

Rochus Pokan, Holger Förster, Peter Hofmann,  
Helmut Hörtnagl, Eveline Ledl-Kurkowski  
und Manfred Wonisch (Hrsg.)

Kompendium der Sportmedizin

Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie

SpringerWienNewYork

## **II Inhaltsverzeichnis**

### **II Autorenverzeichnis XXIII**

#### **II Nutzen und Risiko körperlicher Aktivität – epidemiologische Aspekte** (Gerhard Smekal, Günther Samitz und Peter Schmid) **1**

- I Primärpräventiver Nutzen regelmäßiger körperlicher Aktivität **2**
- I „Intensität“ der körperlichen Aktivität und präventive Wirksamkeit **4**
- I Ist die körperliche Aktivität oder die kardiorespiratorische Fitness der bessere Prädiktor der Mortalität? **9**
- I Sekundärpräventiver Nutzen regelmäßiger körperlicher Aktivität **12**
- I Mögliche Risiken körperlicher Aktivität **14**
- I Muskuloskelettäre Komplikationen **15**
- I Schlussfolgerungen und Trainingsempfehlungen **16**

#### **II Die Sportmedizinische Untersuchung** (Georg Fritsch und Helmut Hörtnagl) **21**

- I Anamnese **22**
  - Trainingsanamnese **25**
- I Untersuchung **25**
  - Laboruntersuchung **26**
  - EKG in Ruhe **26**
  - Lungenfunktionstest **27**
  - Sportmedizinischer Leistungstest **27**
- I Sportmedizinische Beratung **28**
- I Ausblick – Zukünftige Entwicklungen **29**

#### **II Belastungsuntersuchungen, Gütekriterien, Spezialergometrien und Protokolle** (Peter Hofmann) **31**

- I Gütekriterien **31**
  - Objektivität **31**
  - Reliabilität **31**
  - Validität **32**
  - Nebengütekriterien (Normierung, Ökonomie, ...) **32**
- I Erfassung der körperlichen Leistungsfähigkeit **32**
- I Protokolle **33**
  - Einstufentests **33**
  - Zweistufentest **33**
  - Mehrstufentests **33**
- I Spezialergometer **35**

#### **II Dreiphasigkeit der Energiebereitstellung** (Rochus Pokan, Peter Hofmann und Manfred Wonisch) **39**

## **II Funktionsdiagnostik akuter und chronischer Anpassung des Herz-Kreislaufsystems an körperliche Belastungen** (Rochus Pokan, Peter Hofmann, Manfred Wonisch und Helmut Hörtnagl) **45**

- I Akute Anpassung 46**
    - Belastungs-Blutdruck 47
    - Belastungs-EKG 47
      - P-Wellen-Amplitude 47
      - R-Amplitudenveränderung 47
      - ST-Streckenveränderungen 47
      - T-Wellenveränderungen 48
      - U-Welle 48
      - QT-Dauer 48
      - Rhythmusstörungen 48
    - Myokardiale Funktion unter Belastung 48
    - Belastungs-Herzfrequenz 50
      - Methoden der Bestimmung des Herzfrequenzknickpunktes 54
  - I Chronische Anpassung 56**
    - Funktionelle Anpassung 56
    - Strukturelle Anpassung 56
    - Rückbildungsfähigkeit des Sportherzens 58
    - Funktionsdiagnostik 59
      - Herzfrequenzvariabilität 59
      - Echokardiographie 63
      - Elektrokardiographie 66
        - Rhythmusstörungen 69
        - Veränderungen im QRS-Komplex 72
        - Endstreckenveränderungen 73
- ## **II Substratutilisation (muskulärer Energiestoffwechsel)** (Gerhard Smekal) **83**
- I Die Formen der Energieproduktion 83**
  - I Die energetische Flussrate (die Limitierung des Fettstoffwechsels) 88**
  - I Die Energie-Depots des menschlichen Organismus 92**
- ## **II Laktatleistungsdiagnostik – Durchführung und Interpretation** (Peter Hofmann, Manfred Wonisch, Rochus Pokan) **103**
- I Messung des Parameters Blutlaktatkonzentration 103**
    - Ruhe-Laktatwerte 104
    - Laktatverlauf während stufenförmiger Belastung – Laktat-Leistungs-Kurve 104
    - Laktatverlauf in der Erholung 110
  - I Laktatverlauf während einstufiger Belastung 110**
    - Aerobe Tests 110
    - Anaerobe Tests 111
    - Felduntersuchungen 112
      - Einstufentests 114
      - Zwei- und Mehrstufentests 114
  - I Aerobe Schwelle, Anaerobe Schwelle – Maximales Laktat Steady State 115**
    - Konzepte im Vergleich 116
    - State-of-the-Art Protokolle und Auswertungen 118
      - Laktat Aerobe Schwelle 119
      - Laktat Anaerobe Schwelle 119
  - I Einflussgrößen auf die Messgröße Laktat 121**
    - Ernährung 122
    - Vorbelastung und Glykogenspeicher 122
    - Protokoll (Zeitinkrement, Grundbelastung, Belastungsinkrement, Pausendauer, steady state, non steady state etc.) 124

