

Robert F. Schmidt (Hrsg.)

Florian Lang (Hrsg.)

Gerhard Thews (Hrsg.)

Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie

29., vollständig neu bearbeitete und aktualisierte Auflage

Mit 598 vierfarbigen Abbildungen in 1127 Einzeldarstellungen
und 78 Tabellen

 Springer

Inhaltsverzeichnis

I Allgemeine Physiologie der Zelle

1	Grundlagen der Zellphysiologie	3
	<i>H. Oberleithner</i>	
1.1	Bestandteile einer Zelle	4
1.2	Zytoskelett und Zelldynamik	10
1.3	Funktionelle Systeme der Zelle	13
1.4	Zellreproduktion und Wachstum	18
1.5	Regulation des Zellvolumens	22
	Literatur	24
2	Signaltransduktion	25
	<i>E. Gulbins, F. Lang</i>	
2.1	Regulation der Aktivität und Expression von Effektormolekülen	26
2.2	Rezeptoren und heterotrimere G-Proteine	26
2.3	Zyklische Nukleotide als Second Messenger	28
2.4	Calcium-vermittelte Signale	30
2.5	Regulation von Zellproliferation und Zelltod	32
2.6	Eikosoide	35
	Literatur	37
3	Transport in Membranen und Epithelien	38
	<i>M. Fromm</i>	
3.1	Transmembranale Transportproteine	39
3.2	Zusammenspiel von Transport und Barrierefunktion in Epithelien	44
3.3	Aktiver und passiver Transport	48
3.4	Typische Anordnung epithelialer Transporter	51
	Literatur	54
4	Grundlagen zellulärer Erregbarkeit	56
	<i>B. Fakler, C. Fahlke</i>	
4.1	Funktionsprinzipien von Ionenkanälen	57
4.2	Aufbau spannungsgesteuerter Kationenkanäle ..	61
4.3	Gating von Kationenkanälen	68
4.4	Spannungsgesteuerte Anionenkanäle	72
4.5	Ligandaktivierte Ionenkanäle	75
4.6	Grundlagen des Ruhemembran- und Aktionspotentials	78
	Literatur	83
5	Erregungsleitung und synaptische Übertragung	85
	<i>J. Dudel, M. Heckmann</i>	
5.1	Reiz und Elektrotonus	86
5.2	Fortleitung des Aktionspotentials	88
5.3	Auslösung von Impulsereihen durch langdauernde Depolarisation	92
5.4	Chemische synaptische Übertragung, erregend und hemmend	93
5.5	Synaptische Überträgerstoffe	96
5.6	Interaktionen von Synapsen	99
5.7	Mechanismus der Freisetzung der Überträgerstoffe, synaptische Bahnung	103
5.8	Synaptische Rezeptoren	106
5.9	Synaptische Plastizität	110

5.10	Elektrische synaptische Übertragung	113
	Literatur	115
6	Kontraktionsmechanismen	116
	<i>W. A. Linke, G. Pfister</i>	
6.1	Muskelarten und Feinbau der Muskelfasern	117
6.2	Molekulare Mechanismen der Kontraktion quergestreifter Muskeln	120
6.3	Kontraktionsaktivierung im quergestreiften Muskel	123
6.4	Zentralnervöse Kontrolle der Skelettmuskelkraft	126
6.5	Skelettmuskelmechanik	128
6.6	Energetik der Skelettmuskelkontraktion	133
6.7	Bau, Funktion und Kontraktion der glatten Muskulatur	135
6.8	Regulation der Kontraktion der glatten Muskulatur	137
	Literatur	143

