego .....	530
<b>10.8</b>	<b>Czynności wewnątrzwydzielnicze trzustki .....</b>	<b>531</b>
10.8.1	Glukagon .....	532
	Działanie biologiczne glukagonu .....	532
10.8.2	Insulina .....	533
	Fizjologiczne oddziaływanie insuliny .....	536
<b>10.9</b>	<b>Hormonalna regulacja metabolizmu wapniowo-fosforanowego .....</b>	<b>537</b>
10.9.1	Metabolizm wapniowo-fosforanowy .....	537
10.9.2	Fizjologia tkanki kostnej .....	538
10.9.3	Układy hormonalne w homeostazie wapniowo-fosforanowej .....	539
10.9.4	Parathormon (PTH) .....	540

10.9.5	Kalcytonina .....	540
10.9.6	Hormonalna postać witaminy D <sub>3</sub> .....	541
<b>10.10</b>	<b>Hormony szyszynki</b> .....	542
<b>10.11</b>	<b>Czynności dokrewne gonad</b> .....	543
10.11.1	Kontrola wewnątrzwydzielniczej aktywności jąder .....	543
	Biosynteza i czynności androgenów .....	544
10.11.2	Biosynteza i czynności hormonów jajnikowych .....	545
	Estrogeny .....	546
	Progesteron .....	546
	Relaksyna .....	547
	Regulacja funkcji jajników .....	547
	Kontrola cyklu menstruacyjnego .....	548
<b>10.12</b>	<b>Hormony łożyska</b> .....	549

## **11 FIZJOLOGIA ROZRODU** .....

*Aleksandra Szlachcic, Stanisław J. Konturek*

<b>11.1</b>	<b>Genetyczne uwarunkowania płci</b> .....	551
<b>11.2</b>	<b>Rozwój embrionalny narządu rozrodczego</b> .....	552
<b>11.3</b>	<b>Dojrzewanie płciowe</b> .....	552
<b>11.4</b>	<b>Okres klimakterium</b> .....	553
<b>11.5</b>	<b>Czynności fizjologiczne męskiego układu płciowego</b> .....	554
11.5.1	Spermatogeneza .....	554
	Nasienie .....	554
11.5.2	Męskie reakcje seksualne .....	555
<b>11.6</b>	<b>Czynności fizjologiczne żeńskiego układu płciowego</b> .....	557
11.6.1	Czynność jajników .....	557
11.6.2	Błona śluzowa macicy i narządy płciowe w cyklu miesięczkowym .....	557
11.6.3	Żeńskie reakcje seksualne .....	558
11.6.4	Ciąża .....	559
11.6.5	Poród .....	560
11.6.6	Laktacja .....	561

## **12 UKŁAD NERWOWY I NARZĄDY ZMYŚŁÓW** .....

*Bogdan Sadowski*

<b>12.1</b>	<b>Fizjologia neuronu i przekaźnictwo synaptyczne</b> .....	565
12.1.1	Neurogeneza .....	565
12.1.2	Struktura funkcjonalna neuronu .....	565
	Rodzaje neuronów .....	566
	Ciało neuronu (perykarion) .....	567
	Wypustki neuronu .....	568
	Cytoskielet .....	569
	Transport aksonalny .....	570
12.1.3	Glej .....	570
12.1.4	Neurony jako komórki pobudliwe .....	571
	Budowa błony neuronu .....	571
	Zjawiska elektryczne w neuronie .....	572
	Kanały i prądy jonowe .....	573
	Transportery jonów .....	574
12.1.5	Synapsy .....	576
	Synapsy chemiczne .....	576
	Uwalnianie i działanie substancji przekaźnikowych w synapsie .....	576
	Receptory postsynaptyczne .....	576
12.1.6	Pobudzanie i hamowanie neuronu za pośrednictwem kanałów jonowych .....	577
	Potencjały postsynaptyczne .....	578
	Pobudzenie neuronu .....	578
	Hamowanie neuronu .....	582
12.1.7	Rola kanałów jonowych w regulacji pobudliwości neuronu .....	582
	Kanały sodowe nieulegające inaktywacji .....	582
	Kanały wapniowe .....	582
	Kanały potasowe .....	583
12.1.8	Przewodzenie impulsów we włóknach nerwowych .....	584
	Przewodzenie impulsów ciągłe i skokowe .....	584
	Pobudliwość włókien nerwowych. Zależność szybkości przewodzenia impulsów od kalibru włókna .....	584
12.1.9	Receptory metabotropowe .....	585
	Regulacja liczby aktywnych receptorów .....	587

