

INHALTSVERZEICHNIS

1. Teil: Einige Leistungsphysiologische Grundlagen	1
1. Energiestoffwechsel	3
1.1. Physikalische Grundbegriffe	3
1.1.1. Kraft	3
1.1.2. Arbeit	3
1.1.3. Energie	4
1.1.4. Leistung	4
1.1.5. Sauerstoffverbrauch	6
1.2. Biologische Energie	9
1.3. Energiebereitstellung	11
1.3.1. Energiebereitstellung aus Kohlenhydraten	11
1.3.2. Energiebereitstellung aus Fetten	15
1.3.3. Energiebereitstellung aus Protein	18
1.4. Energieumsatz	21
1.4.1. Der Grundumsatz	21
1.4.2. Energieumsatz unter Belastung	25
1.5. Anpassung des Energiestoffwechsels an Training	41
1.5.1. Die Kreatinphosphatspaltung	42
1.5.2. Die Glykolyse	43
1.5.3. Die oxydative ATP-Resynthese	44
1.6. Zusammenfassung	51
2. Die Muskelkraft	55
2.1. Die Elektromechanische Koppelung	56
2.2. Die Arbeitsweise der Muskelzelle	58
2.3. Kontraktionsformen	59
2.3.1. Die isometrische Kontraktion	60
2.3.2. Die isotonische Kontraktion	60
2.3.3. Die Unterstützungszuckung	60
2.3.4. Die Anschlagszuckung	61
2.3.5. Die auxotonische Kontraktion	61
2.4. Rote und weiße Muskelfasern	62
2.4.1. Rote Muskelfasern	62
2.4.2. Weiße Muskelfasern	62

Inhaltsverzeichnis

2.5.	Die Anpassung an unterschiedlichen Kraftbedarf	66
2.5.1.	Die motorischen Einheiten	66
2.5.2.	Die intramuskuläre Synchronisation	66
2.5.3.	Die intramuskuläre Koordination	67
2.6.	Langfristige Anpassung der Muskelkraft an Training	69
2.6.1.	Synchronisation	69
2.6.2.	Hyperplasie	69
2.6.3.	Die Hypertrophie	70
2.7.	Zusammenfassung	72
3.	Der Kreislauf	75
3.1.	Das Blut	76
3.1.1.	Die Fließeigenschaften des Blutes (Hämo-Rheologie)	76
3.1.2.	Der Sauerstofftransport	79
3.1.3.	Der CO ₂ -Transport	80
3.1.4.	Die Pufferung	81
3.1.5.	Langfristige Anpassungen des Blutes	81
3.1.6.	Zusammenfassung	83
3.2.	Das Gefäßsystem	84
3.2.1.	Die Reaktion auf Muskeltätigkeit	84
3.2.2.	Die Anpassung an Ausdauertraining	84
3.2.3.	Zusammenfassung	85
3.3.	Das Herz	86
3.3.1.	Die Reaktion auf Muskeltätigkeit	86
3.3.2.	Die langfristige Anpassung an Ausdauertraining	89
3.3.3.	Zusammenfassung	92
4.	Was limitiert die aktuelle $\dot{V}O_{2max}$	93
5.	Die Lunge	97
5.1.	Die Ventilation	98
5.1.1.	Die Reaktion der Ventilation auf Muskeltätigkeit	99
5.2.	Die Diffusion	99
5.2.1.	Die Diffusion unter Belastung	100
5.3.	Die Perfusion	101
5.4.	Die langfristige Anpassung an Ausdauertraining	101
5.5.	Zusammenfassung	103