II Integrative Leistungen des Nervensystems

7	Motorische Systeme	147
	<i>M. Wiesendanger</i>	
7.1	Funktionelle und strukturelle Organisation der Motorik im Überblick	148
7.2	Stehen und Gehen	151
7.3	Propriospinaler Apparat des Rückenmarks	154
7.4	Spinale Reflexe	155
7.5	Sensomotorische spinale Integration und Hemm-Mechanismen	162
7.6	Zielbewegungen des Armes und Greifen	164
7.7	Funktionelle Organisation der motorischen Rindenfelder	171
7.8	Funktionelle Organisation des Zerebellums	174
7.9	Funktionelle Organisation der Basalganglien ..	178
7.10	Bereitschaft und Einstellung zum Handeln	182
	Literatur	186
8	Allgemeine Physiologie der Großhirnrinde ..	187
	<i>N. Birbaumer, R. F. Schmidt</i>	
8.1	Aufbau der Großhirnrinde	188
8.2	Analyse der Großhirnaktivität mit EEG und MEG	192
8.3	Analyse der Großhirntätigkeit mit EKP	197
8.4	Analyse der Großhirntätigkeit mit bildgebenden Verfahren	199
	Literatur	203
9	Wachen, Aufmerksamkeit und Schlafen	204
	<i>N. Birbaumer, R. F. Schmidt</i>	
9.1	Zirkadiane Periodik als Grundlage des Wach-Schlaf-Rhythmus	205
9.2	Wach-Schlaf-Verhalten des Menschen	208
9.3	Die physiologischen Aufgaben der Schlafstadien	213
9.4	Neurobiologie der Aufmerksamkeit	215
9.5	Subkortikale Aktivierungssysteme	220
	Literatur	223

10 Lernen und Gedächtnis	224	15 Nozizeption und Schmerz	317
<i>N. Birbaumer, R. F. Schmidt</i>		<i>H.-G. Schaible, R. F. Schmidt</i>	
10.1 Formen von Lernen und Gedächtnis	225	15.1 Die subjektive Empfindung Schmerz und das nozizeptive System	318
10.2 Plastizität des Gehirns und Lernen	229	15.2 Das periphere nozizeptive System	320
10.3 Zelluläre und molekulare Mechanismen von Lernen und Gedächtnis	233	15.3 Das spinale nozizeptive System	323
10.4 Neuropsychologie von Lernen und Gedächtnis	236	15.4 Das thalamokortikale nozizeptive System und endogene Schmerzkontrollsysteme	326
Literatur	239	15.5 Klinisch bedeutsame Schmerzen	327
11 Motivation und Emotion	240	15.6 Grundlagen der Schmerztherapie	332
<i>W. Jänig, N. Birbaumer</i>		Literatur	333
11.1 Emotionen als physiologische Anpassungsreaktionen	241	16 Die Kommunikation des Menschen: Hören und Sprechen	334
11.2 Die zentralen Repräsentationen der Emotionen	244	<i>H.-P. Zenner</i>	
11.3 Die Emotionen Freude und Sucht	248	16.1 Ohr und Schall	335
11.4 Hunger	253	16.2 Die Schallleitung zum Innenohr	338
11.5 Sexualverhalten	257	16.3 Die Schalltransduktion im Innenohr	341
Literatur	259	16.4 Signaltransformation von der Sinneszelle zum Hörnerven	345
12 Kognitive Funktionen und Denken	260	16.5 Frequenzselektivität: Grundlage des Sprachverständnisses	346
<i>N. Birbaumer, R. F. Schmidt</i>		16.6 Informationsübertragung und -verarbeitung im ZNS	349
12.1 Zerebrale Asymmetrie	261	16.7 Stimme und Sprache	352
12.2 Neuronale Grundlagen von Kommunikation und Sprache	263	Literatur	356
12.3 Die Assoziationsareale des Neokortex: Höhere geistige Funktionen	267	17 Der Gleichgewichtssinn und die Bewegungs- und Lageempfindung des Menschen	357
Literatur	270	<i>H.-P. Zenner</i>	
III Allgemeine und Spezielle Sinnesphysiologie			
13 Allgemeine Sinnesphysiologie	273	17.1 Die Gleichgewichtsorgane im Innenohr	358
<i>H. O. Handwerker</i>		17.2 Gleichgewichtssinn durch Beschleunigungsmessung	360
13.1 Sinnesphysiologie und Wahrnehmungspsychologie	274	17.3 Zentrales vestibuläres System	363
13.2 Sinnesmodalitäten und Selektivität der Sinnesorgane für adäquate Reizformen	277	Literatur	366
13.3 Informationsübermittlung in Sensoren und afferenten Neuronen	278	18 Sehen und Augenbewegungen	367
13.4 Molekulare Mechanismen der Transduktion	281	<i>U. Eysel, U. Grüsser-Cornehl</i>	
13.5 Informationsverarbeitung im neuronalen Netz	283	18.1 Licht	368
13.6 Sensorische Schwellen	287	18.2 Auge und dioptrischer Apparat	370
13.7 Psychophysische Beziehungen	290	18.3 Reflektorische Einstellung von Sehschärfe und Pupillenweite	373
13.8 Integrierende Sinnesphysiologie	292	18.4 Augenbewegungen	376
Literatur	294	18.5 Die Netzhaut – Aufbau, Signalaufnahme und Signalverarbeitung	380
14 Das somatoviszzerale sensorische System ..	295	18.6 Psychophysik der Hell-Dunkel-Wahrnehmung	387
<i>M. Zimmermann</i>		18.7 Die Signalverarbeitung im visuellen System des Gehirns	389
14.1 Funktionelle Anatomie des somatoviszzeralen Systems	296	18.8 Klinisch-diagnostische Anwendung der elementaren Sehphysiologie	394
14.2 Der Tastsinn	298	18.9 Das Tiefensehen	397
14.3 Thermorezeption	303	18.10 Das Farbensehen	398
14.4 Viszerorezeption	305	18.11 Hirnphysiologische Grundlagen kognitiver visueller Leistungen	402
14.5 Propriozeption	307	Literatur	407
14.6 Somatoviszzerale Funktionen von Rückenmark und Hirnstamm	308	19 Geschmack und Geruch	408
14.7 Das thalamokortikale somatosensorische System	311	<i>H. Hatt</i>	
14.8 Zentrifugale Hemmsysteme kontrollieren den afferenten Zustrom	315	19.1 Bau der Geschmacksorgane und ihre Verschaltung	409
Literatur	316	19.2 Geschmacksqualitäten und Signalverarbeitung	410
		19.3 Eigenschaften des Geschmackssinns	414
		19.4 Aufbau des Riechsystems und seine zentralen Verschaltungen	415

