
Studie zum Transfer des Heidelberger Sprungkoordinations- tests für Leistungssportler in die Sporthalle

Holger Schmitt, Benita Kuni, Cordula Klatt, Laetitia Fradet & Janez Ales

Universitätsklinikum Heidelberg,
Department Orthopädie, Unfallchirurgie und Paraplegiologie,
Sektion Sportorthopädie

Problem

Die Sprunglandung mit nachfolgendem Richtungswechsel stellt eine Hochrisikosituation für Verletzungen wie der Sprunggelenksdistorsion (Thacker et al., 1999) oder der vorderen Kreuzbandruptur dar (Bencke et al., 2000; Boden et al., 2000; Colby et al., 2000). Es ist daher in der Sportpraxis notwendig, diejenigen Sportlerinnen und Sportler, die durch Verletzungen oder anlagebedingt gefährdet sind, rechtzeitig zu selektionieren, um ihnen ein gezieltes Präventionsprogramm mit Koordinationstraining anzubieten (Verhagen et al., 2004). Es finden sich in der Literatur nur wenige Feldtests zur quantitativen Bestimmung der dynamischen Gleichgewichtskontrolle (Risberg et al., 1995; Alricsson et al., 2001; Aydin et al., 2002).

Ziel der Studie war es daher, die Übertragbarkeit des Heidelberger Sprungkoordinationstests (Kuni et al., 2008) in die Sporthalle zu prüfen. Hierzu sollte ein tragbarer Testaufbau und ein einfach durchführbarer Feldtest ohne Notwendigkeit einer Kraftmessplatte entwickelt werden.

Hypothese: Die Ergebnisse des neuen, mit einfachen Hilfsmitteln durchführbaren Tests weisen einen hohen Zusammenhang mit denjenigen des Heidelberger Sprungkoordinationstests auf. Der Feldtest kann zur Bestimmung der dynamischen Gleichgewichtskontrolle eingesetzt werden.

Methoden

Probandengruppe

Es wurden Hobbysportlerinnen und -sportler (N = 12, Alter: 28,7 (5,4) Jahre, BMI 22,2 (1,8) kg/m² Mittelw.(Stand.abw.)) mit mindestens 3h/Woche Sportausübung untersucht. Ausschlusskriterien waren schwere Funktionsbeeinträchtigungen (Band-, Sehnen-, Muskel- und Knochenverletzungen) der unteren Extremität, neurologische Defizite und Zustände, die das Gleichgewichtssystem beeinträchtigen.

Versuchsablauf

a) Heidelberger Sprungkoordinationstest

Zur Messung der dynamischen Gleichgewichtskontrolle wird ein Sprung auf eine Kraftmessplatte (Kistler, Winterthur, Schweiz; Typ 9287) mit Stabilisierungsphase auf der Platte oder mit Weitersprung zur Seite durchgeführt (Thacker et al., 1999). Zunächst wird der Abstand zum Landungsfeld bestimmt, der 50 % der maximalen

Sprungweite im Zweibeinstand minus 10 cm beträgt. Im Heidelberger Sprungkoordinationstest springt die Probandin bzw. der Proband beidbeinig nach vorne ab, betätigt während des Sprungs einen in individuell angepasster Höhe (unteres Ballende = Höhe Fingerspitzen des ausgestreckten Armes der Probandin bzw. des Probanden) angebrachten Ballschalter (Softball) und landet direkt danach einbeinig mit dem Sprungbein auf der Kraftmessplatte. Durch den Ballschalter leuchtet entweder vorne rechts oder links am Boden eine Lampe auf, oder keine der Lampen leuchtet auf (wird durch den Tester manuell vorgegeben).

Die Testperson springt entweder nach einer kurzen Stabilisierungsphase in der Mitte (maximal 3 s) auf demselben Bein möglichst im rechten Winkel nach rechts oder links in ein markiertes Feld weiter, oder sie bleibt im mittleren Feld im Einbeinstand stehen, wenn kein Licht erleuchtet.

Zielvorgabe ist es, möglichst genau 90° zur Seite zu springen und ohne großwinklige Ausweichbewegungen der Extremitäten, Absetzen des Spielbeines oder Zwischenhüpfer die Endposition mindestens 3 s zu stabilisieren. Das Spielbein sollte parallel zum Standbein leicht gebeugt frei hängen, die Arme werden in die Hüften eingestemmt. Abweichungen von dieser Endposition werden durch Fehlerpunkte nach dem Balance Error Score Scaling (BESS-Score; 11) protokolliert.

