

Inhaltsverzeichnis

1 Funktionelle Anatomie der Skelettmuskulatur

D. Blattner

1

Aufbau und Funktion des aktiven

Bewegungsapparats und des Skelettmuskels ... 2

Anatomische Bezeichnungen der Skelettmuskeln ... 2

Nomenklatur ... 2

Muskelfasertypen ... 5

Funktionelle Muskellogen als Bauprinzip ... 6

Muskellogen mit schwerpunktmäßigem

Verletzungsrisiko im Sport mit Innervation und Blutversorgung ... 8

Muskulatur des Rumpfes ... 8

Anteriores und posteriores Kompartiment der oberen Extremität ... 10

Kompartimente der Hüfte, des Gesäßes und der unteren Extremität ... 13

Septum intermusculare, Rektusscheide, Tractus iliotibialis ... 22

Skelettmuskeln und ihre

typischen Bewegungsmuster ... 22

Muskelfiederung ... 23

Anatomischer versus physiologischer

Querschnitt im Skelettmuskel ... 23

Isotonische und isometrische Kontraktion ... 24

Funktionelle Histologie des Muskelgewebes ... 25

Glatte Muskulatur ... 25

Quergestreifte Muskulatur ... 26

Herzmuskulatur ... 26

Skelettmuskulatur ... 27

Molekulare Feinstruktur der

Skelettmuskelfaser (Sarkomer) ... 27

Aktin- und Myosinfilamente ... 28

Streifenstruktur ... 28

Sarkoplasmatisches Retikulum ... 28

Regulatorproteine Tropomyosin und Troponin ... 28

Akzessorische Proteine Titin und Nebulin ... 29

Muskelermüdung ... 30

Satellitenzellen (Emergency Cells) ... 30

Mikrogefäße und Kapillaren des Skelettmuskels ... 31

Ischämie ... 31

Bindegewebe des Skelettmuskels

(myofaszialer Hilfsapparat) ... 32

Bauprinzip eines Skelettmuskels ... 33

Skelettmuskel ... 33

Muskelfaszien und Septum intermusculare ... 34

Sekundär- und Primärbündel ... 34

Muskelfaser ... 34

Muskelsehnen ... 35

Aufbau ... 35

Funktion ... 36

Muskel-Sehnen-Verbindung

(myotendinöser Kontakt) ... 36

Muskel-Knochen-Verbindung

(tendoosärer Kontakt) ... 36

Hilfseinrichtungen des Skelettmuskels ... 38

Sehnenscheiden (Vagina synovialis)

und Retinakula ... 38

Sesambeine (Ossa sesamoidea) ... 39

Aktive und passive Muskelinsuffizienz ... 39

Innervation der Skelettmuskulatur ... 40

Motorische Einheit und

neuromuskuläre Synapse ... 41

Motorische Endplatte (neuromuskuläre Junktion) ... 41

Muskelspindeln (Golgi-Spindelorgane) ... 43

Aufbau ... 43

Spindeldichte ... 44

Sehnenspindeln (Golgi-Sehnenorgane) ... 44

Funktionell-anatomische Grundlagen

des Muskelreflexes ... 44

Reflexbogen ... 45

Rhythmische Bewegungen im Sport ... 46

Innervierter Bewegungsapparat ... 47

Gehirn und Rückenmark ... 47

Nervengeflechte (Plexus)

und periphere Nerven (Palpation) ... 48

Plexus ... 48

Syndrome des Rückenmarks ... 50

Myotome und Kennmuskeln

motorischer Nervenwurzeln ... 51

Literatur ... 54

2 Physiologische Grundlagen und sportphysiologische Aspekte

55

B. Brenner, N. Maassen

Physiologische Grundlagen ... 56

Sarkomer, Muskelkraft und Muskelverkürzung ... 56

Grundprinzipien der Muskelkontraktion und ihrer Regulation ... 57

- Motorische Einheit ... 57
- Neuromuskuläre Endplatte (motorische Endplatte) ... 57
- Erregungsübertragung vom Motoneuron auf die Skelettmuskelfasern ... 58
- Auslösung einer Kontraktion (elektromechanische Koppelung) ... 58
- Erzeugung von Zugkräften durch Myosinköpfe ... 60
- Erschlaffung des Muskels ... 61
- Zeitlicher Verlauf der Muskelkontraktion (Mechanogramm) ... 61