	Białka G .....	587
	Przebiegi wtórne .....	587
	Fosforylacja i defosforylacja białek .....	588
	Wpływ kinaz białkowych na czynniki transkrypcyjne i ekspresję genów .....	589
12.1.10	Czynniki wzrostu .....	589
	Działanie czynników wzrostu na neurony .....	589
	Czynniki wzrostu występujące w układzie nerwowym .....	589
	Właściwości receptorów czynników wzrostu .....	593
12.1.11	Neuroprzebiegi .....	594
	Klasyfikacja neuroprzebiegów .....	594
	Kotransmitery i neuromodulatory .....	594
12.1.12	Neuroprzebiegi klasyczne .....	594
	Acetylocholina .....	595
	Katecholaminy .....	595
	5-Hydroksytryptamina (serotonina) .....	597
	Histamina .....	597
	Aminokwasy pobudzające .....	598
	Aminokwasy hamujące .....	599
12.1.13	Transmisja purynergiczna .....	599
12.1.14	Neuropeptydy .....	600
12.1.15	Kannabinoidy .....	601
12.1.16	Synapsy elektryczne .....	601
12.1.17	Bariery między przestrzeniami płynowymi mózgowia .....	601
	Płyn mózgowo-rdzeniowy .....	602
	Bariera między krwią a płynem mózgowo-rdzeniowym .....	604
	Bariera między płynem mózgowo-rdzeniowym a mózgiem .....	604
	Bariera krew-mózg .....	604
	Narządy okołokomorowe .....	605
<b>12.2</b>	<b>Czynności czuciowe</b> .....	606
12.2.1	Receptory .....	606
	Siła bodźca a pobudzenie receptorów .....	607
	Ocena intensywności bodźca .....	607
12.2.2	Czucie somatyczne .....	607
	Czucie powierzchniowe .....	608
	Włókna nerwowe przewodzące czucie powierzchniowe .....	608
	Pobudzenie receptora czucia dotyku .....	608
	Kanały TRP .....	608
12.2.3	Czucie dotyku .....	610
12.2.4	Czucie temperatury .....	611
12.2.5	Dwa schematy unerwienia tułowia i kończyn .....	611
12.2.6	Czucie głębokie .....	612
12.2.7	Przebieg dróg czuciowych w rdzeniu kręgowym i pniu mózgu .....	612
12.2.8	Organizacja czucia somatycznego w obszarze głowy .....	613
12.2.9	Ośrodki czuciowe wzgórza .....	614
12.2.10	Okolica czuciowa (somatosensoryczna) kory mózgu .....	614
	Lokalizacja funkcji w okolicy czuciowej kory .....	614
	Zaburzenia czucia wskutek uszkodzeń mózgu .....	616
12.2.11	Utrzymanie równowagi ciała .....	616
	Aparat przedsionkowy .....	616
	Woreczek i łagiewka .....	617
	Przewody półkoliste .....	618
	Pobudzenie i hamowanie receptorów równowagi .....	618
	Adaptacja receptorów równowagi .....	618
	Jądra przedsionkowe .....	618
<b>12.3</b>	<b>Ból</b> .....	619
12.3.1	Receptory bólowe .....	620
	Właściwości włókien nerwowych przewodzących czucie bólu .....	620
	Rola kanałów sodowych w czuciu bólu .....	620
12.3.2	Modulacja czucia bólu. Bramka rdzeniowa .....	621
12.3.3	Przeciwbólowe działanie akupunktury .....	621
12.3.4	Drogi i ośrodki czucia bólu .....	621
12.3.5	Ból patologiczny .....	622
	Nasilenie transmisji synaptycznej w ośrodkach czuciowych rdzenia kręgowego .....	624
	Ból odniesiony .....	624
12.3.6	Ośrodkowy system tłumienia bólu .....	626
	Rola peptydów opioidowych w tłumieniu bólu .....	626
	Receptory opioidowe .....	627
12.3.7	Świad .....	628
<b>12.4</b>	<b>Układ wzrokowy</b> .....	628
12.4.1	Budowa i funkcje oka .....	628

