Aqua-Cycling – eine optimale Belastung für Therapie und Fitness

Untersuchungen zur Beanspruchung bei verschiedenen Trittfrequenzen und Widerständen

Dr. Andreas Hahn und Stephan Schulze (Mitarbeiter), Susan Pastuschek (Studentin im Master-Studiengang Sport und Ernährung) und Prof. Dr. Kuno Hottenrott (Leiter), Arbeitsbereich Trainingswissenschaft und Sportmedizin, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Seit Jahren ist ein ansteigender Trend zu verzeichnen, verschiedenartige Trainingsgeräte im Medium Wasser zur Bewegungs- und Trainingstherapie einzusetzen. Relativ neu ist das Training im Wasser auf einem Aqua-Bike. Wissenschaftliche Studien zur Belastung und Beanspruchung beim Aqua-Cycling im Vergleich zum Radfahren an Land sind eher rar, aber für die Planung und Durchführung des Trainings notwendig. Fakt ist, dass der Widerstand im Wasser sich proportional zur Fläche verhält, währenddessen die Bewegungsgeschwindigkeit einen quadratischen Einfluss besitzt. Beim Aqua-Cycling kann z. B. im Rahmen bewegungstherapeutischer Maßnahmen eine fortwährende Kontrolle des Patienten gesichert werden. Dies ist u. a. nach der Versorgung mit einer Endoprothese enorm relevant.

Für das Training auf dem Fahrradergometer oder Hometrainer an Land lässt sich die Belastungsintensität unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit mit den bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen für jeden individuell so bestimmen, dass eine optimale Beanspruchung gewährleistet ist. Dies ist grundsätzlich bei Wasserprogrammen ein spezifisches Problem. Das Medium Wasser ermöglicht eine mehrschichtige Reizsetzung sowohl durch die Bewegung selbst als auch durch die Immersionseffekte (vgl. Hahn et al. 2006). Diese unterschiedlichen Reize können sich potenzieren und unterscheiden sich in vielfacher Hinsicht zu Belastungen an Land.

Die Frage nach geeigneten Belastungsvorgaben für unterschiedliche Zielsetzungen (von der Therapie bis zur Fitness) ist beim Aqua-Cycling bisher unzureichend geklärt. Die vorliegende Studie beschäftigt sich daher mit der Wirkung verschiedener Tretfrequenzen (TF) und Widerstandseinstellungen auf metabole, kardiale und subjektive Beanspruchungsparameter während des Aqua-Cyclings.

Es konnte ermittelt werden,

- wie sich Herzfrequenz (HF) und Laktat während der spezifischen Belastung auf einem Aqua-Bike im Vergleich zur Belastung an Land verändern,
- welche Auswirkungen die Variationen von Trittfrequenz und Widerstand auf die Herzkreislaufbeanspruchung, den Muskelstoffwechsel und das subjektive Beanspruchungsempfinden haben und

Abbildung 1: Die Tests wurden auf einem Aqua-Bike (Foto: Susan Pastuschek, Naumburg) und einem Fahrrad-Ergometer durchgeführt

- welcher Zusammenhang sich zwischen objektiver Belastung und subjektivem Beanspruchungsempfinden beim Aqua-Cycling und der Rad-Ergometrie an Land ergibt.

Methodik

Probanden und Untersuchungsablauf

Die Untersuchungen wurden an zehn gesunden Probanden (5 m/5 w) (39,6 ± 6,2 Jahre; 176,8 ± 8,3 cm; 83,0 ± 11,1 kg) mit einem durchschnittlichen Trainingsumfang von vier Stunden/Woche durchgeführt. Im Abstand von sieben Tagen absolvierten sie in einem Bewegungsbad einer Klinik bei indifferenter Wassertemperatur (32 °C) zwei Tests auf einem Aqua-Bike bei hüfttiefer Immersion (siehe Abbildung 1) und einem Fahrrad-Ergometer an Land.

Im Test 1 wurden jeweils nach einer dreiminütigen Belastung die Tretfrequenzen bei mittlerem Schaufelwiderstand stufenweise erhöht. Der Takt zur Einhaltung der Umdrehungszahl wurde durch ein Metronom vorgegeben.

