

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Gerhard Thews
Peter Vaupel

Vegetative Physiologie

Dritte, völlig überarbeitete und ergänzte Auflage

Mit 200 vierfarbigen Abbildungen und 55 Tabellen



Springer

Univ.-Professor Dr. Dr. Gerhard Thews
Institut für Physiologie und Pathophysiologie
der Johannes Gutenberg-Universität
Duesbergweg 6
55099 Mainz

Univ.-Professor Dr. Peter Vaupel, M. A./Univ. Harvard
Institut für Physiologie und Pathophysiologie
der Johannes Gutenberg-Universität
Duesbergweg 6
55099 Mainz

Abbildung auf dem Umschlag:
Tony Stone, Bilderwelten, München

ISBN 978-3-540-60403-7 ISBN 978-3-662-10748-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-10748-5

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Thews, Gerhard: Vegetative Physiologie : mit 55 Tabellen / Gerhard Thews ; Peter Vaupel. – 3., völlig überarb. und erg. Aufl. – Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Budapest ; Hongkong ; London ; Mailand ; Paris ; Santa Clara ; Singapur ; Tokio : Springer, 1997
(Springer-Lehrbuch)

NE: Vaupel, Peter:

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1981,1990,1997

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1997.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Umschlaggestaltung: Design & Production, Heidelberg

Satz: Appl, Wemding

SPIN 10482995 15/3133 – 5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf chlorfreiem Papier

Vorwort zur dritten Auflage

Das vorliegende Lehrbuch behandelt die vegetativen (autonomen) Funktionen des Menschen, also diejenigen Organfunktionen und deren Regulationen, die in den meisten Fällen ohne Einschaltung des Bewußtseins ablaufen. Dabei haben wir uns bemüht, die Fakten und Zusammenhänge in knapper, leichtverständlicher und übersichtlich gegliederter Form darzustellen. Der Inhalt richtet sich in erster Linie an den Medizinstudenten, der sich einen ersten Überblick über dieses Stoffgebiet und die entsprechenden Examensforderungen verschaffen möchte. Es hat sich darüber hinaus gezeigt, daß eine konzentrierte Darstellung dieser Art auch für Naturwissenschaftler, die sich über die Humanphysiologie informieren wollen, von Nutzen sein kann.

Für diese 3. Auflage war eine gründliche Überarbeitung und Erweiterung erforderlich, um den Inhalt an den heutigen Kenntnisstand anzupassen. Um den Überblick zu erleichtern, haben wir wichtige Textstellen durch farbige Unterlegung hervorgehoben. Die so markierten Passagen sind der besonderen Aufmerksamkeit des Lesers empfohlen, stellen aber keine Zusammenfassungen dar. Unser didaktisches Konzept wird außerdem durch die neue mehrfarbige Ausführung sämtlicher Abbildungen unterstützt. In dieser 3. Auflage haben wir drei allgemeine Kapitel (Stoff- und Flüssigkeitstransport, Signaltransduktion, Regelprozesse) der Darstellung der speziellen vegetativen Funktionen vorangestellt. Diese Kapitel, auf die an verschiedenen Stellen des nachfolgenden Textes verwiesen wird, enthalten wichtige Begriffsdefinitionen und theoretische Grundlagen, müssen jedoch nicht unbedingt den Einstieg in die Materie bilden. Von der Konzentrierung auf wesentliche Inhalte sind wir an einer Stelle, bei der Behandlung der Abwehrfunktionen, abgewichen, weil die zunehmende Bedeutung der klinischen Immunologie eine ausführlichere Darstellung erfordert.

Dem Verlag sind wir für die großzügige Unterstützung bei der Vorbereitung dieser Auflage zu Dank verpflichtet. Insbesondere danken wir Frau A. C. Repnow und Frau S. Schimmer für die gute Zusammenarbeit bei der Planung und Organisation, Herrn O. Nehren für die kompetente Ausführung der Abbildungen und Herrn J. Sydor für die sorgfältige Herstellung der neuen Auflage. Ebenso danken wir Frau A. Deutschmann-Fleck, die durch redaktionelle Mitarbeit bei der Erstellung des Manuskripts wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat. Unser Dank gilt aber auch denjenigen Kollegen, die uns die Übernahme ihrer Abbildungen gestattet oder Anregungen gegeben haben.

