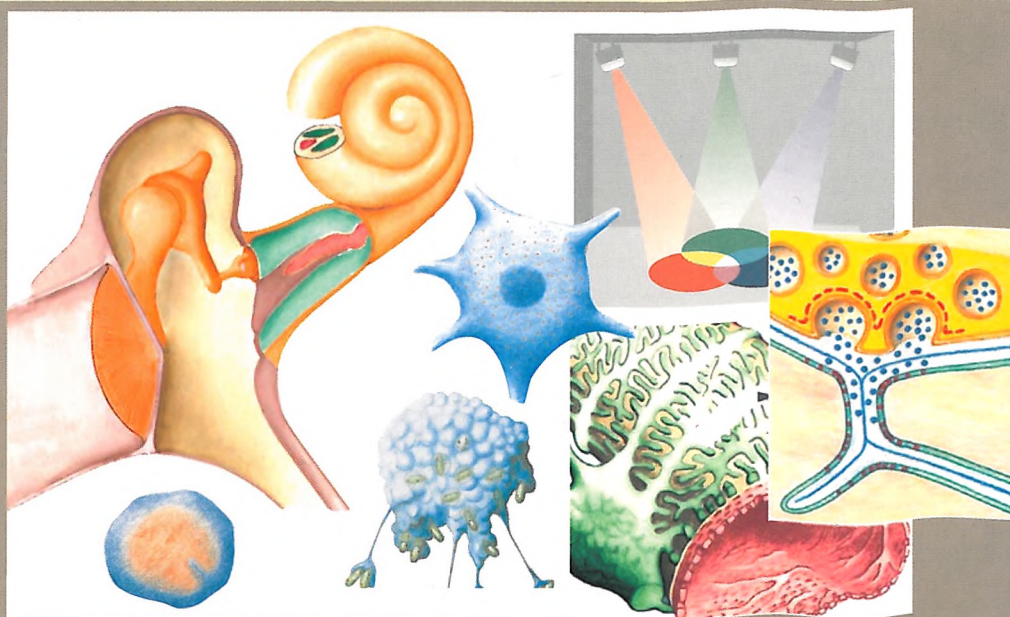


Stefan Silbernagl Agamemnon Despopoulos

# ILUSTROWANA FIZJOLOGIA CZŁOWIEKA



Redakcja naukowa tłumaczenia  
Joanna Lewin-Kowalik

Wydawnictwo Lekarskie PZWL



Stefan Silbernagl  
Agamemnon Despopoulos

---

# ILUSTROWANA FIZJOLOGIA CZŁOWIEKA

---

Redakcja naukowa tłumaczenia  
prof. dr hab. n. med. Joanna Lewin-Kowalik

Tłumaczenie z języka niemieckiego  
dr Dariusz Gołka



Warszawa  
Wydawnictwo Lekarskie PZWL

## Spis rozdziałów

1.	<u>Podstawy, fizjologia komórki</u>	2
2.	Nerw i mięsień, praca	42
3.	Autonomiczny układ nerwowy	78
4.	<u>Krew</u>	88
5.	Oddychanie	106
6.	<u>Gospodarka kwasowo-zasadowa</u>	138
7.	<u>Nerka</u>	148
8.	<u>Serce i krążenie</u>	188
9.	<u>Termoregulacja</u>	224
10.	<u>Odżywianie</u>	228
11.	<u>Hormony, rozmnażanie</u>	268
12.	<u>Ośrodkowy układ nerwowy i narządy zmysłów</u>	312
13.	<u>Dodatek</u>	378
	Literatura uzupełniająca	396
	Skorowidz	398

