
Analyse und Ansteuerung des Vorhand-Überkopf-Smash im Badminton unter Feldbedingungen mittels eines mobilen biomechanischen Messsystems auf der Basis der Accelerometrie

Thomas Jaitner ¹ (Projektleiter), Wolf Gawin ², Enrico Friedemann ³,
Steffen Hoffmann ³ & Uwe Wenzel ³

¹ TU Kaiserslautern, Fachgebiet Sportwissenschaft

² Universität Göttingen, Institut für Sportwissenschaft

³ Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät

1 Problemhinführung

In den letzten Jahren konnte ein erheblicher Wandel in der Dynamik des Sportspiels im Vergleich zum Badminton der 80er und 90er Jahren beobachtet werden, der sich vor allem in einem erhöhten Spieltempo und dadurch bedingt auch in einer Weiterentwicklung beinahe aller Schlagtechniken manifestierte. Dieser Trend hat bisher vor allem „auf dem Spielfeld stattgefunden“ (Poste & Hasse, 2002) und wird bislang nur durch qualitative Analysen sowie Spielbeobachtungen im internationalen Leistungssport belegt.

Eine ausführliche Literaturrecherche offenbart nicht nur einen Mangel aktueller Publikationen zur Biomechanik des Badmintonspiels, sondern darüber hinaus ein generelles Forschungsdefizit. Im Vergleich zu anderen Ballsportarten, z. B. dem Tennis, liegt nur eine geringe Anzahl von Publikationen vor, die bezüglich des Untersuchungsgegenstands (ausgewählte Vorhand- oder Rückhandschlagtechniken) und der Personenstichprobe zum Teil erheblich differieren. Für den Bereich des Hochleistungssports lässt sich ein weiteres Forschungsdefizit im Fehlen geeigneter Messplätze aufzeigen, die im Rahmen der Leistungsdiagnostik für eine Ansteuerung von Schlagtechniken unter wettkampfähnlichen Bedingungen eingesetzt werden können (Daug, 2000).

Unter verfahrenstechnischen Aspekten bietet die Beschleunigungsmessung einen Forschungsansatz speziell für die Analyse schneller Schlagbewegungen. Miniatursensoren können in Verbindung mit portablen Datenspeichern als Messsystem genutzt werden, die eine hohe Erfassungsrate und schnelle Verfügbarkeit der Messwerte ermöglichen und so eine Alternative zu optischen Messverfahren darstellen (Kemp, Janssen & van der Kamp, 1998). Bezüglich der Anwendung solcher Systeme im Rahmen der Bewegungsanalyse und hier speziell zur Analyse sportmotorischer Techniken sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur wenige Arbeiten bekannt.

Zielstellung des auf zwei Jahre ausgelegten Forschungsprojekts war daher:

- (1) die Entwicklung und Evaluation eines mobilen Systems, das biomechanische Messwerte extrem schneller Schlagbewegungen im Badminton unter spielnahen Bedingungen erfasst und diese kurzfristig zur Verfügung stellt;
- (2) die Anwendung des Messsystems zur Technikanalyse des Vorhand-Überkopf-Smashes im Rahmen der biomechanischen Leistungsdiagnostik an Kaderspielern des Deutschen Badminton-Verbands.

2 Mobiles Messsystem zur Erfassung accelerometrischer Daten

Kernstück des mobilen Messsystems sind zweiaxiale Miniatur-Beschleunigungssensoren der Firma BIOVISION, die am Schlägerschaft, am Ober- und am Unterarm befestigt werden (Abb. 1). Ein regelbarer Messverstärker ist im Kabel integriert. Die Messsignale der Sensoren werden über eine 16-kanalige Messbox und eine A/D-Wandlerkarte (DAQP12 der Firma NATIONAL INSTRUMENTS) auf ein portables Speichergerät übertragen. Als Speichereinheit dient ein PDA (COMPAQ IPAQ 5440), der mittels eines Gurtsystems auf dem Rücken des Probanden befestigt wird.

