

# Inhalt

---

Einleitung	13
<b>1. Muskulatur</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Aufbau und Funktion der quergestreiften Skelettmuskulatur</b>	<b>16</b>
1.1.1. Synergisten – Antagonisten	16
1.1.2. Muskelformen	18
1.1.3. Ursprung – Ansatz	18
1.1.4. Sehnen	20
1.1.5. Schleimbeutel und Sehnenscheiden	20
1.1.6. Koordination	21
1.1.7. Kontraktionsformen	22
1.1.8. Formen der Muskelarbeit und -durchblutung	27
1.1.9. Bindegewebsanteil des Muskels	28
<b>1.2. Feinstruktur der quergestreiften Skelettmuskelzelle</b>	<b>28</b>
1.2.1. Sarkomer – der funktionelle Grundbaustein der Muskelzelle	30
1.2.2. Theorie der gleitenden Filamente	31
1.2.3. Molekularbiologie der Bewegung	33
1.2.3.1. Molekularaufbau der dicken Filamente	33
1.2.3.2. Molekularaufbau der dünnen Filamente	34
1.2.3.3. Kalziumschalter	36

1.2.3.4.	Tauziehprinzip	37
1.2.3.5.	Bedeutung des Kalziums und des Adenosin-Triphosphats für die Muskelkontraktion	38
<b>1.3.</b>	<b>Nerv und Muskel</b>	42
1.3.1.	Motorische Einheit	42
1.3.2.	Motorische Endplatte	43
1.3.3.	Koppelung von Erregung und Kontraktion	46
1.3.4.	Alles-oder-Nichts-Gesetz	47
1.3.5.	Superposition und Tetanus	49
<b>1.4.</b>	<b>Mechanisches Verhalten des Muskels bei Kontraktion und Dehnung</b>	51
1.4.1.	Bedeutung der Sarkomerlänge für die aktive Spannungsentwicklung	54
1.4.2.	Steigerung der Gesamtspannung durch Ausholbewegungen	56
1.4.3.	Kontraktionsgeschwindigkeit	58
<b>1.5.</b>	<b>Nervöse Kontrolle der Spannungsentwicklung</b>	58
<b>1.6.</b>	<b>Zelltypen der quergestreiften Muskulatur</b>	60
<b>1.7.</b>	<b>Trainingsauswirkungen auf den Skelettmuskel</b>	63
1.7.1.	Krafttraining	63
1.7.1.1.	Isometrisches Krafttraining	65
1.7.1.2.	Dynamisches Krafttraining	66
1.7.2.	Schnellkrafttraining	69
1.7.2.1.	Muskelkraft in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht	70
1.7.2.2.	Muskelatrophie	71
1.7.3.	Training der lokalen Muskelausdauer	71
1.7.3.1.	Biochemische Veränderungen der ausdauertrainierten Muskelzelle	72
1.7.3.2.	Verbesserte Kapillarversorgung des ausdauertrainierten Muskels	73
<b>1.8.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	76

Inhalt	7
<b>2. Nerven</b>	<b>79</b>
<b>2.1. Anatomischer Aufbau des zentralen Nervensystems</b>	<b>82</b>
<b>2.2. Funktion der Nervenzellen</b>	<b>85</b>
2.2.1. Motorische Vorderhornzelle – gemeinsame Endstrecke der Motorik	86
2.2.2. Synaptische Signalübertragung	89
2.2.3. Konvergenz – Divergenz	91
<b>2.3. Motorische Systeme</b>	<b>92</b>
2.3.1. Verknüpfung von Sensorik und Motorik	93
<b>2.4. Bedeutung elektrischer und chemischer Vorgänge für die Erregung der Zellmembran</b>	<b>94</b>
2.4.1. Zellmembran	94
2.4.2. Physikochemische Ursachen des Ruhemembran- potentials	95
2.4.3. Erregung der Zelle – das Aktionspotential	98
2.4.4. Alles-oder-Nichts-Antwort	99
2.4.5. Räumliche und zeitliche Summation	99
2.4.6. Rücktransport der Überträgersubstanzen in den synaptischen Endknopf	100
2.4.7. Fortleitung des Aktionspotentials	101
2.4.8. Hemmende Neurone	101
<b>2.5. Spinale Motorik (Rückenmarksmotorik)</b>	<b>102</b>
2.5.1. Reflexe	102
2.5.1.1. Monosynaptischer Reflex – Muskeldehnungsreflex	103
2.5.1.2. Muskelspindeln – gammamotorisches System	105
2.5.1.3. Golgisches Sehnenorgan	108
2.5.1.4. Bedeutung des monosynaptischen Dehnungsreflexes für die Stützmotorik	110
2.5.1.5. Polysynaptische Reflexe	110
2.5.2. Bewegungsgeneratoren im Rückenmark	112
<b>2.6. Supraspinale – höhere Motorik</b>	<b>113</b>
2.6.1. Motorischer Cortex – letzte Relaisstation für Bewegungsprogramme	113
2.6.2. Basalganglien – Funktionsgeneratoren für langsame Bewegungsprogramme	115