Testablauf Test 1:

- 3 min mit 60 U/min
- 3 min mit 75 U/min
- 3 min mit 90 U/min
- 3 min „Ausfahren“

Im Test 2 wurde bei einer Tretfrequenzvorgabe von 75 U/min der Widerstand durch unterschiedliche Anstellwinkel der widerstandsregulierenden Schaufeln stufenweise erhöht. Wie bereits im Test 1 wurde der Takt mittels Metronom vorgegeben.

Testablauf Test 2:

- 3 min bei 75 U/min mit geringem Widerstand
- 3 min bei 75 U/min mit mittlerem Widerstand
- 3 min bei 75 U/min mit hohem Widerstand
- 3 min „Ausfahren“

Nach weiteren sieben Tagen wurde in den Räumlichkeiten einer Klinik der Fahrrad-Ergometer-Stufentest durchgeführt. Die Startleistung betrug 25 W, die Stufendauer 3 min. Das Stufeninkrement (Erhöhung der Belastung in Intervallen) wurde auf 25 W festgelegt.

Datenverarbeitung und Parametrisierung

Während der Tests im Wasser und bei der Ergometrie an Land wurde die Herzfrequenz (HF) kontinuierlich EKG-genau aufgezeichnet und für die letzten 30 s jeder Belastungsstufe gemittelt. Die Laktat-Bestimmung erfolgte in Ruhe und am Ende jeder Belastungsstufe nasschemisch am Ohrläppchen. Das subjektive Beanspruchungsempfinden (RPE) wurde mittels Borg-Skala erfragt. Im Anschluss erfolgte die Bestimmung der 4 mmol/l-Laktat-Schwellen per Software.

Statistische Auswertung

Im Vorfeld der Analyse der Mittelwertunterschiede erfolgte eine Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test. Die intervallskalierten und normalverteilten Daten für Herzfrequenz und Laktat wurden anschließend varianzanalytisch und mittels T-Test auf Mittelwertunterschiede geprüft. Die Prüfung der RPE-Werte erfolgte mittels Friedman- und Wilcoxon-Test. Die Signifikanzniveaus wurden auf $p < 0{,}05$ (*, signifikant), $p < 0{,}01$ (**, hochsignifikant) und $p < 0{,}001$ (***, höchstsignifikant) festgesetzt.

Ergebnisse

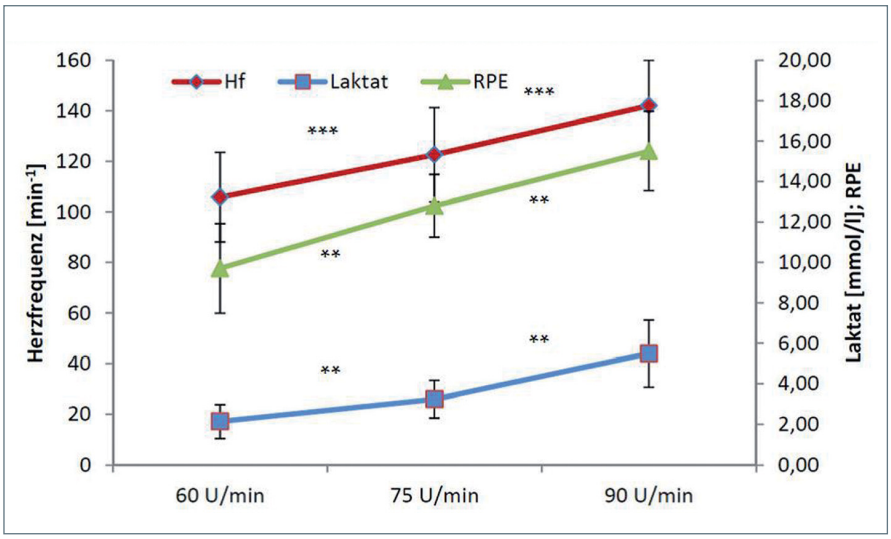
Die Ergebnisse der Datenauswertung zeigen sowohl bei der Steigerung der Tretfrequenz als auch bei der Veränderung der Widerstandeinstellungen bei definierter Umdrehungszahl eine Zunahme in den registrierten Beanspruchungsparametern (siehe Tabelle 1), die statistisch belegbar sind (siehe Abbildungen 2 und 3).