Wir hoffen, daß auch diese 3. Auflage unseres Lehrbuchs wieder eine positive Resonanz im Kreis der Leser findet.

Mainz, im Januar 1997

G. Thews
P. Vaupel

Inhaltsverzeichnis

1	Stoff- und Flüssigkeitstransport	
1.1	<i>Aufbau der Zellmembran</i>	2
1.2	<i>Stofftransport</i>	3
1.2.1	Diffusion	3
1.2.2	Transportproteine	6
1.2.3	Transport in Vesikeln	11
1.3	<i>Membranpotential</i>	12
1.4	<i>Flüssigkeitstransport</i>	14
1.4.1	Osmose	14
1.4.2	Filtration	15
2	Signaltransduktion	
2.1	<i>Aktivierung von G-Proteinen</i>	17
2.2	<i>Intrazelluläre Botenstoffe</i>	19
2.2.1	Zyklisches Adenosinmonophosphat (cAMP) ..	19
2.2.2	Inositolphospholipid-Metabolite	19
2.2.3	Weitere Transduktionssysteme	21
3	Regelprozesse	
3.1	<i>Grundbegriffe der Regeltechnik</i>	23
3.2	<i>Physiologische Regelkreise</i>	25
4	Blut und Abwehrfunktionen	
4.1	<i>Blutvolumen und Hämatokrit</i>	29
4.1.1	Blutvolumen	29
4.1.2	Hämatokrit	31

4.2	<i>Blutplasma</i>	31
4.2.1	Plasmaelektrolyte	32
4.2.2	Plasmaproteine	33
4.2.3	Weitere Plasmabestandteile	36
4.3	<i>Erythrozyten</i>	37
4.3.1	Zahl und Morphologie der Erythrozyten	37
4.3.2	Osmotische Formänderungen und Hämolyse	39
4.3.3	Bildung, Lebensdauer und Abbau der Erythrozyten	40
4.3.4	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit	43
4.4	<i>Hämoglobin</i>	44
4.4.1	Aufbau und spektrale Eigenschaften des Hämoglobins	44
4.4.2	Hämoglobinkonzentration des Blutes und Erythrozyten-Kenngrößen	48
4.5	<i>Leukozyten</i>	50
4.5.1	Leukozytenkonzentration und Differentialblutbild	50
4.5.2	Granulozyten	51
4.5.3	Lymphozyten	53
4.5.4	Monozyten	54
4.6	<i>Hämatopoietische Wachstumsfaktoren</i>	55
4.7	<i>Abwehrfunktionen des Blutes</i>	55
4.7.1	Unspezifische humorale Abwehr	57
4.7.2	Unspezifische zelluläre Abwehr	60
4.7.3	Spezifische humorale Abwehr	62
4.7.4	Spezifische zelluläre Abwehr	68
4.7.5	Überempfindlichkeitsreaktionen	70
4.7.6	Immunität und Immunisierung	73
4.7.7	Immuntoleranz und Autoimmunität	74
4.8	<i>Blutgruppen</i>	75
4.8.1	AB0-System	75
4.8.2	Rhesus-System	78
4.8.3	Transfusionszwischenfälle	79
4.9	<i>Thrombozyten und Hämostase</i>	80
4.9.1	Thrombozyten	80
4.9.2	Primäre Hämostase	81
4.9.3	Sekundäre Hämostase	83

