
Analyse der Muskelaktivitäten während des Wendenabstoßes (Kraul-Rollwende) im Vergleich zu Sprungformen des schwimmerischen Trockentrainings

D. Schmidtbleicher (Projektleiter), G. Hemmling, I. Kaiser, M. Recht
Universität Frankfurt am Main
Institut für Sportwissenschaften

VF 0407/05/12/98

1 Problem

Über Sieg oder Niederlage entscheiden im heutigen Hochleistungssport oft nur noch wenige hundertstel oder tausendstel Sekunden. Umso bedeutsamer ist es, im Rahmen der Optimierung und Ökonomisierung von Trainingsprozessen besonderes Augenmerk auf diejenigen Faktoren zu legen, die die Gesamtzeit eines Wettkampfes in besonderem Maße beeinflussen.

Obwohl auf die Wenden als leistungsrelevante Teilabschnitte in Bezug auf die Gesamtzeit des Wettkampfs nachdrücklich hingewiesen wird (u.a. PLATONOV & BULATOVA, 1992), beschäftigt sich nur eine vergleichsweise geringe Anzahl von Veröffentlichungen damit. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bezüglich des Wendenverhaltens beziehen sich auf kinematische und dynamische Größen. Erkenntnisse zum Kontraktionsverhalten der Beinstreckmuskulatur während des Abstoßes von der Beckenwand liegen bisher nicht vor. Da die Dauer der Abstoßphase eine wesentliche Einflussgröße beim Erreichen einer möglichst hohen Schwimmgeschwindigkeit nach der Wende darstellt, ist es im Zuge der notwendigen Individualisierung der Trainingsgestaltung von Hochleistungsathleten unabdingbar, diejenigen Trainingsübungen zu identifizieren, die höchste Trainingseffizienz aufweisen. Die Empfehlungen für das Trockentraining zur Verbesserung des Wendenabstoßes beinhalten dagegen unterschiedlichste Kraft-, Lauf- und Sprungübungen (bezogen auf die Aktivitätsmuster der Muskulatur), oft ohne konkrete Angaben zu Belastungsnormativa.

Folgende Fragestellung sollte die projektierte Untersuchung beantworten können:

1. Kann eine charakteristische Muskelarbeitsweise für den Abstoß von der Beckenwand (nach Kraul-Rollwenden) identifiziert werden?
2. Welche Trainingsübungen erweisen sich am geeignetsten für ein effizientes Trockentraining zur Verbesserung des Wendenabstoßes?

2 Methode

Als erste Erhebung im Rahmen des Wendenprojektes wurden in einer im Juli 1999 durchgeführten Querschnittsuntersuchung bei 21 Nachwuchsschwimmern der leistungsorientierten Aufbaugruppen des Ersten Offenbacher Schwimmclubs und der SSG Rödermark leistungsrelevante konditionelle Fähigkeiten für die Kraulrollwende identifiziert und zudem Unterschiede im Abstoßverhalten der Schwimmer festgestellt.

Die Untersuchung setzte sich aus zwei Teilen zusammen:

1. Analyse des Wendenabstoßverhaltens bei Kraul-Rollwenden
2. Sprungkraftmessung sowie Messung der Kraft der Beinstrecker

Zur Analyse des Wendenabstoßes wurden nach einem Wettkampfeinschwimmen und einigen Testversuchen von jedem Probanden mindestens fünf gelungene Wendenversuche in Wettkampfgeschwindigkeit ausgeführt. Zur Messwerterhebung wurden zwei digitale Hochfrequenz-Videokameras sowie eine für den Unterwassereinsatz modifizierte Kraftmessplatte verwendet. Mit Hilfe von Unterwasseraufnahmen (Hochfrequenzvideoaufzeichnung mit 125 B/s) wurden kinematische Bewegungsanalysen durchgeführt und die Wandkontaktdauern bestimmt. Die zweite Hochfrequenz-Videokamera (50 B/s) wurde zur Bestimmung der 5-m-Wendendauer und der Abstoßgeschwindigkeit eingesetzt. Außerdem konnten mittels der Kraftmessplatte Kraft-Zeit-Verläufe bei den Wenden aufgezeichnet werden.

Die Kraftmessungen wurden in Form eines Standardsprungkrafttests [SSKT] (Squat Jump, Counter Movement Jump, Drop Jump [Fallhöhe 24 cm]) sowie durch Bestimmung des isometrischen Kraftmaximums und des Kraftanstiegs am Beinleistungsgerät [BAG] durchgeführt.

Die so gewonnenen Ergebnisse wurden u.a. in Hinblick auf Zusammenhänge zwischen den an Land erhobenen Merkmalen und den im Wasser erhobenen – für die bei der Kraul-Rollwende zu optimierende Größe „Wendendauer“ leistungsrelevanten – Merkmalen geprüft.

3 Ergebnisse

Als Einflussgrößen der Abstoßgeschwindigkeit und –kraft konnten folgende Merkmale ausgewiesen werden:

- ✓ Kraftmaximum beim Wendenabstoß (Maximaltrend).
- ✓ Kontaktdauer beim Wendenabstoß (Optimaltrend).

- ✓ Sprunghöhen bei Sprungformen des SSKT (Maximaltrend).
- ✓ Kraftmaximum und Kraftanstieg am BAG (Maximaltrend).