Die Steigerung der Umdrehungszahl in Test 1 verursacht eine stärkere Nutzung des anaeroben Stoffwechsels. Bei 75 U/

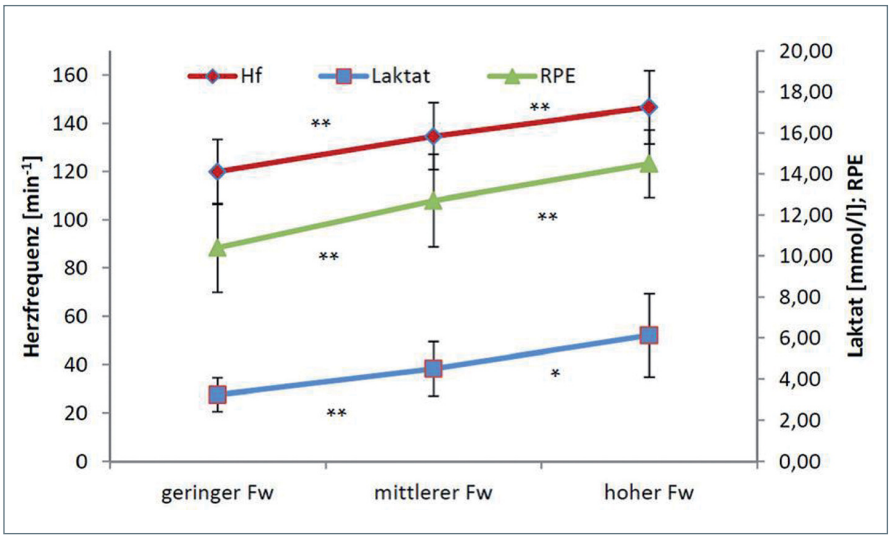
Test 1	Ruhe		60 U/min			75 U/min			90 U/min		
	HF	**La**	**HF**	**La**	**RPE**	**HF**	**La**	**RPE**	**HF**	**La**	**RPE**
MW	77,3	1,36	105,8	2,15	9,7	122,6	3,24	12,8	142	5,49	15,5
SD	9,0	0,55	17,7	0,84	2,2	18,6	0,93	1,5	18,1	1,67	2
Test 2	Ruhe		geringer Widerstand			mittlerer Widerstand			hoher Widerstand		
	HF	**La**	**HF**	**La**	**RPE**	**HF**	**La**	**RPE**	**HF**	**La**	**RPE**
MW	75,1	1,48	119,9	3,24	10,4	134,6	4,5	12,7	146,6	6,13	14,5
SD	11,0	0,61	13,4	0,83	2,2	13,9	1,32	2,3	15,2	2,04	1,6

Tabelle 1: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) für Herzfrequenz (HF [min-1]), Laktat (La [mmol/l]) und subjektive Beanspruchung (RPE) während des Aqua-Cyclings; alle Quellen (ohne weitere Angabe): Autoren