Abstufung der Muskelkraft bei Willkürbewegungen ... 62

Formen der Muskelkontraktion ... 63

- Ruhedehnungskurve ... 63
- Isotonische Kontraktion ... 65
- Isometrische Kontraktion ... 65
- Auxotonische Kontraktion ... 65
- Unterstützungs- und Anschlagkontraktion ... 65
- Muskelarbeit ... 66
- Beziehung zwischen Last und Verkürzungsgeschwindigkeit eines Muskels ... 66
- Konzentrische/exzentrische Kontraktion ... 66
- Anpassung der Verkürzungsgeschwindigkeit an wechselnden Bedarf ... 67

Neuromuskuläre Steuerungsmechanismen ... 67

- Hierarchische Organisation willkürlicher Bewegungen ... 67
- Regelung der Muskellänge (Muskeleigenreflex) ... 68

- Kraft- bzw. Spannungskontrolle der Muskulatur (autogene Hemmung) ... 71
- Rhythmische Bewegungsmuster ... 72
- Bahnung und Hemmung der neuronalen Verschaltungen auf Rückenmarkebene ... 73

Leistungsphysiologische Aspekte ... 74

Muskelfasertypen ... 74

Muskelstoffwechsel – Überblick ... 74

- Anaerob-alkalotazide Energiebereitstellung ... 74
- Aktivierung der Phosphofruktokinase ... 75
- Aktivierung des Glykogenabbaus ... 75
- Produktion von Laktat ... 75
- Aerober Stoffwechsel ... 76
- Fett oder Kohlenhydrate? ... 76

Aufwärmen ... 77

- Temperatureffekte ... 77
- Durchblutung ... 78
- Erregbarkeit ... 79
- Kühlung statt Aufwärmen ... 79

Ermüdung ... 79

- Azidose ... 80
- ATP-Resynthese ... 80
- Phosphateffekte ... 80
- Erregbarkeit ... 82
- Glykogenmangel ... 82
- Freie Radikale ... 82
- Temperatur ... 82
- Zentrale Ermüdung ... 83

Erholung ... 83

Trainingsanpassungen ... 83

- Signalketten ... 84

Literatur ... 84

3 Molekular- und Zellbiologie der Muskelregeneration

... 87

M. Flueck

Muskelverletzung und -regeneration ... 88

Bedeutung verschiedener Nahrungsmittelzusätze für die Muskelaktivität ... 90

Aminosäuren ... 90

- Essenzielle Aminosäuren ... 90
- Proteinbedarf von Sportlern ... 92

Stoffwechselentgleisungen ... 93

- pH-Wert ... 93
- Kreatinkinase, Myoglobin, Harnstoff ... 93
- Prophylaxe und Therapie ... 94

Antioxidanzien ... 94

- Wirkungsweise ... 94
- Zufuhr ... 95
- Bedeutung im Sport ... 96

Mineralstoffe ... 96

- Funktion im Muskel ... 96
- Störungen des Gleichgewichts ... 97

Spurenelemente ... 98

- Wirkungsweise ... 98
- Mangelerkrankungen ... 98
- Zufuhr ... 99
- Bedeutung im Sport ... 99

Vitamin D ...	99
Stoffwechsel und Regulation ...	100
Zufuhr ...	100
Bedeutung im Sport ...	101