- I Praktische Durchführung der Ergometrie zur Bestimmung der LLK 125
  - Labortests 125
  - Feldtests 126
- I LLK als Grundlage der Trainingsberatung 126
- II **Funktionsdiagnostik akuter und chronischer Anpassung der Atmungsorgane**  
(Manfred Wonisch, Rochus Pokan und Peter Hofmann) 133
  - I Grundlagen der Atmung 133
    - Pulmonaler Gasaustausch und Sauerstofftransport 133
  - I Pulmonale Funktionsdiagnostik in Ruhe (Spirometrie) 135
    - Belastungsinduziertes Asthma bronchiale 135
    - Lungenfunktion, Training und körperliche Leistungsfähigkeit 136
  - I Pulmonale Funktionsdiagnostik unter Belastung (Spiroergometrie) 136
    - Maximale Sauerstoffaufnahme 137
    - Kohlendioxidabgabe 137
    - Respiratorischer Quotient 138
    - Atemminutenvolumen 138
    - Sauerstoffpuls 139
    - Ventilatorische Totraum/Tidalvolumen-Relation 139
    - Atemäquivalente für Sauerstoff und Kohlendioxid 139
    - Ventilatorische Schwelle (VT) 140
    - Respiratory compensation point (RCP) 140
- II **Feldtests** (Eveline Ledl-Kurkowski und Peter Hofmann) 145
  - I Methodik und Belastungsprofile 146
  - I Leistungsdiagnostik und Trainingskontrolle 148
    - Aerob 148
    - Anaerob 148
- II **Grundlagen der Trainingslehre** (Peter Hofmann) 153
  - I Allgemeine Grundlagen der Anpassungsprozesse durch körperliches Training 153
  - I Belastungskomponenten 156
    - Kondition 156
    - Kraft 157
    - Schnelligkeit 158
    - Beweglichkeit 158
    - Koordinative Fähigkeiten 158
    - Technik 159
    - Taktik 159
  - I Allgemeine Trainingsprinzipien 160
  - I Planung, Organisation und Auswertung des Trainingsprozesses 161
  - I Trainingsregelung und Diagnostik 161
  - I Der langfristige Trainingsprozess – Trainingsstufen 161
    - Allgemeine Grundausbildung 161
    - Nachwuchstraining 162
    - Anschlusstraining 162
    - Hochleistungstraining 162
  - I Trainingsperiodisierung 162
  - I Besonderheiten des Trainings bei speziellen Gruppen 162
    - Kinder- und Jugend-Training 163
    - Rehabilitations-Training 163
    - Fitness-, Wellness-, Gesundheitstraining 163
  - I Trainingsberatung 163
    - Quantitative und qualitative Trainingsberatung 164

- II Übertraining aus kreislaufmedizinischer Sicht – Übertrainingssyndrom**  
(Helmut Hörtnagl und Günther Neumayr) **167**
  - I Begriffserklärung **168**
  - I Ursachen und Pathomechanismen **168**
  - I Diagnostik **169**
  - I Vorbeugung **174**
- II Sport und Ernährung** (Manfred Lamprecht und Gerhard Smekal) **179**
  - I Kategorien sportlicher Betätigung **180**
  - I Kenngrößen der Energiegewinnung **180**
  - I Umsatzgrößen **181**
  - I Kohlenhydrate **183**
    - Kohlenhydrataufnahme vor Belastungen **184**
    - Kohlenhydrataufnahme während der Belastung **186**
    - Kohlenhydrataufnahme unmittelbar nach der Belastung **186**
    - Glykämischer Index **187**
  - I Fette **188**
    - Fettnahrungsmittel **188**
    - Fettsäurepräparate **189**
  - I Proteine **189**
    - Proteinbedarf **190**
    - Überdosierung **191**
    - Eiweißträger **192**
    - Eiweißaufnahme vor, während und nach der Belastung **192**
    - Unerwünschte Begleitstoffe **193**
    - Eiweißpräparate/Supplementation **193**
  - I Vitamine **194**
    - Einteilung **194**
    - Supplementationen/Überdosierungen **195**
  - I Mineralstoffe **198**
    - Einteilung **198**
    - Funktion/Vorkommen/Bedarf **198**
    - Bioverfügbarkeit und Interaktionen **201**
    - Supplementation **202**
    - Überdosierungen **203**
  - I Flüssigkeitshaushalt **203**
    - Körperwasser **203**
    - Schweiß **205**
    - Flüssigkeitsaufnahme **208**
      - Flüssigkeitsmengen **208**
      - Zeitliche Handhabung **209**
    - Getränke **210**
      - Isotonie **210**
      - Mineralien **210**
      - Kohlenhydrate **210**
      - Vitamine **212**
      - Kohlensäure **212**
      - Getränkearten **212**
  - I Supplementationen und Nahrungsergänzungspräparate **214**
    - Antioxidantien **215**
    - Mikronährstoffe **215**
    - Ubichinon (Coenzym Q10) **216**
    - Sekundäre Pflanzenstoffe **216**
    - Acetylsalicylsäure **216**
    - Kreatin **217**

