

A. Sander, M. Keiner, K. Wirth, O. Caruso, P. Immesberger, M. Zawieja, D. Schmidtbleicher

Institut für Sportwissenschaften, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Leistungsfähigkeit jugendlicher Fussballer im Nachwuchsleistungssport

Überprüfung des Maximalkraftniveaus in der Front- und Nackenkniebeuge

Zusammenfassung

Die Maximalkraft gilt in den meisten Sportsportarten als Grundlage für ein hohes Leistungsniveau. Unter Maximalkraft wird die höchste Kraft verstanden, die das neuromuskuläre System in einer maximal willkürlichen Kontraktion erzeugen kann. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Leistungsfähigkeit der Maximalkraft von jugendlichen Fussballern ($n = 135$) ermittelt, um zu zeigen, welche Werte in der parallel ausgeführten Kniebeuge erreichbar sind. Die Fussballer waren im Alter zwischen 14 und 18 Jahren und wurden nach den im Fussball gängigen Alterskategorien (A-, B-, C-Junioren) unterteilt. Unterschieden wurde in krafttrainings-erfahrene und krafttrainingsunerfahrene Fussballer. Analysiert wurde die Leistungsfähigkeit im 1-Wiederholungs-Maximum der parallel ausgeführten Front- und Nackenkniebeuge. Die ermittelten Maximalkraftwerte wurden zusätzlich am Körpergewicht relativiert. Die krafttrainingserfahrenen Fussballer zeigten im Vergleich in allen Jahrgängen signifikant bessere Maximalkraftwerte als die krafttrainingsunerfahrenen Fussballer ($p < 0.05$). Die krafttrainingserfahrenen Fussballer konnten in der Frontkniebeuge zum Körpergewicht relativierte Maximalkraftwerte von 1.25 ± 0.19 (A-Jugend), 1.31 ± 0.17 (B-Jugend) und 1.10 ± 0.19 (C-Jugend) erreichen. In der Nackenkniebeuge kamen sie sogar auf Werte von 1.50 ± 0.16 (A-Jugend), 1.50 ± 0.20 (B-Jugend) und 1.30 ± 0.21 (C-Jugend). Diese Resultate zeigen, dass es möglich ist, schon in jungen Jahren mit hohen Lasten zu arbeiten. Unter der Betrachtung eines langfristig periodisierten Krafttrainings im Jugendfussball sind höhere Werte durchaus vorstellbar.

Abstract

In many team sports maximum strength is the basis for a high performance level. Maximum strength is understood as the maximal force the neuromuscular system can produce during a maximal voluntary contraction. In this investigation, the strength performance of elite youth soccer players ($n = 135$) with and without experience in strength training was measured. The aim was to investigate maximal strength in elite youth soccer players. The subjects were between 14 and 18 years old. As usual, the youth players were divided in 3 cohorts (A-, B-, and C-cohort). The performance of back and front squat was analysed in one repetition maximum. In addition, the analysed maximum strength values were related to body mass. The analysis showed a significantly better maximum strength level for the subjects with experience in strength training ($p < 0.05$). The subjects with experience in strength training reached the following maximum strength relative to body mass in the front squat: 1.25 ± 0.19 (A-Cohort), 1.31 ± 0.17 (B-Cohort), and 1.10 ± 0.19 (C-Cohort). In the back squat they reached the following values: 1.50 ± 0.16 (A-Cohort), 1.50 ± 0.20 (B-Cohort), and 1.30 ± 0.21 (C-Cohort). This analysis demonstrates that high maximal strength values can be reached by experienced elite youth soccer players. We assume that long term periodised strength training can produce even higher levels of maximum strength performance in youth soccer players.

