

INHALT

1	Historische Entwicklung der Sportarten	13
1.1	Triathlon	13
1.2	Duathlon	24
1.3	Quadrathlon	26
1.4	Aquathlon	27
1.5	Polyathlon und Gigathlon	27
1.6	Wintertriathlon	28
2	Struktur der komplexen Leistung (Triathlon, Duathlon, Wintertriathlon) ..	31
2.1	Kennzeichnung der Gesamtstruktur	32
2.2	Struktur der Wettkampfleistung	39
2.3	Gestaltung des Wettkampfs im Kurztriathlon	46
3	Bewegungsstruktur und Muskelaktivität in den Sportarten	53
3.1	Bewegungsstruktur und Muskelaktivität im Laufen	54
3.1.1	Phasenstruktur des Laufzyklus	54
3.1.2	Schrittzyklusstruktur beim Laufen	56
3.1.3	Muskelaktivität beim Laufen	58
3.1.4	Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus beim Laufen	61
3.2	Bewegungsstruktur und Muskelaktivität beim Radfahren	63
3.2.1	Phasenstruktur des Radzyklus	63
3.2.2	Muskelaktivität beim Radfahren	65
3.3	Bewegungsstruktur und Muskelaktivität beim Schwimmen	69
3.3.1	Phasenstruktur und Geschwindigkeitsverlauf beim Kraulschwimmen	69
3.3.2	Muskelaktivität beim Kraulschwimmen	72
3.4	Bewegungsstruktur und Muskelaktivität beim Skilanglauf	75
3.4.1	Phasenstruktur beim Skiskating	75
3.4.2	Muskelaktivität beim Skiskating	76
3.5	Bewegungsstruktur und Muskelaktivität beim Inlineskating	78
3.5.1	Phasenstruktur des Inlinezyklus	78
3.5.2	Schrittzyklusstruktur beim Inlineskating	80
3.5.3	Muskelaktivität beim Inlineskating	80
3.6	Laufanalyse beim Triathleten	83
3.6.1	Beinstellung, Fußstellung und Spurbreite	83
3.6.2	Abrollbewegungen beim Vorfuß-, Mittelfuß- und Rückfußlaufen	85
3.6.3	Einfluss der Ermüdung auf die Lauftechnik und Muskelaktivität	86
3.6.4	Einfluss der Sportartenkopplung Rad/Lauf auf die Lauftechnik und Muskelaktivität	88
4	Training im Triathlon (Duathlon, Wintertriathlon)	93
4.1	Leistungsprognose und Trainingsziel	93

4.2	Entwicklung der mentalen und der psychischen Leistungsvoraussetzungen	.95
4.3	Entwicklung der konditionellen Leistungsvoraussetzungen	.98
4.3.1	Allgemeinathletische Leistungsvoraussetzungen	.105
4.3.2	Merkmale der Trainingsbelastung	.106
4.4	Entwicklung der sportlichen Technik (Schwimmen, Rad, Lauf, Skilanglauf)	.117
4.4.1	Techniktraining im Laufen	.117
4.4.2	Techniktraining im Radfahren	.123
4.4.3	Techniktraining im Schwimmen	.127
4.4.4	Techniktraining im Skilanglauf	.136
4.5	Periodisierung und zyklische Gestaltung des Jahrestrainings (Sommer/Winter)	.141
4.6	Höhentraining	.150
4.7	Organisation des Trainingsprozesses	.150
5	Kopplungstraining	.153
5.1	Kopplung Rad/Lauf	.153
5.2	Kopplungstraining zur Entwicklung triathlonspezifischer Fähigkeiten	.155
5.3	Weiter Kopplungsvarianten	.155
6	Kraft- und Beweglichkeitstraining	.161
6.1	Rumpfstabilität und Rumpfkrafttraining	.161
6.2	Kraft und Krafttraining	.169
6.3	Beweglichkeit und Beweglichkeitstraining	.171
7	Trainingsplanung und Trainingssteuerung	.177
7.1	Regelkreis der Trainingssteuerung	.179
7.2	Leistungs- und Trainingsplanung	.179
7.3	Leistungsdiagnostik und Wettkampfanalyse	.183
7.4	Trainingsanalyse	.187
7.5	Trainingsentscheidung	.190
8	Wettkämpfe im Triathlon (Duathlon, Wintertriathlon)	.195
8.1	Vorbereitung auf den Wettkampf	.195
8.2	Mentale Vorbereitung auf den Wettkampf	.200
9	Langfristiger Leistungsaufbau	.207
9.1	Die Etappen des langfristigen Leistungsaufbaus	.211
9.2	Anforderungsstruktur und Trainingsinhalte	.219
10	Ausdauerentwicklung, Leistungsentwicklung und Lebensalter	.221
10.1	Triathlon/Duathlon im Kindes- und Jugendalter	.221
10.2	Triathlon/Duathlon im frühen Erwachsenenalter	.223
10.3	Triathlon/Duathlon im späten Erwachsenenalter	.226