Als Goldstandard erfolgte die Erfassung der Winkel zwischen dem Absprung von der mittleren Platte und der Landeposition auf dem seitlichen Landefeld mit einem 12-Kamera-System (Vicon 612, Oxford-Metrics, 120 Hz, reflektierende Marker nach Standardmodell geklebt), mit dem eine dreidimensionale kinematische Datenaufnahme möglich ist.

b) Heidelberger Sprungkoordinationstest als Feldtest

Die Grundidee und der Aufbau des Feldtests sind identisch mit der des Ausgangstests.

Anstatt auf die Kraftmessplatte wird der Sprung jedoch auf ein zuvor auf dem Boden durch Tapeband markiertes Feld (58 x 56 cm) ausgeführt (siehe Abb. 1). Je nach Lichtsignal (die Ballschalteranlage entspricht der des Originaltests, kann aber optional durch Lichtschranke ersetzt werden) erfolgt anschließend ein Weitersprung zur Seite oder eine Stabilisierungsphase auf dem Sprungbein. Hierdurch wird der Überraschungsfaktor bezüglich der geforderten motorischen Aufgabe und der Sprungrichtung aus dem Originaltest übernommen.

Die zweite Sprunglandung nach dem Weitersprung zur Seite erfolgt jeweils in ein durch Tapeband markiertes Feld. Die Landung vom Seitensprung muss so erfolgen, dass das Gleichgewicht auf dem Landebein gehalten werden kann. Die Landeposition wird anschließend durch nummerierte Klebebänder exakt an Fußspitze und Ferse markiert. Ausgehend vom Mittelpunkt des Mittelfeldes sind in 5-Grad-Schritten die Winkelgeraden auf den seitlichen Feldern markiert (Abb. 1), so dass die Landeposition auf der Seite einfach abgelesen werden kann.

Da beim Feldtest kein 3D-Bewegungsanalysesystem zum Einsatz kommt, wird eine einzelne Videokamera frontal zum Versuchsaufbau positioniert, mit der die Fehlerpunkte nach dem BESS-Score erfasst werden und die ungültigen Sprungversuche bezüglich der ersten Landung im Mittelfeld erkannt werden können.

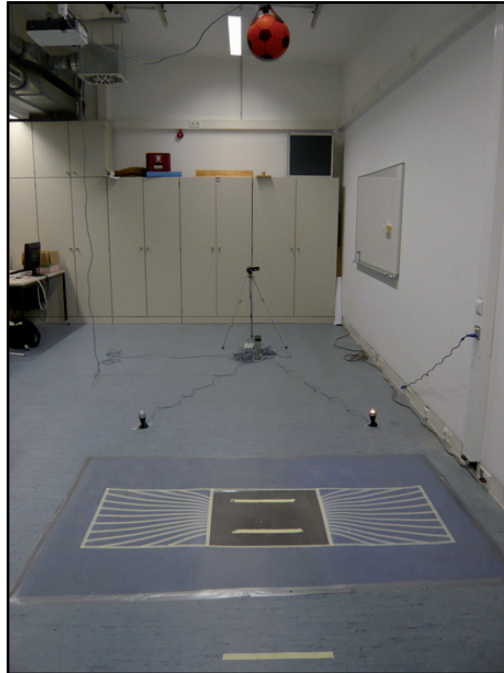


Abb. 1. Aufbau des Feldtests: Absprunghlinie, markierte Felder mit mittlerer Landeposition und Winkelgraden, Licht- und Ballschalteranlage, Kamera.

Zur Überprüfung des Feldtests anhand des Goldstandards der Bewegungsanalyse absolvierte die Probandengruppe fünf Serien mit je neun Sprüngen, wobei jeweils drei Sprünge in die Mitte und drei nach rechts und links erfolgten. Die Reihenfolge wurde von jedem Einzelnen neu ausgelost. Die ersten neun Sprünge wurden als Probesprünge zum Erlernen des Tests durchgeführt und flossen nicht in die Bewertung ein. Der Probandin bzw. dem Probanden war abwechselnd bei zwei der nachfolgenden vier Serien die Sprungrichtung unbekannt (Ballschalter) und bei zwei der Serien bekannt (Richtungsanzeige vor erstem Absprung). Sprünge, in denen die erste Landung nicht im markierten Mittelfeld stattfand, gingen als ungültige Versuche nicht in die Auswertung ein. Aufgrund einer potentiellen Ermüdung wurden sie nicht wiederholt.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde in Excel (2002) und in SPSS (Version 15.0) durchgeführt. Es wurden in der Auswertung fünf Sprünge als Ausreißer entfernt, in denen die Differenz zwischen Feldtest und 3D-Bewegungsanalyse einen Winkel von größer als 25° betrug. Die Daten wurden auf Normalverteilung überprüft. Die deskriptive Statistik wurde für die Weitersprünge zum Sprungbein und zum Spielbein sowie für die Vicon- und Feldtestdaten getrennt berechnet. Zur Überprüfung der Güte des Zusammenhanges zwischen den Daten der Bewegungsanalyse (Vicon) und denjenigen des Feldtests wurden eine lineare Regression und eine Korrelation (Pearson) berechnet (alle Sprünge). Das Signifikanzniveau auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Absprungwinkel des Weitersprungs zum Sprungbein und zum Spielbein sind in Tabelle 1 aufgeführt. Null Grad wäre ein ideal ausgeführter rechtwinkliger Sprung zur Seite, positive Werte: zu weit nach vorne, negative: zu weit nach hinten.