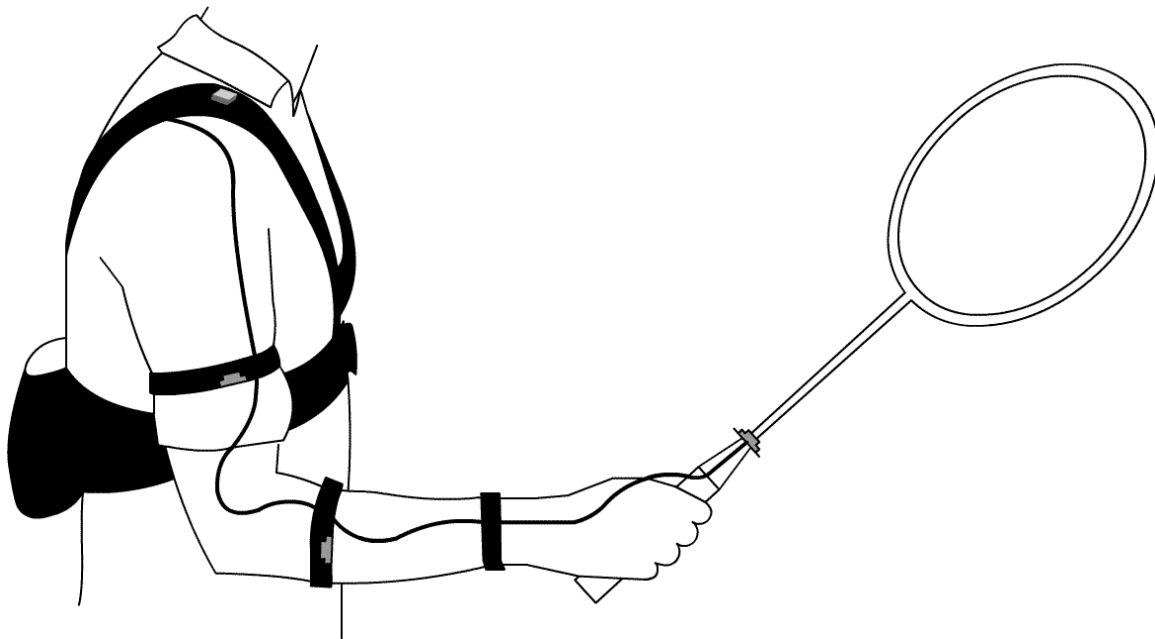


Abb. 1: Mobiles Beschleunigungsmesssystem

Die Messwerte werden während einer laufenden Messung mittels Wireless-Lan-Verbindung übertragen und auf einem stationären Rechner bzw. einem Notebook aufgezeichnet und gespeichert. Optional ist eine gleichzeitige Speicherung auf dem portablen Speichersystem möglich. Durch die Funkübertragung stehen die Messwerte unmittelbar nach der Durchführung eines Versuchs zur Verfügung und können innerhalb des für die Schnell-

information relevanten Zeitintervalls von einer Minute (Mendoza, 1992; Daug, 2000) bereit gestellt und entweder visuell auf einem Monitor oder verbal dargeboten werden.

3 Leistungsdiagnostische Untersuchungen

3.1 Untersuchungsmethodik

Im Bewilligungszeitraum wurden an mehreren Messterminen biomechanische Messwerte an Badmintonspielern der nationalen Elite (Bundeskader Doppel) sowie an Nachwuchsspielern (Landeskader) erhoben. Anlässlich eines internationalen Wettkampfs konnten zudem Messungen an zwei internationalen Spitzenspielern (Top-10 der Weltrangliste) durchgeführt werden.