Inhaltsverzeichnis

6. Andere Organe	105
6.1. Die Leber	105
6.2. Die Nebenniere	105
2. Teil: Die medizinische Trainingslehre	107
1. Stresstheorie des Trainings	115
1.1. Was ist Stress	115
1.2. Die Stressreaktion	117
1.3. Der Ablauf der Stressreaktion in vier Phasen	118
1.3.1. Die Alarmphase	118
1.3.2. Die Phase der Anpassung	121
1.3.3. Die Phase der Ermüdung und/oder Erschöpfung	122
1.3.4. Die Phase der Wiederherstellung und Erholung	125
1.4. Gesundheit und Leistungsfähigkeit als ausgewogenes Verhältnis von Gegensätzen	126
1.4.1. Die Gegensätze	126
1.4.2. Die Verhältnismäßigkeit	127
1.4.3. Das Missverhältnis	128
1.5. Der Zyklus als Grundmuster für die Gestaltung des Lebens	131
1.5.1. Die zyklische Gestaltung der physischen Belastung	132
1.5.2. Die zyklische Gestaltung der psycho-emotionellen Belastungen	132
1.5.3. Berücksichtigung der zirkadianen Rhythmik	132
1.5.4. Die Berücksichtigung des Monatszyklus der Frau	133
1.6. Exkurs: Stressmanagement	133
1.6.1. Verminderung der Belastung	134
1.6.2. Vermehrung der Erholung	135
1.6.3. Steigerung der Pauseneffizienz	136
1.6.4. Steigerung der Erholungsfähigkeit	136
1.7. Die Phase der Überkompensation	136
1.7.1. Einige Anmerkungen zum Überkompensationszyklus	137
1.7.2. Einige Anmerkungen zum Trainingsprozess	138
1.7.3. Einige Anmerkungen zur Trainingsbelastung	140
1.8. Zusammenfassung	141

Inhaltsverzeichnis

2. Die Motorischen Grundfähigkeiten	143
2.1. Ausdauer	143
2.1.1. Aerobe Ausdauer	145
2.1.2. Anaerobe Ausdauer	149
2.2. Kraft	151
2.2.1. Die Maximalkraft	151
2.2.2. Kraftausdauer	154
2.3. Koordination	156
2.4. Schnelligkeit	156
2.5. Flexibilität	157
2.6. Zusammenfassung	158
3. Zehn allgemeine Grundregeln des Trainings	161
3.1. Die Quantifizierung der Trainingsbelastung	162
3.1.1. Intensität	162
3.1.2. Dauer	163
3.1.3. Häufigkeit	163
3.1.4. Die wöchentliche Netto-Trainingsbelastung (WNTB)	163
3.2. Die Beachtung von Minimalbelastungen	165
3.2.1. Für das aerobe Ausdauertraining	166
3.2.2. Für das Krafttraining	171
3.3. Die Angemessenheit der Trainingsbelastung	175
3.3.1. Zu niedrige Trainingsbelastung	176
3.3.2. Zu hohe Trainingsbelastung	176
3.4. Die Ganzjährigkeit des Trainings	177
3.5. Die systematische Steigerung der Trainingsbelastung	178
3.5.1. Die systematische Steigerung im Ausdauertraining	179
3.5.2. Die systematische Steigerung im Krafttraining	185
3.6. Die zyklische Gestaltung des Trainings	187
3.6.1. Die Hierarchie der Zyklen	187
3.6.2. Die Terminplanung des Trainingsjahres	194
3.6.3. Typische Beispiele der Terminplanung bei Ein- und Mehrfachperiodisierung	195
3.7. Die Auswahl der richtigen Bewegungsform	201
3.8. Das Definieren von Trainingszielen	202
3.8.1. Leistungssportliche Ziele	202
3.8.2. Nicht-leistungssportliche Ziele	203