# Spis treści

<b>1. Podstawy, fizjologia komórki</b>	<b>2</b>
Ciało: układ otwarty ze środowiskiem wewnętrznym (z ryc. 1.1)	2
Kontrola i regulacja (z ryc. 1.2–3)	4
Komórka (z ryc. 1.4–7)	8
Transport do-, przez- i międzykomórkowy (z ryc. 1.8–9)	16
Transport bierny wg mechanizmu dyfuzji (z ryc. 1.10–11)	20
Osmoza, filtracja i konwekcja (z ryc. 1.12)	24
Transport aktywny (z ryc. 1.13–15 D)	26
Migracja komórek (z ryc. 1.15 E)	30
Elektryczne potencjały błonowe i kanały jonowe (z ryc. 1.16–17)	32
Rola jonów $Ca^{2+}$ w regulacji procesów komórkowych (z ryc. 1.18)	36
Przemiany energetyczne (z ryc. 1.19)	38
<b>2. Nerw i mięsień, praca</b>	<b>42</b>
Budowa i rola komórki nerwowej (z ryc. 2.1)	42
Błonowy potencjał spoczynkowy (z ryc. 2.2)	44
Potencjał czynnościowy (z ryc. 2.3)	46
Przewodzenie potencjału czynnościowego we włóknach nerwowych (z ryc. 2.4)	48
Sztuczne drażnienie komórek nerwowych	50
Przewodnictwo synaptyczne (z ryc. 2.5–8)	50
Motoryczna (ruchowa) płytko końcowa (z ryc. 2.9)	56
Ruchy i rodzaje mięśni (z ryc. 2.10)	58
Jednostka motoryczna mięśnia szkieletowego	58
Aparat kurczliwy włókna mięśniowego poprzecznie prążkowanego (z ryc. 2.11–12A)	60
Skurcz mięśnia poprzecznie prążkowanego (z ryc. 2.12 B–13)	62
Właściwości mechaniczne mięśni szkieletowego i sercowego (z ryc. 2.14–15)	66
Mięśnie gładkie (z ryc. 2.16)	70
Źródła energii skurczu mięśniowego (z ryc. 2.17)	72
Organizm podczas pracy fizycznej (z ryc. 2.18)	74
Wydolność fizyczna, trening (z ryc. 2.19)	76
<b>3. Autonomiczny układ nerwowy</b>	<b>78</b>
Organizacja autonomicznego układu nerwowego (z ryc. 3.1–3)	78
Acetylocholina i przekaźnictwo cholinergiczne (z ryc. 3.4)	82
Katecholaminy, przewodnictwo adrenergiczne i receptory adrenergiczne (z ryc. 3.5–6)	84
Rdzeń nadnerczy (RNN)	86
Niecholinergiczne i nieadrenergiczne przekaźniki w AUN	86
<b>4. Krew</b>	<b>88</b>
Skład i funkcje krwi (z ryc. 4.1)	88
Metabolizm żelaza, erytropoeza (z ryc. 4.2)	90
Właściwości reologiczne krwi (z ryc. 4.3A)	92
Osocze krwi, skład jonowy osocza (z ryc. 4.3B–D)	92
Obrona immunologiczna (z ryc. 4.4–6)	94
Reakcje nadwrażliwości (alergie) (z ryc. 4.7A,B)	100
Grupy krwi (z ryc. 4.7C,D)	100
Krzepnięcie krwi (hemostaza) (z ryc. 4.8)	102
Fibrynoliza, hamowanie krzepnięcia (z ryc. 4.9)	104

<b>5. Oddychanie</b>	<b>106</b>
Funkcje płuc, oddychanie (z ryc. 5.1)	106
Mechanika oddychania (z ryc. 5.2)	108
Oczyszczanie wdychanego powietrza	110
Sztuczna wentylacja (z ryc. 5.3A)	110
Odma opłucnowa (pneumothorax) (z ryc. 5.3B)	110
Objętości płuc i ich pomiar (z ryc. 5.4)	112
Przeźrzeń martwa i objętość zalegająca (z ryc. 5.5)	114
Zależność ciśnienie/objętość w pracy oddechowej płuc i klatki piersiowej (z ryc. 5.6)	116
Napięcie powierzchniowe w pęcherzykach (z ryc. 5.7A)	118
Dynamiczne testy oddechowe (z ryc. 5.7B,C)	118
Wymiana gazowa w płucach (z ryc. 5.8)	120
Ukrwienie płuc – stosunek wentylacji do przepływu (z ryc. 5.9)	122
Transport CO <sub>2</sub> we krwi (z ryc. 5.10)	124
Wiązanie CO <sub>2</sub> we krwi (z ryc. 5.11A)	126
CO <sub>2</sub> w płynie mózgowo-rdzeniowym (p.m.-r.) (z ryc. 5.11B)	126
Wiązanie i transport O <sub>2</sub> we krwi (z ryc. 5.12)	128
Oddychanie tkankowe, niedobór tlenu (hipoksja) (z ryc. 5.13)	130
Regulacja oddychania, bodźce oddechowe (z ryc. 5.14)	132
Oddychanie podczas nurkowania (z ryc. 5.15)	134
Oddychanie na dużych wysokościach (z ryc. 5.16)	136
Zatrucie O <sub>2</sub>	136
<b>6. Gospodarka kwasowo-zasadowa</b>	<b>138</b>
Wartość pH, bufony, równowaga kwasowo-zasadowa (z ryc. 6.1)	138
Bufor wodorowęglanowy (z ryc. 6.2)	140
Kwasice i zasadowice (z ryc. 6.3–4)	142
Oznaczanie stanu równowagi kwasowo-zasadowej (z ryc. 6.5)	146
<b>7. Nerka</b>	<b>148</b>
Budowa i funkcja nerki (z ryc. 7.1)	148
Unaczynienie nerki (z ryc. 7.2)	150
Filtracja kłębuszkowa, klirens (z ryc. 7.3)	152
Procesy transportowe w nefronie (z ryc. 7.4–5)	154
Resorpcja substancji organicznych (z ryc. 7.6)	158
Wydalanie substancji organicznych (z ryc. 7.7)	160
Resorpcja Na <sup>+</sup> i Cl <sup>-</sup> (z ryc. 7.8)	162
Resorpcja wody i zagęszczanie moczu (z ryc. 7.9–10)	164
Gospodarka wodna ustroju (z ryc. 7.11)	168
Regulacja gospodarki wodno-elektrolitowej (z ryc. 7.12–14A)	170
Diureza i diuretyki (z ryc. 7.14B)	174
Nerka i równowaga kwasowo-zasadowa (z ryc. 7.15–16)	176
Resorpcja i wydalenie fosforanów, Ca <sup>2+</sup> i Mg <sup>2+</sup> (z ryc. 7.17)	180
Gospodarka potasowa (z ryc. 7.18–19)	182
Sprzężenie cewkowo-kłębuszkowe, układ renina-angiotensyna (z ryc. 7.20)	186
<b>8. Serce i krążenie</b>	<b>188</b>
Przegląd (z ryc. 8.1)	188
Układ naczyniowy i przepływ krwi (z ryc. 8.2)	190
Fazy czynności serca (z ryc. 8.3)	192
Powstawanie i przewodzenie pobudzeń w sercu (z ryc. 8.4–5)	194