Das mobile Beschleunigungsmesssystem wurden bei allen Untersuchungsterminen eingesetzt. Neben den accelerometrischen Daten wurden an ausgewählten Untersuchungszeitpunkten weitere kinematischen Daten mittels dreidimensionaler Hochfrequenzvideometrie (250 Hz) erhoben. Um darüber hinaus Aussagen über den Zusammenhang zwischen speziellen Kraftfähigkeiten und den in der Schlagbewegung erreichten Beschleunigungswerten treffen zu können, wurden bei den Spielern des Bundeskaders zudem einmalig isometrische Maximalkraftfähigkeiten der Schultermuskulatur bei Abduktion, Adduktion, Anteversion, Retroversion sowie Innen- und Außenrotation des Oberarms bestimmt.

3.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der leistungsdiagnostischen Untersuchungen belegen einen engen Zusammenhang ($r=.897$) zwischen der resultierenden Beschleunigung des Schlägers unmittelbar vor dem Treffen des Balles und der Ballfluggeschwindigkeit nach dem Verlassen des Schlägers. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass (a) beide Komponenten der Schlägerbeschleunigung beim Analysieren der effektiven Schlagbewegung zu berücksichtigen sind und (b) die resultierende Beschleunigung des Schlägers kurz vor dem Treffen des Balles eine hohe Leistungsrelevanz für die Schlaghärte beim Angriffsschlag besitzt. Korrelationen zwischen konditionellen Leistungsfaktoren (Kraftfähigkeiten) und der Ballgeschwindigkeit waren dagegen nicht statistisch signifikant. Für die Badmintonspieler des Nationalkaders (Doppel) kann damit nachgewiesen werden, dass vor allem technomotorische bzw. koordinative Faktoren entscheidend für das Erreichen einer hohen Ballgeschwindigkeit sind.

Untersuchungen an internationalen Elitebadmintonspielern ergaben, dass maximale Ballfluggeschwindigkeiten mit zwei unterschiedlichen Technikvarianten realisiert werden können. Darüber hinaus zeichnen sich internationale Spitzenspieler dadurch aus, dass die Maxima der Beschleunigungsverläufe synchron auftreten.

Messungen an deutschen Kaderspielern zeigen, dass Asynchronitäten zwischen den Maxima der beiden Beschleunigungskomponenten im Bereich von 4-15 ms erhebliche Streuungen in der resultierenden Beschleunigung des Schlägers unmittelbar vor dem Treffpunkt des Balles sowie in der Ballfluggeschwindigkeit zur Folge haben. Deutsche Spitzenspieler erreichen bei einzelnen Schlägen vergleichbare Werte wie die internationale Elite, weisen jedoch eine erheblich größere Streuung in ihren Schlägen auf. Die geringe Streuung der internationalen Spieler deutet darauf hin, dass eine hohe Konstanz in der Bewegungsausführung des Smash große Leistungsrelevanz besitzt.

Neben den bereits erwähnten Technikdefiziten führen insbesondere sehr frühzeitige oder gering ausgeprägte Maxima in einer Beschleunigungskomponente zu defizitären Ballfluggeschwindigkeiten. Videoanalysen belegen, dass sich defizitäre Ausprägungen in den Beschleunigungsparametern auf suboptimale Bewegungsführung der Hüfte, der Schulter sowie des Schlagarms zurückführen lassen.

4 Diskussion

Die Beschleunigungsmessung mittels Miniatursensoren ermöglicht eine Messwert-erhebung mit hoher Erfassungsrates und schneller Verfügbarkeit der Messwerte und stellt so eine Alternative zu sehr aufwändigen optischen Messverfahren mittels Hochfrequenzvideometrie dar (Kemp et al., 1998). Für die Sportart Badminton steht mit dem mobilen Beschleunigungsmesssystem ein Messplatz zur Verfügung, der im Rahmen der Leistungsdiagnostik für eine Analyse sowie zur Ansteuerung von Schlagtechniken unter wett-kampfähnlichen Bedingungen eingesetzt wird. Unter Berücksichtigung der in den letzten Jahren beobachteten Erhöhung der Spieldynamik und einer damit verbundenen Veränderung vieler Schlagtechniken (Poste & Hasse, 2002) wird dies als ein wichtiger Beitrag für die Weiterentwicklung der Sportart angesehen.

