
Beeinflussung des Erholungsverhaltens im Mikrozyklus durch unterschiedliche Trainingsformen bei ausdauertrainierten Sportlern unter Berücksichtigung von Sportartspezifität und Ausdauerleistungsfähigkeit

B. Coen, A. Urhausen (Projektleiter), W. Kindermann

Universität des Saarlandes Saarbrücken

Institut für Sport- und Präventivmedizin

1 Problem

Der Einfluss verschiedener aktiver (sowohl spezifisch als auch unspezifisch) Belastungen im Vergleich zur passiven Erholung ist für den Leistungssport insbesondere während intensiver Trainingsperioden (z.B. Trainingslager und in der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung) von Interesse. Wir untersuchten daher die Auswirkungen unterschiedlicher Trainingsmaßnahmen auf die Regeneration in der frühen Erholungsphase nach zwei Tagen (hoch)intensiver Trainingsbelastungen bei ausdauertrainierten Sportlern unter Berücksichtigung von Sportartspezifität und Ausdauerleistungsfähigkeit.

2 Methode

Hierzu absolvierten hochtrainierte Radrennfahrer (R: n=6; 25±6 Jahre; 70±5 kg; 176±4cm; VO₂max: 65±5 ml.kg⁻¹) und Triathleten (T: n=6; 26±3 Jahre; 73±3 kg; 181±6 cm; VO₂max: 69±5 ml.kg⁻¹) je vier Mikrozyklen: Tag 1: Dauertraining auf dem Fahrradergometer (FE) über 60 min bei 100 % der individuellen anaeroben Schwelle (IAS; STEGMANN et al. 1981); Tag 2: Intervalltraining auf dem FE über 8x2 min bei 116 % IAS mit je 1 min Pause bei 60 % IAS, neuntes Intervall bis zur subjektiven Erschöpfung; Tag 3, vormittags (randomisiert): passive Erholung (P) oder Dauerlauf (DL) über 30 min bei 75 % IAS oder FE regenerativ (FE^{reg}) über 45 min bei 75 % IAS oder FE intensiv (FE^{int}) über 45 min bei 100 % IAS; Tag 3, nach vier Stunden Pause: Kurzzeitausdauerstest auf dem FE bei 110 % IAS bis zur subjektiven Erschöpfung („Stresstest“ = ST). Somit hatte jeder Proband insgesamt 17 Untersuchungstermine.

Die Auswertungen erfolgten für die Gesamtgruppe aller zwölf Probanden und wurden darüber hinaus nach Sportartspezifität (R bzw. T) und Ausdauerleistungsfähigkeit differenziert. Anhand der relativen Leistung (IAS.kg^{-0,67}) wurden hierbei die sechs Ausdauerstärkeren von den sechs Ausdauer schwächeren unterschieden.

3 Ergebnis

Training

Während des Ausdauertrainings (Tag 1) stieg die Laktatkonzentration im Mittel auf 4-5 mmol/l, während des Intervalltrainings (Tag 2) auf 6-8 mmol/l an. Damit war die Vorgabe der intensiven Vorbelastung erfüllt. Zwischen den einzelnen Zyklen bestanden keine signifikanten Unterschiede. Der Verlauf der Herzfrequenzen war für diese beiden Trainingseinheiten in den verschiedenen Zyklen nahezu identisch. Während der Interventionen (Tag 3, vormittags) lagen die Laktatkonzentrationen während DL und FE^{reg} im Mittel bei 1-2 mmol/l und unterschieden sich signifikant ($p < 0,05$) von der Laktatkonzentration nach FE^{int}, die im Mittel bei 4,2 mmol/l lag.

Stresstest

Gesamtgruppe: Die Fahrzeiten im ST lagen bei 31±9 min nach P, 29±9 min. nach DL, 29±9 min nach FE^{reg} und 26±8 min nach FE^{int}. Die Unterschiede waren statistisch nicht abzusichern. Bei nahezu identischen Herzfrequenzverläufen ergab die Varianzanalyse für die Laktatverläufe einen signifikanten ($p = 0,002$) Unterschied. Im ST nach DL stieg die mittlere Laktatkonzentration auf 8,3 mmol/l an, nach P auf 7,7 mmol/l, nach FE^{reg} auf 6,8 mmol/l und nach FE^{int} nur auf 5,9 mmol/l. Die häufig in der Trainingssteuerung eingesetzten sog. Routineblutparameter Harnstoff und CK zeigten keinerlei Unterschiede. Während der ersten 10 min des ST wurden auch spirometrische Daten erhoben, die allerdings ebenfalls keine statistisch abzusichernden Ergebnisse brachten. Die unmittelbar vor Beginn des ST ausgefüllten psychologischen Fragebögen der Eigenzustandsskala nach NITSCH zeigten z.T. signifikante Unterschiede dahingehend, dass die körperliche Verfassung vor Beginn des ST nach FE^{int} schlechter eingeschätzt wurde, erkennbar u.a. an einer um 25 % höheren Ermüdung gegenüber P ($p < 0,05$). Bei den Hormonen ACTH ($p = 0,002$), Wachstumshormon ($p = 0,01$) und Cortisol ($p = 0,007$) zeigte sich nach der FE^{int} im Vergleich zu P eine signifikant verringerte Ausschüttung während ST. Hinsichtlich des Katecholaminverhaltens ergaben sich keine Differenzen zwischen den einzelnen Interventionsformen.

