
Evaluation des physiologischen und biomechanischen Profils von nationalen und internationalen Spitzenathletinnen und -athleten der Sportart Handcycling vor und während der Paralympics in Peking

Thomas Abel, Dominik Bonin, Heiko K. Strüder

Deutsche Sporthochschule Köln, Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft

Problem

Kinematische Untersuchungen sind fester Bestandteil der Sportwissenschaft, insbesondere, wenn es sich um die Analyse von technisch anspruchsvollen Bewegungen handelt (Arampatzis, Schade, & Brüggemann, 2004). Hinter derartigen Untersuchungsansätzen steht die Vermutung, dass über eine differenzierte Darstellung der Bewegung von Körpern im Raum, bei denen die Faktoren Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung erhoben werden, ein besseres Verständnis der Bewegung möglich wird. Im Bereich der einerseits noch recht „jungen“ Sportart Handcycling, die aber andererseits bereits national und international als ausgesprochen erfolgreich etabliert bezeichnet werden darf (Abel, 2009), erfolgten in den letzten Jahren verschiedene sportwissenschaftliche Untersuchungen. Untersuchungen zur Kinematik der Bewegung im Handcycle sind bisher nur von der belgischen Arbeitsgruppe um Faupin durchgeführt worden (Faupin et al., 2006; Faupin et al., 2008). Diese Untersuchungen erfolgten allerdings nicht mit Menschen, die von einer Behinderung betroffen waren, sondern mit Probandinnen bzw. Probanden ohne Behinderung, die über keine Handcycle Erfahrung verfügten. Ziel der hier vorliegenden Studie war es deshalb, ein Verfahren mit großer Relevanz für die Sportart zu entwickeln. Darüber hinaus ging es darum, die Sitzposition und die dabei resultierenden Winkelstellungen der Gelenke im Verlauf einer Kurbelumdrehung zu bestimmen und zu dokumentieren und damit ein kinematisches, bewegungsspezifisches Profil elitärer Athletinnen und Athleten im Handcycle zu erfassen. In einem weiteren Schritt wurde die physiologische Leistungsfähigkeit der Athletengruppe, aber auch die Leistungsfähigkeit gemessen an der Platzierung in Peking mit den gemessenen Gelenkwinkeln und Gelenkwinkelgeschwindigkeiten korreliert, um eventuell vorhandene Beziehungen aufzudecken.

Methode

An den Untersuchungen nahmen 11 paralympische Athletinnen und Athleten aus fünf Ländern teil. Die Untersuchungen wurden wohnortnah, zum Teil auch in nationalen Untersuchungszentren durchgeführt. Für die Probandengruppe wurde eine spezielle Trainingsrolle konstruiert, die ein Befahren mit montierten Fußrasten erlaubte. Somit konnte die normale Position der Athletinnen und Athleten im Rad gewährleistet werden. Der zeitliche Ablauf gestaltete sich bei allen Testpersonen gleich. Zunächst wurde ein kurzes Anamnesegespräch geführt und die Marker bei

den Probandinnen und Probanden positioniert. Die Belastung im Verlauf der Aufnahme lag bei näherungsweise 90 Watt.

Vorbereitung und Kalibration des Systems

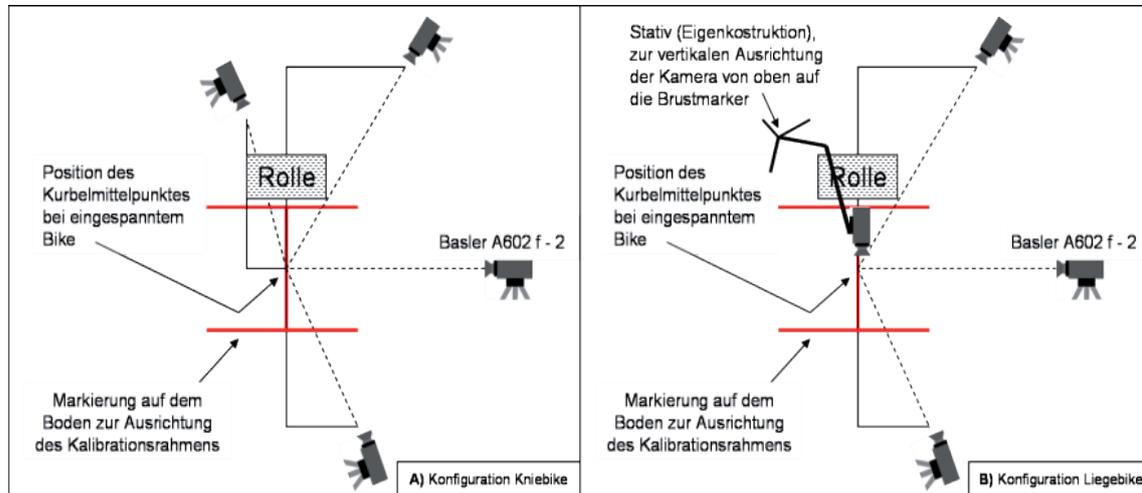


Abb. 1. Kamerapositionierung; links: Aufbau bei Kniebikern, rechts: Aufbau bei Liegebikern

