

Analyse unterschiedlicher Drop Jumps bei Elite-Spielsportlern: Individuelle Kraftniveaus, «Optimierungsproblem» zwischen Kontaktzeit und Sprunghöhe sowie Trainingsempfehlungen.

Klaus Hübner, Fabian Lüthy, Karin Sonderegger, Markus Tschopp
Eidg. Hochschule für Sport Magglingen



Abbildung 1: Serienbild Drop Jump

Einleitung

In vielen Sportarten spielen plyometrische Trainingsformen eine wichtige Rolle in der Steigerung der Explosivkraft der unteren Extremitäten. Plyometrische Trainingsformen bestehen aus einem sogenannten Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ; siehe Abbildung 1), bei welchem die exzentrische Dehnungsphase durch Verwendung von elastischer Energie und Reflexaktivierung des neuromuskulären Systems die nachfolgende konzentrische Verkürzungsphase beeinflusst (Viitasalo et al. 1998). Dieses Phänomen wird auch als Reaktivkraftfähigkeit bezeichnet. Die exzentrische Dehnungsphase und die damit einhergehenden neuromuskulären Reaktionen können durch unterschiedliche Drop Jump Höhen verändert werden. Ein Drop Jump (DJ) wird aufgrund der kurzen Kontaktzeit als kurzer DVZ definiert.

In der Trainingspraxis besteht ein grosser Bedarf das Niveau der Reaktivkraft 2) die optimale DJ Höhe des Athleten und 3) den Fokus im Vollzug der Bewegung (eher Fokus auf kurze Kontaktzeit oder auf Höhe/Weite des anschliessenden Sprungs) zu kennen, um die individuelle Trainingsplanung zu verbessern.

Ziel

Mit der vorliegenden Untersuchung soll gezeigt werden, wie sich die Bremsleistung bei Sprüngen mit kurzem DVZ aus unterschiedlichen Höhen auf die Sprungleistung auswirkt und welche Empfehlungen daraus für die Beurteilung der Reaktivkraftfähigkeiten und für die Trainingssteuerung abgeleitet werden können.

Methode

Mit 59 männlichen Spielsportlern (Alter: $19,4 \pm 1,5$ Jahre, Grösse: $181,7 \pm 6,1$ cm, Gewicht: $79,3 \pm 9,3$ kg), alles Mitglieder einer Fussball- ($n=37$) resp. Handball- ($n=22$) Nachwuchsnationalmannschaft wurden im Rahmen der jährlichen leistungsdiagnostischen Untersuchungen der standardisierte Test «Drop Jump» durchgeführt (siehe auch Abb. 1):

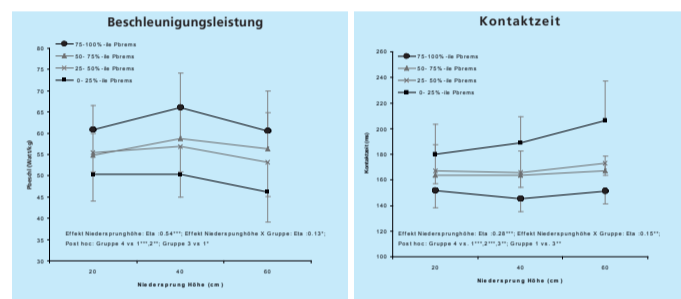
Nach einem standardisierten Einlaufen wurden aus drei verschiedenen Höhen (20, 40 und 60 cm) Reaktivsprünge auf der Kraftmessplatte (MLD Test EVO 2, SP Sport, Österreich) durchgeführt. Die Arme waren seitlich an der Hüfte eingestützt. Die Anweisung des Testers lautet bei den Sprüngen: «Den Boden nur möglichst kurz berühren und so hoch wie möglich springen». Aus jeder Höhe ging der Mittelwert der zwei besten Sprünge in die Auswertung ein. Die eigentliche Testdurchführung betrug maximal zehn Minuten.