Schlussfolgerungen ...	101
-------------------------------	-----

Literatur ...	101
----------------------	-----

4 Physiologische Muskelheilung und Störfaktoren ... 103

W. Bloch

Funktionelle und strukturelle Veränderungen im Muskelgewebe ... 104

Muskelverhärtung/-zerrung ...	105
-------------------------------	-----

Muskelfaserriss ...	105
---------------------	-----

Muskelbündelriss/Muskelriss ...	106
---------------------------------	-----

Mechanismen der Muskelschädigung ... 106

Initiale Schädigungsphase ...	107
--------------------------------------	-----

Zelluläre Schädigungsmechanismen ...	107
--------------------------------------	-----

Extrazelluläre Schädigungsmechanismen ...	107
---	-----

Abhängigkeit der Schädigung von Kontraktionsart und Fasertyp ...	107
--	-----

Neuromuskuläre Fehlsteuerungen ...	108
------------------------------------	-----

Sekundäre Schädigungsphase ...	108
---------------------------------------	-----

Regenerationsmechanismen und deren Zeitverlauf ... 109

Destruktionsphase ...	110
------------------------------	-----

Einwanderung der Makrophagen ...	110
----------------------------------	-----

Einwanderung der Neutrophilen ...	110
-----------------------------------	-----

Reparaturphase ...	112
---------------------------	-----

Muskelfaserregeneration ...	112
-----------------------------	-----

Bildung von Extrazellulärmatrix ...	114
-------------------------------------	-----

Gefäßneubildung ...	117
---------------------	-----

Reinnervation ...	117
-------------------	-----

Labormarker für Diagnose und Heilungsverlauf ... 117

Die Heilung beeinflussende Faktoren ... 118

Ernährung ...	118
----------------------	-----

Antioxidanzien ...	118
--------------------	-----

Kohlenhydrate und Proteine ...	118
--------------------------------	-----

Lebensalter ...	119
------------------------	-----

Training ...	120
---------------------	-----

Vorgehen bei verschiedenen	
----------------------------	--

Schweregraden der Muskelverletzung ...	120
--	-----

Effekte des Trainings ...	121
---------------------------	-----

Medikamentöse Therapie ...	122
-----------------------------------	-----

Nicht steroidale Antiphlogistika ...	122
--------------------------------------	-----

Glukokortikoide ...	123
---------------------	-----

Neue Therapieansätze ...	123
--------------------------	-----

Physikalische Maßnahmen ...	123
------------------------------------	-----

Kryotherapie ...	123
------------------	-----

Kompression ...	123
-----------------	-----

Massage ...	124
-------------	-----

Ultraschall und Elektrotherapie ...	124
-------------------------------------	-----