3.9. Das Individualisieren des Trainings	204
3.10. Die Information des Trainierenden	204
3.11. Zusammenfassung	205
4. Trainingsmethoden	207
4.1. Trainingsmethoden der Ausdauer	207
4.1.1. Aerobe Ausdauer	207
4.1.2. Anaerobe Ausdauer	212
4.2. Trainingsmethoden der Kraft	214
4.2.1. Maximalkraft	214
4.2.2. Kraftausdauer	215
4.3. Zusammenfassung	216
5. Die Planung des mehrjährigen Trainings von Kraft und Ausdauer im Leistungssport	219
5.1. Der österreichische Ruderlehrplan	221
5.1.1. Das 1. Trainingsjahr (14. Lebensjahr)	223
5.1.2. Das 2. Trainingsjahr (15. Lebensjahr)	224
5.1.3. Das 3. Trainingsjahr (16. Lebensjahr)	226
5.1.4. Das 4. Trainingsjahr (17. Lebensjahr)	229
5.1.5. Das 5. Trainingsjahr (18. Lebensjahr)	234
5.1.6. Das 6. Trainingsjahr (19. Lebensjahr)	235
5.1.7. Das 7. Trainingsjahr (20. Lebensjahr)	238
5.1.8. Das 8. Trainingsjahr (21. Lebensjahr)	240
5.2. Das 4-Jahres-Projekt „Susanne Pumper Sydney 2000“	242
5.2.1. Die Entwicklung der Jahres-Nettotrainingszeit	243
5.2.2. Die Entwicklung der mittleren und schnellen Dauerläufe	245
5.2.3. Die Entwicklung des intensiven Trainings	246
5.2.4. Die Leistungsentwicklung	247
5.2.5. Kontrolle und Regelung des Trainings	250
5.3. Zusammenfassung	253

Inhaltsverzeichnis

6. Die Grenzen der menschlichen Leistungsfähigkeit	255
6.1. Kraft	255
6.2. Ausdauer	256
6.3. Passiver Bewegungsapparat	257
6.4. Zusammenfassung	258
3. Teil: Die Leistungsdiagnostik	259
1. Die Trainingsanamnese	263
1.1. Angaben zur Person	263
1.2. Allgemeine Angaben zum Training	263
1.2.1. Das Trainingsalter	263
1.2.2. Die gegenwärtige Trainingsperiode	264
1.2.3. Die Summe aller Trainingseinheiten pro Woche	264
1.3. Angaben zum Ausdauertraining	264
1.3.1. Der Trainingsumfang des Vorjahres	264
1.3.2. Das Training vor 10 Wochen und vorher	265
1.3.3. Das Training der letzten 10 Wochen vor dem Test	265
1.3.4. Die Struktur des Trainings	265
1.4. Angaben zum Krafttraining	266
1.5. Das sportliche Ziel	266
1.6. Die momentane sportliche Leistung	266
1.7. Kurzfristige Einflussfaktoren	266
1.8. Die Persönlichkeit des Sportlers	267
1.9. Zusammenfassung	268
2. Die leistungsdiagnostische Untersuchung (Test)	269
2.1. Die absolute Leistungsfähigkeit	269
2.2. Die relative Leistungsfähigkeit	270
2.2.1. Die Körpermasse	270
2.2.2. Die Körperoberfläche	273
2.3. Der Bezug auf einen Referenzwert (Trainingszustand)	273
2.4. Die Beurteilung des Trainingszustandes	275
2.4.1. Die Relation zum Trainingsaufwand	275
2.4.2. Die Relation zum angestrebten sportlichen Ziel	275
2.4.3. Trainingscontrolling	275
2.5. Trainingsmittelüberprüfung	276
2.6. Zusammenfassung	276

3. Qualitätskriterien eines Tests	277
3.1. Gültigkeit, Validität	277
3.2. Zuverlässigkeit, Reliabilität	277
3.3. Objektivität	278
3.4. Standardisierung	278
3.5. Zusammenfassung	280
4. Leistungsdiagnostische Tests, geordnet nach zunehmendem apparativem Aufwand	281
4.1. Ruhepuls und Körpermasse	281
4.2. Das sportartspezifische Testsystem	281
4.3. Standardisiertes Testtraining	282
4.4. Der Feldtest	283
4.4.1. Annahme 1	284
4.4.2. Annahme 2	284
4.5. Maximalkrafttest	287
4.5.1. Sportarten für die Beine	288
4.5.2. Sportarten für die Arme	289
4.5.3. Krafttest in Prävention und Rehabilitation	291
4.6. Kraftausdauerest	291
4.7. Zusammenfassung	295
5. Die Ergometrie	294
5.1. Das Prinzip	295
5.2. Ergometrieformen	296
5.2.1. Die sportartunspezifische Fahrradergometrie	296
5.2.2. Die sportartspezifische Ergometrie	297
5.3. Belastungsverfahren (Ergometrieprotokolle)	298
5.3.1. Rektanguläre Rechteckbelastung, Einstufentest	298
5.3.2. Trianguläre, kontinuierlich ansteigende Belastung, Rampentest	298
5.3.3. Stufenförmig ansteigende, rektangulär-trianguläre Belastung	298
5.3.4. Steady state-Belastung	299
5.3.5. Symptomlimitierte, maximale Ergometrie	299
5.3.6. Die submaximale Ergometrie	300