12.4.2	Ciśnienie śródgałkowe .....	629
12.4.3	Właściwości optyczne oka .....	629
12.4.4	Siatkówka .....	630
	Fotorecepcja i fototransdukcja .....	630
	Przenoszenie informacji wzrokowej w siatkówce .....	632
	Światłoczułe komórki zwojowe .....	634
12.4.5	Adaptacja oka do światła i do ciemności .....	634
	Mechanizm fototopowy i skototopowy widzenia .....	635
	Zjawisko Purkiniego .....	635
12.4.6	Pola recepcyjne komórek zwojowych siatkówki .....	635
12.4.7	Zdolność rozdzielcza oka .....	635
12.4.8	Koncentryczna organizacja pól recepcyjnych komórek zwojowych .....	635
12.4.9	Widzenie barw .....	636
	Reakcje komórek zwojowych na barwy dopełniające .....	637
	Zaburzenia widzenia barw .....	638
12.4.10	Strumienie informacji wzrokowej .....	638
12.4.11	Reagowanie układu wzrokowego na wzorce bodźców .....	638
12.4.12	Pole widzenia .....	638
	Widzenie stereoskopowe .....	639
	Ubytki w polu widzenia .....	640
12.4.13	Ruchy gałek ocznych .....	641
	Znaczenie ruchów gałek ocznych .....	641
	Odruch błędnikowo-oczny .....	643
	Reakcja optokinetyczna .....	643
	Ruchy sakadyczne, ruchy podążania, odruch wpatrywania się .....	643
	Ośrodki kontrolujące ruchy gałek ocznych .....	644
12.4.14	Unerwienie autonomiczne oka .....	644
	Akomodacja oka .....	644
	Regulacja szerokości źrenic .....	644
<b>12.5</b>	<b>Układ słuchowy</b> .....	645
12.5.1	Budowa i czynność narządu słuchu .....	645
	Kosteczki słuchowe .....	645
	Ucho wewnętrzne .....	645
	Kanał spiralny ślimaka i przewód ślimakowy .....	646
	Płyny w narządach ucha wewnętrznego .....	647
	Komórki włoskowate .....	647
12.5.2	Przebieg fali akustycznej w uchu wewnętrznym .....	648
	Pobudzenie komórek włoskowatych wewnętrznym .....	648
	Sprzężenie elektromechaniczne w komórkach włoskowatych zewnętrznych .....	649
	Unerwienie komórek włoskowatych .....	649
12.5.3	Kodowanie informacji słuchowej w nerwie ślimakowym .....	650
12.5.4	Podkorowe ośrodki słuchu. Ocena położenia źródła dźwięku .....	650
12.5.5	Organizacja okolicy słuchowej kory mózgu .....	651
12.5.6	Badanie słuchu .....	652
	Audiometria .....	652
	Zaburzenia słuchu .....	653
<b>12.6</b>	<b>Węch i smak</b> .....	653
12.6.1	Węch .....	653
	Budowa i czynność komórek węchowych .....	653
	Białka receptorowe .....	654
	Transdukcja sygnału w komórce węchowej .....	654
	Sieć nerwowa opuszki węchowej .....	655
	Wybiórczość percepcji węchowej .....	656
	Ośrodki węchu .....	656
12.6.2	Smak .....	657
	Receptory smaku .....	657
	Drogi czucia smaku .....	658
<b>12.7</b>	<b>Czynności ruchowe</b> .....	659
12.7.1	Odruchy .....	659
12.7.2	Organizacja ośrodków ruchowych rdzenia kręgowego .....	660
12.7.3	Jednostki ruchowe .....	662
12.7.4	Unerwienie czuciowe mięśni .....	662
	Wrzecionka nerwowo-mięśniowe .....	662
	Odruch na rozciąganie (miotatyczny) .....	664
12.7.5	Rola odruchów rdzeniowych w sterowaniu ruchem .....	665
	Napięcie mięśniowe .....	665
	Wzajemne unerwienie mięśni antagonistycznych .....	666
	Rdzeniowe odruchy obronne .....	666
	Proste czynności lokomocyjne wywoływane przez rdzeń kręgowy .....	667
12.7.6	Spastyczność rdzenia .....	667