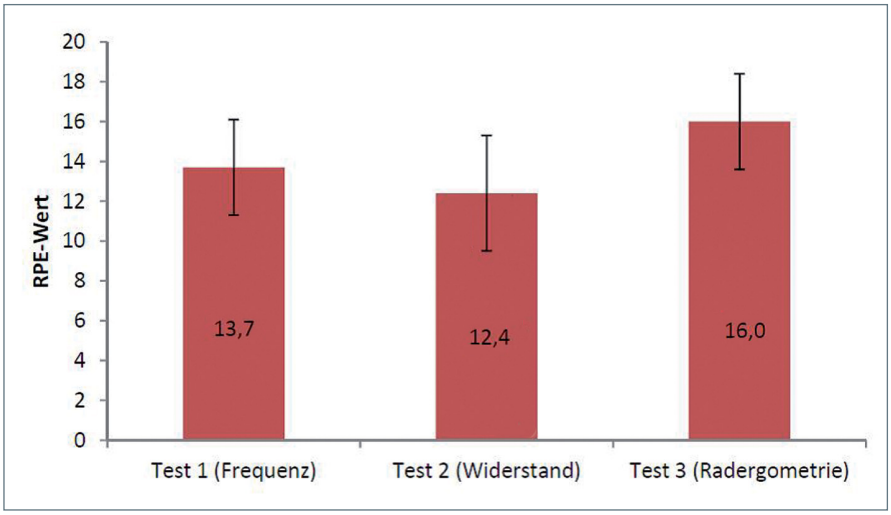
Anzeige



■ *Abbildung 2: Herzfrequenz (Hf), Laktat und RPE bei mittlerem Schaufelwiderstand (F_w) und Variation der Tretfrequenz*



■ *Abbildung 3: Herzfrequenz (Hf), Laktat und RPE bei 75 U/min und Variation des Schaufelwiderstandes (F_w)*



■ *Abbildung 4: Subjektives Beanspruchungsempfinden bei einer Laktat-Konzentration von 4 mmol/l*

Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V.

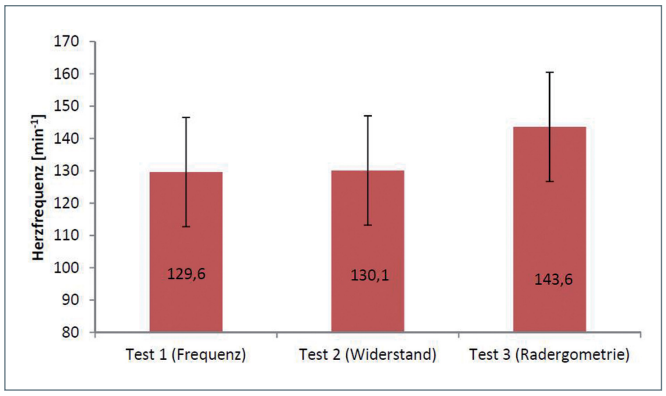
Werden Sie Mitglied in der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V.!

Ihre Vorteile als Mitglied:

- monatlicher kostenfreier Bezug der verbandseigenen Fachzeitschrift AB Archiv des Badewesens
- laufende Informationen über die Verbandsaktivitäten
- kostenlose Auskünfte und Sachhinweise
- Rabatt bei Beratungen und gutachterlichen Stellungnahmen der „Zentralen Bäderberatungsstelle"
- Rabatt von bis zu 50 % u. a. beim Bezug von Richtlinien und Arbeitsunterlagen
- Rabatt beim Besuch unserer Schulungen
- ermäßigter Eintritt beim Besuch des „Kongresses für das Badewesen"
- umfangreiche Informationen auf der verbandseigenen Internetseite www.baederportal.com: Artikeldatenbank mit über 10 000 Artikeln (von 1948 bis heute), Urteilssammlungen, Verbandsmitteilungen sowie Informationen zu Themenbereichen wie Bäderbetrieb, Bäderbau und Technische Gebäudeausstattung

Sie interessieren sich für eine Mitgliedschaft?

Dann kontaktieren Sie Frau Ulrike Rüger:
Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e. V.,
Haumannplatz 4, 45130 Essen,
Postfach 340201, 45074 Essen,
Telefon: 0201/87969-22,
E-Mail: u.rueger@baederportal.com,
Internet: www.baederportal.com



■ *Abbildung 5: Herzfrequenz bei einer Laktat-Konzentration von 4 mmol/l*

min (siehe Abbildung 2) steigt die Laktat-Konzentration bereits auf > 3 mmol/l; eine weitere Steigerung führt bei einigen Probanden bereits zu koordinativen Problemen hinsichtlich der Einhaltung der Frequenzvorgaben. Im Mittel werden bei 90 U/min Werte von 5,49 mmol/l Laktat erreicht.