Inhaltsverzeichnis

5.4. Ergometrische leistungsdiagnostische Messwerte	302
5.4.1. Die maximale, symptomlimitierte Leistungsfähigkeit	302
5.4.2. EKG, Herzfrequenz (HF)	305
5.4.3. Der Blutdruck (RR)	307
5.4.4. Die maximale Laktatkonzentration	309
5.4.5. Die anaerobe Schwelle bei 4 mmol/l bzw. beim niedrigsten Atemäquivalent	309
5.4.6. Der Herzgrößenleistungsquotient (HGLQ)	309
5.5. Zusammenfassung	310
4. Teil: Die leistungsmedizinische Trainingsberatung	313
1. Leistungsmedizinische Trainingsberatung im Bereich des Leistungssports	319
1.1. Das Wesen der Trainingsberatung	319
1.1.1. Der Ist-Zustand entspricht dem Erwartungswert	319
1.1.2. Der Ist-Zustand ist größer als der Erwartungswert	320
1.1.3. Der Ist-Zustand ist kleiner als der Erwartungswert	320
1.2. Die systematische Trainingsberatung	320
1.2.1. Gibt es eine Trainingsanamnese?	320
1.2.2. Sind die Angaben plausibel?	321
1.2.3. Prüfung auf Einhaltung der Grundregeln des Trainings	322
1.2.4. Prüfung der Effektivität des gesamten aeroben Ausdauertrainings	323
1.2.5. Einschätzung der Erreichbarkeit des sportlichen Zieles auf Grund des Ausdauertrainingszustandes	329
1.2.6. Prüfung der Effektivität des intensiv-aeroben Ausdauertrainings	330
1.2.7. Prüfung der Effektivität des laktazid-anaeroben Ausdauertrainings (Wiederholungstraining)	332
1.2.8. Prüfung der Effektivität des alaktazid-anaeroben Ausdauertrainings (= Schnelligkeit)	333
1.2.9. Beurteilung der Effektivität des Trainings der Maximalkraft	333
1.2.10. Prüfung der Effektivität des Trainings der Kraftausdauer	334

1.2.11. Überprüfung der Erreichbarkeit des sportlichen Zieles auf Basis der Kraftfähigkeiten	335
1.2.12. Überprüfung der Effektivität des gesamten Trainings	335
1.3. Zusammenfassung	337
2. Beratung von Sporttreibenden mit erhöhtem Risiko und/oder chronischen Erkrankungen	339
2.1. Fünf allgemeine Regeln, die bei der sportärztlichen Beratung zu beachten sind	340
2.1.1. Die chronische Erkrankung	340
2.1.2. Die Schulung	340
2.1.3. Der Notfall	341
2.1.4. Die Planung	341
2.1.5. Die körperlichen Voraussetzungen	342
2.2. Der Ablauf der Beratung	342
2.2.1. Die Anamnese	342
2.2.2. Festlegen des Zielwertes der LF%Ref	343
2.2.3. Feststellung des Ist-Zustandes	343
2.2.4. Abgleichung des Zielwertes mit dem Ist-Zustand	344
2.3. Zusammenfassung	348
3. Die medizinische Trainingstherapie	349
3.1. Indikationen für die medizinische Trainingstherapie	349
3.1.1. Die verminderte Leistungsfähigkeit	349
3.1.2. Hypertonie	353
3.1.3. Fettstoffwechselstörungen	354
3.1.4. Diabetes mellitus II	355
3.1.5. Adipositas	356
3.1.6. Arteriosklerose, koronare Herzkrankheit	357
3.1.7. Depressive Verstimmung	358
3.1.8. Rücken- und Schulterschmerzen	358
3.1.9. Osteoporose	358
3.2. Zur Sicherheit der Trainingstherapie	360
3.2.1. Das Verletzungsrisiko	360
3.2.2. Die Gefahr der Überforderung	361
3.3. Kontraindikationen	363