4.9.4	Fibrinolyse	87
4.9.5	Störungen der Hämostase, therapeutische Gerinnungshemmung und Funktionsprüfungen	89

5 Herzfunktion

5.1	<i>Erregungsprozesse im Herzen</i>	94
5.1.1	Erregungsbildung und Erregungsausbreitung .	94
5.1.2	Aktionspotentiale	97
5.1.3	Ektope Erregungsbildung	104
5.2	<i>Elektromechanische Kopplung und Beeinflussung der Herzaktion</i>	106
5.2.1	Elektromechanische Kopplung	106
5.2.2	Ionale Einflüsse auf Erregung und Kontraktion	108
5.2.3	Nervale Beeinflussung der Herzaktion	109
5.3	<i>Elektrokardiogramm (EKG)</i>	113
5.3.1	Grundlagen der Elektrokardiographie	113
5.3.2	Vektorielle Interpretation des EKG-Verlaufs ...	115
5.3.3	EKG-Ableitungen	118
5.3.4	Pathologische EKG-Formen	123
5.4	<i>Mechanik der Herzaktion</i>	125
5.4.1	Klappenfunktion und Phasen der Herzstätigkeit	125
5.4.2	Anpassung der Herzaktion	131
5.4.3	Signale der Herzaktion	136
5.5	<i>Energetik der Herzaktion</i>	140
5.5.1	Herzarbeit und Herzleistung	140
5.5.2	Blutversorgung und Energiegewinnung des Myokards	141

6 Blutkreislauf

6.1	<i>Aufbau des Gefäßsystems und Strömungsgesetze</i>	148
6.1.1	Aufgaben und Gliederung des kardiovaskulären Systems	148
6.1.2	Gesetzmäßigkeiten der Strömung im Gefäßsystem	150

6.2	<i>Arteriell</i>	154
6.2.1	Dehnbarkeit und rhythmische Füllung des Arteriensystems	154
6.2.2	Arterielle Druck- und Strompulse	156
6.2.3	Drücke im arteriellen Gefäßsystem	159
6.3	<i>Mikrozirkulation</i>	165
6.3.1	Funktionen und Aufbau der terminalen Strombahn	165
6.3.2	Stoff- und Flüssigkeitsaustausch, Lymphdrainage	167
6.4	<i>Venöses System</i>	171
6.4.1	Drücke im Venensystem	171
6.4.2	Venöser Rückstrom zum Herzen	174
6.5	<i>Funktionelle Organisation des kardiovaskulären Systems</i>	176
6.5.1	Verteilung des Blutvolumens	176
6.5.2	Widerstands- und Druckverteilung	178
6.5.3	Strömungsgeschwindigkeiten und Kreislaufzeiten	180
6.6	<i>Organdurchblutung und Durchblutungsregulation</i>	181
6.6.1	Neuronale Kontrolle des Gefäßtonus	181
6.6.2	Myogene Autoregulation	183
6.6.3	Lokal-chemische und hormonale Durchblutungsregulation	184
6.6.4	Endothelvermittelte Durchblutungsregulation	186
6.6.5	Durchblutung spezieller Organe	189
6.6.6	Messung der Strömungsgeschwindigkeit und der Volumenstromstärke	193
6.7	<i>Regulation des Blutkreislaufs</i>	195
6.7.1	Mechanismen zur kurzfristigen Blutdruckregulation	195
6.7.2	Mechanismen zur mittelfristigen Blutdruckregulation	200
6.7.3	Mechanismen der langfristigen Blutdruckregulation	201
6.7.4	Zentrale Kontrolle des Kreislaufs	204
6.7.5	Kreislaufumstellungen	207