Verzweigtkettige Aminosäuren 218  
Arginin und Ornithin 218  
Glycerol 219  
L-Carnitin 219  
Koffein 220  
Alkalisalze 221  
Konjugierte Linolsäure 221  
Melatonin 221

## **II Sport und Immunsystem (Holger Gabriel) 227**

- I Das körpereigene Abwehrsystem (Immunsystem) – Aufbau, Organisation und Aufgaben 228
  - Die erste Abwehrlinie – Aufgabe des unspezifischen Immunsystems 229
  - Spezifische Immunität – eine Aufgabe für Lymphozyten 232
  - Immunzellen zwischen „Stand-by-Modus“ und hochaktivem Killerstatus 232
  - Selbstregulation – ein Selbstschutz des Organismus 233
  - Stresshormone hemmen den Transport der Immunzellen 233
- I Akute körperliche Belastung und das Immunsystem – die Theorie des „open window“ 234
  - Die Sofortreaktion 234
  - Verzögerte Immunreaktion 237
  - Abhängigkeit von der Belastungsintensität 238
  - Extensive Belastungen/intensive Belastungen 239
- I (Über-)Training und Immunsystem 240
- I Infektionshäufigkeit des Athleten – das Modell der „J-förmigen“ Kurve 243
- I Ich habe einen Infekt – was tun? 244
  - Vermeidung der Ursache für Infektionen 244
  - Der Infektionsherd als Ursache einer Infektanfälligkeit 246
  - Sport bei Infektionen 247

## **II Mittlere Höhenlagen: Höhenanpassung und Höhenttraining (Wolfgang Schobersberger) 251**

- I Physikalische Grundlagen der mittleren Höhe 251
- I Anpassungsvorgänge an milde und moderate Hypoxie 252
  - Anpassungen in der Lunge 252
  - Anpassungen im Blut 254
  - O<sub>2</sub>-Bindungskurve und Höhengenaufenthalt 256
  - Erythropoiese in mittlerer Höhe 257
  - Änderungen im Säure-Basen-Haushalt 257
  - Flüssigkeitshaushalt in mittleren Höhen 258
- I Höhenttraining 259
  - Erythropoiese 260
  - Atmung 261
  - Muskelstoffwechsel 261
  - Formen des Höhenttrainings 261

## **II Sport und Umweltbedingungen (Holger Förster) 265**

- I Temperaturregulation 265
- I Hitze und Hitzeadaptation 266
  - Veränderungen unter Belastung 266
  - Anpassung an Hitze – Akklimatisation 267
  - Hitzekrankheiten 268
- I Kälte und Kälteadaptation 269
  - Hypothermie 271
  - Lokale Erfrierungen 271
- I Luftschadstoffe 272