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 60 (3), 112–115, 2012

Einleitung

Im Rahmen einer ganzheitlichen Ausbildung im Nachwuchsleistungssport stellt die konditionelle Fähigkeit Kraft, gerade in schnellkraftbetonten Sportarten und Sportsportarten wie dem Fussball, einen leistungsfördernden Faktor dar (Stolen et al., 2005). Neben leistungsfördernden Komponenten dient eine hohe Ausprägung von Kraftfähigkeiten auch der Verletzungsprophylaxe (Faigenbaum & Schramm, 2004). Aufgrund einer hohen Anzahl von schnellkräftigen Aktionen, wie Sprints, Sprünge, Richtungswechsel oder Schüsse, muss beim Fussball eine hohe Ausprägung der Schnellkraft gewährleistet sein (Meyer et al., 2005). Es finden sich in diversen Untersuchungen mittlere bis hohe Zusammenhänge zwischen verschiedenen Kraftmessungen und Sprintleistungen (Baker & Newton, 2008; Chelly et al., 2010; Mc Bride et al., 2009; Sleivert & Taingahue, 2004). Die Schnellkraft bezeichnet die Fähigkeit, einen möglichst grossen Kraftimpuls

innerhalb einer verfügbaren Zeit zu erzeugen (Schmidtbleicher, 2003). Als Basisfähigkeit für die Schnellkraft gilt die Maximalkraft (Schmidtbleicher, 2003). Wisloff et al. (2004) konnten einen hohen Zusammenhang zwischen den dynamischen Maximalkraft- und Sprungleistungen finden. Dabei wird die Maximalkraft als die höchste Kraft verstanden, die das neuromuskuläre System bei einer maximal willkürlichen Kontraktion erzeugen kann. Für die Ausprägung der Maximalkraft sind neuronale (willkürliche Aktivierungsfähigkeit), tendomuskuläre (Muskelquerschnitt, Muskelfaserzusammensetzung) und anthropometrisch-biomechanische (Hebelverhältnisse) Faktoren von Bedeutung (Del Olmo et al., 2006; Güllich & Schmidtbleicher, 1999; Izquierdo et al., 1999). Die Einflussfaktoren Muskelquerschnitt und willkürliche Aktivierungsfähigkeit können durch ein geeignetes Krafttraining aktiv beeinflusst werden (Andersen et al., 2005; Athiainen et al., 2003; Wirth, 2007). Auch die Muskelfaserzusammensetzung kann durch ein Krafttraining geringfügig verändert werden.

Im Fussball muss primär das eigene Körpergewicht beschleunigt werden. Daher erscheint es nicht nur sinnvoll, eine Orientierungsgrösse der absoluten Maximalkraftwerte (1-Wiederholungs-Maximum = 1RM) anzugeben, sondern diese auch auf das Körpergewicht zu relativieren, da die am Körpergewicht relativierte Maximalkraft (1RM_{rel}) besser mit Sprung- und Sprintleistungen über kurze Distanzen korreliert (Mc Bride et al., 2009; Young et al., 2001). Zu Angaben von 1RM_{rel} finden sich in der Literatur ausschliesslich Zielwertempfehlungen für Erwachsene. Diese variieren je nach Sportart zwischen dem 1.5–2.0-Fachen des Körpergewichts für Schnellkraftsportarten und dem 3.5-Fachen des Körpergewichts für Gewichtheber in der tiefen Kniebeuge hinten. In der parallel ausgeführten Kniebeuge hinten werden für Schnellkraftsportarten 1RM_{rel} von 2.0–2.5 angegeben (Wirth & Zawieja, 2008). Weiter finden sich 1RM_{rel} in der parallelen Nackenkniebeuge im Bereich von 1.2–1.4 für Sportstudenten und von 1.7–1.9 für Football-Spieler (Baker et al., 2008; Mc Bride et al., 2009; Wirth & Zawieja, 2008). 1RM_{rel} für die parallele Frontkniebeuge liegen zwischen 1.1–1.3 (Hori et al., 2008). Wisloff et al. (2004) finden in der Nackenkniebeuge über einen Kniewinkel von 90° 1RM_{rel} von 2.2 bei Fussballern.