6.8	<i>Pathophysiologische Aspekte</i>	209
6.8.1	Krankhafte Veränderungen des arteriellen Blutdrucks	209
6.8.2	Schock	210
6.9	<i>Plazentarer und fetaler Kreislauf</i>	212
6.9.1	Plazentakreislauf	212
6.9.2	Fetaler Kreislauf	212
7	Atmung	
7.1	<i>Funktionelle Morphologie des Respirationstrakts</i>	216
7.1.1	Atmungsexkursionen des Thorax	216
7.1.2	Funktion der Atemwege	219
7.1.3	Funktion der Alveolen	222
7.2	<i>Ventilation</i>	223
7.2.1	Lungen- und Atemvolumina	223
7.2.2	Toträume	226
7.2.3	Atemzeitvolumen und alveoläre Ventilation ...	227
7.3	<i>Atmungsmechanik</i>	229
7.3.1	Elastische Atmungswiderstände	229
7.3.2	Visköse Atmungswiderstände	233
7.3.3	Atmungszyklus	234
7.3.4	Ventilationsstörungen und Funktionsprüfungen	236
7.4	<i>Austausch der Atemgase</i>	238
7.4.1	Zusammensetzung des alveolären Gasgemisches	238
7.4.2	Diffusion der Atemgase	242
7.5	<i>Lungenperfusion und Arterialisierung des Blutes</i>	246
7.5.1	Lungenperfusion	246
7.5.2	Arterialisierung des Blutes	247
7.6	<i>Zentrale Rhythmogenese und Atmungsregulation</i>	249
7.6.1	Rhythmogenese der Atmung	249
7.6.2	Chemische Kontrolle der Atmung	251
7.6.3	Reflektorische und zentrale Kontrolle der Atmung	256

7.7	<i>Atemgastransport des Blutes</i>	258
7.7.1	Physikalische Löslichkeit der Atemgase	259
7.7.2	Hämoglobin-Sauerstoff-Bindung	259
7.7.3	Kohlendioxidtransport des Blutes	264
7.8	<i>Gewebeatmung</i>	267
7.8.1	Sauerstoffversorgung der Organe und Gewebe	268
7.8.2	Störungen der Sauerstoffversorgung	271
7.9	<i>Höhenphysiologie</i>	274
7.9.1	Akut-Reaktionen auf höhenbedingten O ₂ -Mangel	275
7.9.2	Höhenakklimatisation	275

8 Energiehaushalt und Arbeitsphysiologie

8.1	<i>Energiehaushalt</i>	276
8.1.1	Energieumsatz der Zellen	276
8.1.2	Umsatzgrößen des gesamten Organismus ...	279
8.1.3	Messung des Energieumsatzes	283
8.2	<i>Arbeitsphysiologie</i>	286
8.2.1	Grundlagen der Arbeitsphysiologie	286
8.2.2	Organfunktionen bei dynamischer Arbeit ...	288
8.2.3	Organfunktionen bei statischer Arbeit	292
8.2.4	Reaktionen auf psychische Belastungen	293
8.2.5	Leistungsbeeinflussende Faktoren	294
8.2.6	Messung der Leistungsfähigkeit	300

9 Wärmehaushalt

9.1	<i>Grundlagen des Wärmehaushalts</i>	302
9.1.1	Homoiothermie	302
9.1.2	Körpertemperatur	303
9.2	<i>Wärmebildung und innerer Wärmestrom</i>	306
9.2.1	Wärmebildung	306
9.2.2	Wärmetransport im Körper	308
9.3	<i>Wärmeabgabe an die Umgebung</i>	309
9.3.1	Mechanismen der Wärmeabgabe	309
9.3.2	Wärmeabgabe und Umweltfaktoren	311

9.4	<i>Thermoregulation</i>	313
9.4.1	Glieder und Funktion des Temperaturregelkreises	314
9.4.2	Thermoregulation des Neugeborenen	317
9.4.3	Akklimatisation	318
9.4.4	Pathophysiologie der Thermoregulation	320

10 Ernährung

10.1	<i>Energetische Aspekte der Ernährung</i>	324
10.1.1	Nährstoffe als Energiequellen	324
10.1.2	Austauschbarkeit und umsatzsteigernde Wirkung der Nährstoffe	326
10.2	<i>Nährstoffe</i>	327
10.2.1	Kohlenhydrate	327
10.2.2	Fette	329
10.2.3	Eiweiße	332
10.3	<i>Vitamine</i>	333
10.3.1	Bedeutung und Einteilung der Vitamine	333
10.3.2	Vitamine in tabellarischer Übersicht	335
10.3.3	Antivitamine	335
10.4	<i>Wasser, Salze und Spurenelemente</i>	337
10.5	<i>Ernährung und Körpergewicht</i>	338