Literatur ...	124
----------------------	-----

5 Epidemiologie von Muskelverletzungen im Fußball ... 125

J. Ekstrand

Studienaufbau ...	126
--------------------------	-----

Material ...	127
---------------------	-----

Methodik ...	127
---------------------	-----

Definition: Verletzung ...	127
----------------------------	-----

Definition: Schwere der Verletzung ...	127
--	-----

Definition: Rezidivverletzung ...	127
-----------------------------------	-----

Ergebnisse ...	127
-----------------------	-----

Lokalisation von Muskelverletzungen bei Fußballspielern ...	127
--	-----

Verletzungsinzidenz ...	127
--------------------------------	-----

Verletzungsrisiko ...	129
------------------------------	-----

Muskelverletzungen und Alter ...	129
----------------------------------	-----

Veränderung des Verletzungsrisikos im Spielverlauf ...	129
--	-----

Verletzungen durch Körperkontakt oder Foulspiel ...	130
---	-----

Schwere von Verletzungen ...	130
-------------------------------------	-----

Rezidive ...	130
---------------------	-----

MRT-/Ultraschalluntersuchungen ...	130
---	-----

Verletzungen der ischiokruralen Muskulatur ...	131
--	-----

Verletzungen des Musculus quadriceps ...	131
--	-----

Bewertung der Daten ...	132
--------------------------------	-----

Literatur ...	132
----------------------	-----

6 Anamnese, klinische Untersuchung und Klassifikation

... 135

H.-W. Müller-Wohlfahrt, P. Ueblicher, A. Binder, L. Hänsel

Warum eine neue Klassifikation? ... 136

Muskelverletzungen in
Fachliteratur und Studien ... 137

Bedeutung der Palpation ... 137

Differenzierung von Muskelverletzungen und deren Klassifikation ... 138

Bisher übliche Einteilungen ... 138

Neue Klassifikation ... 138

Grundlagen ... 138

Muskelverhärtung (Typ-I-Läsion) ... 142

„Sogenannte Muskelzerrung“ (Typ-II-Läsion) ... 143

Muskelfaser- und Muskelbündelriss
(Typ-III-Läsion) ... 144

Muskelriss, sehniger Muskelausriss
(Typ-IV-Läsion) ... 148

Anamnese ... 149

Untersuchung von Muskelverletzungen ... 149

Untersuchungstechniken ... 149

Palpation ... 149

Ultraschalldiagnostik ... 151

Magnetresonanztomografie ... 151

Labordiagnostik ... 151

Zusammenfassung ... 151

Untersuchungsbefunde ... 152

Muskelverhärtung (Typ-I-Läsion) ... 152

„Sogenannte Muskelzerrung“ (Typ-II-Läsion) ... 152

Muskelfaserriss (Typ-IIIa-Läsion) ... 152

Muskelbündel- und Muskelriss
(Typ-IIIb- und -IV-Läsion) ... 153

Andere Muskelverletzungen und

Ursachen von Muskelbeschwerden ... 154

Muskelkontusion ... 154

Funktionelles Kompartmentsyndrom ... 155

Muskelkater ... 155

Apophysenausriss ... 156

Sonstige ... 156

Komplikationen ... 156

Entlastungssyndrom ... 156

Reruptur/Rezidiv ... 156

Serom und Zyste ... 156

Fibrose/Narbe ... 156

Traumatisches Kompartmentsyndrom ... 156

Myositis ossificans und

heterotope Ossifikation ... 157

Muskelhernie ... 157

Literatur ... 159

7 Ultraschalldiagnostik

... 161

L. Hänsel, P. Ueblicher, A. Betthäuser

Einleitung ... 162

Relevante physikalische

Phänomene und Artefakte ... 162

Absorption bzw. Dämpfung ... 163

Reflexion und Reflexartefakt ... 163

Streuung ... 163

Schallschatten ... 163

Schallverstärkung ... 163

Wiederholungsartefakt ... 164

Spiegelartefakt ... 164

Sonografische Untersuchung der Skelettmuskulatur ... 164

Sonografie des normalen

Muskelgewebes/Sonoanatomie ... 166

Die Bildgebung beeinflussende Faktoren ... 167

Durchführung der Ultraschalluntersuchung ... 168

Sonografische Untersuchung

der unteren Extremitäten ... 169

Sonografie der Pathologien ... 177

Schmerzhafte Muskelverhärtung ... 177

Sogenannte Muskelzerrung ... 178

Muskelfaserriss ... 178

Muskelbündelriss ... 180

Muskelruptur, sehniger Ausriss ... 182

Kontusionsverletzung ... 182

Komplikationen ... 187

Serom/Zyste ... 187

Fibrose/Narbe ... 187

Myositis ossificans ... 189

Heterotope Ossifikation ... 190

Kompartiment ... 190

Literatur ... 194

8 Magnetresonanztomografie

... 195

J. Böck, P. Mundinger, G. Luttke

Relevante anatomisch-mikrostrukturelle Grundlagen ... 196

Magnetresonanztomografische Untersuchungstechnik und Normalbefunde ... 196

Untersuchungstechnik ... 196

Magnetresonanztomografie der normalen Muskulatur ... 197

Magnetresonanztomografie der Muskel-Sehnen-Verletzungen ... 200

Schmerzhafte Muskelverhärtung (Typ-I-Läsion) ... 200

Sogenannte Muskelzerrung (Typ-II-Läsion) ... 200

Muskelfaserriss (Typ-IIIa-Läsion) ... 200

Muskelbündelriss (Typ-IIIb-Läsion) ... 201

Muskelriss, Sehnenriss, rein tendinöse Komplettruptur des muskulotendinösen Übergangs (Typ-IV-Läsion) ... 203