12.7.7	Nadrzędniowa kontrola czynności ruchowych .....	667
	Regulacja napięcia mięśniowego przez pień mózgu .....	668
	Jądro czerwienne .....	669
12.7.8	Obszary ruchowe kory mózgu .....	670
	Pierwotna okolica ruchowa .....	670
	Okolice przedruchowa i dodatkowa okolica ruchowa .....	671
	Udział kory czuciowej w sterowaniu ruchami .....	671
12.7.9	Sterowanie ruchami dowolnymi .....	671
	Planowanie i programowanie ruchu .....	671
	Powstawanie rozkazu wykonania ruchu .....	672
	Wysyłanie rozkazu ruchu. Drogi korowo-rdzeniowe .....	673
	Objawy uszkodzenia drogi piramidowej .....	674
12.7.10	Jądra podstawne .....	675
	Połączenia jąder podstawnych .....	675
	Projekcje z kory mózgu do jąder podstawnych .....	675
	Oddziaływanie jąder podstawnych na struktury pnia mózgu .....	676
	Unerwienie dopaminergiczne prążkowiec .....	676
	Oddziaływania jąder podstawnych na korowe i podkorowe ośrodki ruchowe .....	676
	Objawy uszkodzenia jąder podstawnych .....	676
12.7.11	Mózdzek .....	677
	Budowa mózdzku .....	677
	Połączenia mózdzku .....	679
	Korekcja czynności ruchowych przez mózdzek .....	679
	Objawy uszkodzenia mózdzku .....	680
<b>12.8</b>	<b>Układ autonomiczny</b> .....	<b>680</b>
12.8.1	Części układu autonomicznego .....	680
12.8.2	Neuroprzekazniki w układzie autonomicznym .....	681
12.8.3	Układ współczulny .....	681
	Ośrodki układu współczulnego .....	681
	Pień współczulny i nerwy współczulne .....	681
	Sploty autonomiczne .....	682
	Część rdzenna nadnerczy .....	683
	Przekazywanie pobudzenia w zwojach współczulnych .....	683
	Regulacja czynności ośrodków współczulnych .....	686
12.8.4	Układ przywspółczulny .....	688
12.8.5	Funkcje czuciowe układu autonomicznego .....	688
12.8.6	Działanie układu autonomicznego na narządy .....	688
	Napięcie układu współczulnego i przywspółczulnego .....	690
	Uogólnione i miejscowe działanie układu autonomicznego .....	690
	Unerwienie narządów przez układ współczulny i przywspółczulny .....	690
12.8.7	Regulacja czynności układu autonomicznego przez układ limbiczny .....	691
<b>12.9</b>	<b>Czynności popędowo-emocjonalne</b> .....	<b>691</b>
12.9.1	Struktury korowe układu limbicznego .....	691
12.9.2	Ciało migdałowe .....	692
	Połączenia ciała migdałowego .....	693
	Czynności ciała migdałowego .....	693
12.9.3	Podwzgórze .....	693
	Jądra podwzgórza .....	693
	Połączenia podwzgórza .....	694
12.9.4	Jądro półleżące .....	695
12.9.5	Przegroda .....	695
12.9.6	Systemy o jednolitym neurochemicznym podłożu transmisji synaptycznej .....	695
	Systemy noradrenergiczne .....	695
	Systemy dopaminergiczne .....	695
	System serotoninergiczny .....	696
12.9.7	Istota szara okołowodociągowa .....	697
12.9.8	Potrzeby, popędy, emocje .....	697
12.9.9	Emocje .....	697
	Emocje człowieka .....	697
	Strach i lęk .....	698
	Wściekłość .....	698
	Sterowanie strachem i wściekłością przez układ limbiczny .....	698
	Lęk jako choroba .....	699
12.9.10	Odczuwanie przyjemności i przykrości .....	699
12.9.11	Nastroj .....	699
	Neuroanatomiczne podłoże depresji .....	699
	Neurochemiczne podłoże depresji .....	700
12.9.12	Stres .....	700
	Hormony stresowe .....	700
	Pobudzenie osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej .....	700