Inhalt

10.4	Triathlon/Duathlon im Freizeitsport	228
10.5	Triathlon/Duathlon im Leistungssport	229
10.6	Triathlon/Duathlon im Hochleistungssport	230
10.7	Frauen im Triathlon/Duathlon	232
11	Belastung des Stütz- und Bewegungssystems im Triathlon/Duathlon	235
11.1	Bodenreaktionskräfte beim Laufen	236
11.2	Bodenreaktionskräfte beim Skilanglauf	239
11.3	Bodenreaktionskräfte beim Inlineskating	240
11.4	Druckverteilung und Abrollbewegung beim Vorfuß-, Mittelfuß- und Rückfußlaufen	241
11.5	Einfluss der Lauftechnik auf die Belastung des Stütz- und Bewegungssystems	243
11.6	Einfluss der Ermüdung auf die Belastung des Stütz- und Bewegungssystems	245
12	Trainingsbereiche im Triathlon/Duathlon	249
12.1	Trainingsbereiche in den Ausdauersportarten (GA 1, GA 2, KA, WSA)	249
12.2	Ableitung der Trainingsbereiche von Wettkampfgeschwindigkeit und biologischen Messgrößen	251
12.2.1	Trainingsbereiche, abgeleitet aus der Wettkampfgeschwindigkeit ..	252
12.2.2	Trainingsbereiche, abgeleitet von der Laktatkonzentration aus Stufentests	255
12.2.3	Trainingsbereiche, abgeleitet von der maximalen Herzfrequenz ..	257
12.3	Skilanglauf	257
12.4	Inlineskating	260
12.5	Kanu (Kajak)	262
13	Planung und Gestaltung von Trainingscamps	263
13.1	Planung und Anreise	265
13.2	Belastungsgestaltung	265
13.3	Maßnahmen zur Belastungskontrolle	266
14	Training unter veränderten Bedingungen	271
14.1	Training in warmen Klimazonen	272
14.2	Hitzeakklimatisierung	273
14.2.1	Trinken bei Hitze	278
14.2.2	Triathlontraining und Wettkämpfe bei Hitze	282
14.3	Training bei Kälte	284
14.3.1	Skilanglauftraining des Triathleten	285
14.3.2	Kaltwasserschwimmen des Triathleten	287
14.4	Training in mittleren Höhen	291

14.4.1	Voraussetzungen für das Höhentraining	292
14.4.2	Energiestoffwechsel in mittleren Höhen	293
14.4.3	Sportmethodische Gestaltung des Höhentrainings	296
14.4.4	Transformationszeit nach dem Höhentraining	298
14.4.5	Die Steuerung des Höhentrainings	300
14.5	Training bei Ozon und Luftverschmutzung	301
15	Trainings- und Wettkampfausrüstung in den Sportarten	307
15.1	Trainings- und Wettkampfbekleidung	308
15.2	Schwimmen	309
15.2.1	Der Neoprenanzug	310
15.2.2	Die Schwimmbrille	311
15.3	Rad/Mountainbike	313
15.3.1	Der Triathlonlenker	314
15.3.2	Die Sitzposition	314
15.3.3	Der Rahmen	316
15.3.4	Die Schaltung	317
15.3.5	Die Bereifung	318
15.3.6	Die Laufräder	318
15.3.7	Radschuhe und Pedalsysteme	319
15.3.8	Das Mountainbike	319
15.4	Laufen	320
15.5	Skilanglauf	322
15.5.1	Langlaufski	322
15.5.2	Skistöcke	324
15.5.3	Skischuhe und Skibindung	325
15.5.4	Bekleidung	326
15.5.5	Skiwachs	326
15.6	Inlineskating	330
15.7	Kanu	331
15.8	Herzfrequenzmessgeräte zur Belastungssteuerung	333
16	Auswirkungen des Trainings auf Organe und Funktionssysteme	335
16.1	Herzgröße	336
16.2	Atmung	341
16.2.1	Atemminutenvolumen	343
16.2.2	Atemäquivalent	344
16.2.3	Respiratorischer Quotient	345
16.3	Sauerstoffaufnahme	345
16.4	Blut	354