Für die Teamsportarten werden Krafttrainingsübungen empfohlen, die neben der Maximalkraftsteigerung die intermuskuläre Koordination der beanspruchten Muskelschlingen schulen (Zawieja, 2008). Zur Maximalkraftsteigerung der Beinstreckerkette werden im Gewichtheben die Grundübungen Nacken- und Frontkniebeuge ebenfalls durchgeführt. Bei der Ausführung der Kniebeuge lassen sich diverse Varianten unterscheiden. Die Viertelkniebeuge beschreibt eine Bewegungstiefe von ca. 120° Kniewinkel, die Halbkniebeuge eine Bewegungstiefe von ca. 90° Kniewinkel, die parallele Kniebeuge eine Bewegungstiefe bis die Oberschenkel parallel zum Boden sind, und die tiefe Kniebeuge bis die Hüfte unterhalb der Knie ist. In der tiefen Kniebeuge wird mit geringeren Lasten als in den anderen Kniebeugevarianten gearbeitet (Hartmann et al., 2012; Zawieja, 2008). Je grösser der Kniewinkel im Umkehrpunkt der ausgeführten Kniebeuge ist, desto höher müssen die Lasten sein, um einen adäquaten Belastungsreiz für die Beinstreckerkette zu generieren.

Trotz der hohen Relevanz der Maximalkraftausprägung im Fussball gibt es kaum Angaben darüber, in wieweit die Maximalkraftleistung entwickelt werden sollte. Weiter fehlen Angaben über Maximalkraftleistungen bzw. Orientierungswerte im Jugendfussball. Diese Untersuchung befasste sich deshalb mit der Frage, welche Maximalkraftwerte bei jugendlichen Fussballern mit und ohne Krafttrainingserfahrung erreichbar sind.

Material und Methoden

An der Untersuchung nahmen 135 jugendliche Fussballer aus dem Nachwuchsleistungssport (A-, B- und C-Jugend) zweier deutscher Profivereine teil. Die Spieler der A-Jugend waren unter 19 Jahre alt, die der B-Jugend unter 17 Jahre und die der C-Jugend unter 15 Jahre. Die Fussballer wurden in zwei Gruppen unterteilt. Die eine Gruppe bestand aus Spielern, die über eine 1-jährige Krafttrainingserfahrung (KT+) verfügten. Die andere Gruppe bestand aus krafttrainingsunerfahrenen Spielern (KT-). Die Angaben von Gewicht und Körpergrösse der Spieler in den beiden Gruppen sind in *Tabelle 1* dargestellt.

Die institutionelle Ethikkommission des Instituts für Sportwissenschaften, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main erteilte die Genehmigung für diese Untersuchung. Die Probanden und deren Eltern wurden über den Inhalt und die Risiken dieser Untersuchung informiert und stimmten der Untersuchung schriftlich zu.

Das Krafttraining von KT+ wurde neben 4 Fussballtrainingseinheiten 2-mal wöchentlich durchgeführt. Dabei wurden die Übungen parallele Nackenkniebeuge und Frontkniebeuge jeweils 1-mal wöchentlich absolviert. Zusätzlich führten die Spieler unter anderem die Übungen Bankdrücken, Kreuzheben, Rudern vorgebeugt, oder Nackendrücken, sowie Übungen für die Rumpfmuskulatur

Gruppen	Jugend	Gewicht (kg)	Körpergrösse (cm)
KT+ (n = 71)	A-Jugend (n = 15)	71.6 ± 5.9	176.8 ± 6.5
	B-Jugend (n = 35)	72.4 ± 7.3*	179.9 ± 5.5*
	C-Jugend (n = 21)	64.5 ± 8.6	172.8 ± 5.9
KT- (n = 64)	A-Jugend (n = 14)	73.7 ± 7.4	176.2 ± 6.5
	B-Jugend (n = 37)	68.3 ± 5.1	175.9 ± 5.5
	C-Jugend (n = 13)	60.4 ± 9.7	170.8 ± 8.0
Signifikante Unterschiede zur KT-: * p < 0.05			