- II Medizinische Aspekte des Sporttauchens** (Helmut Ocenasek und Rochus Pokan) **275**
  - I Physiologische Vorbemerkungen **275**
  - I Tauchen mit Atemgerät (SCUBA-Diving) **276**
  - I Tauchassoziierte Erkrankungen **277**
    - Intoxikationen **277**
      - Stickstoffintoxikation (Stickstoffnarkose/Tiefenrausch) **277**
      - Sauerstoffintoxikation **279**
    - Dekompressionserkrankung („Caissonkrankheit“) **280**
    - Barotraumen **283**
      - Pneumothorax/Medistinalempysem/Gasembolie **284**
      - Weitere Barotraumen – Kompressionsbarotraumen **286**
  - I Druckkammertherapie **287**
  - I Tauchen und Fliegen **288**
  - I Tauchtauglichkeit **288**
    - Häufige kardiale Erkrankungen **289**
    - Häufige pulmonale Erkrankungen **289**
    - Häufige HNO-Erkrankungen **290**
    - Gravidität **290**
    - Altersbeschränkungen **290**
- II Doping** (Jürgen Kern) **293**
  - I Dopingliste **293**
  - I Doping-Kontrollen in Österreich **294**
  - I Wirkungsweise der Dopingsubstanzen **294**
    - Nebenwirkungen **296**
      - Anabole Steroide **296**
      - Erythropoetin (EPO) **297**
      - Wachstumshormone (GH) **297**
- II Kindersportmedizin** (Holger Förster) **301**
  - I Physiologie **301**
  - I Sportmedizinische Untersuchung **303**
    - Orthopädischer Status inklusive Muskelfunktionsprüfung **306**
    - Zusatzuntersuchungen **306**
    - Belastungsuntersuchung bei Kindern **309**
  - I Training **313**
- II Frauensport** (Eveline Ledl-Kurkowski) **317**
  - I Kraft **317**
  - I Schnelligkeit **318**
  - I Ausdauer **318**
  - I Flexibilität und Koordination **319**
  - I Menstruationszyklus **319**
    - Zyklus **319**
    - Zyklusstörungen **321**
  - I Kontrazeptiva **322**
  - I Anämie **323**
  - I Essstörungen **324**
  - I Klimakterium **324**
  - I Sport in der Schwangerschaft **325**
    - Veränderungen während der Schwangerschaft **325**
    - Empfehlungen **326**

- II Sport im Alter** (Karl Mayr, Werner Benzer) **331**
  - I Leistungsphysiologische Aspekte des Alterns **333**
  - I Beeinflussung des biologischen Alterns **334**
  - I Training im Alter **334**
    - Ausdauertraining **334**
    - Krafttraining **335**
  - I Leistungsdiagnostik beim älteren Menschen **335**
  - I Gefahren und Kontraindikationen für körperliches Training im Alter **335**
- II Körperliches Training zur Therapie chronischer Erkrankungen** (Werner Benzer, Karl Mayr und Manfred Wonisch) **337**
  - I Körperliche Aktivität zur Prävention und Therapie von Herz-Kreislauf-erkrankungen **338**
    - Die Bedeutung von körperlichem Training zur Modifikation kardiovaskulärer Risikofaktoren **339**
      - Adipositas **339**
      - Hyperlipidämie **339**
      - Hypertonie **340**
      - Diabetes mellitus **340**
  - I Physiologische Effekte von körperlichem Training auf das Herz-Kreislaufsystem **341**
  - I Grundregeln der medizinischen Trainingssteuerung bei Herz-Kreislaufpatienten **342**
  - I Risiken von körperlichem Training bei Herz-Kreislaufpatienten **343**
  - I Körperliches Training bei Patienten mit Herzinsuffizienz **343**
  - I Körperliches Training bei Patienten mit arterieller Verschlusskrankheit **345**
  - I Körperliche Aktivität zur Prävention und Therapie von Lungenerkrankungen **345**
  - I Körperliche Aktivität zur Prävention und Therapie von psychiatrischen Erkrankungen **346**
  - I Körperliche Aktivität zur Prävention und Therapie von Krebserkrankungen **346**
  - I Körperliche Aktivität zur Prävention und Therapie der Osteoporose **347**
  - I Ambulante Rehabilitation **347**
- II Aspekte der Trainingslehre für chronisch Kranke** (Peter Hofmann, Manfred Wonisch, Peter Schmid, Iris Floimayr, Karin Lettner und Rochus Pokan) **353**
  - I Grundvoraussetzungen für die Anwendung körperlichen Trainings bei Patienten **354**
  - I Bewegungstherapeutische Trainingslehre **354**
  - I Belastungsmethoden **355**
  - I Gestaltung einer bewegungstherapeutischen Trainingseinheit **356**
  - I Bewegungstherapeutisches Training bei unterschiedlichen Erkrankungen **356**
    - Training von Patienten mit Herz-Kreislauf-erkrankungen **356**
    - Training von Patienten mit Stoffwechselerkrankungen **357**
    - Ausdauertraining nach der Dauermethode **358**
    - Ausdauertraining nach der Intervallmethode **360**
    - Trainingsmittel **360**
    - Krafttraining **361**
    - Weitere Trainingsformen **362**
- II Behindertensport** (Eveline Ledl-Kurkowski) **367**
  - I Zielsetzungen des Behindertensportes **367**
  - I Hauptschadensklassen **368**
    - Querschnittlähmung **368**
    - Amputierte **369**
    - Gehörgeschädigte **369**
    - Sehbehinderte **369**
  - I Leistungsdiagnostik **369**
- II Sachverzeichnis** **373**