

Inhaltsverzeichnis

I Grundlagen

1 Grundlagen der Behandlungsstrategie 3

Wolfgang Laube

1.1 Verbesserung der aktiven Belastbarkeit und Belastungsverträglichkeit.....	4	1.4 Die fünf Aspekte des Therapieprozesses	7
1.2 Verbesserung der koordinativen Leistungsfähigkeit	5	1.4.1 Fachspezifisch behandeln.....	7
1.3 Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeiten und der Kraftfähigkeiten	6	1.4.2 Aktive Therapie ermöglichen	7
		1.4.3 Koordination verbessern	9
		1.4.4 Kraft und Ausdauer steigern	14
		1.4.5 Trainieren.....	19
		1.4.6 Zusammenfassung.....	19

II Physiologie

2 Physiologie des sensomotorischen Systems 25

Wolfgang Laube

2.1 Biologische Grundlagen – Reaktions- und Aktionsfähigkeit lebender Organismen	25	2.2.8 Skelettmuskel	85
2.1.1 Ruhemembranpotenzial.....	28	2.3 Grundprinzip der Bewegungsprogrammierung und Bewegungsregulation.....	96
2.1.2 Aktionspotenzial	30	2.3.1 Bewegungsvorstellung	98
2.1.3 Leitung der Aktionspotenziale	32	2.3.2 Erkennen des aktuellen Zustands	99
2.1.4 Chemische Synapse	34	2.3.3 Sensomotorische Strategie	103
2.1.5 Bahnung und Hemmung	39	2.3.4 „Programmierung“ des Bewegungsprogramms.....	104
2.2 Sensomotorisches System – Schnittstelle zwischen Mensch und Umwelt	42	2.3.5 Ausführung der Bewegung	105
2.2.1 Grundelemente und Funktionsweisen	42	2.3.6 Bewegung als Quelle der afferenten Rückinformation.....	105
2.2.2 Strukturelemente des sensomotorischen Systems?	43	2.4 Muskeltonus – biophysikalische und neurophysiologische Zustandsgröße.....	107
2.2.3 Sensoren.....	45	2.4.1 Muskeltonus als biophysikalische Zustandsgröße	110
2.2.4 Aufsteigende sensorische Leitungsbahnen	57	2.4.2 Muskeltonus als neurophysiologische Zustandsgröße ...	115
2.2.5 Leistungen der verschiedenen Ebenen des sensomotorischen Systems – spinale und supraspinale neuronale Netzwerke.....	61	2.4.3 Interaktionen zwischen biophysikalischen und neurophysiologischen Zustandsgrößen	116
2.2.6 Absteigende motorische Leitungsbahnen	72		
2.2.7 Motorische Einheiten (ME) und Kraftabstufung (Rekrutierungsordnung).....	74		

3 Logistiksysteme des sensomotorischen Systems: die funktionelle Kette der aeroben Energieversorgung – Regulationsysteme der Homöostase und der Koordination der Organfunktionen 118

Wolfgang Laube

3.1 Funktionelle Kette der Sauerstoffversorgung und der aeroben Energieversorgung 118	3.2 Regulationsysteme der Homöostase 147
3.1.1 Sauerstoffaufnahme in die Lunge 119	3.2.1 Säure-Basen-Haushalt 147
3.1.2 Herz-Kreislauf-System und Atemgastransport 125	3.2.2 Wasser- und Elektrolythaushalt..... 150
3.1.3 Atemgastransport im Blut 137	3.2.3 Temperaturregulation..... 151
3.1.4 Energiestoffwechsel..... 139	3.3 Regulationsysteme zur zentralen Koordination der Organfunktionen .. 154
	3.3.1 Neurovegetatives System 154
	3.3.2 Hormonelles System 162