Eine statistische Korrelationsrechnung ergab, dass für die untersuchte Personenstichprobe die Merkmale Abstoßdauer, Kraftmaximum beim Abstoß, Abstoßgeschwindigkeit, Kraftanstieg beim Wendenabstoß sowie Adaptationsdauer statistisch leistungsrelevant für die Wendendauer sind. Ein Einfluss der Wandkontaktdauer auf die Wendendauer konnte nicht als statistisch signifikant ausgewiesen werden. Da jedoch eine Betrachtung der Kontaktdauer zur Abschätzung von Muskularbeitsweisen beim Abstoß von entscheidender Bedeutung ist, wurden weitere Auswertungen bezüglich dieses Merkmals durchgeführt. Basierend auf der Annahme, dass die Schwimmer verschiedene Muskelaktivitäten beim Abstoß realisieren (konzentrisch oder reaktiv), wurden anhand der ermittelten Kontaktdauern sowie der Kraft-Zeit-Verläufe zwei Gruppen gebildet: Gruppe 1 mit Kontaktdauern $\geq 0,3$ s und Gruppe 2 mit Kontaktdauern $< 0,3$ s. Tabelle 1 und 2 zeigen die im Wasser erhobenen Merkmale für die Gruppen 1 und 2 auf.

Tab. 1: Im Wasser erhobene Merkmale der Gruppe 1 mit Kontaktdauern $\geq 0,3$ s

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Abstoßgeschwindigkeit [m/s]	1,54	2,41	1,90	0,27
Max. Kraftanstieg [a.u./s]	2,57	10,75	4,68	2,06
Kraftmaximum [a.u.]	1,69	2,82	2,06	0,32
Wendendauer [s]	2,55	3,60	2,99	0,29
Abstoßdauer [s]	0,27	0,60	0,44	0,11
Kontaktdauer [s]	0,33	0,67	0,42	0,10

Tab. 2: Im Wasser erhobene Merkmale der Gruppe 2 mit Kontaktdauern $< 0,3$ s

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Abstoßgeschwindigkeit [m/s]	1,42	1,93	1,64	0,17
Max. Kraftanstieg [a.u./s]	2,31	17,34	6,70	5,08
Kraftmaximum [a.u.]	1,73	2,81	2,06	0,38
Wendendauer [s]	2,54	3,88	3,17	0,53
Abstoßdauer [s]	0,40	0,66	0,54	0,09
Kontaktdauer [s]	0,17	0,29	0,25	0,05

Auffällig ist, dass Schwimmer mit längeren Kontaktdauern die kürzeren Wendendauern realisieren. Weitere Auswertungen ergaben, dass sich die Schwimmer mit längerer Kontaktdauer hinsichtlich der Abstoßgeschwindigkeit signifikant von den Schwimmern mit kürzerer Kontaktdauern unterscheiden.

4 Diskussion

Es konnte gezeigt werden, dass einige Probanden ein geringes Niveau bei der motorischen Ausführung der Wende, im Besonderen bei der Abstoßgeschwindigkeit und erhebliche Defizite in den vertikalen konzentrischen und reaktiven Sprungkraftfähigkeiten aufweisen.

Bezüglich des Abstoßverhaltens konnte festgestellt werden, dass die Realisierung einer konzentrischen Abstoßbewegung zwar eine kürzere Wandkontaktdauer produzierte, sich jedoch nicht günstig auf die 5-m-Wendendauer auswirkte. Die Gruppe mit den reaktiven Abstoßen und den damit verbundenen längeren Kontaktdauern überkompensierte den Zeitverlust beim Wandkontakt aufgrund einer um durchschnittlich 0,26 m/s höheren Abstoßgeschwindigkeit. Trotzdem sollten auch für Nachwuchsschwimmer noch keine Empfehlungen hinsichtlich einer Umstellung der Wendentechnik auf eine reaktive Abstoßstrategie gegeben werden, bevor nicht die charakteristische Muskelarbeitsweise für Wendenabstöße bei Hochleistungsschwimmern identifiziert werden konnte.

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse geben erste Hinweise bezüglich einer Wendendaueroptimierung durch eine Wendentechnik mit langen Wandkontaktdauern und einer Überkompensation des dabei auftretenden Zeitverlustes durch eine höhere Abstoßgeschwindigkeit aufgrund einer charakteristischen Muskelarbeitsweise in Form eines langen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklusses (DVZ). Hingegen kann bei den Nachwuchsschwimmern mit kurzen Kontaktdauern aufgrund kinematischer Bewegungsanalysen ein kurzer DVZ ausgeschlossen werden. Zur Klärung, ob diese Muskelarbeitsweise bei Hochleistungsschwimmern auftritt oder ob eine Leistungsoptimierung durch ein gezieltes Ansteuern einer Wendentechnik mit kurzem oder langem DVZ möglich ist, sind weitere Untersuchungen im Rahmen des Wendenprojekts geplant.

5 Literatur

PLATONOV, W.; BULATOVA, M.: Spezialisierung und Individualisierung des Trainings von hochklassigen Sprintern im Schwimmsport unter Berücksichtigung der Struktur ihrer Wettkampftätigkeit und ihres funktionellen Zustands. *Leistungssport* 22 (1992), 6, 35-39