Tabelle 1: Gewicht und Körpergrösse der Fussballer; KT+: krafttrainings-erfahrene Fussballer; KT-: krafttrainingsunerfahrene Fussballer

durch. Das Krafttraining der Kniebeuge wurde mit Hypertrophie- und Maximalkraft-Blöcken zur Schulung der intramuskulären Koordination periodisiert. Das Training für den Oberkörper und den Rumpf wurde ausschliesslich mit Hypertrophieblöcken periodisiert.

Für die Maximalkraftmessung wurde 1RM in den Kniebeugevarianten vorne und hinten gewählt. Die 1RM-Messung wird für Fussballer empfohlen und stellt eine geeignete Möglichkeit zur Maximalkraftbestimmung im Kindes- und Jugendalter dar (Faigenbaum et al., 2009; Stolen et al., 2005). Das Aufwärmen [2 Serien à 6–8 Wiederholungen (Wdh)] wurde mit einem submaximalen, nicht ermüdenden Gewicht in der Kniebeuge durchgeführt. Danach wurde 1RM ermittelt, welches in maximal 5 Versuchen erreicht wurde. Zuerst wurde 1RM der Frontkniebeuge, dann der Nackenkniebeuge ermittelt. Die Test-Retest-Korrelationen für die Kniebeugevarianten liegen zwischen $r = 0.98–0.99$ ($p < 0.01$). KT- absolvierte für die Messung des 1RM ein 2-wöchiges, vorgeschaltetes Techniktraining der Kniebeugevarianten. Mindestens 2 Tage vor den Messzeitpunkten erfolgten keine auslastenden Trainingseinheiten.

Die Daten der Fussballer wurden mittels der Statistiksoftware SPSS 17.0 analysiert. Die absoluten Werte von 1RM wurden am Körpergewicht relativiert. Alle Daten ($n = 135$) wurden mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test getestet und wiesen eine Normalverteilung auf. Mit dem T-Test für unabhängige Stichproben wurden die beiden Gruppen in den jeweiligen Altersbereichen auf Unterschiede getestet. Aufgrund der unterschiedlichen Stichprobengrössen innerhalb einzelner Jahrgänge wurde zusätzlich ein Homogenitätstest durchgeführt (Bortz & Döring, 2006). Das Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0.05$ festgelegt. Im Anschluss wurden die Effektstärken $[d = (M1 - M2) / \sqrt{((SD1 * SD1 + SD2 * SD2) / 2)}]$ der Variablen berechnet. Allgemein werden Effektstärken > 0.50 als gross interpretiert. Effektstärken von 0.50 bis 0.30 werden als moderat und Effektstärken von 0.30 bis 0.10 werden als klein, bzw. < 0.10 als trivial bezeichnet (Bortz & Döring, 2006). Die Daten werden als Mittelwerte \pm Standardabweichungen dargestellt.

Resultate

Die A- und C-Junioren unterschieden sich nicht signifikant in Körpergrösse und Gewicht (*Tab. 1*) zwischen KT+ und KT-. Bei den B-Junioren war KT+ signifikant grösser und schwerer als KT- (Gewicht $p = 0.008$; Grösse $p = 0.024$). Die Effektstärken für die Unterschiede liegen bei $d = 0.4$ für das Körpergewicht und $d = 0.5$ für die Körpergrösse.

Die *Tabelle 2* zeigt die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in der Frontkniebeuge. In allen Jahrgangsbereichen zeigte KT+ signifikant bessere Werte als KT-. Die Effektstärken liegen bei $d > 0.8$ und können damit als gross bezeichnet werden.

