

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Belastungsverhalten von breitensportlich ambitionierten FahrradfahrerInnen - »Mountainbikern«, »RennradfahrerInnen« und »AlltagsfahrradfahrerInnen« - beim Fahrradfahren in ihrer Disziplin ohne Intensitätsvorgaben in Relation zu fahrradergometrisch erhobenen Daten. Je nach Studie wurde der Einfluß des Alters, des Geschlechts und der Leistungsfähigkeit auf die Belastungsparameter erforscht. Zwei weitere Untersuchungen beschäftigten sich mit dem Einfluß äußerer Faktoren wie verschiedene Böden und zusätzliche Lasten auf die Belastungsparameter.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungen an insgesamt 221 Personen durchgeführt.

Die wesentlichen Ergebnisse und ihre Interpretationen lauten:

1. Die höchste mittlere Belastungsintensität bezogen auf die mittlere Leistung und die mittlere Herzfrequenz in der kürzesten Fahrtzeit wiesen die »Mountainbiker-2« ($P_{mw}=227,2\pm 31,9$ Watt; $H_{fmw}=162,5\pm 14,7$ min^{-1} , $La=6,5\pm 2,2$ mmol/l) auf; es folgten die »Mountainbiker-1« ($P_{mw}=174,5\pm 38,0$ Watt; $H_{fmw}=147,8\pm 16,4$ min^{-1} , $La=3,1\pm 1,6$ mmol/l) mit der längsten Fahrtzeit und die »Rennradfahrer« ($P_{mw}=163,2\pm 33,6$ Watt; $H_{fmw}=144,0\pm 16,5$ min^{-1} , $La=3,4\pm 1,5$ mmol/l). Die deutlich geringste mittlere Belastungsintensität zeigte sich bei den »Alltagsfahrradfahrern« ($P_{mw}=82,0\pm 17,5$ Watt; $H_{fmw}=125,0\pm 16,9$ min^{-1} , La nicht erhoben). In Relation ihrer auf dem Ergometer ermittelten maximalen Leistungsfähigkeit belasteten sich die Kollektive in der oben genannten Reihenfolge mit 70, 58, 58 und 34 Prozent.
2. Für das Mountainbiking war im Vergleich zum Rennradfahren und »Fahrradfahren im Alltag« sowohl eine sehr breite Palette an erbrachter Leistung mit relativ hoher mittlerer Leistung und vereinzelt extrem hohen Belastungsspitzen - entsprechend einer etwa doppelt bis dreifachen Höhe der fahrradergometrisch ermittelten Maximalleistung - als auch eine sehr große Variabilität der Leistung für die Bewältigung des Geländes notwendig. Die Leistung wurde mit einer anteilmäßig höheren Kraft erbracht als beim Rennradfahren. Typisch für das Rennradfahren auf der Straße war eine im Vergleich zu den »Mountainbikern« geringere Schwankungsbreite als auch eine geringere Variabilität der Leistung. Die mittleren und maximalen Leistungen der »Alltagsfahrradfahrer« bewegten sich im Vergleich der Probandenkollektive auf dem geringsten Niveau bei einer den »Rennradfahrern« vergleichbaren deutlich nachweisbaren Variabilität.
Insgesamt sind die diskriminierenden Ausprägungen in der Leistungshöhe und der Leistungsvariationen für die verschiedenen Probandenkollektive ursächlich auf die jeweils entsprechenden disziplinspezifischen Gegebenheiten wie vorrangig genutzter Boden, Geländebedingungen, verkehrsbedingte Einflüsse und vorrangige Motivation der Probandenkollektive sowie auf koordinative Fähigkeiten des Einzelnen zurückzuführen.

