
Trainingsmitteluntersuchungen im Schwimmen zur disziplingerichteten Entwicklung der aeroben Kraftausdauer der oberen Extremitäten

(AZ 070506/09)

Maren Witt (Projektleiterin), Janina-Kristin Götz & Ronny Kurth

Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät,
Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaft,
Fachgebiet Sportbiomechanik

Problem

Das spezielle Kraftausdauertraining spielt bei der Erhöhung der Vortriebsgeschwindigkeit in zyklischen Bewegungen eine wesentliche Rolle. Typischerweise ist die Steigerung der Bewegungsfrequenz bei Geschwindigkeitserhöhung leistungslimitierend. Die zeitlichen Relationen von Antriebs- und Rückführphasen beeinflussen wesentlich die Dauer der Aufrechterhaltung der jeweiligen Geschwindigkeit. Die Dauer der Entlastungsphase hat großen Einfluss auf die Bewegungsökonomie. Deshalb stand im Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchung die Beurteilung der Muskelaktivität im Zusammenhang mit der Erhöhung der Bewegungsfrequenz bei spezifischen Krafttrainingsübungen für Schwimmerinnen bzw. Schwimmer.

Methode

Es fanden zwei Untersuchungen statt. An beiden Studien nahmen Schwimmerinnen und Schwimmer des Bundesstützpunktes Nachwuchs in Leipzig teil (7 D-, 3 C und 2 B-Kader). Im ersten Ansatz führten 12 Schwimmerinnen und Schwimmer spezifische Krafttrainingsübungen (Freistil- und Schmetterlingstechnik sowie Diagonal- und Doppelstocktechnik) an einem Seilzugergometer durch. Im zweiten Teil absolvierten 6 Schwimmerinnen und Schwimmer Stufentests auf dem Laufband (Diagonal- und Doppelstocktechnik). Die Bewegungsfrequenz wurde von 30 bis 50 Zyklen pro Minute (+ 5 Zyklen/min) gesteigert. Gemessen wurden Kraft-, Weg- bzw. Beschleunigungs-Zeit-Verläufe aller Bewegungen. Daraus konnten für die Untersuchungen am Seilzugergometer die intrazyklische Leistung, der Zyklusweg sowie für beide Untersuchungen die Bewegungsfrequenz und die Phasenstruktur der Bewegung berechnet werden. Die Muskelaktivität wurde für die Muskeln latissimus dorsi, deltoideus, pectoralis major erfasst (Noraxon, Myo 2000) und die Parameter Integral, mittlere Aktivität sowie Aktivitätsdauer ermittelt.



Abb. 1. Test am Seilzugergometer(links und auf dem kippbaren Laufband (rechts)

Ergebnisse

In der zeitlichen Dimension zeigte sich eine Verschiebung der relativen Zeit für Aktivitäts- und Pausendauer für alle untersuchten Bewegungen sowohl hinsichtlich der muskulären Aktivität als auch der dynamometrischen Parameter. Die Frequenzerhöhung führt zu einem generellen Anstieg der relativen Aktivitätszeiten bezogen auf den Gesamtzyklus. Dabei werden größere Aktivitätsabschnitte bei synchronen gegenüber alternierenden Bewegungen realisiert. Die höchste Aktivitätsdauer zeigt sich bei den schwimmspezifischen Bewegungen.

Tab. 1. *Darstellung der Aktionszeiten ermittelt aus dem dynamographischen bzw. elektromyographischen Signal (tc- Aktivitätsdauer in % bezogen auf die Zyklusdauer, SP-Diagonaltechnik, DP-Doppelstocktechnik, F-Freistiltechnik, S- Schmetterlinstechnik)*

| tc [%] 1/min | Seilzugergometer | | | | Laufband | |
|-----------------|---|----|----|----|----------|----|
| | SP | DP | F | B | SP | DP |
| | berechnet aus der Dynamometrie | | | | | |
| 30 | 39 | 39 | 44 | 38 | 40 | 43 |
| 35 | 40 | 40 | 48 | 40 | 38 | 44 |
| 40 | 40 | 42 | 48 | 41 | 37 | 45 |
| 45 | 42 | 44 | 50 | 45 | 38 | 46 |
| 50 | 42 | 44 | 51 | 48 | 40 | 43 |
| | berechnet aus dem EMG m. latissimus dorsi | | | | | |
| 30 | 51 | 56 | 48 | 59 | 37 | 56 |
| 35 | 49 | 53 | 49 | 59 | 40 | 54 |
| 40 | 43 | 48 | 47 | 56 | 40 | 53 |
| 45 | 49 | 52 | 55 | 60 | 42 | 52 |
| 50 | 56 | 59 | 60 | 64 | 45 | 54 |