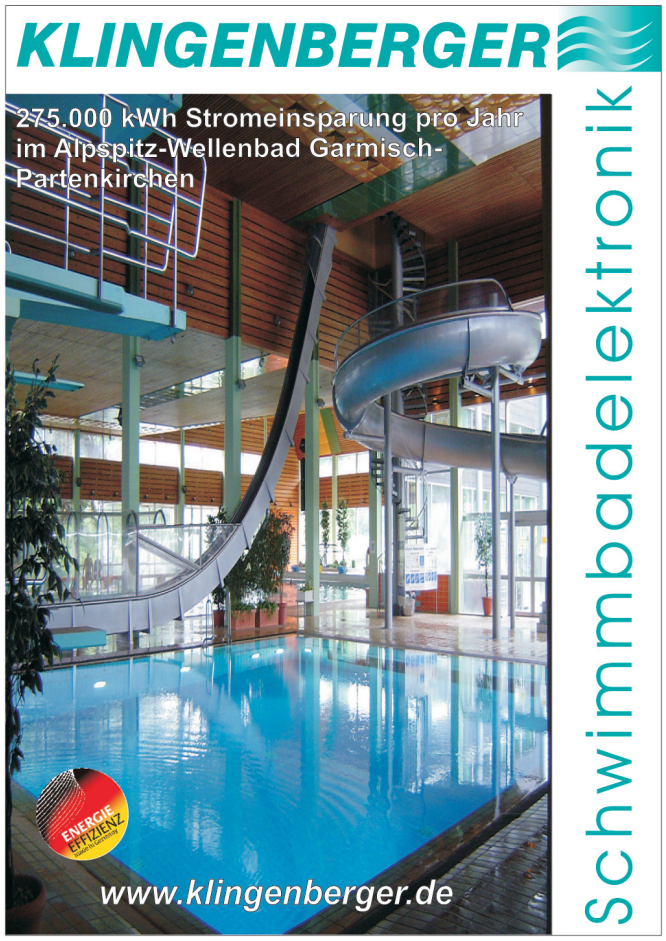
Die Ergebnisse des Tests 2 verdeutlichen, dass auch über die Änderung der Widerstandseinstellungen am Gerät eine adäquate Differenzierung der Belastungsvorgabe möglich ist (siehe Abbildung 3). Das Pedalieren mit 75 U/min führt bei hoher Widerstandseinstellung ebenfalls zu deutlicher Laktat-Akkumulation (> 6 mmol/l). Bezogen auf die subjektive Beanspruchung werden im Test 1 bei 90 U/min im Vergleich zu Test 2, Stufe hoher Widerstand bei 75 U/ min, tendenziell höhere subjektive Beanspruchungswerte beobachtet.

Abbildung 4 zeigt die subjektive Beanspruchung bezogen auf das Erreichen der 4-mmol/l-Laktat-Schwelle. Während des Aqua-Cyclings (Test 1 und 2) werden im Vergleich mit den Werten der Fahrrad-Ergometrie signifikant niedrigere Werte beobachtet (asymptotische Signifikanz: 0,009; Chi^2: 9,459). Bezogen auf das Verhalten der Herzfrequenz (siehe Abbildung 5) konnte kein statistischer Nachweis über einen Unterschied zwischen Aqua-Cycling und Fahrrad-Ergometrie erbracht werden. Die Werte zeigen jedoch einen Trend, der mit einem größeren Stichprobenumfang abzusichern wäre ($p = 0{,}055$; part. $Eta^2 = 0{,}280$).

Diskussion und Schlussfolgerung – Aqua-Cycling subjektiv weniger belastend

Während der stufenweisen Erhöhung der Trittfrequenz bei mittlerem Widerstand stiegen erwartungsgemäß sowohl die Herzfrequenz als auch die Laktat-Konzentration kontinuierlich an. Eine relevante Reaktion der Herzfrequenz und der Laktat-Konzentration ergab sich bei einer Trittfrequenz zwischen 60 und 90. Während der Trittfrequenz von 90 zeichnet sich tendenziell eine Ausbelastung ab (siehe Abbildung 2). Die subjektive Reflexion der Beanspruchung mittels der Borg-Skala erreicht während der Tretfrequenz von 90 U/min maximal ein Niveau von 15,5 (anstrengend) (siehe Tabelle 1). Während der stufenweisen Erhöhung des Trittwiderstandes bei einer Trittfrequenz von 75 U/min stiegen erwartungsgemäß ebenso die Herzfrequenz und die Laktat-Konzentration kontinuierlich an. Eine relevante Reaktion der Herzfrequenz und der Laktat-Konzentration ergab sich bei einem

Anzeige



Anzeige

mittleren bis hohen Trittwiderstand. Während des höchsten Trittwiderstands zeichnet sich tendenziell eine Ausbelastung ab (siehe Tabelle 1 und Abbildung 3). Im Vergleich zum Test 1 (Variation der Trittfrequenz) steigen während der Erhöhung des Trittwiderstandes die Parameter von Herzfrequenz und Laktat-Konzentration in höheren Raten an.