Muskelkontusion, Lazeration ... 203

Muskelhernie ... 205

Muskeldenervierung ... 205

Chronische Tendinose, Sehnenriss ... 207

Komplikationen ... 207

Serom/Zyste ... 207

Fibrose/Narbe ... 207

Myositis ossificans ... 207

Heterotope Ossifikation ... 208

Kompartmentsyndrom ... 208

Schwierige differenzialdiagnostische Erwägungen ... 208

Muskelödemmuster ... 208

Muster der fettigen Atrophie ... 208

Muster der Raumforderung: Hämatome, knöcherner Sehnenaustriss ... 208

Magnetresonanztomografische Zeichen zur Abschätzung der Prognose von Muskelverletzungen ... 209

Magnetresonanztomografisch erfassbare Risikofaktoren für erneute Muskelverletzungen ... 209

Spezielle Muskelverletzungen ... 212

Musculus quadriceps ... 212

Ischiokrurale Muskulatur ... 212

Musculus adductor longus ... 212

Musculus gastrocnemius ... 212

Seltener betroffene Muskeln ... 212

Zusammenfassung ... 212

Literatur ... 217

9 Differenzialdiagnosen des Muskelschmerzes

... 219

B. Schoser

Besonderheiten der Diagnostik ... 220

Schmerzanamnese bei Myalgien ... 220

Kreatinkinase ... 220

Makrokreatinkinase ... 221

Kreatinkinase bei Gesunden und Sportlern ... 221

Rhabdomyolyse ... 221

Indikationen zur Durchführung einer Muskelbiopsie ... 221

Neurologische Krankheitsbilder ... 222

Klinische Symptome und Topologie ... 222

Schädigungen des 1. und/oder 2. Motoneurons ... 224

Schädigungen des peripheren Nerven ... 224

Krampi ... 224

Hereditäre Muskelkrankheiten mit Myalgien ... 225

Degenerative Myopathien ... 225

Hereditäre metabolische Myopathien ... 226

Glykogenspeichererkrankungen ... 226

Störungen der Fettsäureoxidation (β -Oxidation) ... 226

Purinstoffwechselstörung

Myoadenylatdeaminase-Mangel ... 226

Mitochondriale Myopathien ... 227

Nicht dystrophische und dystrophische Myotonien ... 227

Erworbene Muskelkrankheiten mit Myalgien ... 227

Entzündliche Muskelerkrankungen mit Myalgien ... 227

Erregerassoziierte, infektiöse Myositiden ...	227
Immunogene inflammatorische	
Myopathien: Dermatomyositis ...	227
Endokrine Myopathien ...	229
Toxische Myopathien mit Myalgien ...	229
Äthyltoxische Myopathie ...	229
Steroidmyopathie ...	230
Lipidsenkermyopathie ...	230
Rheumatologische Krankheitsbilder ...	230
Polymyalgia rheumatica ...	230
Myofaszielles Schmerzsyndrom ...	231

Synopsis und Transfer zur Klassifikation der Muskelverletzungen ... 234

Differenzierung Typ-Ia-Muskelverletzung (schmerzhafte Muskelverhärtung) – Myalgie ... 234

Differenzierung Typ-Ib-Muskelverletzung (schmerzhafte Muskelverhärtung) – myofaszieller Triggerpunkt ... 234

Differenzierung Typ-II-Muskelverletzung (sog. „Muskelzerrung“) – myofaszieller Triggerpunkt ... 234

Differenzierung Typ-III-Muskelverletzung (Muskelriss) – myofaszieller Triggerpunkt ... 235