2.6.3.	Stammhirn – im Dienste der Stützmotorik und des Gleichgewichts	115
2.6.4.	Kleinhirn – Koordinationszentrum	116
2.6.5.	Handlungsantrieb und Bewegungsentwurf	117
<b>2.7.</b>	<b>Vegetatives Nervensystem</b>	118
2.7.1.	Sympathikus	119
2.7.2.	Parasympathikus	120
<b>2.8.</b>	<b>Motorisches Lernen</b>	121
<b>2.9.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	124
<b>3.</b>	<b>Herz – Kreislauf</b>	127
<b>3.1.</b>	<b>Herz</b>	128
3.1.1.	Elektrische Aktivität des Herzens	131
3.1.2.	Herznerven	134
3.1.3.	Herzmechanik – Herzarbeit – Herzzyklus	134
3.1.3.1.	Herzarbeit	134
3.1.3.2.	Herzzyklus	139
<b>3.2.</b>	<b>Gefäßsystem</b>	142
3.2.1.	Körperkreislauf	142
3.2.1.1.	Arteriolen – Widerstandsgefäße	142
3.2.1.2.	Kapillaren – Stoffaustausch	144
3.2.1.3.	Venen – Blutspeicher	145
3.2.1.4.	Arteriovenöse Anastomosen	145
3.2.1.5.	Anatomischer Aufbau der Gefäßwände	145
3.2.2.	Lungenkreislauf	146
3.2.3.	Blutdruck	147
3.2.3.1.	Arterieller Blutdruck	147
3.2.3.2.	Blutdruck im venösen System	152
3.2.4.	Strömungsgeschwindigkeit – Gesamtquerschnitt	156
3.2.5.	Funktion der Kapillaren	156
3.2.5.1.	Transkapillärer Stoffaustausch durch Diffusion	157
3.2.6.	Herzkranzgefäße	158

---

<b>3.3.</b>	<b>Anpassung des Herz-Kreislauf-Systems an dynamische sportliche Belastungen</b>	159
3.3.1.	Steigerung des Herzminutenvolumens	160
3.3.1.1.	Herzfrequenz	160
3.3.1.2.	Schlagvolumen	162
3.3.1.3.	Zentrale Mitinnervation	166
3.3.1.4.	Nervöse Rückmeldung von der arbeitenden Muskulatur	166
3.3.2.	Blutumverteilung in die arbeitende Muskulatur	167
3.3.2.1.	Lokale Steuerung der Durchblutung – Autoregulation	169
3.3.2.2.	Zentralnervöse Steuerung der Muskeldurchblutung – das cholinerge sympathische System	170
3.3.2.3.	Die Rolle des Sympathikus bei der Blutumverteilung	171
3.3.2.4.	Obere Grenze der lokalen Durchblutungszunahme	172
3.3.3.	Verbesserte Sauerstoffausschöpfung im arbeitenden Muskel	172
3.3.4.	Anpassung des Herz-Kreislauf-Systems an statische Belastungen	173
<b>3.4.</b>	<b>Wirkungen des Ausdauertrainings auf das Herz-Kreislauf-System</b>	174
3.4.1.	Sporttherz	175
<b>3.5.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	181
<b>4.</b>	<b>Atmung</b>	184
<b>4.1.</b>	<b>Mechanik der Atmung</b>	185
4.1.1.	Atemwege	185
4.1.1.1.	Strömungswiderstand in den Luftwegen	188
4.1.1.2.	Wandaufbau	189
4.1.2.	Aufbau des Brustkorbs und Arbeitsweise der Atemmuskulatur	189
4.1.2.1.	Atemarbeit	193
4.1.3.	Funktion des Pleuraspalts	193
4.1.3.1.	Pneumothorax	195
4.1.4.	Lungenvolumina	196
4.1.5.	Totraum und Atemtechnik	200