4 Physiologie der Hauptbeanspruchungen des sensomotorischen Systems..... 165

4.1 Sensomotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten 165	4.3.7 Wie lernt das sensomotorische System? 211
Wolfgang Laube	4.4 Schnelligkeit und die konditionelle Fähigkeit Kraft 218
4.1.1 Sensomotorische Fähigkeiten..... 165	Wolfgang Laube, Georg Blümel
4.1.2 Sensomotorische Fertigkeiten 166	4.4.1 Schnelligkeit – eine koordinative sensomotorische Leistung..... 218
4.2 Definitionen der sensomotorischen Hauptbeanspruchungsformen 167	4.5 Kraft – sensomotorische Koordination und Muskelhypertrophie 222
4.3 Sensomotorische Koordination – koordinative Fähigkeiten 169	Wolfgang Laube
4.3.1 Neugeborene – Individuen mit phylogenetisch entwickelten Grundlagen der Sensomotorik..... 172	4.5.1 Schnellkraft – kraftakzentuierte sensomotorische Koordination..... 222
4.3.2 Gehirn als Strukturbasis der koordinativen Fähigkeiten..... 174	4.5.2 Maximalkraft..... 223
4.3.3 Konzepte koordinativer Fähigkeiten.... 177	4.5.3 Kraftausdauer 223
4.3.4 Handlungsziele im Sport und im täglichen Leben..... 179	4.5.4 Grundlagen des Kraftzuwachses – Koordination und Hypertrophie 224
4.3.5 Koordinative Fähigkeiten..... 181	4.6 Konditionelle Fähigkeit Ausdauer 225
4.3.6 Bewegungsregulation und sensomotorisches Lernen 186	4.6.1 Neurophysiologischer Mechanismus ... 226

5 Diagnostik der Leistungen des sensomotorischen Systems: Koordination – Ausdauer – Kraft 228

5.1 Formen der Diagnostik 228	5.1.4 Direkter Zugang zu den Logistiksystemen – Ergometrie..... 232
Wolfgang Laube	5.1.5 Blutdruck 234
5.1.1 Funktionsdiagnostik 228	5.1.6 Herzschlagfrequenz und Laktat 234
5.1.2 Direkter Zugang zum sensomotorischen System – EMG und Kraft..... 229	5.2 Diagnostik der Koordination 235
5.1.3 Indirekter Zugang zum sensomotorischen System – Kinetik und Kinematik 231	5.2.1 Subjektive und objektive Diagnostik.... 236
	5.2.2 Parameter..... 236

5.3 Diagnostik der Ausdauer	243	5.3.5 Leistungs-Laktat-Beziehung – Definition der verschiedenen Schwellen	254
5.3.1 Diagnostik der Sauerstoffaufnahme	244	5.3.6 Weitere Schwellenkonzepte auf der Basis der Ventilation und der Herzfrequenz ..	257
5.3.2 Diagnostik mittels Laktat	248	5.4 Diagnostik der Kraft	261
5.3.3 Leistungs-Laktat-Beziehung – physiologische und methodische Aspekte	250	<i>Wolfgang Laube, Georg Blümel</i>	
5.3.4 Leistungs-Laktat-Beziehung im Labortest – Schwellenkonzepte	253	5.4.1 Klinische nichtquantitative Diagnostik .	261
		5.4.2 Semiobjektive Diagnostik	262

6 Physiologie der Nozizeption und Wahrnehmung von Schmerzen 275

6.1 Grundlagen	275	6.3 Psychologische Aspekte des Schmerzes	297
<i>Hans-Georg Schaible, Thomas Weiß</i>		<i>Thomas Weiß</i>	
6.1.1 Definitionen	275	6.3.1 Affektive Schmerzkomponente	298
6.1.2 Akuter und chronischer Schmerz	275	6.4 Einfluss von Schmerz auf Psyche, Erleben und Verhalten	300
6.1.3 Schmerzmessung	278	<i>Thomas Weiß</i>	
6.2 Strukturen der Nozizeption und der Schmerzverarbeitung	279	6.4.1 Entstehung von Schmerz- und allgemeinem Krankheitsverhalten	300
<i>Thomas Weiß, Hans-Georg Schaible</i>		6.4.2 Erlerntes Schmerzverhalten	302
6.2.1 Übersicht über das nozizeptive System	279	6.4.3 Neuropsychologische und kognitive Prozesse, soziale Faktoren	305
6.2.2 Nozizeptive Primärafferenzen	279	6.4.4 Angst und Depression	306
6.2.3 Nozizeptives System im Rückenmark	285	6.5 Plazeboeffekte	307
6.2.4 Supraspinale Strukturen und Mechanismen sowie ihre Plastizität	289	<i>Thomas Weiß</i>	
6.2.5 Deszendierende Hemmung und Bahnung	296	6.5.1 Begriffserklärung und Einordnung	307
		6.5.2 Effizienz von Plazebos	307
		6.5.3 Einfluss der Therapeutenpersönlichkeit auf den Behandlungseffekt	308