19.5	Geruchsdiskriminierung und deren neurophysiologische Grundlagen	417
19.6	Funktional wichtige Eigenschaften des Geruchssinns	420
	Literatur	422

IV Regulation vegetativer Funktionen

20	Vegetatives Nervensystem	425
	<i>W. Jänig</i>	
20.1	Peripheres vegetatives Nervensystem: Sympathikus und Parasympathikus	426
20.2	Transmitter und ihre Rezeptoren in Sympathikus und Parasympathikus	430
20.3	Signalübertragung im peripheren Sympathikus und Parasympathikus	433
20.4	Das Darmnervensystem	437
20.5	Organisation des vegetativen Nervensystems im Rückenmark	440
20.6	Organisation des vegetativen Nervensystems im unteren Hirnstamm	442
20.7	Miktions- und Defäkation	445
20.8	Genitalreflexe	448
20.9	Hypothalamus	452
	Literatur	458
21	Hormone	459
	<i>F. Lang, F. Verrey</i>	
21.1	Allgemeine Aspekte endokriner Regulation	460
21.2	Hypothalamus und Hypophyse	469
21.3	Schilddrüsenhormone	474
21.4	Pankreashormone	477
21.5	Nebennierenrindenhormone	482
	Literatur	489
22	Reproduktion	490
	<i>W. Wuttke</i>	
22.1	Reproduktionsrelevante Hormone	491
22.2	Regulation der Gonadenfunktion beim Mann	494
22.3	Regulation der Gonadenfunktion bei der Frau	496
22.4	Regulation von Schwangerschaft, Laktation und sexueller Differenzierung	501
22.5	Regulation von Pubertät und Menopause	504
	Literatur	506

V Blut und Immunabwehr

23	Blut	509
	<i>W. Jelkmann</i>	
23.1	Aufgaben und Zusammensetzung des Blutes	510
23.2	Blutplasma	511
23.3	Erythrozyten	515
23.4	Leukozyten	521
23.5	Thrombozyten	524
23.6	Blutstillung und -gerinnung	525