Inhaltsverzeichnis

3.4. Kontrollen	364
3.5. Verschiedene Fragen	365
3.5.1. Sport und Spiel?	365
3.5.2. Wie lange Trainingstherapie?	366
3.5.3. Wann soll trainiert werden?	366
3.5.4. Ist das Training bei verschiedenen Erkrankungen verschieden?	367
3.6. Zusammenfassung	368
4. Training bei alten Menschen	371
4.1. Der Altersgang der Ausdauerleistungsfähigkeit	373
4.2. Der Altersgang der Trainierbarkeit	376
4.3. Der Einfluss von regelmäßigem Training auf die Lebenserwartung	379
4.4. Beachtenswertes beim Training alter Menschen	384
4.4.1. Der Wasserhaushalt	384
4.4.2. Die motorische Lernfähigkeit	384
4.4.3. Abnahme der Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit	384
4.5. Zusammenfassung	385
5. Frauen betreiben Sport	387
5.1. Leistungsrelevante Unterschiede zwischen Mann und Frau	387
5.1.1. Die Körperzusammensetzung	388
5.1.2. Das Fettverteilungsmuster	390
5.2. Spezielle Probleme des Frauensports	391
5.2.1. Die Menstruation	391
5.2.2. Die Schwangerschaft	392
5.2.3. Anderes Training	392
5.3. Zusammenfassung	393
6. Kinder betreiben Sport	395
6.1. Die Entwicklungsphasen	396
6.2. Die drei Hauptentwicklungslinien	396
6.2.1. Das Wachstum des Gehirns	396
6.2.2. Das Längenwachstum	399
6.2.3. Die Trainierbarkeit	400

6.3. Das Talent	401
6.4. Zusammenfassung	402
5. Teil: Ernährung	405
1. Stellenwert der richtigen Ernährung	407
1.1. Stellenwert der Ernährung für Leistungssportler	407
1.2. Stellenwert der Ernährung für Hobbysportler und alle, die etwas leisten müssen	408
1.3. Was ist eine richtige Ernährung?	408
1.4. Was ist eine Ernährungsbilanz?	409
1.4.1. Die positive Bilanz	409
1.4.2. Die negative Bilanz	410
1.4.3. Die ausgeglichene Bilanz	410
2. Fünf Bilanzen für eine ausgewogene Ernährung	411
2.1. Die Energiebilanz	411
2.1.1. Der Grundumsatz (GU)	411
2.1.2. Der Leistungsumsatz (LU)	414
2.1.3. Zunehmen und Abnehmen	417
2.1.4. Der Trainingsumsatz (TRU)	427
2.1.5. Der gesamte Tagesumsatz (TU) des Sportlers	430
2.2. Die Nährstoffbilanz	432
2.2.1. Eiweiß	432
2.2.2. Fette	438
2.2.3. Kohlenhydrate	441
2.3. Die Flüssigkeitsbilanz	447
2.4. Elektrolytbilanz	449
2.4.1. Kochsalz	450
2.4.2. Kalium	450
2.4.3. Magnesium	451
2.4.4. Kalzium	451
2.4.5. Eisen	452
2.5. Die Bilanz der Vitamine und Spurenelemente	452
2.6. Zusammenfassung	453

Inhaltsverzeichnis

3. Nahrungsergänzungstoffe	457
3.1. Kreatin	457
3.2. L-Karnitin	458
4. Allgemeine Hinweise	459
Stichwortverzeichnis	461
Literatur	465