Elektrokardiogram (EKG) (z ryc. 8.6–7) .....	198
Pobudliwość serca przy zaburzeniach elektrolitowych .....	200
Zaburzenia rytmu serca (z ryc. 8.8) .....	202
Zależność ciśnienie-objętość w komorze serca (z ryc. 8.9) .....	204
Praca i moc serca .....	204
Regulacja objętości wyrzutowej serca (z ryc. 8.10 A) .....	206
Powrót żylny (z ryc. 8.10 B) .....	206
Ciśnienie tętnicze krwi (z ryc. 8.11) .....	208
Procesy wymiany przez śródbłonek (z ryc. 8.12) .....	210
Zaopatrzenie mięśnia sercowego w O <sub>2</sub> i substraty (z ryc. 8.13) .....	212
Regulacja krążenia (z ryc. 8.14–16) .....	214
Wstrząs krążeniowy (z ryc. 8.17) .....	220
Krażenie płodowe i noworodkowe (z ryc. 8.18) .....	222
<b>9. Termoregulacja</b> .....	<b>224</b>
Gospodarka ciepła (z ryc. 9.1) .....	224
Termoregulacja (z ryc. 9.2) .....	226
<b>10. Odżywianie</b> .....	<b>228</b>
Odżywianie (z ryc. 10.1) .....	228
Przemiana materii i kalorymetria (z ryc. 10.2) .....	230
Równowaga energetyczna, masa ciała (z ryc. 10.3) .....	232
Przewód pokarmowy: przegląd, obrona immunologiczna, przepływ krwi (z ryc. 10.4) .....	234
Integracja nerwowa i hormonalna (z ryc. 10.5) .....	236
Ślina (z ryc. 10.6) .....	238
Polykanie (z ryc. 10.7A,B) .....	240
Wymioty (z ryc. 10.7C) .....	240
Żołądek: budowa i motoryka (z ryc. 10.8) .....	242
Sok żołądkowy (z ryc. 10.9) .....	244
Jelito cienkie: budowa i motoryka (z ryc. 10.10) .....	246
Trzustka (z ryc. 10.11) .....	248
Żółć (z ryc. 10.12) .....	250
Funkcja wydalnicza wątroby, bilirubina (z ryc. 10.13) .....	252
Trawienie tłuszczów (z ryc. 10.14) .....	254
Dystrybucja i gromadzenie lipidów (z ryc. 10.15–16) .....	256
Trawienie i wchłanianie węglowodanów i białek (z ryc. 10.17) .....	260
Wchłanianie witamin (z ryc. 10.18) .....	262
Wchłanianie wody i soli mineralnych (z ryc. 10.19) .....	264
Jelito grube, wypróżnianie, stolec (z ryc. 10.20) .....	266
<b>11. Hormony, rozmnażanie</b> .....	<b>268</b>
Układy integracyjne organizmu (z ryc. 11.1) .....	268
Hormony (z ryc. 11.2–3) .....	270
Sygnaly humoralne: regulacja i działania (z ryc. 11.4) .....	274
Przekazywanie w komórce sygnałów zewnątrzkomórkowych (z ryc. 11.5–7) .....	276
Układ podwzgórze-przysadka (z ryc. 11.8) .....	282
Metabolizm węglowodanów, hormony trzustki (z ryc. 11.9–10) .....	284
Hormony tarczycy (z ryc. 11.11–12) .....	288
Gospodarka wapniowa i fosforanowa (z ryc. 11.13–14) .....	292
Biosynteza hormonów steroidowych (z ryc. 11.15) .....	296
Kora nadnerczy: glikokortykosteroidy (z ryc. 11.16) .....	298
Oogeneza, cykl miesięczkowy (menstruacyjny) (z ryc. 11.17) .....	300