11 Epitheliale Transportprozesse

11.1	<i>Barrierefunktion der Epithelien</i>	341
11.2	<i>Resorption und Sekretion</i>	343

12 Funktionen des Magen-Darm-Kanals

12.1	<i>Allgemeine Grundlagen der gastrointestinalen Funktionen</i>	347
12.1.1	Aufgaben und Funktionseinheiten des Gastrointestinaltrakts	347
12.1.2	Enterisches Nervensystem	350
12.1.3	Vegetatives Nervensystem	350
12.1.4	Gastrointestinale Hormone	351

12.1.5	Gastrointestinale Motilität	354
12.1.6	Bildung der Verdauungssekrete	359
12.2	<i>Mundhöhle, Pharynx und Ösophagus</i>	360
12.2.1	Kauen	360
12.2.2	Speicheldrüsen	361
12.2.3	Schluckakt	364
12.3	<i>Magen</i>	367
12.3.1	Reservoirfunktion des Magens	367
12.3.2	Durchmischung und Homogenisierung	368
12.3.3	Magenentleerung	369
12.3.4	Magensaftsekretion	370
12.4	<i>Pankreas</i>	378
12.4.1	Pankreassekret	378
12.4.2	Phasen der Pankreassekretion	382
12.5	<i>Leber und Gallenwege</i>	383
12.5.1	Sekretion der Lebergalle	383
12.5.2	Leber- und Blasengalle	384
12.5.3	Bildung von Mizellen	386
12.5.4	Enterohepatische Kreisläufe	387
12.6	<i>Dünndarm</i>	388
12.6.1	Dünndarmmotilität	389
12.6.2	Dünndarmsekretion	390
12.7	<i>Kolon und Rektum</i>	391
12.7.1	Kolonmotilität	391
12.7.2	Darmkontinenz und Defäkation	392
12.7.3	Sekretion und bakterielle Besiedlung des Dickdarms	394
12.8	<i>Resorption von Elektrolyten und Wasser</i>	394
12.8.1	Darmmukosa	394
12.8.2	Transportmechanismen für Elektrolyte und Wasser	396
12.9	<i>Verdauung und Resorption von Nährstoffen</i> ..	400
12.9.1	Verdauung und Resorption der Kohlenhydrate	400
12.9.2	Verdauung der Proteine und Resorption der Proteolyseprodukte	401
12.9.3	Verdauung der Lipide und Resorption der Lipolyseprodukte	403
12.10	<i>Darmgase</i>	406

13 Nierenfunktion und Miktion

13.1	<i>Grundlagen der Nierenfunktion</i>	409
13.1.1	Funktionsprinzip und Aufgabe der Nieren	409
13.1.2	Durchblutung und O ₂ -Verbrauch der Nieren ..	413
13.2	<i>Glomeruläre Filtration</i>	418
13.2.1	Zusammensetzung des Ultrafiltrats	419
13.2.2	Filtrationsdruck und Filtrationsrate	421
13.3	<i>Tubuläre Transportprozesse</i>	424
13.3.1	Tubuläre Resorption von Na ⁺ , Cl ⁻ und Wasser	424
13.3.2	Tubuläre Kaliumresorption und -sekretion ...	428
13.3.3	Tubuläre Resorption von Kalzium, Magnesium, Phosphat und Sulfat	430
13.3.4	Tubuläre Resorption von Glukose und anderen Monosacchariden	432
13.3.5	Resorption von Aminosäuren und Oligopeptiden	434
13.3.6	Tubuläre Transporte von Harnstoff, Urat und Oxalat	435
13.3.7	Tubuläre Sekretion von schwachen organischen Ionen	437
13.3.8	Tubuläre Transporte von Protonen, Bikarbonat und Ammoniak/Ammonium	439
13.4	<i>Harnkonzentrierung und -verdünnung</i>	442
13.4.1	Harnkonzentrierung bei Antidiurese	442
13.4.2	Diurese	445
13.5	<i>Niere als Bildungsstätte und Zielorgan von Hormonen</i>	447
13.6	<i>Funktion der Harnblase und Miktion</i>	448
13.6.1	Funktion der Harnblase	448
13.6.2	Miktion und Kontinenz	448