Inhalt

16.4.1	Hämatokrit	354
16.4.2	Blutvolumen	355
16.4.3	Transportfunktion des Blutes	356
16.4.4	Transport- und Pufferfunktion des Blutes	356
16.5.5	Abwehrfunktion des Blutes	357
16.4.6	Sportleranämie	358
16.5	Energiestoffwechsel	360
16.5.1	Energiereiche Phosphate	361
16.5.2	Kohlenhydratstoffwechsel	363
16.5.2.1	Anaerober Energiestoffwechsel	364
16.5.2.2	Aerober Energiestoffwechsel	367
16.5.2.3	Glykogenspeicher	369
16.5.3	Fettstoffwechsel	371
16.5.4	Proteinstoffwechsel	376
16.6	Immunsystem	379
16.6.1	Aufgaben des Immunsystems	380
16.6.2	Immunsystem bei Belastung	381
16.6.3	Immunsystem nach der Belastung	383
16.7	Muskelstruktur	386
16.7.1	Muskelfaserverteilung	387
16.7.2	Muskelfaserfläche	388
16.7.3	Muskelfaserkapillarisation	389
16.7.4	Enzymaktivitäten in Muskelfasern	389
16.7.5	Energievorräte	391
16.7.6	Ultrastruktur	392
17	Biologische Messgrößen zur Belastungssteuerung	393
17.1	Herzschlagfrequenz (HF)	395
17.1.1	Herzfrequenz bei Leistung und Geschwindigkeit	395
17.1.2	Maximale Herzfrequenz	397
17.1.3	Einflussfaktoren auf die Herzfrequenzregulation	401
17.1.4	Herzfrequenzvariabilität	405
17.1.4.1	Anwendungsmöglichkeiten	406
17.1.4.2	Bestimmung individueller Trainingszonen über die HRV (OwnZone)	408
17.2	Laktat	411
17.2.1	Beurteilung der Mobilisationsfähigkeit der Motorik mit Laktat	416
17.2.2	Aerobe Leistungsfähigkeit und Laktat	417
17.2.3	Aerob/anaerobe Stoffwechselschwellen	421
17.3	Sauerstoffaufnahme	424
17.3.1	Submaximale Sauerstoffaufnahme	425
17.3.2	Maximale Sauerstoffaufnahme	427

17.4	Serumharnstoff	438
17.5	Kreatinkinase	442
17.6	Hämatokrit und Hämoglobin	445
17.7	Glukose	449
17.8	Mineralien	451
18	Sportartspezifische Leistungsdiagnostik im Triathlon/Duathlon	455
18.1	Leistungsdiagnostik im Labor	457
18.1.1	Schwimmen	457
18.1.2	Rad	460
18.1.3	Laufen	464
18.1.4	Skilanglauf	471
18.1.5	Inlineskating	471
18.1.6	Kanu	472
18.2	Leistungsdiagnostik am Trainingsort (Feldtest)	472
18.2.1	Schwimmfeldtest	474
18.2.2	Rad/Mountainbike	475
18.2.3	Laufen	477
18.2.4	Skilanglauf	478
18.2.5	Inlineskating	479
18.2.6	Kanu	479
18.3	Trainingssteuerung auf Lehrgängen	480
19	Komplexe Trainingssteuerung	481
19.1	Positive Leistungsentwicklung	482
19.2	Über- und Fehltraining im Triathlon/Duathlon	487
20	Regeneration	493
20.1	Regeneration mit sportmethodischen Mitteln	495
20.1.1	Sportartspezifisches „Cool down“	495
20.1.2	Sportartspezifisches Kompensationstraining	496
20.2.3	Sportartspezifisches Regenerationstraining	497
20.2	Regeneration mit sportmedizinischen Maßnahmen	499
20.2.1	Muskelkater	502
20.2.2	Physiologische Entspannungsmaßnahmen	504
20.2.2.1	Allgemeine Maßnahmen	504
20.2.2.2	Psychologische Methoden	506
20.3	Ernährung und Regeneration	507
21	Ernährung des Triathleten	511
21.1	Energiestoffwechsel	512