	Zmiany aktywności układów neuroprzebieżnikowych mózgu w stanie stresu . . . . .	701
	Pobudzenie układu współczulnego . . . . .	701
	Adaptacyjne znaczenie stresu . . . . .	702
	Działanie glikokortykosteroidów na układ nerwowy . . . . .	702
<b>12.10</b>	<b>Czuwanie, sen i rytmika funkcji fizjologicznych . . . . .</b>	<b>702</b>
12.10.1	Czuwanie i świadomość . . . . .	703
12.10.2	Twór siatkowaty i układ siatkowaty . . . . .	703
12.10.3	Elektroencefalograficzne korelaty czuwania . . . . .	704
	Synchronizacja i desynchronizacja fal EEG . . . . .	704
	Elektroencefalogram człowieka w stanie czuwania . . . . .	704
	Reakcja wzbudzenia . . . . .	705
12.10.4	Sen . . . . .	705
	Fazy snu u zwierząt . . . . .	705
	Fazy i okresy snu u człowieka . . . . .	706
12.10.5	Mechanizm powstawania fal EEG . . . . .	707
	Środkowa część wzgórza jako rozrusznik fal wolnych . . . . .	707
	Pozawzgórzowe ośrodki synchronizacji EEG . . . . .	707
	Powstawanie desynchronizacji EEG . . . . .	707
	Powstawanie snu REM. Udział neuronów cholinergicznych mostu . . . . .	710
12.10.6	Charakterystyka snu u człowieka . . . . .	710
	Marzenia senne . . . . .	711
	Potrzeba snu a skłonność do snu . . . . .	711
	Czynniki snu . . . . .	711
	Fizjologiczna rola snu . . . . .	711
12.10.7	Rytmy biologiczne i ich rodzaje . . . . .	712
	Neurofizjologiczny mechanizm sterowania rytmem okołodobowym . . . . .	712
	Okołodobowa rytmika czynności organizmu . . . . .	714
12.10.8	Patologia snu . . . . .	715
	Bezsennosc . . . . .	715
	Narkolepsja . . . . .	715
	Zaburzenia wynikające z przesunięcia faz rytmu okołodobowego . . . . .	715
	Choroba transatlantycka ( <i>jet lag</i> ) . . . . .	716
	Układ krążenia podczas snu . . . . .	716
	Oddychanie podczas snu . . . . .	716
<b>12.11</b>	<b>Mechanizmy pamięci . . . . .</b>	<b>717</b>
12.11.1	Klasyfikacja pamięci . . . . .	717
12.11.2.	Pamięć krótkotrwała i długotrwała . . . . .	717
	Pamięć robocza . . . . .	717
	Pamięć długotrwała . . . . .	717
12.11.3	Pamięć opisowa (deklaratywna) . . . . .	718
	Pamięć epizodyczna i semantyczna . . . . .	718
	Pamięć autobiograficzna . . . . .	718
12.11.4	Pamięć nieświadoma . . . . .	718
	Torowanie . . . . .	718
	Pamięć proceduralna . . . . .	719
12.11.5	Zaburzenia pamięci . . . . .	719
	Choroba Alzheimera . . . . .	719
	Zespół Korsakowa . . . . .	719
	Upośledzenie pamięci semantycznej . . . . .	719
	Rola hipokampa w mechanizmie pamięci . . . . .	720
12.11.6	Kodowanie śladów pamięciowych w różnych strukturach mózgu . . . . .	721
12.11.7	Istota śladu pamięciowego . . . . .	721
12.11.8	Odruchy warunkowe . . . . .	722
	Klasyczne odruchy warunkowe . . . . .	722
	Klasyczne odruchy warunkowe u człowieka . . . . .	723
	Hamowanie odruchów warunkowych . . . . .	724
	Instrumentalne odruchy warunkowe . . . . .	725
<b>12.12</b>	<b>Mowa i czynności intelektualne . . . . .</b>	<b>726</b>
12.12.1	Właściwości mowy . . . . .	726
	Mowa a język . . . . .	726
	Wrodzona zdolność nabywania mowy . . . . .	726
	Mózgowe mechanizmy mowy . . . . .	726
12.12.2	Afazje . . . . .	726
	Afazja ruchowa . . . . .	727
	Afazja słuchowa (czuciowa) . . . . .	728
	Afazja amnestyczna . . . . .	728
	Afazja przewodzenia . . . . .	728
	Zaburzenia mowy wynikające z uszkodzenia mózdzku . . . . .	729
12.12.3	Funkcjonowanie mechanizmów mowy u ludzi zdrowych . . . . .	729
12.12.4	Dominacja półkuli a funkcjonalna asymetria półkul mózgu . . . . .	730