Tab.1. Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der Winkelgrade der Seitssprünge zur Seite des Sprungbeins (SG) bzw. Spielbeins (SL) hin mit unbekannter und bekannter Sprungrichtung.

Seitsprung	Vicon	Feldtest
	MW (SD)	MW (SD)
Unbekannt SG	2,69 (6,9)	2,96 (8,3)
Unbekannt SL	4,37 (9,1))	2,50 (7,7)
Bekannt SG	3,66 (4,7)	5,57 (6,2)
Bekannt SL	1,65 (5,3)	0,98 (9,2)

Die Steigung der Regressionsgerade aller Sprungdaten beträgt 0,84, der Schnittpunkt mit der y-Achse liegt bei 0,35 (Siehe Abb. 2)

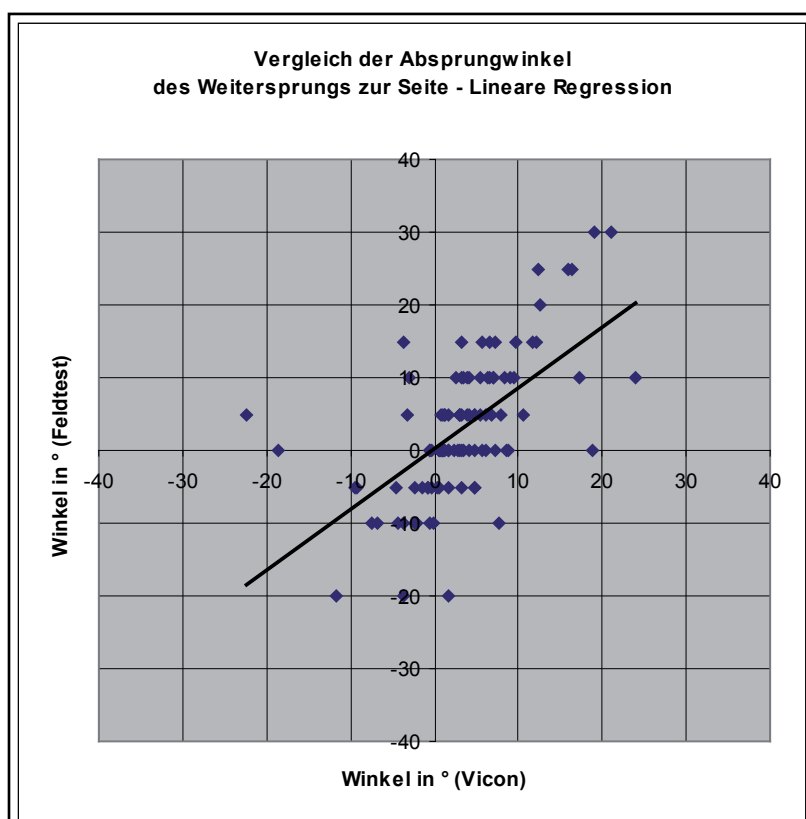


Abb. 2. Absprungwinkel des Weitersprungs zur Seite (gesamt), gemessen mit der 3D-Bewegungsanalyse (Vicon) und mit der Feldtestmethode in Grad.

Es wurde eine signifikante Korrelation nach Pearson ($p = 0,01$) mit einem Koeffizienten von $r = 0,61$ festgestellt (alle Sprünge).