In *Tabelle 3* sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in der Nackenkniebeuge dargestellt. Auch hier zeigten sich in allen Jahrgangsbereichen signifikant bessere Werte von KT+ gegenüber KT-. Die Effektstärken liegen hier ebenfalls bei $d > 0.8$ und können demnach als gross bezeichnet werden.

Gruppen	Jugend	Front 1RM (kg)	Front 1RM _{rel}
KT+ (n = 71)	A-Jugend (n = 15)	88.0 ± 15.2*	1.25 ± 0.19*
	B-Jugend (n = 35)	94.4 ± 10.0***	1.31 ± 0.17***
	C-Jugend (n = 21)	70.8 ± 11.7***	1.10 ± 0.19***
KT- (n = 64)	A-Jugend (n = 14)	75.0 ± 17.8	0.95 ± 0.17
	B-Jugend (n = 37)	55.3 ± 14.6	0.81 ± 0.22
	C-Jugend (n = 13)	48.0 ± 12.7	0.81 ± 0.21
Signifikante Unterschiede zur KT-: *** p < 0.001; * p < 0.05			

Tabelle 2: Absolute (1RM) und relative (1RM_{rel}) Maximalkraftwerte der Frontkniebeuge; KT+: krafttrainingserfahrene Fussballer; KT-: krafttrainingsunerfahrene Fussballer; 1RM_{rel} = 1RM / Körpergewicht

Gruppen	Jugend	Nacken 1RM (kg)	Nacken 1RM _{rel}
KT+ (n = 71)	A-Jugend (n=15)	105.3 ± 14.3**	1.50 ± 0.16*
	B-Jugend (n= 35)	107.1 ± 13.5***	1.50 ± 0.20***
	C-Jugend (n= 21)	83.0 ± 14.5***	1.30 ± 0.21***
KT- (n = 64)	A-Jugend (n=14)	86.8 ± 16.7	1.20 ± 0.32
	B-Jugend (n=37)	57.6 ± 14.8	0.85 ± 0.22
	C-Jugend (n= 13)	56.9 ± 12.3	0.95 ± 0.21
Signifikante Unterschiede zur KT-: *** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05			

Tabelle 3: Absolute (1RM) und relative (1RM_{rel}) Maximalkraftwerte der Nackenkniebeuge; KT+: krafttrainingserfahrene Fussballer; KT-: krafttrainingsunerfahrene Fussballer; 1RM_{rel} = 1RM / Körpergewicht

Diskussion

Die Daten zeigten in einem Gruppenvergleich die Ausprägung der Maximalkraft von krafttrainingserfahrenen und krafttrainingsunerfahrenen Fussballern aus dem Nachwuchsbereich. Es zeigte sich hierbei eine Überlegenheit der krafttrainierten jugendlichen Fussballer im 1RM der Kniebeugevarianten hinten und vorne.

Zunächst sollen die ermittelten absoluten 1RM-Werte betrachtet werden. Die Ergebnisse zeigten, dass KT+ signifikant höhere Werte in der Front- und Nackenkniebeuge gegenüber KT- aufwies. Dies war aufgrund der Krafttrainingsintervention von 1 Jahr zu erwarten und konnte statistisch abgesichert nachgewiesen werden. Die Ergebnisse stehen damit im Einklang mit einer anderen Studie, die ebenfalls einen Unterschied in der Maximalkraftleistung zwischen krafttrainingserfahrenen und -unerfahrenen Nachwuchssportlern aufzeigen kann (Sleivert & Taingahue, 2004). Dieser Effekt ist in allen Altersgruppen in erster Linie den Adaptationen im Inervationsverhalten der leistungslimitierenden Muskulatur zu sehen (Faigenbaum et al., 2009). Aufgrund des Zeitraums von 1 Jahr ist jedoch auch von einer Vergrößerung des Muskelquerschnitts für die besseren Leistungen im 1RM von KT+ auszugehen. Der Unterschied zwischen KT+ und KT- bei Körpergewicht und Körpergrösse in der B-Jugend resultierte möglicherweise aus einer im Fussball gegebenen Selektion.