Im Vergleich der Aktivitätszeiten die aus den elektromyographischen und dynamometrischen Signalen ermittelt wurden, zeigt sich eine hohe Übereinstimmung im Verhalten bei Frequenzerhöhung. Allerdings ist der Anteil der Muskelaktivitätsdauer an der Gesamtzykluszeit signifikant größer als die Zeit der Wechselwirkung mit dem Widerlager. Dies bedeutet, dass bei alleiniger Betrachtung der Wechselwirkung mit der Umgebung die Muskelaktivitätsdauer unterschätzt wird.

In der energetischen Dimension werden die höchsten Werte bei den niedrigsten Bewegungsfrequenzen erreicht (Abb. 2). Dabei zeigen die synchronen Bewegungen höhere Werte sowohl in der muskulären Beanspruchung (integrierte Aktivität) als auch im äußerlich messbaren Energieumsatz (Kraftintegral).

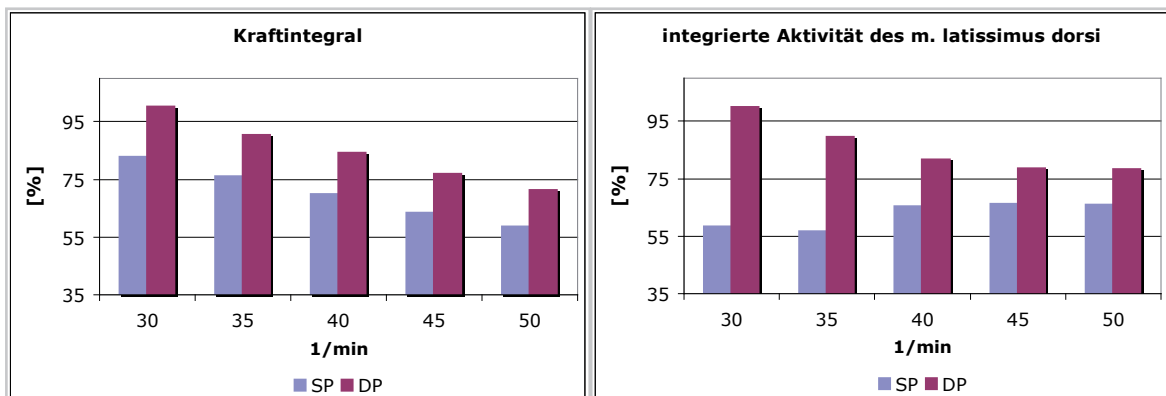


Abb. 2. Darstellung der energetischen Aspekte: Veränderung des Kraftintegrals (links) und der integrierten Muskelaktivität (rechts) (SP- Diagonaltechnik, DP-Doppelstocktechnik)

Vergleicht man auch hier die aus dem Elektromyogramm und dem Dynamogramm gewonnenen Parameter, so fällt auf, dass sich das Kraftintegral in beiden Bewegungsformen (Diagonal- und Doppelstocktechnik) mit Frequenzerhöhung verringert. Dies trifft auch für die integrierte elektrische Aktivität in der Doppelstocktechnik zu. In der Diagonaltechnik zeigt sich einen eher konstante bis leicht ansteigende Tendenz für die Muskelaktivität.

In der Dimension der Intensität zeigt sich eine Erhöhung sowohl der mittleren Muskelaktivität als auch der innerzyklischen Leistung mit steigender Frequenz. Dabei treten nur geringe Unterschiede zwischen alternierenden und synchronen Bewegungen auf (Abb. 3). Hohe Muskelaktivitäten sind vor allem in den Schwimmtechniken und insbesondere im m. deltoideus zu beobachten.