Die aufgezeigten Defizite deutscher Badmintonspieler in der Bewegungsführung des Schlagarms lassen sich vermutlich auf hohe Muskelanspannung bzw. eine fehlende Muskelrelaxation unmittelbar vor dem Ballkontakt zurückführen. Ergebnisse elektromyographischer Untersuchungen (Sakurai & Ohtsuki, 2000) stützen diesen Erklärungsansatz und deuten darauf hin, dass relativ geringe Unterschiede in der Muskelkoordination erhebliche Leistungsunterschiede bezüglich der Härte und der Präzision des Schlags zur Folge haben. Elektromyographische Messungen an ausgewählten Badmintonspielern des

Nationalkaders Doppel wurden bereits in einer Pilotstudie erhoben. Die Ergebnisse legen nahe, diesen Problembereich weiter zu erforschen. Dabei erscheint insbesondere der Einsatz der Elektromyographie zur Techniksteuerung viel versprechend.

Hinsichtlich des Einsatzes und der Weiterentwicklung des Messsystems sollen daher zukünftig zwei Strategien verfolgt werden:

- Das mobile Beschleunigungsmesssystem soll regelmäßig im Rahmen leistungsdiagnostischer Untersuchungen an Kaderathleten eingesetzt werden. Diese Untersuchungen bilden einen integrativen Bestandteil der Vorbereitung auf die Olympischen Sommerspiele 2008. Darüber hinaus soll die biomechanische Leistungsdiagnostik auch auf Nachwuchsspieler mit Perspektive Olympische Spiele 2012 ausgedehnt werden.
- Eine Weiterentwicklung des Messsystems soll durch Integration von EMG-Aufnahmen erfolgen. Anhand von Oberflächenableitungen an Ober- und Unterarm wird anschließend der Zusammenhang zwischen der Muskelaktivität und der Kinematik der Körpersegmente sowie des Schlägers detailliert untersucht. Von besonderem Interesse für Leistungssport und Wissenschaft ist eine mögliche Techniksteuerung mittels Biofeedback bei schnellen Schlagbewegungen, da dem Sportler aufgrund der hohen Bewegungsgeschwindigkeit bei der Schlagausführung intrinsische (kinästhetische) Information über die Ausführung kaum zugänglich sind. Mittels simultanen Biofeedback über die Muskelaktivitäten sollen Technikdefizite direkt angesteuert sowie das kinästhetische Bewegungsempfinden optimiert werden.

5 Literatur

- Daug, R. (2000). *Evaluation sportmotorischen Meßplatztrainings im Spitzensport*. Köln: Strauß.
- Gawin, W. & Jaitner, T. (i.V.) Die Bedeutung des Abbremsens. Biomechanische Untersuchungen zum Schmetterschlag im Badminton. *Leistungssport*
- Kemp, B., Janssen, A. J. M. W. & van der Kamp, B. (1998). Body position can be monitored in 3D using miniature accelerometers and earth-magnetic field sensors. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 109, 484-488.
- Mendoza, L. (1992). *Biomechanisch gestützte Techniksteuerung im Hochleistungssport. Exemplarische Darstellung und Analyse von Problemen, Methoden und Resultaten bei der Konstruktion und Anwendung eines biomechanischen Schnellinformationssystems*. Inauguraldissertation J.W. Goethe-Universität Frankfurt/M.
- Poste, D. & Hasse, H. (2002). *Badminton Schlagtechnik*. Köln.
- Sakurai, S. & Ohtsuki, T. (2000). Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. *J Sports Sci*, 18, 901-914.