Die Aufnahme erfolgte bei einer Aufnahme Frequenz von 100 Hz mit vier durch eine Vicon® MX Einheit synchronisierten Basler Kameras. Die Platzierung der Marker erfolgte nach Vorgaben des Vicon® upper limb models™. Zusätzlich zu den Gelenkwinkeln wurde der Kurbelwinkel berechnet. Um den Vergleich zwischen den Probandinnen und Probanden zu ermöglichen, wurden die erhobenen Gelenkwinkel und Gelenkwinkelgeschwindigkeiten auf den Kurbelzyklus durch eine Spline-Interpolation normalisiert, so dass jeder Parameter in Abhängigkeit des Kurbelwinkels verfügbar war. Zusätzlich wurden die Gelenkwinkel und Winkelgeschwindigkeiten an zuvor definierten Kurbelstellungen, bei denen in Vortests die höchsten Drehmomentwerte gemessen wurden, ausgewertet (Bonin, 2008). Zur Quantifizierung der Leistungsfähigkeit wurden die relative Wattleistung bei einer Laktatkonzentration von 4 mmol/l sowie die erzielte Platzierung bei den Paralympics in Peking herangezogen.

Ergebnisse

Um die Daten sinnvoll auswerten zu können und um die Datenmenge etwas einzugrenzen, wurden für Athletinnen bzw. Athleten im Kniebike als auch für Athletinnen bzw. Athleten im Liegebike jeweils vier spezifische Kurbelpositionen ausgewertet (zunächst die zwei Punkte des höchsten, dann zwei des geringsten Drehmoments). Von den erhobenen Daten werden hier exemplarisch Winkel im Ellbogengelenk bei liegender Position sowie die Korrelation der Winkel im Schultergelenk zur relativen Wattlast bei vier mmol/l Laktat bzw. der Platzierung im Zeitfahren in Peking dargestellt.

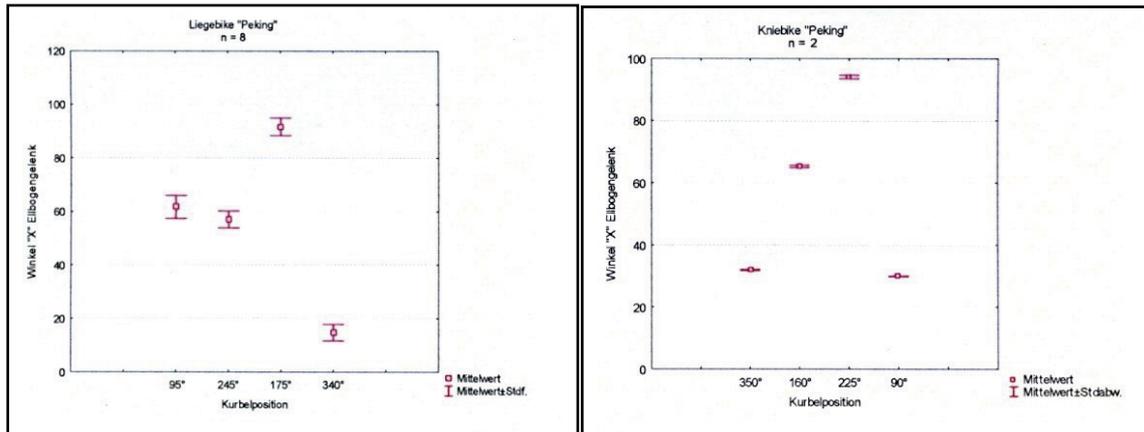


Abb. 2 + 3. Winkel (°) im Ellbogengelenk im Liegebike/Kniebike Raumbene „Flexion“