23.7	Blutgruppen des Menschen	533
	Literatur	536
24	Immunsystem	538
	<i>E. Gulbins, K. S. Lang</i>	
24.1	Angeborene Immunität	539
24.2	Spezifisches Immunsystem	542
24.3	Pathophysiologie des Immunsystems	548
	Literatur	550

VI Herz und Kreislauf

25	Herzerregung	553
	<i>H. M. Piper</i>	
25.1	Ruhe und Erregung der Arbeitsmyokardzelle	555
25.2	Erregungsbildungs- und -leitungssystem des Herzens	559
25.3	Das Elektrokardiogramm, EKG	564
	Literatur	574
26	Herzmechanik	575
	<i>H.-G. Zimmer</i>	
26.1	Aufgaben, Bau, Form und Lage des Herzens	576
26.2	Kontraktion des Herzens	578
26.3	Regulation der Herzfunktion	582
26.4	Untersuchung des Herzens	588
26.5	Herzhypertrophie und Herzinsuffizienz	590
	Literatur	593
27	Herzstoffwechsel und Koronardurchblutung	595
	<i>A. Deussen</i>	
27.1	Energieumsatz des Myokards	596
27.2	Substrate und Stoffwechsel	597
27.3	Koronardurchblutung	599
	Literatur	602
28	Kreislauf	603
	<i>R. Busse</i>	
28.1	Einführung und Strömungsmechanik	604
28.2	Eigenschaften der Gefäßwände und arterielle Hämodynamik	609
28.3	Niederdrucksystem	613
28.4	Mikrozirkulation	619
28.5	Nerval vermittelte Durchblutungsregulation	624
28.6	Komponenten des basalen Gefäßtonus	628
28.7	Modulation des Gefäßtonus durch zirkulierende Hormone und vasoaktive Peptide	631
28.8	Das Endothel: zentraler Modulator vaskulärer Funktionen	634
28.9	Synopsis der lokalen und systemischen Durchblutungsregulation	642
28.10	Langfristige Regulationsmechanismen	648
28.11	Anpassung des Kreislaufs an wechselnde Bedingungen	651
28.12	Lungenkreislauf	657
28.13	Spezielle Kreislaufabschnitte	658
28.14	Messung von Kreislaufgrößen	661
	Literatur	663

VII Regulation des Inneren Milieus

29 Niere	667
<i>F. Lang, A. Kurtz</i>	
29.1 Aufgaben und Bau der Niere	668
29.2 Durchblutung und glomeruläre Filtration	671
29.3 Transportprozesse im proximalen Tubulus	677
29.4 Transportprozesse der Henle-Schleife und Harnkonzentrierung	683
29.5 Transportprozesse im distalen Nephron	687
29.6 Transportdefekte, Wirkung von Diuretika, Urolithiasis	689
29.7 Stoffwechsel und biochemische Leistungen der Niere	692
29.8 Regulation der Nierenfunktion	693
29.9 Renale Hormone	695
29.10 Messgrößen der Nierenfunktion	699
Literatur	702
30 Wasser- und Elektrolythaushalt	703
<i>P. B. Persson</i>	
30.1 Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz	704
30.2 Flüssigkeitsräume	705
30.3 Regelung der Wasser- und Kochsalzausscheidung	710
30.4 Regelung der Wasser- und Kochsalzaufnahme	713
30.5 Entgleisung des Wasser-Elektrolythaushaltes	716
30.6 Kaliumhaushalt	718
Literatur	721
31 Calcium- und Phosphat-Haushalt	722
<i>F. Lang, H. Murer</i>	
31.1 Physiologische Bedeutung von Calciumphosphat	723
31.2 Regulation des Calciumphosphat-Haushaltes	725
31.3 Knochen	728
31.4 Störungen des Calciumphosphat-Haushaltes	730
31.5 Magnesium-Stoffwechsel	732
Literatur	734