12.12.5	Kora mózgu a zachowanie się człowieka .....	731
	Okolica przedczołowa .....	731
	Adynamia czołowa .....	732
	Płat ciemieniowy .....	732
	Płat skroniowy .....	733
<b>13</b>	<b>FIZJOLOGIA MIĘŚNI SZKIELETOWYCH I GŁADKICH .....</b>	<b>735</b>
	<i>Adrian Chabowski, Jan Górski</i>	
<b>13.1</b>	<b>Ogólna charakterystyka mięśni .....</b>	<b>735</b>
<b>13.2</b>	<b>Charakterystyka mięśni szkieletowych .....</b>	<b>735</b>
13.2.1	Organizacja anatomiczna mięśni szkieletowych .....	735
13.2.2	Organizacja anatomiczno-czynnościowa mięśni szkieletowych .....	735
	Budowa nici miozyny .....	737
	Budowa nici aktyny .....	737
	Elementy sprężyste cytoszkieletu .....	738
	Ultrastruktura komórek mięśni szkieletowych .....	738
	Dystrofinopatie .....	740
<b>13.3</b>	<b>Pobudliwość mięśni szkieletowych .....</b>	<b>740</b>
<b>13.4</b>	<b>Ukrwienie mięśni szkieletowych .....</b>	<b>741</b>
13.4.1	Toniczne napięcie podstawowe naczyń krążenia mięśniowego (regulacja nerwowa przepływu krwi przez mięśnie szkieletowe) .....	741
13.4.2	Przekrwienie czynnościowe (metaboliczna regulacja przepływu krwi przez mięśnie szkieletowe) .....	741
13.4.3	Pompa mięśniowa .....	742
<b>13.5</b>	<b>Unerwienie mięśni szkieletowych .....</b>	<b>742</b>
13.5.1	Jednostka motoryczna .....	743
13.5.2	Płynność ruchu .....	743
	Rola receptorów wewnątrzmięśniowych .....	743
	Rola receptorów ścięgnistych .....	744
13.5.3	Złącze nerwowo-mięśniowe .....	744
	Struktura złącza nerwowo-mięśniowego .....	744
	Mechanizm przekaźnictwa sygnału w złączu nerwowo-mięśniowym .....	745
	Choroby złącza nerwowo-mięśniowego .....	745
<b>13.6</b>	<b>Sprężenie elektromechaniczne .....</b>	<b>746</b>
<b>13.7</b>	<b>Molekularny mechanizm skurczu .....</b>	<b>746</b>
13.7.1	„Ślizgowa” teoria skurczu .....	747
<b>13.8</b>	<b>Rodzaje skurczu .....</b>	<b>747</b>
13.8.1	Podział ze względu na częstotliwość pobudzeń .....	747
13.8.2	Podział ze względu na rodzaj wykonywanej pracy .....	748
<b>13.9</b>	<b>Siła rozwijana przez mięśnie .....</b>	<b>748</b>
13.9.1	Siła rozwijana przez mięśnie a wstępne rozciągnięcie mięśnia .....	749
13.9.2	Siła rozwijana przez mięśnie a rekrutacja jednostek motorycznych .....	750
13.9.3	Siła rozwijana przez mięśnie a częstotliwość pobudzeń .....	751
13.9.4	Siła rozwijana przez mięśnie a pętla rdzeniowo-mięśniowa .....	752
<b>13.10</b>	<b>Szybkość skracania mięśnia .....</b>	<b>752</b>
<b>13.11</b>	<b>Źródła energii i metabolizm mięśni szkieletowych .....</b>	<b>752</b>
13.11.1	Miopatie metaboliczne .....	754
<b>13.12</b>	<b>Podział włókien mięśniowych .....</b>	<b>754</b>
<b>13.13</b>	<b>Zmęczenie mięśni .....</b>	<b>755</b>
<b>13.14</b>	<b>Odnerwienie mięśni szkieletowych .....</b>	<b>756</b>
<b>13.15</b>	<b>Mechanika ruchu .....</b>	<b>757</b>
<b>13.16</b>	<b>Elektromiografia (EMG) .....</b>	<b>757</b>
<b>13.17</b>	<b>Mięśnie gładkie .....</b>	<b>758</b>
13.17.1	Podział czynnościowy mięśni gładkich .....	758
13.17.2	Ultrastruktura mięśni gładkich .....	759
13.17.3	Potencjały błonowe i czynnościowe .....	759
13.17.4	Sprężenie elektromechaniczne .....	760
13.17.5	Molekularny mechanizm skurczu mięśni gładkich .....	760
13.17.6	Regulacja aktywności skurczowej mięśni gładkich .....	761
<b>13.18</b>	<b>Unerwienie mięśni gładkich .....</b>	<b>762</b>
13.18.1	Przekaźnictwo nerwowo-mięśniowe .....	762
<b>14</b>	<b>FIZJOLOGIA WYSIŁKU FIZYCZNEGO .....</b>	<b>765</b>
	<i>Jerzy A. Żołądź</i>	
<b>14.1</b>	<b>Znaczenie aktywności fizycznej w życiu człowieka .....</b>	<b>765</b>
<b>14.2</b>	<b>Reakcje krążeniowo-oddechowe i klasyfikacja wysiłków fizycznych .....</b>	<b>765</b>