Diskussion

Hauptkriterium des Vergleichs zwischen Original und Feldtest und Maß für das Koordinationsvermögen im Sprung waren die Winkelgrade des Seitsprungs nach Sprunglandung, im Original exakt per Vicon-Daten vermessen, im Feldtest manuell mit Klebeband/Markierungen. In der linearen Regression zeigte sich eine Steigung der Geraden nahe dem Idealwert von 1 und einem Schnittpunkt auf der Ordinate nahe Null. Die Korrelation zeigte einen signifikanten Zusammenhang der mit den beiden Messmethoden bestimmten Werte. Der Feldtest kann somit in einer Folgestudie mit Sportlern eingesetzt werden. Es wird aktuell ein direkter Vergleich der koordinativen Fähigkeiten von Leichtathletinnen und -athleten bzw. Ballsportlerinnen und -sportlern auf Leistungssportniveau durchgeführt.

Mit dem Heidelberger Sprungkoordinationstest konnte bereits in dem ebenfalls vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft geförderten Projekt (IIA1-070122/05-06) eine signifikante Beeinträchtigung der dynamischen Gleichgewichtskontrolle im Anschluss an eine halbstündige Laufbandbelastung an der anaeroben Schwelle nachgewiesen werden (Kuni et al., 2008). Es ist davon auszugehen, dass in der Sportrealität sogar höhere Belastungsspitzen und mehrere solcher Belastungsphasen innerhalb eines Wettkampfes/Spiels vorkommen und entsprechend die Koordinationsfähigkeit stärker und länger reduziert sein kann (Susco et al., 2004). Dieses kann für einzelne Sportlerinnen und Sportler ein individuell unterschiedliches Ausmaß annehmen und so zum Verletzungsrisiko werden. Gerade diese Athletinnen und Athleten benötigen ein koordinatives Zusatztraining (Verhagen et al., 2004).

Mit dem neuen Feldtest könnten, falls die aktuell laufenden Messungen diese Diskriminationsfähigkeit bezüglich potentieller Risikopersonen nachweisen würden, intensive Trainingseinheiten oder sogar Wettkampfsituationen bezüglich ihres Einflusses auf die Koordinationsfähigkeit untersucht werden. Weiterhin könnte der Einfluss eines Koordinationstrainings auf die dynamische Gleichgewichtskontrolle kontinuierlich überprüft werden.

Schließlich wird die langfristige Analyse der Wirksamkeit eines sportartspezifischen Koordinationstrainings auf die Reduktion von Verletzungshäufigkeit der unteren Extremitäten durch regelmäßiges Monitoring mit dem Feldtest möglich.

Literatur

- Alricsson, M., Harms-Ringdahl, K. & Werner, S. (2001). Reliability of sports related functional test with emphasis on speed and agility in young athletes. *Scandinavian journal of medicine & and science in sports*, 11, 229-232.
- Aydin, T., Yildiz, Y., Yildiz, C. et al. (2002). Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot & ankle international*, 23 (2), 123-129.
- Bencke, J., Naesborg, H., Simonsen, E.B. et al.(2000). Motor pattern of the knee joint muscles during side-step cutting in European team handball. Influence on muscular co-ordination after an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & and science in sports*, 10, 68-77.
- Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A. et al. (2000) Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopaedics*, 23, 573-578.
- Colby, S., Francisco, A., Yu, B., Kirkendall, D. et al. (2000). Electromyographic and kinematic analysis of cutting maneuvers. Implications for anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 28 (2), 234-240.
- Kuni, B., Cárdenas-Montemayor, E., Bangert, Y., Friedmann-Bette, B., Moser, M.T., Rupp, R. & Schmitt, H. (2008). Altered force ratio in unanticipated side jumps after treadmill run. *Clinical journal of sport medicine*, 18 (5), 415-422.
- Riemann, B.L. & Guskiewicz, K.M. (1995). Effects of mild head injury on postural stability as measured through clinical balance testing. *Journal of athletic training*, 35 (1), 19-25.
- Risberg, M.A., Holm, I. & Ekeland, A. (1995). Reliability of functional knee tests in normal athletes. *Scandinavian journal of medicine & and science in sports*, 5, 24-28.
- Schmitt, H., Kuni, B. & Sabo, D. (2005). Influence of professional dance training on peak torque and proprioception at the ankle. *Clinical journal of sport medicine*, 15, 331-339.
- Susco, T.M., Valovich, McLeod, T.C., Gansneder, B.M. et al. (2004). Balance recovers within 20 minutes after exertion as measured by the Balance Error Scoring System. *Journal of athletic training*, 39, 241-246.
- Thacker, S.B., Stoup, D.F., Branche, C.M. et al. (1999).The prevention of ankle sprains in sports. A systematic review of the literature. *The American journal of sports medicine*, 27, 753-760.
- Verhagen, E., van der B.A., Twisk, J., Bouter, L. & Bahr, R., van M.W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 32, 1385-1393.