7 Klinik, Physiologie und Pathophysiologie der manuellen Therapie. 310

Wolfgang Laube, Christian Angleitner

7.1 Manualltherapeutische Interventionen in der klinischen Praxis	310	7.2.4 Wirkung der spinalen Manipulation	318
7.1.1 Pathophysiologie der reversiblen Funktionsstörungen	310	7.3 Paraspinale Muskulatur	319
7.1.2 Spinale Manipulation	312	7.3.1 Funktionelle Verknüpfung	320
7.1.3 Was ist manuelle Therapie?	313	7.3.2 Intervertebrale Dysfunktion und funktionelle Veränderung	320
7.2 Manipulationen und Wirkungen	314	7.3.3 Veränderungen der Muskulatur bei LBP	321
7.2.1 Charakteristika manipulativer Maßnahmen	314	7.4 Funktionsstörungen und neurophysiologische Folgen	323
7.2.2 Manipulationsimpuls	315	7.4.1 Wechselwirkung von biomechanischen Veränderungen und Neurophysiologie ..	323
7.2.3 Wirkungsmechanismen der Manipulation	317		

7.4.2	Auswirkungen von Manipulationen	324	7.6 Somatonozeptive und nozeptive Afferenzen und deren Wirkungen	332	
7.4.3	Nacheffekte und Nacheffektivitätsdepression	327	7.6.1	Auslösung des Rückenschmerzes.	332
7.5	Somatoneurovegetative Verknüpfungen/Wirkungen	328	7.6.2	Schmerzlinderung durch spinale Manipulation.	332
			7.6.3	Zentralnervöse somatische Wirkungen.	336

8 Physiologie des Alterungsprozesses. 339

Wolfgang Laube

8.1	Alterungsprozess im sensomotorischen System.	339	8.3.2	Afferenter (und efferenter) Schenkel des sensomotorischen Systems im Alter	345
8.1.1	Altern – ein physiologischer Prozess. . . .	339	8.3.3	Zentrale Prozesse der Informationsverarbeitung im Alter	352
8.1.2	Degenerative Erkrankungen und Alterungsprozesse	341	8.3.4	Visuelles System im Alter.	354
8.2	Theorien des Alterungsprozesses	341	8.3.5	Vestibuläre Leistungen im Alter.	356
8.3	Altersbedingte Veränderungen der Strukturen des SMS.	344	8.3.6	Efferenter Schenkel des sensomotorischen Systems im Alter.	358
8.3.1	Allgemeine Folgen des Alterungsprozesses für das sensomotorische System	344			

III Pathophysiologie

9 Deadaptationsprozesse durch Inaktivität und Immobilisation. . . 369

Wolfgang Laube

9.1	Merkmale der Inaktivität bzw. Immobilisation	370	9.1.4	Enzymsystem und Durchblutung des Muskels	373
9.1.1	Skelettmuskel	370	9.1.5	Neurovegetatives und hormonelles System	373
9.1.2	Spinales und supraspinales Nervensystem	372	9.1.6	Auswirkungen auf das Bindegewebe und Knochen	373
9.1.3	Herz-Kreislauf-System	373			

10 Pathophysiologie des sensomotorischen Systems nach Verletzungen und bei degenerativen Gelenkerkrankungen. . . . 375

Wolfgang Laube

10.1	Funktion des sensomotorischen Systems nach Verletzungen	375	10.1.5	Ausheilungszustand – funktionelle Narbe im SMS	399
10.1.1	Störungsmuster des sensomotorischen Systems.	375	10.2	Funktion des sensomotorischen Systems bei degenerativen Gelenkerkrankungen und nach Gelenkprothesen.	402
10.1.2	Ruptur des vorderen Kreuzbands und operative Versorgung	378	10.2.1	Osteoarthrose	403
10.1.3	Persistierende Aktivierungsinsuffizienz. .	395	10.2.2	Knie- und Hüftgelenktotalendoprothese (KG- und HG-TEP)	404
10.1.4	Aktivierungsinsuffizienz repräsentiert eine funktionelle Teilparese	397			