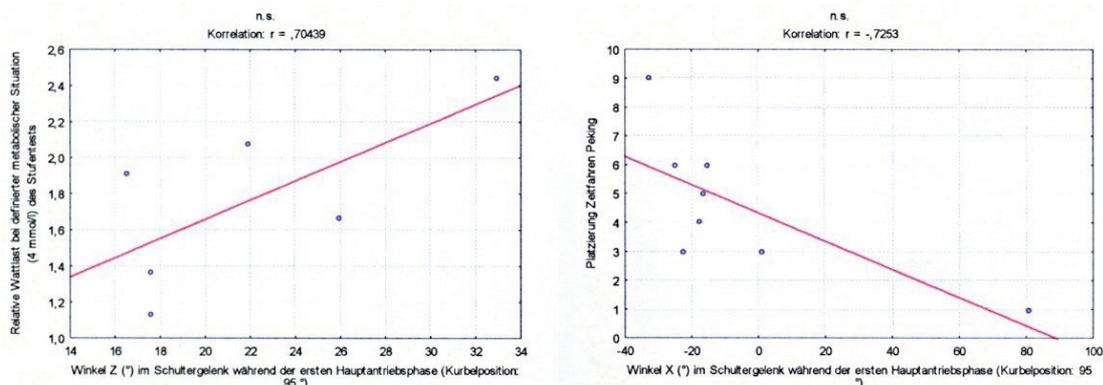


Abb. 4 + 5. Vergleich des Winkels (°) im Schultergelenk „Abduktion“ (Kurbelposition 95°) und der relativen Wattlast des Stufentests bei einer metabolischen Situation von 4 mmol/l Laktat bzw. Vergleich des Winkels (°) im Schultergelenk „Anteversion“ (Kurbelposition 95°) und der Platzierung in Peking während des Zeitfahrens

Diskussion

Die Untersuchungsergebnisse dürfen reklamieren, kinematische Aspekte der Sportart Handcycling für den internationalen Spitzensport zu repräsentieren. Da auch die Vorarbeiten zur Bestimmung von Kraftmaxima und Kraftminima mit international aktiven Athletinnen und Athleten erhoben wurden, dürfen sie eine hohe Spezifität beanspruchen (Bonin, 2008). Gegenwärtig gibt es keine Untersuchungen zur Kinematik im Bereich des Handcycles, die Winkel oder Winkelgeschwindigkeiten zu bestimmten Punkten des Bewegungszyklus identifizieren. Von der Arbeitsgruppe um Faupin wurden Bereiche des Bewegungsausmaßes (range of motion) für das Schulter-, Ellbogen-, und Handgelenk erhoben (Faupin et al., 2008). Das hier nachgewiesene Bewegungsausmaß liegt im Vergleich zu den publizierten Werten von Faupin et al. (2006) etwas niedriger. Diese Unterschiede sind auf die unterschied-

lichen Probandengruppen zurückzuführen, da an der Untersuchung von Faupin nicht handbikerfahrene Menschen ohne Behinderung teilnahmen. Es darf angenommen werden, dass für diese Probandengruppe eine unzureichende Anpassung an das Sportgerät im Sinne einer optimalen Sitzposition vorlag. Dies würde erklären, dass Bewegungen ausgeführt werden, die insgesamt als weniger ökonomisch im Sinne einer optimalen Vortriebsaktion eingeschätzt werden und zu einer größeren range of motion führten. Die Etablierung von Winkelgeschwindigkeiten und Winkeln zu bestimmten, besonders relevanten Positionen sollte die range of motion in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung unbedingt ergänzen. Bei allen analysierten Korrelationen konnten keine signifikanten Zusammenhänge bezüglich der biomechanischen Position und ihrer entsprechenden Winkelgrade im Schulter- und Ellbogengelenk oder den ermittelten Winkelgeschwindigkeiten einerseits und Parametern der Leistungsfähigkeit andererseits nachgewiesen werden. Vor dem Hintergrund anderer Einflussfaktoren der Leistungsfähigkeit und unter Berücksichtigung der Anzahl der beteiligten Probandinnen bzw. Probanden sollten diese Ergebnisse aber nicht überinterpretiert werden.

Literatur

- Abel, T. (2009). Handcycling: Boomender (Leistungs-) Sport und gelebte Prävention. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 25, 202-205.
- Arampatzis, A., Schade, F., & Brüggemann, G. P. (2004). Effect of the pole-human body interaction on pole vaulting performance. *Journal of biomechanics*, 37 (9), 1353-1360.
- Bonin, D. (2008). *Untersuchungen des Drehmomentverhaltens und der elektromyographischen Aktivität ausgewählter Muskeln im Verlauf der Kurbelbewegung beim Handcycling unter Beteiligung des nationalen Kaders*. Diplomarbeit, Universität Köln.
- Faupin, A., Gorce, P., Campillo, P., Thevenon, A., & Remy-Neris, O. (2006). Kinematic analysis of handbike propulsion in various gear ratios: implications for joint pain. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)* 21 (6), 560-566.
- Faupin, A., Gorce, P., Meyer, C., & Thevenon, A. (2008). Effects of backrest positioning and gear ratio on nondisabled subjects' handcycling sprinting performance and kinematics. *Journal of rehabilitation research and development*, 45 (1), 109-116.