Sportartspezifik: Die mittleren Fahrzeiten im ST nach DL lagen für T (31±9 min) höher als für R (26±9 min; $p < 0,05$). Für die übrigen Interventionsmaßnahmen lagen keine signifikanten Unterschiede vor.

Ausdauerleistungsfähigkeit: Die mittleren Fahrzeiten im ST nach FE^{int} korrelierten sowohl mit $VO_2\max.kg^{-0,67}$ ($r = 0,73$; $p < 0,01$) als auch mit $IAS.kg^{-0,67}$ ($r = 0,71$; $p < 0,01$). Die sechs ausdauerstärkeren Probanden erreichten bei FE^{int} 102±18 % der Fahrzeit von P, die sechs

ausdauer schwächeren Probanden nur 72 ± 6 % ($p < 0,05$). Die Eigenzustandsskala ergab für Letztere eine geringere Ermüdung ($p < 0,05$) nach DL (um 39 %) und Fe^{reg} (um 36 %).

4 Diskussion

Nach zwei intensiven Trainingstagen ergaben sich keine unmittelbaren Vorteile der durchgeführten aktiven (spezifisch und unspezifisch) Regenerationsmaßnahmen gegenüber der passiven Erholung. Eine dritte intensive Trainingseinheit führt unter den gegebenen Bedingungen bereits zu einer tendenziell geringeren Leistungsfähigkeit mit bereits beeinträchtigt subjektiver Befindlichkeit. Harnstoff und CK sind in dem kurzen Interventionszeitraum nicht ausreichend sensitiv. Ein verminderter belastungsinduzierter Anstieg von ACTH, Wachstumshormon und Cortisol im Stresstest scheint ein frühzeitiger Indikator für beginnende Überlastungszustände zu sein und ist bereits vor einem Leistungseinbruch messbar.

Da Triathleten nach dem Dauerlauf deutlich bessere Fahrzeiten im nachfolgenden Stresstest erzielten als Radfahrer, kann gefolgert werden, dass nur laufgeübte Sportler sich vor einer wettkampfmäßigen Belastung mittels Dauerlauf regenerieren sollten.

Nach der dritten intensiven Trainingseinheit war die Leistungsfähigkeit der besser ausdauertrainierten Sportler im Gegensatz zu den schlechter ausdauertrainierten im kurzfristig folgenden Wettkampftest nicht beeinträchtigt. Allerdings scheinen leistungsschwächere Ausdauersportler ihre Ermüdung zu unterschätzen.

5 Literatur

COEN, B.; URHAUSEN, A.; BLASKO, K.; BOTT, W.; KINDERMANN, W.: Beeinflussung des Erholungsverhaltens im Mikrozyklus durch unterschiedliche Trainingsformen bei ausdauertrainierten Sportlern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 52 (2001), 42

COEN, B.; URHAUSEN, A.; BOTT, W.; BLASKO, K.; KINDERMANN, W.: Beeinflussung des Erholungsverhaltens im Mikrozyklus durch unterschiedliche Ausdauerleistungsfähigkeit und Sportartspezifität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 52 (2001), 42

FRY, R.W.; MORTON, A.R.; KEAST, D.: Periodisation and the prevention of overtraining. *Canadian Journal of Sport Science* 17 (1992), 241-248

GABRIEL, H.H.W.; URHAUSEN, A.; SCHWARZ, S.; WEILER, B.; KINDERMANN, W.: Cycle ergometric performance capacity, lactate and respiratory parameters during an intensive training period of endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine* 19 (1998), 24

MUJKA, I.: The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals. *International Journal of Sports Medicine* 19 (1998), 439-446

- NITSCH, J.: Die Eigenzustandsskala (EZ-Skala) – Ein Verfahren zur hierarchisch-mehrdimensionalen Befindlichkeitsskalierung. In: NITSCH, J.; UDRIS, J. (Hrsg.): Beanspruchung im Sport. Bad Homburg 1976, 81–102
- STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A.: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine* 2 (1981), 160-165
- URHAUSEN, A.; COEN, B.; KINDERMANN, W.: Intensive Training vs. rest: Effects on ergometric, hormonal, and physiological results. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (2001)
- URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.H.G.; BRÜCKNER, F.; KINDERMANN, W.: Effects of two training phases of different intensities on the exercise-induced hormonal response and psychological parameters in endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine* 19 (1998a), 43-44
- URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.H.G.; KINDERMANN, W.: Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30 (1998), 407-414
- URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.; WEILER, B.; KINDERMANN, W.: Ergometric and psychological findings during overtraining: A long-term follow-up study in endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine* 19 (1998), 114-120