Im Wasser wird bei vergleichbarer Laktat-Konzentration eine geringere Herzfrequenz und bei gleicher Herzfrequenz eine höhere Laktat-Konzentration im Vergleich zum „Landtest“ erreicht, während die subjektive Beanspruchung geringer ist. Beim Aqua-Cycling kann dieser Umstand des subjektiv geringen Beanspruchungserlebens für die Steigerung der Motivation genutzt werden. Ebenfalls deutlich wird aber auch die Notwendigkeit einer objektiven Belastungskontrolle, um Überbeanspruchung zu vermeiden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Stufentests sollten im nächsten Schritt auf ihre Anwendbarkeit in Dauerbelastungen geprüft werden, um die Übertragbarkeit auf Kurse und Gruppentraining abzusichern.

Ableitend lässt sich anhand der Daten folgern, dass eine optimale Beanspruchung für Fitness- und Gesundheitsprogramme bei einer Trittfrequenz von 75 bis 90 U/min in Kombination mit einem mittleren Widerstand zu erreichen ist, dabei aber das subjektive Belastungserleben korrigierend berücksichtigt werden muss.

In der Bewegungstherapie sollte die Stufe „geringer Widerstand“ gewählt werden. Insbesondere für die therapeutische Anwendung sind individualisierte Vorgaben erforderlich.

Literatur

- Borg, G. (1998): Borg’s perceived exertion and pain scales. Champaign/USA: Human Kinetics Publishers
- Hahn, A., Lau, A., und Gatter, U. (2006): Gesundheitsfördernde Effekte des Aquatrainings. AB Archiv des Badewesens. 59, 219 - 225

Anzeige

BÄDERBERATUNG

Als das führende deutsche Beratungsunternehmen für die Bäderbranche haben wir in den vergangenen 15 Jahren mehrere hundert Projekte für Bäder aller Betriebstypen erfolgreich durchgeführt. Dadurch sind uns die Probleme der Bäderverantwortlichen, aber auch erfolgreiche Lösungswege bestens vertraut.

Senken Sie mit uns den Zuschuss Ihrer Bäder!

Wir arbeiten eng und kooperativ mit unseren Auftraggebern zusammen, denn häufig sind gute Ideen bereits vorhanden, die Umsetzungsmöglichkeiten aus eigener Hand jedoch begrenzt. Unser Leistungsspektrum beinhaltet:

- Maßgeschneiderte Konzepte zur Verlustreduzierung
- Marketingstrategien zur besseren Marktpositionierung
- Erfolgreiche Bädergastronomie
- Mystery Checks zur Qualitätskontrolle
- Machbarkeitsstudien für Neuprojekte
- Ausschreibungen für Betreiber / Investoren
- Akquisition von Führungskräften
- Projektumsetzung / Konzeptcontrolling

Wir bauen keine Bäder und betreiben diese auch nicht, d. h. unsere Ausarbeitungen sind völlig objektiv und erfolgen ohne das persönliche Interesse an einer späteren Umsetzung.

Unsere Arbeitsmethodik und vielfältigste Referenzen können Sie auf unserer Website kennenlernen. Wir freuen uns, von Ihnen zu hören.

ALTENBURG
Unternehmensberatung

Unternehmensberatung und Führungskräftevermittlung für Bäderbetriebe, Sport-und Freizeiteinrichtungen

Barmer Straße 28 D-40545 Düsseldorf
Telefon: 0049-211/55 94 50 Telefax: 0049-211/55 94 555
www.altenburg-gmbh.de info@altenburg-gmbh.de