14 Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt

14.1	<i>Wasserhaushalt</i>	452
14.1.1	Wassergehalt des Körpers	452
14.1.2	Wasserbilanz	452
14.1.3	Flüssigkeitsräume des Organismus	453

14.2	<i>Elektrolytverteilung in den Körperflüssigkeiten</i>	455
14.3	<i>Regulation des Wasser- und Elektrolythaushalts</i>	458
14.3.1	Osmoregulation	458
14.3.2	Regulation des Extrazellulärvolumens	460
14.3.3	Kontrolle der Isoionie	461
14.4	<i>Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts</i>	463
14.5	<i>Säure-Basen-Haushalt</i>	466
14.5.1	Grundlagen	466
14.5.2	Puffereigenschaften des Blutes	468
14.5.3	Respiratorische, renale und hepatische pH-Regulation	473
14.5.4	Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichts ...	475
14.5.5	Analyse des Säure-Basen-Status	478
15	Hormonale Regulationen	
15.1	<i>Aufgaben und Wirkungsweisen der Hormone</i> .	482
15.1.1	Hormone als Informationsträger	482
15.1.2	Grundprinzipien der hormonalen Regulation .	485
15.2	<i>Hypothalamisch-hypophysäres System</i>	487
15.2.1	Hormone der Neurohypophyse	488
15.2.2	Effektorische Hormone der Adenohypophyse .	491
15.2.3	Glandotrope Hormone der Adenohypophyse .	497
15.3	<i>Schilddrüsenhormone</i>	499
15.3.1	Biosynthese und Wirkungen der Schilddrüsenhormone	499
15.3.2	Kontrolle des T ₃ - und T ₄ -Spiegels	501
15.4	<i>Nebennierenrindenhormone</i>	503
15.4.1	Glukokortikoide	503
15.4.2	Mineralokortikoide	506
15.4.3	Androgene der Nebennierenrinde	508
15.5	<i>Sexualhormone</i>	508
15.5.1	Männliche Sexualhormone	509
15.5.2	Weibliche Sexualhormone	511

15.6	<i>Hormone des Nebennierenmarks</i>	519
15.6.1	Bildung und Wirkungen von Adrenalin und Noradrenalin	519
15.6.2	Kontrolle der Hormonabgabe	521
15.7	<i>Pankreashormone und Blutzuckerregulation</i> .	522
15.7.1	Insulin	522
15.7.2	Glukagon	523
15.7.3	Regulation des Blutzuckerspiegels	525
15.8	<i>Hormonale Kalzium- und Phosphat-Regulation</i>	528
15.8.1	Parathormon	528
15.8.2	Kalzitonin	530
15.8.3	Kalzitriol	531
15.9	<i>Weitere Hormonsysteme</i>	532
15.10	<i>Gewebehormone</i>	532
16	Sexualfunktionen	
16.1	<i>Kohabitation</i>	534
16.1.1	Sexueller Reaktionsablauf beim Mann	535
16.1.2	Sexueller Reaktionsablauf bei der Frau	537
16.1.3	Allgemeinreaktionen während des sexuellen Reaktionsablaufs	539
16.2	<i>Konzeption</i>	540
16.2.1	Spermienwanderung und Imprägnation	540
16.2.2	Syngamie und Nidation	540
16.2.3	Empfängniszeit	541
17	Maßeinheiten der Physiologie	542
18	Weiterführende Literatur	546
19	Sachverzeichnis	551