Die Ergebnisse der krafttrainierten Fussballer zeigten, dass ein 1RM_{rel} von 1.5 in der Nackenkniebeuge nach 1 Jahr Krafttraining für die Juniorenbereiche B- und A-Jugend realisierbar ist. Für die C-Jugend ist das 1.3-Fache des Körpergewichts in der Nackenkniebeuge erreichbar. Die Werte in der Frontkniebeuge wiesen für die A-Jugend das 1.25-Fache, für die B-Jugend das 1.31-Fache und für die C-Jugend das 1.1-Fache des Körpergewichts auf. Das sind erste Orientierungswerte für jugendliche Fussballer in den beiden Kniebeugevarianten vorne und hinten. Es konnte gezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen hohen 1RM_{rel}-Leistungen in der Frontkniebeuge sowie im Reissen bzw. Stossen und dem Counter-Movement-Jump bzw. dem 20-m-Sprint besteht (Hori et al., 2008). Auch Young et al. (2001) können zeigen, dass die Leistungen im 1RM_{rel} mit Sprintleistungen über kurze Distanzen höher korrelieren als die absoluten 1RM-Leistungen. Nimphius et al. (2010)

zeigen bei Softball-Spielerinnen ebenfalls eine hohe Korrelation zwischen 1RM_{rel} und kurzen Sprintzeiten. Hierbei konnten sogar hohe Korrelationen bei Sprints über 30 m aufgezeigt werden. Betrachtet man die Leistungen aller 1RM_{rel} zwischen KT+ und KT- finden sich signifikant (A-Jugend) bzw. höchst signifikant (B- und C-Jugend) höhere Werte der krafttrainierten Fussballer gegenüber den Fussballern, die ausschliesslich das reguläre Fussballtraining absolvieren. Diese Ergebnisse sind auf eine bessere Innervation der leistungslimitierenden Muskulatur von KT+ zurückzuschliessen, da das Körpergewicht in die Berechnung eingebunden wurde.

Inwiefern der Unterschied der errechneten Kraftwerte zwischen den beiden Gruppen auf Schnellkraftleistungen zu übertragen ist, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Erste Hinweise für einen Zusammenhang zwischen der Maximalkraft und der Fähigkeit, schnellkräftig zu arbeiten, kann sowohl für hohe als auch geringe Widerstände bzw. Lasten gezeigt werden (McBride et al., 2009; Moss et al., 1997). Allerdings müssen weitere Untersuchungen mit jugendlichen Fussballern folgen, um eine klare Aussage über den Effekt von hohen 1RM_{rel} auf Schnellkraftleistungen geben zu können.

Geht man davon aus, dass ein Krafttraining im Nachwuchssport Fussball nicht nur über 1 Jahr durchgeführt wird, sondern eher langfristig angelegt ist, sind höhere Werte im 1RM_{rel} durchaus vorstellbar. Dies zeigten Untersuchungen von Gewichthebern aus den Kaderbereichen (D1-D/C-Kader) männlich im baden-württembergischen Gewichtheberverband (unpublizierte Daten der Autoren), wo schon im Alter von 13 bis 14 Jahren 5RM_{rel} vom 1.2-Fachen des Körpergewichts in der Frontkniebeuge und des 1.4-Fachen des Körpergewichts in der Nackenkniebeuge erreicht werden konnten. Für das Alter von 15 bis 16 Jahren konnten sogar 5RM_{rel} von 1.6 für die Frontkniebeuge und 1.8 für die Nackenkniebeuge erfasst werden. Weiter ergaben sich 5RM_{rel} von 1.9- bis zum 2.2-Fachen des Körpergewichts mit 17 bzw. 18 Jahren, die die Werte der krafttrainierten Fussballer weit übertreffen. Zusätzlich führten die Gewichtheber die Kniebeuge tiefer aus als die Fussballer. Allgemein gilt, je tiefer die Kniebeuge ausgeführt wird, desto geringer werden die Lasten, und damit werden die Leistungen der Fussballer in der Kniebeuge nochmals reduziert (Reynolds et al., 2006). Ausgehend von 5RM, ist mit noch höheren Maximalkraftwerten im 1RM zu rechnen.