Zur statistischen Analyse wurde nach Prüfung auf Normalverteilung und Elimination von Ausreissern eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt mit den Faktoren Quartilen-Gruppenzugehörigkeit (1–4) gemäss des individuellen Maximums der relativen durchschnittlichen Bremsleistung (Watt/kg) und der DJ Höhe (20 cm, 40 cm, 60 cm). *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

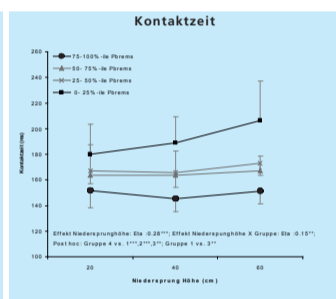


Resultate

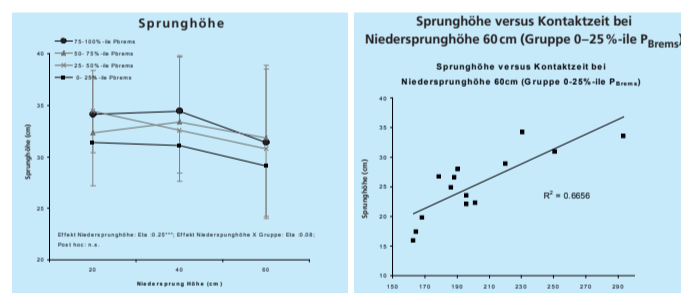
Die Resultate sind in den Grafiken 1 bis 5 dargestellt.



Grafik 1

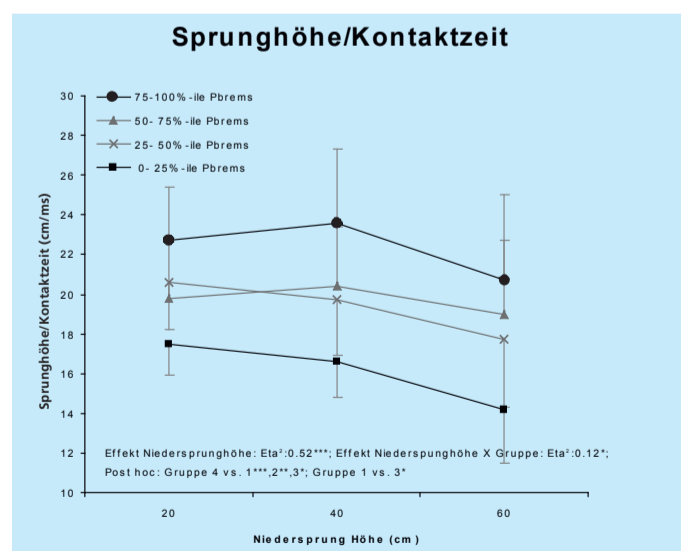


Grafik 2



Grafik 1–3: Mittelwertvergleiche (\pm Standardabweichung) zwischen 4 Gruppen (Quartile gemäss des individuellen Maximums der relativen durchschnittlichen Bremsleistung Pbrems Watt/kg) bei den DJ Höhen 20, 40, 60 cm.

Grafik 4: Streudiagramm Sprunghöhe versus Bodenkontaktzeit bei der Gruppe 0-25%-ile Pbrems bei der DJ Höhe 60 cm.



Grafik 5: Mittelwertvergleiche (\pm Standardabweichung) zwischen 4 Gruppen (Quartile gemäss des individuellen Maximums der relativen durchschnittlichen Bremsleistung Pbrems Watt/kg) bei den DJ Höhen 20, 40, 60 cm.

54,2 % ($n=32$) der Spieler hatten bei einer DJ Höhe von 20 cm ihr individuell höchster Quotient aus Sprunghöhe und Kontaktzeit, 37,3 % ($n=22$) bei 40 cm und 8,5 % ($n=5$) bei 60 cm.