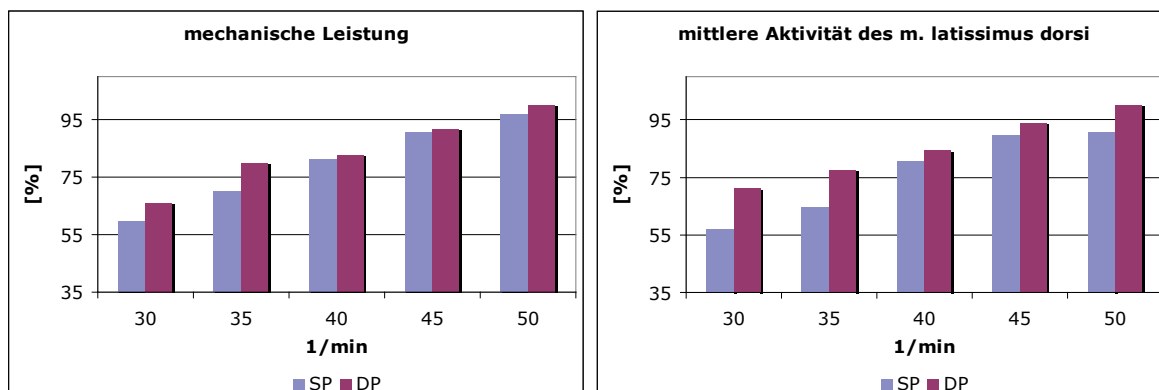


Abb. 3. Darstellung des Aspektes der Intensität: Veränderung der innerzyklischen Leistung (links) und der mittleren Muskelaktivität (rechts)

Mit den Untersuchungen konnten Hauptantriebsmuskeln der oberen Extremitäten identifiziert werden. Deren Verhalten ist in allen untersuchten Antriebsformen ähnlich. Die Frequenzerhöhung führt sowohl in den Bewegungsausführungen an der Schwimmbank, den Skizugtechniken am Seilzugergometer und auch auf dem Laufband zu vergleichbaren Veränderungen in der muskulären Beanspruchung. Die Ergebnisse vom Seilzugergometer können daher auch auf die Trainingsübungen in den Stockschiebetechniken übertragen werden. Für die Entwicklung der Antriebsleistung können je nach Trainingsziel differenzierte Belastungsformen gewählt werden. In der methodischen Reihung sind Trainingsformen zur Entwicklung der energetischen Voraussetzungen (klassisches Krafttraining mit hohen Widerständen) vor Übungen zur Entwicklung der mechanischen Leistung (klassisches Schnellkrafttraining) einzusetzen. Es zeigten sich deutliche Unterschiede in der individuellen Realisierung dieser Belastungsvorgaben.

Schlussfolgerungen

Für das Training der energetischen Voraussetzungen kann vor allem ein Training mit geringen Frequenzen und synchronen Bewegungstechniken empfohlen werden. Für die Entwicklung der mechanischen Leistung sind alternierende Bewegungsausführungen mit höheren Frequenzen geeigneter. Es müssen spezielle Bewegungstechniken erlernt werden, die innerzyklische Pausen vergrößern, um die ökonomische Nutzung des verfügbaren Sauerstoffs zu garantieren.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Skilanglauftechniken geeignete Trainingsübungen für das Kraftausdauertraining von Schwimmerinnen und Schwimmern darstellen.

Literatur

- Witt, M. & Götz, J. (2010). *Investigations of strength endurance exercises for swimmer, Biomechanics and Medicine in Swimming XI, Book of Abstracts*, p. 104.
- Goetz, J.-K. & Witt, M. (2019). Trainingsmitteluntersuchung im Schwimmen zur disziplingerichteten Entwicklung der aeroben Ausdauer der oberen Extremität. In: A. Hahn, J. Kuchler, S. Oester, W. Sperling, D. Strass & M. Witt (Hrsg.), *Biomechanische Leistungsdiagnostik im Schwimmen, Beiträge zum dvs-Symposium Schwimmen*, 10.-12.09.2009 in Leipzig (S. 43-50). Köln: Sportverlag Strauß.