Weiter kann anhand der Sportart Gewichtheben gezeigt werden, dass es da im Vergleich zu anderen Sportarten wenige Verletzungen gibt (Faigenbaum & Myer, 2010; Myer et al., 2009; Nicholl et al., 1995; Raske & Norlin, 2002). Gerade die häufig diskutierte Belastung der Wirbelsäule und der Kniegelenke stehen in Verletzungsanalysen nicht im Vordergrund (Keogh et al., 2006). Weiterhin gibt es keine wissenschaftlich fundierten Kenntnisse über langfristige Belastungsschäden des Bewegungsapparats. Demnach scheint aus der Sicht des Verletzungsrisikos eine Empfehlung der Leistungsfähigkeit in der Kniebeuge im Bereich des 2- bis 2.5-Fachen des Körpergewichts für Fussballer im A-Jugendbereich unbedenklich zu sein. Für die Jahrgänge darunter müsste eine Abstufung von 1RM_{rel} vorgenommen werden.

Schlussfolgerungen

Die Studie zeigt, dass es eine Leistungsreserve in der konditionellen Eigenschaft Kraft im Nachwuchssport Fussball gibt. Inwiefern diese Reserve auszuschöpfen ist, um eine eventuelle Leistungssteigerung leistungslimitierender Faktoren im Fussball zu gewährleisten, muss in weiteren Untersuchungen analysiert werden. Es konnte weiter gezeigt werden, dass jugendliche Fussballer unterschiedlichen Alters fähig sind, mit hohen Lasten zu arbeiten, wobei zu beachten ist, dass diese Fussballer nur über eine 1-jährige Krafttrainingserfahrung verfügten. Bei einer langfristigen Trainingszeit sind durchaus höhere Lasten realisierbar.

Korrespondenzadresse:

Andre Sander, Bob- und Schlittenverband für Deutschland e.V., An der Schiessstätte 6, D-83471 Berchtesgaden; Tel. 0049 1727 796 777; E-Mail: a.sander@bsd-portal.de