VIII Atmung

32 Lungenatmung	737
<i>G. Thews, O. Thews</i>	
32.1 Grundlagen der Atmungsfunktion	738
32.2 Ventilation	743
32.3 Atmungsmechanik	747
32.4 Pulmonaler Gasaustausch	757
32.5 Lungenperfusion und Arterialisierung des Blutes	761
Literatur	765
33 Atemregulation	766
<i>D. W. Richter</i>	
33.1 Atemrhythmus	767
33.2 Atemzentrum	770
33.3 Chemische Kontrolle der Atmung	775

33.4 Reflektorische Kontrolle der Atmung	778
Literatur	781

34 Atemgastransport 782

<i>W. Jelkmann</i>	
34.1 Biophysikalische Grundlagen	783
34.2 Hämoglobin	784
34.3 Transport von O ₂ im Blut	786
34.4 Transport von CO ₂ im Blut	791
34.5 Fetalen Gasaustausch	792
Literatur	793

35 Säure-Basen-Haushalt 794

<i>F. Lang</i>	
35.1 Bedeutung und Pufferung des pH	795
35.2 Regulation des pH	798
35.3 Störungen des Säure-Basen-Haushaltes	802
Literatur	805

36 Der Sauerstoff im Gewebe: Substrat, Signal und Noxe 807

<i>J. Grote, U. Pohl</i>	
36.1 Sauerstoffbedarf	808
36.2 Sauerstoffversorgung der Gewebe	810
36.3 O ₂ -Mangelwirkungen	813
36.4 Sauerstoff als Signalmolekül	817
36.5 Der Sauerstoff als Noxe	819
Literatur	821

IX Stoffwechsel, Arbeit, Altern

37 Ernährung 825

<i>H. K. Biesalski</i>	
37.1 Nahrungsmittel	826
37.2 Makronährstoffe	827
37.3 Vitamine	831
37.4 Spuren- und Mengenelemente	834
Literatur	836

38 Funktionen des Magen-Darm-Trakts 837

<i>P. Vaupel</i>	
38.1 Allgemeine Grundlagen der gastrointestinalen Funktionen	838
38.2 Gastrointestinale Motilität und Sekretion	843
38.3 Mundhöhle, Pharynx und Ösophagus	846
38.4 Magen	851
38.5 Pankreas	859
38.6 Leber und Gallensekretion	862
38.7 Dünndarm	868
38.8 Kolon und Rektum	870
38.9 Absorption von Elektrolyten, Wasser, Vitaminen und Eisen	872
38.10 Verdauung und Absorption von Nährstoffen	878
38.11 Intestinale Schutzmechanismen und Darmbakterien	884
Literatur	887

39	Energie- und Wärmehaushalt, Thermoregulation	888
	<i>P.B. Persson</i>	
39.1	Nährstoffbrennwerte	889
39.2	Energieumsatz	892
39.3	Körpertemperatur des Menschen	894
39.4	Wärmeregulation	896
39.5	Wärmebildung, Wärmeabgabe	900
39.6	Physiologische und pathophysiologische Veränderungen der Temperaturregulation	905
	Literatur	908
40	Sport- und Arbeitsphysiologie	909
	<i>U. Boutellier, H.-V. Ulmer</i>	
40.1	Leistung und Leistungsfähigkeit	910
40.2	Energiebereitstellung	911
40.3	Aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit	913
40.4	Physiologische Anpassungen an körperliche Aktivität	916
40.5	Leistungstests	922
40.6	Motorisches Lernen und Training	925
40.7	Ermüdung, Erschöpfung, Übertraining und Erholung	928
40.8	Doping	931
	Literatur	932

41	Alter und Altern	933
	<i>Th. Nikolaus, T. von Zglinicki</i>	
41.1	Was ist Altern?	934
41.2	Zelluläre und molekulare Ursachen des Alterns	936
41.3	Physiologisches Altern	940
41.4	Organveränderungen im Alter	941
41.5	Funktionsbeeinträchtigung und Krankheit	944
41.6	Intervention	945
	Literatur	947

A Anhang

A1	Quellenverzeichnis	951
A2	Abkürzungen	959
A3	Sachverzeichnis	961