10.3	Hilfsmittelunterstützte therapeutische Interventionen	414	10.3.1	Biofeedback und -Muskelstimulation...	414
			10.3.2	Bandagen und Orthesen.....	415
11	Pathophysiologie des Low Back Pain	440			
	<i>Wolfgang Laube, Christoph Anders</i>				
11.1	Das Bewegungssegment als kleinste morphologische und funktionelle Einheit	440	11.6.1	Zyklus „pain – muscle spasm – pain“ ...	450
11.1.1	Systematik der Rumpfmuskulatur – State of the Art	441	11.6.2	Modell „pain adaptation“	452
11.2	Bewegungssegment und sensorische Versorgung	443	11.6.3	Konsequenzen für das Verständnis der Pathogenese von Rückenschmerzen ...	452
11.2.1	Regulation der Stiffness (Steifigkeit) von Bewegungssegmenten	443	11.6.4	Physiologische und pathophysiologische Innervationsmuster der Körperstammuskulatur	452
11.2.2	Sensorische Versorgung	443	11.7	Spezifischer Low Back Pain	457
11.3	Bewegungssegment und Durchblutung	444	11.7.1	Definition	457
11.3.1	Durchblutungsstörungen als Ursache von Schmerzen und Degeneration	444	11.8	Unspezifischer Low Back Pain	458
11.4	Bewegungssegment und paraspinale Muskelaktivität	447	11.8.1	Definition	458
11.5	Bewegungssegment und posturale Kontrolle	448	11.9	Mechanismen der Schmerzauslösung	459
11.6	Zyklus „pain – muscle spasm – pain“ und „pain adaptation model“	450	11.9.1	Bewegungssegment und peripheres Nervensystem	461
			11.9.2	Zentrales Nervensystem	462
			11.9.3	Grundsätzlich therapeutischer Ansatz beim unspezifischen, chronischen Low Back Pain	463
12	Chronische ernährungs- und altersbedingte metabolische Azidose	473			
	<i>Wolfgang Laube, Andreas Kannenberg</i>				
12.1	Säure-Basen-Homöostase	473	12.4.2	Protein- und Muskelstoffwechsel und chronische metabolische Azidose	485
12.1.1	Ursachen einer Azidose	473	12.4.3	Endokriniem und chronische metabolische Azidose	486
12.1.2	Regulation der Säure-Basen-Homöostase	473	12.4.4	Bindegewebe und chronische metabolische Azidose	487
12.1.3	Azidose als Krankheitsursache	474	12.4.5	Herz und chronische metabolische Azidose	488
12.1.4	Auswirkungen der geringgradigen Azidose	476	12.4.6	Niere und chronische metabolische Azidose	488
12.2	Konzept der eubikarbonatämischen metabolischen Azidose	476	12.4.7	Körperliche Leistungsfähigkeit und chronische metabolische Azidose	489
12.3	Altern als Ursache der metabolischen Azidose	479	12.4.8	Schmerzsystem und chronische metabolische Azidose	491
12.3.1	Altersbedingte Veränderungen der Nierenfunktion	479	12.5	Diagnostik der alters- und ernährungsbedingten metabolischen Azidose	492
12.4	Auswirkungen der chronisch ernährungs- und altersbedingten metabolischen Azidose auf den Gesundheitszustand ..	482			
12.4.1	Knochenstoffwechsel und chronische metabolische Azidose	482			

12.6 Prophylaxe, Therapie und Kompensation der alters- und ernährungsbedingten Azidose	493
12.6.1 Ernährung	493
12.6.2 Nahrungsergänzung	494