Literaturverzeichnis

- Andersen L.L., Andersen J.L., Magnusson S.P., Suetta C., Madsen J.L., Christensen L.R., Aagaard P. (2005): Changes in the human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *J. Appl. Physiol.* 99: 87–94.
- Athiainen J.P., Pakarinen A., Alen M., Kraemer W.J., Häkkinen K. (2003): Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur. J. Appl. Physiol.* 89: 555–563.
- Baker D.G., Newton R.U. (2008): Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *J. Strength Cond. Res.* 22: 153–158.
- Bortz J., Döring N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer Verlag, Heidelberg.
- Chelly M.S., Cherif N., Amar M.B., Hermassi S., Fathloun M., Bouhler E., Tabka Z., Shephard R.J. (2010): Relationship of peak leg power, 1 maximal repetition half back squat, and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer player. *J. Strength Cond. Res.* 24: 266–271.
- DelOlmo M.F., Reimunde P., Viana O., Acero R.M., Cudeiro J. (2006): Chronic neural adaptation induced by long-term resistance training in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 96: 722–728.
- Faigenbaum A.D., Kraemer W.J., Blimkie C.J.R., Jeffreys I., Micheli L.J., Nitka M., Rowland T.W. (2009): Youth resistance training: up dated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J. Strength Cond. Res.* 23: 60–79.
- Faigenbaum A.D., Myer G.D. (2010): Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br. J. Sports Med.* 44: 56–63.
- Faigenbaum A.D., Schramm J. (2004): Can resistance training reduce injuries in Youth Sports? *Strength Cond. J.* 26: 16–23.
- Güllich A., Schmidtbleicher D. (1999): Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Dtsch. Z. Sportmed.* 50: 223–234.
- Hartmann H., Wirth K., Klusemann M., Dalic J., Matuschek C., Schmidtbleicher, D. (2012): Influence of squatting depth on jumping performance. *J. Strength Cond. Res.* DOI: 10.1519/JSC.0b013e31824ede62.
- Hori N., Newton R.U., Andrews W.A., Kawamori N., McGuigan M.R., Nosaka K. (2008): Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? *J. Strength Cond. Res.* 22: 412–418.
- Izquierdo M., Ibanez J., Gorostiaga E., Garrues M., Zuniga A., Anton A., Larrion J.L., Häkkinen K. (1999): Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiol. Scand.* 167: 57–68.
- Keogh J., Hume P.A., Pearson S. (2006): Retrospective injury epidemiology of one hundred one competitive oceaania power lifters: the effects of age, body mass, competitive standard, and gender. *J. Strength Cond. Res.* 20: 672–681.
- McBride J.M., Blow D., Kirby T.J., Haines T.L., Dayne A.M., Triplett N.T. (2009): Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J. Strength Cond. Res.* 23: 1633–1636.
- Meyer T., Coen B., Urhausen A., Wilking P., Honorio S., Kindermann W. (2005): Konditionelles Profil jugendlicher Fussballspieler. *Dtsch. Z. Sportmed.* 56: 20–25.
- Moss B.M., Repsnes P.E., Abildaard A., Nicolaysen K., Jensen J. (1997): Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross sectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur. J. Appl. Physiol.* 75: 193–199.
- Myer G.D., Quatman C.E., Khoury J., Wall E.J., Hewlett T.E. (2009): Youth versus adult weightlifting injuries presenting to United States emergency rooms: accidental versus nonaccidental injury mechanisms. *J. Strength Cond. Res.* 23: 2054–2060.
- Nicholl J.P., Coleman P., Williams B.T. (1995): The epidemiology of sports and exercise related injury in the United Kingdom. *Br. J. Sports Med.* 29: 232–238.
- Nimphius S., McGuigan M.R., Newton R.U. (2010): Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *J. Strength Cond. Res.* 24: 885–895.
- Raske A., Norlin R. (2002): Injury incidence and prevalence among elite weight and power lifters. *Am. J. Sports Med.* 30: 248–256.
- Reynolds J.M., Gordon T.J., Robergs R.A. (2006): Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *J. Strength Cond. Res.* 20: 584–592.
- Schmidtbleicher, D. (2003): Motorische Eigenschaft Kraft: Struktur, Komponenten, Anpassungserscheinungen, Trainingsmethoden und Periodisierung. In: Rudern – erfahren, erkennen, erforschen, Fritsch W. (Hrsg.), Wirth-Verlag, Giessen, S. 15–40.
- Sleivert G., Taingahue M. (2004): The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 91: 46–52.
- Stolen T., Chamari K., Castagna C., Wisloff U. (2005): Physiology of soccer – an update. *Sports Med.* 35: 501–536.
- Wirth K. (2007): Trainingshäufigkeit beim Hypertrophietraining. Sportverlag Strauss, Köln.
- Wirth K., Zawieja M. (2008): Erfahrungen aus dem Gewichtheben für das leistungssportliche Krafttraining – Teil 1. *Leistungssport* 38: 10–13.
- Wisloff U., Castagna C., Helgerud J., Jones R., Hoff J. (2004): Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br. J. Sports Med.* 38: 285–288.
- Young W., Benton D., Duthie G., Pryor J. (2001): Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. *Strength Cond. J.* 23: 7–13.
- Zawieja M. (2008): Leistungsreserve Langhanteltraining. Phillipka-Verlag, Münster.