Literatur ... 235

10 Verhaltensneurologie und Neuropsychologie im Sport ... 237

J. M. Hufnagel

Der Einfluss des Gehirns auf die Muskeln ... 238

Gehirn und Muskeln im Zusammenspiel ... 238

Verhaltensneurologie und Neuropsychologie ... 238

Zeit, Standort und Blickwinkel als Dreh- und Angelpunkt der Welt ... 238

Gehirnfunktionen ... 239

Aufmerksamkeit ... 240

Wachheit ... 241

Gedächtnis ... 241

Deklarative Gedächtnisleistungen ... 241

Nicht deklarative Gedächtnisleistungen ... 242

Wahrnehmung ... 242

Denken ... 242

Sprache und Kommunikation ... 243

Autonome Funktionen ... 243

Affekte und Emotionen ... 243

Limbisches System ... 244

Angst ... 244

Antizipation ... 244

Zieleauswahl ... 245

Planung ... 245

Monitoring ... 245

Antrieb und die Relativität der Hierarchie der Hirnfunktionen ... 245

Bewusstsein ... 246

Motorisches Lernen ... 246

Motivation und Zielsetzung ... 248

Motive ... 248

Intrinsische und extrinsische Motivation ... 248

Leistungserbringung und -optimierung ... 248

Steigende Anforderungen

durch zunehmende Komplexität ... 249

Teamsport ... 250

Team als Einheit ... 250

Soziale Kompetenz ... 250

Auswirkungen von Muskelverletzungen auf Teamebene ... 251

Verletzungen und

wie das Gehirn damit umgeht ... 251

Entspannungsverfahren ... 252

Wirkungen und Möglichkeiten ... 252

Übereinstimmende Voraussetzungen

und Mechanismen aller Verfahren ... 252

Einige Verfahren im Einzelnen ... 253

Autogenes Training nach Schultz ... 253

Progressive Relaxation nach Jacobson ... 253

Yoga ... 253

Tai Chi und Qigong ... 253

Meditation ... 253

Feldenkrais-Methode ... 254

Hypnose ... 254

Anwendbarkeit der Methoden

in verschiedenen Situationen ... 254

Einfluss des mentalen Trainings

auf die sportliche Leistung ... 255

Mentales „Doping“? ... 255

Beispiele aus dem Fußball ... 256

Der Elfmeter im Fußball –

ein ungewöhnlicher Kopfball ... 256

Kognition und Emotion

als wechselwirksame Prozesse ... 257

Literatur ... 258

11 Konservative Therapie der Muskelverletzungen

... 259

H.-W. Müller-Wohlfahrt, L. Hänsel, P. Ueblicher, A. Binder

Therapeutische Herausforderung Muskelverletzungen ... 260

Primärversorgung ... 260

Infiltrationstherapie ... 261

Zur Therapie verwendete Substanzen (alphabetisch) ... 261

- Actovegin ... 261
- Aescin und Bromelain ... 262
- Arnika bzw. Spurenelemente
und Mineralstoffe ... 262
- Discus compositum ... 262
- Lactopurum ... 262
- Magnesium und Zink ... 262
- Mepivacain ... 262
- Nicht steroidale Antirheumatika ... 262
- Platelet rich Plasma ... 263
- Steroide ... 263
- Traumeel S/Zeel ... 263
- Vitamin A, C, E ... 263

Techniken ... 263

- Infiltrationstherapie des Muskels ... 263
- Infiltrationstherapie an der Wirbelsäule ... 264
- Wirkungsweise der Infiltrationen ... 265
- Durchführung der
lumbalen Infiltrationstherapie ... 266

Prophylaxe/Therapie von Störungen der Blutparameter ... 270

Physiotherapie und physikalische Medizin ... 271

Stadiengerechte Therapieplanung für Muskelläsionen Typ I-IV ... 271

- Schmerzhafte Muskelverhärtung,
ermüdungsbedingt (Typ-Ia-Läsion) ... 271
- Schmerzhafte Muskelverhärtung,
neurogen (Typ-Ib-Läsion) ... 271
- „Sogenannte Muskelzerrung“ (Typ-II-Läsion) ... 272
- Muskelfaserriss (Typ-IIIa-Läsion) ... 273
- Muskelbündelriss (Typ-IIIb-Läsion) ... 275
- Muskelriss (Typ-IV-Läsion) ... 275