---

<b>4.2.</b>	<b>Gasaustausch in der Lunge</b>	202
4.2.1.	Gaspartialdruck	203
4.2.2.	Diffusionskapazität für Sauerstoff	208
<b>4.3.</b>	<b>Transport von Sauerstoff und Kohlendioxyd im Blut</b>	209
4.3.1.	Sauerstoff	209
4.3.1.1.	Maximale Sauerstoffaufnahme	213
4.3.1.2.	Zyanose	214
4.3.1.3.	Myoglobin	215
4.3.1.4.	Sauerstoffübertritt in die arbeitende Muskelzelle	215
4.3.2.	Kohlendioxyd	216
<b>4.4.</b>	<b>Regulation der Atmung</b>	217
4.4.1.	Nervale Regulation	217
4.4.2.	Chemische Regulation	218
4.4.3.	Atmungsregulation bei sportlicher Belastung	219
4.4.4.	◁Zweite Luft▷	221
4.4.5.	Seitenstiche	222
<b>4.5.</b>	<b>Trainingseinflüsse auf die Atmung</b>	222
<b>4.6.</b>	<b>Atmung beim Tauchen</b>	225
<b>4.7.</b>	<b>Zigarettenrauchen</b>	228
<b>4.8.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	229
<b>5.</b>	<b>Energie</b>	231
<b>5.1.</b>	<b>Motor – Muskel</b>	231
5.1.1.	Energie	232
5.1.2.	ATP – die Energiewährung der Zelle	233
5.1.3.	Starterfunktion der Enzyme	235
5.1.4.	Coenzyme – Transportvehikel der Zelle	235
<b>5.2.</b>	<b>Resynthese des ATP</b>	236
5.2.1.	Spaltung des Kreatinphosphats	237
5.2.2.	Zerlegung der Nährstoffe	237

Inhalt	11
5.2.2.1. Aerober Weg in den Mitochondrien	239
5.2.2.2. Anaerober Weg der Zuckerzerlegung im Sarkoplasma	249
<b>5.3. Vor- und Nachteile beider Abbauwege</b>	251
<b>5.4. Anaerobe und aerobe Energiebereitstellung bei verschiedenen sportlichen Belastungen</b>	252
<b>5.5. Sauerstoffschuld</b>	257
<b>5.6. Trainingseinflüsse</b>	258
<b>5.7. Zusammenfassung</b>	258
<b><u>6. Sportverletzungen</u></b>	260
<b>6.1. Definition – Häufigkeit – Ursachen</b>	260
<b>6.2. Weitermachen – ja oder nein?</b>	263
6.2.1. Zeichen, die auf eine ernstere Sportverletzung schließen lassen	264
6.2.2. Vier Grundregeln für die Erstversorgung	265
<b>6.3. Hautverletzungen</b>	267
6.3.1. Hautabschürfungen	267
6.3.2. Platzwunden, Schnittwunden, Stichwunden	268
6.3.3. Blasen und Schwielen	268
6.3.4. Verbrennungen	269
6.3.5. Erfrierungen	270
<b>6.4. Prellungen</b>	270
<b>6.5. Verletzungen des Bandapparats</b>	273
6.5.1. Bandverletzungen des Kniegelenks	275
6.5.2. Bandverletzungen des oberen Sprunggelenks	276
<b>6.6. Gelenkverletzungen</b>	277
6.6.1. Verstauchung des Gelenks – Distorsion	279
6.6.2. Auskugelung des Gelenks – Luxation	281
6.6.3. Verletzungen des Kniegelenks – Kreuzbänder – Menisken	283

---

<b>6.7.</b>	<b>Muskel- und Sehnenverletzungen</b>	285
6.7.1.	Muskelverletzungen	287
6.7.2.	Sehnenverletzungen	291
<b>6.8.</b>	<b>Knochenbrüche</b>	293
<b>6.9.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	296
 <b><u>Anhang</u></b>		298
Glossar		298
Literaturhinweise		308
Sachregister		312
Über den Verfasser		318