Inhalt

21.1.1	Energiespeicher	512
21.1.2	Energetische Sicherung der Muskelarbeit	514
21.1.3	Kohlenhydrate	514
21.1.4	Fette	515
21.1.5	Proteine	515
21.2	Flüssigkeitsaufnahme im Triathlon	516
21.2.1	Schweißbildungsrate	516
21.2.2	Flüssigkeitsaufnahme bei Hitzebelastungen	518
21.2.3	Flüssigkeitsaufnahme beim Höhentraining	518
21.3	Kohlenhydrataufnahme vor, während und nach Triathlonbelastungen	520
21.3.1	Kohlenhydrataufnahme vor Belastungen	520
21.3.2	Kohlenhydrataufnahme während Training und Wettkampf	522
21.3.3	Kohlenhydrataufnahme nach der Belastung (Regeneration)	523
21.3.4	Diabetiker und Triathlon	524
21.4	Supplementation von Vitaminen, Mineralstoffen und Wirkstoffen	525
21.4.1	Vitamine	525
21.4.1.1	Vitamin A	527
21.4.1.2	Vitamin D	529
21.4.1.3	Vitamin E	529
21.4.1.4	Vitamin B ₁	530
21.4.1.5	Vitamin B ₂	531
21.4.1.6	Vitamin B ₆	532
21.4.1.7	Vitamin B ₁₂	533
21.4.1.8	Biotin (Vitamin H)	533
21.4.1.9	Folsäure (Vitamin M)	534
21.4.1.10	Niacin	535
21.4.1.11	Pantothensäure	535
21.4.1.12	Vitamin C	536
21.4.2	Supplementation von Mineralien	537
21.4.2.1	Natrium	538
21.4.2.2	Kalium	538
21.4.2.3	Magnesium	539
21.4.2.4	Kalzium	541
21.4.2.5	Eisen	543
21.4.2.6	Zink	545
21.4.2.7	Spurenelemente	545
21.4.3	Supplementation ausgewählter Wirkstoffe	546
21.4.3.1	Aminosäuren	546
21.4.3.2	L-Carnitin	551

21.4.3.3	Coffein	552
21.4.3.4	Kreatin	553
21.4.3.5	Mittelkettige Fettsäuren (MCTs)	555
22	Aufnahme leistungsbeeinflussender Wirkstoffe und Medikamente	557
22.1	Erlaubte Wirkstoffe und Medikamente	558
22.1.1	Kohlenhydrate	559
22.1.2	Coffein	560
22.1.3	Kreatin	560
22.1.4	Aminosäuren	561
22.1.5	L-Carnitin	562
22.2	Verbotene Medikamente und Wirkstoffe (Doping)	564
22.3	Medikamente und Leistungsfähigkeit	578
23	Orthopädische Probleme des Triathleten/Duathleten	583
23.1	Eignungsnachteile für Triathlon/Duathlon	583
23.2	Formabweichungen im Körperbau und in der Belastbarkeit	586
23.3	Muskuläre Dysbalancen	589
23.4	Typische Fehlbeanspruchungen	594
23.4	Gefahren von Triathlon und Duathlon im Alter	601
24	Trainingsausfall im Triathlon	603
24.1	Erkrankungen und Triathlonbelastung	604
24.2	Verletzungen in den Sportarten des Triathlons	607
24.2.1	Verletzungen beim Laufen	608
24.2.2	Verletzungen beim Radfahren/Mountainbiken	611
24.2.3	Verletzungen beim Schwimmen	611
24.2.4	Verletzungen beim Skilanglauf	611
24.2.5	Verletzungen beim Inlineskating	612
24.2.6	Verletzungen beim Kanufahren	612
	Anhang	614
	Tabellen	614
	Literatur	640
	Sachwortverzeichnis	654
	Bildnachweis	664