Therapie anderer Muskelverletzungen ... 277

- Muskelkontusion ... 277
- Funktionelles Kompartmentsyndrom ... 277

Therapie möglicher Komplikationen ... 278

- Myositis ossificans ... 278
- Reruptur ... 278
- Intraläsionale Zystenbildung ... 279

Prinzip der Fokaltoxikose (Störfelddiagnostik) ... 279

Störfelder ... 279

- Definition ... 279
- Otitis media ... 280
- Sinusitis ... 280
- Tonsillitis ... 280
- Kiefergelenk, kranio-mandibuläre Dysfunktion ... 280
- Zähne ... 280
- Appendizitis ... 280
- Darmdysbiosen, -mykosen ... 280
- Cholezystitis ... 281
- Chronisch entzündete Hämorrhoiden ... 281
- Genitalstörfelder ... 281
- Narben ... 281
- Materialunverträglichkeiten ... 281

Funktionskreise nach Gleditsch ... 281

Energetische Terminalpunktdiagnose (E-T-D) nach Mandel ... 282

- Umflüsse Lunge/Lymphe ... 283
- Umflüsse Dickdarm/Nervendegeneration ... 283
- Umfluss 3E/Psyche ... 283
- Umfluss Galle/fettige Degeneration ... 283
- Einzelabstrahlungen unterhalb
der 2. und 3. Zehen ... 283

Literatur ... 288

12 Bedeutung der Wirbelsäule bei Muskelfunktionsstörungen und Muskelverletzungen 291

B. Schoser, P. Ueblacker, L. Hänsel, H.-W. Müller-Wohlfahrt

- Beziehung Wirbelsäule/Skelettmuskulatur** ... 292
- Funktionelle Ursachen von Muskelfunktionsstörungen** ... 293
 - Hyperlordose ... 293
 - Blockierungen des Iliosakralgelenks ... 294
 - Funktionelle Beinlängendifferenz ... 294
 - Gelenkdysfunktionen ... 295
 - Sacrum arcuatum/acutum ... 295
- Strukturelle Ursachen für Muskelfunktionsstörungen** ... 295
 - Beckenschiefstand/Beinlängendifferenz ... 295
 - Spinalkanalstenose ... 296
 - Rezessusstenose/neuroforaminale Enge ... 296
- Diskusprotrusion/-prolaps ... 296
- Spondylolyse/-olisthesis ... 297
- Ligamentum lumbosacrale ... 299
- Pseudoradikuläre versus radikuläre Symptomatik** ... 299
 - Symptomenkomplex eines pseudoradikulären Syndroms ... 299
 - Symptomenkomplex eines radikulären Syndroms ... 300
 - Unterscheidung pseudoradikuläres/radikuläres Syndrom ... 300
- Literatur** ... 300

13 Operative Behandlung von Muskelverletzungen 301

W. E. Garrett, Jr.

- Einleitung** ... 302
- Muskelverletzungen durch exzentrische Belastung („Muscle Strain Injury“)** ... 302
- Überblick** ... 302
- Verletzungsmechanismen** ... 302
 - Verletzung durch passive Überdehnung ... 302
 - Verletzung durch Überdehnung bei aktiver Kontraktion ... 303
- Intramuskuläre Rupturen** ... 303
- Verletzungen der ischiokruralen Muskulatur** ... 304
 - Distale Verletzungen ... 304
 - Proximale Verletzungen ... 305
- Abrissverletzungen der ischiokruralen Muskulatur ... 306
- Verletzungen des Musculus quadriceps** ... 307
 - Kontusion ... 307
 - Operative Therapie einer Kontusion des Musculus quadriceps ... 307
 - Rupturen des Musculus quadriceps ... 308
 - Therapie der Rupturen des Musculus quadriceps ... 309
- Ergebnisse** ... 311
- Schlussfolgerungen** ... 311
- Literatur** ... 311