IV Training und Therapie

13 Physiologie des Zyklus Belastung – Beanspruchung – Ermüdung – Erholung – Adaptation. 499

Wolfgang Laube

13.1 Zyklus: Belastung – Beanspruchung – Ermüdung – Erholung – Adaptation ..	499
13.1.1 Belastung	500
13.1.2 Beanspruchung	500
13.1.3 Ermüdung	501
13.1.4 Erholung	502
13.1.5 Adaptation	503
13.2 Zyklus Belastung – Beanspruchung – Ermüdung – Erholung aus sensomotorischer und neurovegetativer Sicht	504
13.2.1 Belastungsprogramme	505
13.2.2 Diagnostische Verfahren	506
13.2.3 Muskuläre, sensomotorische und neurovegetative Reaktionen im Belastungs – Erholungs – Zyklus nach Kraftausdauer- und Schnellkraftbelastung – die Erholungsverläufe	509
13.2.4 Beziehungen zwischen Herzrhythmus und Laktatkonzentration in der Erholung	523
13.2.5 Parameter der Herzrhythmik bei systematisch verändertem muskulärem Stoffwechsellmilieu	528
13.3 Wechselbeziehungen im Zyklus Belastung – Beanspruchung – Ermüdung – Erholung	533
13.3.1 Methodische Voraussetzung reliabler Bedingungen	534
13.3.2 Ergometerprogramme als Modelle unterschiedlicher Belastungsarten mit der Gemeinsamkeit einer maximalen anaeroben Stoffwechselstimulation	534
13.4 Erholung der neurovegetativ-chronotropen Tonuslage	536
13.4.1 Chemoafferenzen und neurovegetativ-chronotrope Regulation der Herzfunktion	536
13.4.2 Systematische Verschiebung des vegetativ-chronotropen Gleichgewichts bei schrittweise ansteigenden Laktatkonzentrationen	537
13.4.3 Stoffwechsellmilieu des Muskels – muskuläre Chemoafferenzen als Basis der neurovegetativen Rückstellungen in der Erholung	539
13.4.4 Rückstellung des vegetativ-chronotropen Gleichgewichts in der Erholung nach verschiedenen intensiven Belastungen als Funktion der Rückführung des muskulären Stoffwechsellmilieus	541

14 Training der sensomotorischen Hauptbeanspruchungsformen Koordination, Ausdauer und Kraft

14.1 Training als Konzept der Prävention, Therapie und Rehabilitation	556
<i>Wolfgang Laube</i>	
14.2 Training: Definition, Begriffe, Zielstellung und Merkmale	557
<i>Wolfgang Laube</i>	
14.2.1 Definition	557
14.2.2 Grundbegriffe des Trainings	557
14.2.3 Zielstellung	558
14.2.4 Merkmale des Trainings	558
14.2.5 Grundsätze oder Prinzipien des Trainings	558
14.2.6 Training der koordinativen Fähigkeiten und Fertigkeiten	561

14.2.7 Grundlagen	562	14.6 Training der Ausdauer	583
14.3 Lernprozess des		<i>Wolfgang Laube</i>	
Koordinationstrainings	566	14.6.1 Trainingswirkungen der Ausdauer	588
<i>Wolfgang Laube</i>		14.7 Training der Kraft	591
14.3.1 Ausgangssituation analysieren.....	567	<i>Wolfgang Laube</i>	
14.4 Trainingsgesichtspunkte	569	14.7.1 Trainingswirkungen der Kraft.....	594
<i>Wolfgang Laube</i>		14.8 Beanspruchungen durch die	
14.4.1 Trainingsparameter	570	medizinische Trainingstherapie	600
14.4.2 Übungsanleitung	570	14.8.1 Aufbau der sensomotorischen	
14.4.3 Ausführungsprozess	571	Leistungsfähigkeit nach Verletzungen	
14.5 Training der		am Beispiel der Sportart Fußball	600
koordinativen Fähigkeiten	573	<i>Andreas Schlumberger</i>	
<i>Wolfgang Laube</i>		14.8.2 Belastungen/Training der Fähigkeiten	
14.5.1 Trainingswirkungen der		und Fertigkeiten im Alter.....	618
Koordination	582	<i>Wolfgang Laube</i>	

V Anhang

Abkürzungen	641
Literaturverzeichnis	643
Sachverzeichnis	671
Abbildungsnachweis	692