Diskussion

Die Spieler mit einer höheren Bremsleistung während der exzentrischen Dehnungsphase erzielten eine höhere Beschleunigungsleistung in der darauf folgenden Verkürzungsphase bei allen DJ Höhen (Grafik 1). Grund dafür ist u.a. die Fähigkeit, die abgebremste Energie in elastische Energie zu speichern und in der darauffolgenden Verkürzungsphase zu verwenden. Diese Fähigkeit ist bei entsprechender Ausprägung des neuromuskulären Systems umso ausgeprägter, je höher die Dehngeschwindigkeit und kürzer die Übergangszeit zwischen Dehn- und Verkürzungsphase ist (Bosco et al. 1982). Deshalb besitzen Spieler mit einer hohen Bremsleistung eine kurze Bodenkontaktzeit (Grafik 2). Die Spieler mit einer höheren Bremsleistung erzielten nicht zwingend eine höhere Sprunghöhe (Grafik 3). Dies liegt u.a. daran, dass die Sprunghöhe neben der Sprungleistung auch vom Beschleunigungsweg resp. der Beschleunigungszeit (als Teil der Bodenkontaktzeit) abhängt (Grafik 4). Für die Beurteilung der Reaktivkraftfähigkeit eines Athleten sollte daher die Beschleunigungsleistung in Kombination (als Produkt) mit der Bremsleistung und die Sprunghöhe nur in Bezug zur Bodenkontaktzeit (als Quotient) verwendet werden. Im Weiteren zeigen die Ergebnisse, dass das Niveau der Reaktivsprünge (ausgedrückt als Quotient von Höhe und Kontaktzeit) bei beiden «schlechteren» Leistungsgruppen bereits bei 40 cm Fallhöhe wieder abnimmt (Grafik 5). Bei den beiden «besseren» Leistungsgruppen steigt dieser Mittelwert dagegen noch bei 40 cm an und fällt bei 60 cm. Offensichtlich kann bei besserer Bremsleistung die Energie, welche bei einer höheren Fallhöhe entsteht, noch in elastischer Energie gespeichert und in verbesserte Leistung übertragen werden. Über 50 % der Spieler erzielten bereits bei 20 cm ihre höchsten Reaktivkraftparameter (Quotient aus Höhe und Kontaktzeit bzw. Produkt aus Brems- und Beschleunigungsleistung). Niedersprünge aus grösseren Höhen bewirkten bei diesen Spielern eine Zunahme der Kontaktzeit und/oder eine Reduktion der Sprunghöhe. Zu lange Kontaktzeiten oder zu tiefe Sprunghöhen entsprechen allenfalls nicht mehr den biomechanischen Anforderungen von bestimmten Bewegungsmustern im Wettkampf (Bsp. Sprint). Kurze Kontaktzeiten (kurzer DVZ) sind zudem für den neuralen Anpassungsprozess an die hohen Geschwindigkeiten der Zielbewegungen zwingend.

Schlussfolgerungen

- Die Reaktivkraftfähigkeit kann durch das Produkt der Bremsleistung und der Beschleunigungsleistung resp. durch den Quotienten aus Sprunghöhe und Kontaktzeit bei Niedersprüngen charakterisiert werden.
- Für das individuelle Training wird die Fallhöhe empfohlen, in der die beiden Reaktivkraftparameter (Quotient aus Höhe und Kontaktzeit bzw. Produkt aus Brems- und Beschleunigungsleistung) das Maximum erreichen.
- Je nach Anforderungen der Sportart und dem individuellen Testergebnis empfiehlt sich bei den plyometrischen Sprüngen im Training die Konzentration auf Kontaktzeit oder Höhe.

Literatur

Viitasalo, J.; Salo, A.; Lahtinen, J.: Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. Eur J Appl Physiol (78): 432–440, 1998
Bosco, C.; Viitasalo, J.T.; Komi, P.V.; Fekete, G.; Apor, P.: Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. Acta Physiol Scand 116: 343–349, 1982

Kontakt: klaus.huebner@baspo.admin.ch