14.2.1	Reakcje krążeniowo-oddechowe .....	765
	Wentylacja minutowa płuc .....	765
	Częstość skurczów serca .....	766
	Objętość wyrzutowa serca .....	766
	Pojemność minutowa serca .....	766
	Ciśnienie tętnicze krwi .....	766
	Przepływ krwi przez mięśnie w spoczynku i podczas wysiłku .....	766
14.2.2	Klasyfikacja wysiłków fizycznych i ocena ich intensywności .....	767
	Rodzaje aktywności mięśniowej .....	767
	Klasyfikacja wysiłków dynamicznych według ich intensywności oraz czasu trwania .....	767
	Wysiłki statyczne .....	768
	Obiektywna ocena intensywności wysiłku .....	768
	Skala Borga .....	768
14.3	<b>Wytwarzanie energii i moc mechaniczna mięśni szkieletowych.</b> .....	769
14.3.1	Wytwarzanie energii w mięśniach szkieletowych .....	769
	Substraty energetyczne w wysiłkach długotrwałych .....	770
	Substraty energetyczne w wysiłkach krótkotrwałych o maksymalnej mocy .....	770
14.3.2	Mięśnie szkieletowe jako źródło mocy mechanicznej .....	770
	Typy włókien mięśniowych .....	770
	Charakterystyka funkcjonalna różnych typów włókien mięśniowych .....	772
	Moc maksymalna i siła mięśni szkieletowych .....	773
	Znaczenie temperatury mięśni w generowaniu maksymalnej mocy .....	773
	Wpływ starzenia się na siłę i moc mięśni szkieletowych człowieka .....	773
14.4	<b>Wydolność fizyczna</b> .....	774
14.4.1	Wskaźniki wydolności w wysiłkach długotrwałych .....	774
	Metabolizm spoczynkowy i pomiar poboru tlenu w spoczynku i podczas wysiłku .....	774
	Próg mleczanowy i metody jego wyznaczenia .....	776
	Maksymalny pobór tlenu i metody jego wyznaczenia .....	778
	Pobór tlenu podczas wysiłku o stałej mocy .....	780
14.4.2	Iloraz oddechowy .....	782
14.4.3	Koszt energetyczny wysiłku .....	782
14.4.4	Prosta próba oceny wydolności fizycznej – test marszu 6-minutowego .....	783
14.5	<b>Zmęczenie wysiłkowe</b> .....	784
14.5.1	Przyczyny zmęczenia podczas wysiłków długotrwałych .....	784
	Zmęczenie ośrodkowe .....	784
	Zmęczenie obwodowe .....	784
14.5.2	Przyczyny zmęczenia podczas wysiłków krótkotrwałych o mocy maksymalnej .....	785
14.5.3	Bóle mięśniowe i uwalnianie miokina .....	786
14.6	<b>Wpływ treningu na wydolność fizyczną człowieka</b> .....	786
14.6.1	Wczesne efekty treningu .....	787
14.6.2	Odległe efekty treningu .....	787
14.6.3	Przeciwzapalne efekty wysiłku fizycznego .....	788
	<b>SKOROWIDZ</b> .....	791