3. Im Gegensatz zu den Leistungsdaten war die Schwankungsbreite und Variabilität der Herzfrequenz in allen Teilstudien viel geringer. Als hämodynamische Reaktion auf die Leistungsanforderung spiegelte der Verlauf der Herzfrequenzen bei allen Disziplinen den Verlauf der erbrachten Leistungen qualitativ wider. Die Herzfrequenzkurve verlief jedoch aufgrund der Kurzzeitigkeit der Belastungsspitzen mit abgeschwächter Amplitude, wegen der hämodynamischen im Minutenbereich liegenden Reaktionszeit zeitlich entsprechend verzögert und infolge der trägen Herz-Kreislaufreaktion mit etwas geringerer Variabilität.
4. Der überwiegend gewählte Belastungstretfrequenzbereich betrug für die »Mountainbiker« wie für die »Rennradfahrer« etwa 61-90 U/min, für die »Alltagsfahrradfahrer« etwa 50-70 U/min. Die »Mountainbiker« wiesen im Vergleich zu den »Rennradfahrern« zu geringeren Anteilen sehr hohe Tretfrequenzen im Bereich von 91-110 U/min auf. Da die »Mountainbiker« vergleichsweise zu höheren Anteilen sehr hohe Leistungen zeigten, muß folglich im Vergleich zum Rennradfahren eine größere Kraftkomponente die relativ hohen Leistungen beim Mountainbiking bedingen.
Die Tretfrequenzvariation fiel bei den »Mountainbikern« am größten und bei den »Rennradfahrern« am geringsten aus; die »Alltagsfahrradfahrer« zeigten eine etwas höhere Tretfrequenzvariation als die »Rennradfahrer«.
Die unterschiedlichen Ausmaße der Höhe und Variationen der Tretfrequenz der verschiedenen Probandenkollektive lassen sich ursächlich auf die gleichen wie für die Leistung aufgeführten Faktoren (s. 2.) zurückführen.
5. Im interindividuellen Vergleich der mittleren Leistung, Herzfrequenz und Tretfrequenz fanden sich für die verschiedenen Kollektive Korrelationskoeffizienten für Pmw/Tfmw von 0.39-0.66, für Pmw/Hfmw von 0.21-0.45 und für Hfmw/Tfmw von 0.08-0.28. Die relativ lose Beziehung von Pmw/Hfmw und Hfmw/Tfmw ist in der spezifischen hämodynamischen Reaktion auf die feldspezifische, je nach Disziplin ausgeprägte, variierende Belastung als auch in der interindividuell unterschiedlichen hämodynamischen Reaktion bei vergleichbarer Leistung bzw. vergleichbarer Tretfrequenz begründet. Die Korrelationen zwischen Pmw/Tfmw zeigten nur mittlere Zusammenhänge, da durch den Einsatz der Gangschaltung dieselbe Leistung sowohl mit einer hohen Tretfrequenz und geringem Krafteinsatz und umgekehrt erbracht werden kann.
6. Zwischen subjektivem Belastungsempfinden und objektiven Parametern konnte für die vorliegenden feldspezifischen Ergebnisse kein deutlicher systematischer Zusammenhang nachgewiesen werden. So ergaben die einzelnen Korrelationen des RPE-Wertes im Feldtest mit der mittleren Leistung, Herzfrequenz und dem Laktat im Vergleich der Teilstudien teils positive wie negative und überwiegend nur niedrige Zusammenhänge. Ursächlich hierfür können interindividuell unterschiedlich festgelegte Integrale über die feldspezifisch variierenden Leistungen, Tretfrequenzen, Krafteinsätze und Herzfrequenzen ange-

nommen werden, welche unterschiedliche Belastungsempfindungen bedingen.

7. Insgesamt zeigte sich ein qualitativ und quantitativ unterschiedliches Verhalten der unter fahrradergometrischen Bedingungen und unter feldspezifischen Bedingungen erhobenen mittleren Herzfrequenzen. Eine Übertragbarkeit fahrradergometrisch erhobener Herzfrequenzen auf die Herzfrequenzen im Feldtest ist von daher nicht möglich.
8. Bei vergleichbarer Geschwindigkeit bestanden beim Mountainbiken auf unterschiedlichen Böden deutliche Differenzen insbesondere für die Leistung, aber auch für die Herzfrequenz und die Tretfrequenz. Der Untergrund ist somit ein stark mitbestimmender Faktor für das breite Spektrum der Leistungsanforderung und der resultierenden hämodynamischen Reaktion beim Mountainbiken.
Bei Wahrung der konstanten Beziehung von Geschwindigkeit und Leistung bzw. Geschwindigkeit und Herzfrequenz unabhängig vom Widerstand des Bodens lag mit der Zunahme des Widerstands des Bodens das verfügbare Leistungs- und Herzfrequenzspektrum zunehmend im höheren Belastungsbereich.
Die Wahl der Tretfrequenz erfolgte geschwindigkeitsabhängig und unabhängig vom Boden; die Wahl der Übersetzung wurde durch die gewählte Geschwindigkeit und den entsprechenden Böden bedingt.
9. Die konstante Zunahme der Zusatzlast um jeweils 15 kg bis 45 kg bei vorgegebener konstanter Trittfrequenz war mit einer linearen Erhöhung von Pmw, Hfmw, RPE, Ev verbunden. Der im Mittel beobachtete lineare Laktatanstieg ist als Resultat verschiedener individueller Laktatreaktionen aufgrund der unterschiedlichen Beanspruchung einzelner Probanden zu interpretieren.
10. Tendenzen der in der Literatur bestehenden Erkenntnisse zum Einfluß des Alters, der Leistungsfähigkeit und des Geschlechts auf die in der vorliegenden Studie erhobenen Parameter konnten überwiegend im Fahrradergometertest, aber auch im Feldtest bestätigt werden.
11. Die Analyse des Belastungsverhaltens der Probanden der verschiedenen Teilstudien vor dem Spiegel der Literaturempfehlungen weist darauf hin, daß es bei Beachtung entsprechender Belastungsnormative sehr gut möglich ist, durch Breitensportliches Fahrradfahren die Gesundheit hinsichtlich metabolischer, immunologischer und psychischer Effekte positiv zu beeinflussen.
12. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigten für das Breitensportliche Fahrradfahren einerseits disziplinspezifische Besonderheiten bezüglich der Parameter Leistung, Herzfrequenz und Tretfrequenz sowie andererseits Spezifika hinsichtlich des Einflusses des Alters, der Leistungsfähigkeit und des Geschlechts auf die Belastungsparameter. Es wird auf die Notwendigkeit der Entwicklung sportmedizinisch abgesicherter, disziplinspezifischer sowie nach Alter, Leistungsfähigkeit, Geschlecht und Trainingszustand differenzierter Trainingsempfehlungen hingewiesen.