Regulacja hormonalna cyklu miesięczkowego (z ryc. 11.18) .....	302
Estrogeny .....	304
Progesteron .....	305
Prolaktyna, oksytocyna .....	305
Regulacja hormonalna ciąży i porodu (z ryc. 11.19) .....	306
Androgeny, funkcja jąder (z ryc. 11.20) .....	308
Odruchy płciowe, stosunek płciowy, zapłodnienie (z ryc. 11.21) .....	320
<b>12. Ośrodkowy układ nerwowy i narządy zmysłów</b> .....	<b>312</b>
Budowa ośrodkowego układu nerwowego (z ryc. 12.1A,C-E) .....	312
Płyn mózgowo-rdzeniowy (z ryc. 12.1B) .....	312
Odbiór i przetwarzanie bodźców (z ryc. 12.2) .....	314
Skórne narządy czucia (z ryc. 12.3) .....	316
Czucie głębokie (propriocepcja), odruch na rozciąganie (z ryc. 12.4) .....	318
Ból (z ryc. 12.5) .....	320
Odruchy polisynaptyczne (z ryc. 12.6A) .....	322
Hamowanie przewodzenia w synapsach (z ryc. 12.6B,C) .....	322
Przewodzenie impulsów czuciowych w OUN (z ryc. 12.7) .....	324
Sterowanie ruchem (sensomotoryka) (z ryc. 12.8–10) .....	326
Podwzgórze, układ limbiczny (z ryc. 12.11) .....	332
Organizacja kory mózgu, EEG (z ryc. 12.12) .....	334
Rytmy dobowe, stadia snu (z ryc. 12.13) .....	336
Przytomność i sen (z ryc. 12.14) .....	338
Uczenie się, pamięć, mowa (z ryc. 12.15–16) .....	340
Glej (z ryc. 12.17A,B) .....	344
Zmysł smaku (z ryc. 12.17C–E) .....	344
Zmysł powonienia (z ryc. 12.18) .....	346
Zmysł równowagi (z ryc. 12.19) .....	348
Budowa oka, ciecz łzowa, ciecz wodnista (z ryc. 12.20) .....	350
Układ optyczny oka (z ryc. 12.21) .....	352
Ostrość wzroku, fotoreceptory siatkówki (z ryc. 12.22–23) .....	354
Adaptacja oka do zmiennego natężenia światła (z ryc. 12.24) .....	358
Przetwarzanie bodźców wzrokowych w siatkówce (z ryc. 12.25) .....	360
Widzenie barwne (z ryc. 12.26) .....	362
Pole widzenia, droga wzrokowa (z ryc. 12.27) .....	364
Ruchy oczu, widzenie przestrzenne, poczucie głębi (z ryc. 12.28) .....	366
Akustyka, bodziec akustyczny i odbieranie dźwięków (z ryc. 12.29) .....	368
Przewodzenie dźwięków i receptory słuchowe (z ryc. 12.30–31) .....	370
Przetwarzanie informacji słuchowej w OUN (z ryc. 12.32) .....	374
Głos i mowa (z ryc. 12.33) .....	376
<b>13. Dodatek</b> .....	<b>378</b>
Wielkości i jednostki miary .....	378
Potęgi i logarytmy .....	385
Graficzne przedstawianie danych .....	386
Alfabet grecki .....	389
Fizjologiczne wartości prawidłowe .....	390
Ważne wzory w fizjologii .....	393
<b>Literatura uzupełniająca</b> .....	<b>396</b>
<b>Skorowidz</b> .....	<b>398</b>