14 Physikalische und physiotherapeutische Maßnahmen und Rehabilitation ... 313

K. Eder, H. Hoffmann

- Anforderungsprofil an das Betreuungsteam** ... 314
- Einfluss- und Störgrößen des myofaszialen Systems aus therapeutischer Sicht** ... 315
- Sportartspezifische Veränderungen bzw. Anpassungen des Bewegungsapparats am Beispiel Fußball** ... 316
- Veränderungen durch Ballkontakt am Schussbein ... 316
- Veränderungen durch Schusstechnik am Standbein ... 319
- Anpassungen der Becken-Bein-Achse ... 321
- Sportphysiotherapeutische Konsequenzen für das myofasziale System ... 321

Therapierelevante Befundstrategie ...	322
Klinisch-therapeutische Befundaufnahme ...	323
Klinische Bewegungsanalysen ...	324
Kinesiologische Elektromyografie (EMG) ...	325
Methoden der medizinischen Trainingstherapie: rehabilitative Leistungsdiagnostik ...	325
Isokinetische Test-/Trainingssysteme ...	327
Therapiestrategien nach Muskelverletzungen ...	330
Sofortmaßnahmen ...	330
Ausstattung ...	330
Erste Inspektion ...	331
Weitere Behandlung am Spielfeldrand oder in der Kabine ...	331
Diagnosestellung ...	332
Muskelentlastungsverband ...	332
Allgemeine Aspekte therapeutischer Techniken bei der Behandlung von Muskelverletzungen ...	334
Adaptionen und Veränderungen nach Muskelverletzungen ...	334
Übertreibungsmechanismus ...	335
Heilungsphasen ...	335
Inhalte komplexer Therapiestrategien nach Muskelverletzungen ...	336
 15 Präventive Maßnahmen ...	363
<i>A. Schlumberger</i>	
Mechanismen von Muskelverletzungen ...	364
Präventive Trainingsstrategien ...	365
Trainingsmaßnahmen zur präventiven Optimierung der neuromuskulären Funktion ...	365
Beweglichkeit und Stretching ...	365
Konzentrische Muskelfunktion und konzentrisches Training ...	366
Exzentrische Muskelfunktion und exzentrisches Training ...	367
 16 Besondere Fälle aus dem Hochleistungssport ...	379
<i>P. Ueblicher, L. Hänsel, H.-W. Müller-Wohlfahrt</i>	
 Sachwortverzeichnis ...	397
Therapietechniken ...	336
Physikalische Therapie ...	336
Elektrotherapie ...	336
Kryotherapie ...	338
Physiotherapie ...	339
Myofasziale Release-Techniken ...	339
Arthroligamentäre Release-Techniken ...	343
Strain – Counterstrain (Zerrungsumkehr) ...	347
Spray and Stretch ...	347
Muskel-Release-Techniken (Neuromuskuläre Techniken 1–3) ...	350
Tender- und Triggerpunkte ...	351
Elastisches Taping (Kinesiotaping) ...	353
Detonisierende Muskeltechnik an der Wade ...	355
Detonisierende Muskeltechnik an der Wade mit Faszientechnik Achillessehne ...	355
Lymphtechnik an der Wade in Kombination mit Muskeltechnik an der Wade ...	355
Medizinische Trainingstherapie ...	356
Stoffwechselorientierte Trainingsformen ...	357
Spannungs- und steuerungsorientierte Trainingsformen ...	358
Literatur ...	361
 Kraft-Längen-Relation ...	368
Intermuskuläre Koordination ...	369
Training der lumbopelvikalen Kontrolle und Stabilität ...	369
Optimierung der Basisfitness ...	371
Ausdauer ...	373
Koordination ...	374
Bedeutung und Methodik des Aufwärmens ...	375
Literatur ...	377