

Keiner M., Sander A., Wirth K., Schmidbleicher D.

Institut für Sportwissenschaften, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt

Ergänzendes Krafttraining im Nachwuchsleistungssport

Entwicklung des schnellen und langsamen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus

Zusammenfassung

Kraft und Schnellkraftleistungen stellen, neben anderen konditionellen Anforderungen, bzw. technischen, taktischen und psychischen Anforderungen in vielen Mannschaftssportarten einen leistungsdeterminierenden Faktor dar. Die Maximalkraft wird dabei als die höchste Kraft verstanden, die das neuromuskuläre System bei einer maximalen willkürlichen Kontraktion erzeugen kann. Eine hohe Maximalkraft stellt in vielen Sportarten eine Basis für ein hohes Leistungsniveau dar. Die Schnellkraft stellt die Fähigkeit des neuromuskulären Systems dar, einen möglichst grossen Impuls (Kraftstoss) innerhalb einer verfügbaren Zeit zu entfalten (Schmidbleicher, 2003). Um einen Leistungsvorteil zu erhalten, ist eine Ausprägung der Kraft und Schnellkraftleistungen sinnvoll. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Leistungsfähigkeit im Squat-, Counter-Movement- und Drop-Jump aus unterschiedlichen Höhen von 160 jugendlichen Fussballern mit und ohne ergänzendem Krafttraining vor und nach der Trainingsphase erfasst. Die Fussballer waren zwischen 14 und 18 Jahren alt. Das Krafttraining wurde zweimal wöchentlich zusätzlich zum regulären Fussballtraining während 1 Jahr absolviert. Im Vergleich schnitt die Krafttrainingsgruppe im Squat Jump signifikant besser ab (unter 19 Jahren [U19]: $18.9 \pm 12.0\%$, U17: $16.7 \pm 13.0\%$, U15: $17.4 \pm 11.4\%$) als die Gruppe, die kein Krafttraining absolvierte (U19: $2.1 \pm 12.5\%$, U17: $4.3 \pm 12.1\%$, U15 $7.4 \pm 11.0\%$). Ähnliche Steigerungsraten wurden beim Counter-Movement-Jump (U19: $10.8 \pm 10.7\%$ vs. $1.9 \pm 9.1\%$, U17: $13.6 \pm 12.3\%$ vs. $3.6 \pm 9.4\%$, U15: $10.0 \pm 9.2\%$ vs. $7.8 \pm 11.8\%$) ermittelt. Auch in den Drop Jumps ergaben sich ähnliche prozentuale Steigerungen. Die Ergebnisse nach einer einjährigen Krafttrainingsintervention zeigen, dass ein Leistungsvorteil in einigen von der Schnellkraft abhängigen Parametern zu erzielen ist. Eine langfristige, periodisierte Krafttrainingsintervention ab einem Alter von 9 Jahren bis in den Seniorenbereich lassen noch weitere potenzielle Leistungssteigerungen in Schnellkraftparametern vermuten.

Abstract

Strength and power are next to the other conditional requirements, as well as the technical, tactical, psychological requirements, a limiting factor in team sports. Therefore, it makes sense to also train strength. The maximal strength is understood as the maximal force the neuromuscular system can produce during a maximal voluntary contraction. A high maximal power is in many sports a basis for a high level of performance. The explosive strength is the ability of the neuromuscular system to develop a maximum impulse within a given time (Schmidbleicher, 2003). The performance of 160 young elite soccer players with and without additional strength training was analysed in the Squat-, the Counter Movement- and the Drop-Jump from different heights. The soccer players were 14 to 18 years old. They were divided into two groups. One group performed an additional periodized strength training program besides the regular soccer training for about 1 year. The other group only performed their regular soccer training. The strength training group improved in the squat jump significantly more (under 19 years old [U19]: $18.9 \pm 12.0\%$, U17: $16.7 \pm 13.0\%$, U15: $17.4 \pm 11.4\%$) than the group, who did not perform an additional strength training (U19: $2.1 \pm 12.5\%$, U17: $4.3 \pm 12.1\%$, U15 $7.4 \pm 11.0\%$). Similar improvements were found in the counter movement (U19: $10.8 \pm 10.7\%$ vs. $1.9 \pm 9.1\%$, U17: $13.6 \pm 12.3\%$ vs. $3.6 \pm 9.4\%$, U15: $10.0 \pm 9.2\%$ vs. $7.8 \pm 11.8\%$) and drop jump. The data show that an additional strength training in team sports generates better performances in strength and power tests. A periodised strength training starting at an age of 9 can further increase strength and power performance.

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 60 (1), 8–13, 2012

Einleitung

Das Anforderungsprofil an einen Teamsportler ist sehr komplex. Neben technischen und taktischen Aufgaben, muss er ebenfalls konditionelle Leistungen abrufen, um technische und taktische Aufgaben meistern zu können. Aber auch bei den konditionellen Anforderungen ergibt sich in vielen Teamsportarten ein komplexes Anforderungsprofil. Innerhalb eines Spiels z.B. läuft ein Fussballer 10–12 km. Stolen et al. (2005, S. 503) geben an, dass in einem Fussballspiel 1000 bis 1400 schnellkräftige Aktionen, wie Sprints, Sprünge, Richtungswechsel oder Schüsse stattfinden. Der prozentuale Anteil der schnellkräftigen Aktionen im Vergleich zur Laufleistung scheint zwar untergeordnet zu sein, dennoch sind

es gerade diese schnellkräftigen Aktionen, die ein Fussballspiel, über Tor oder Torverhinderung oder gewonnene und verlorene Zweikämpfe entscheiden können (Reilly, 2007; Verheijen, 1998). Daher ist es sinnvoll, auch diese Faktoren auszubilden, um einen Leistungsvorteil gegenüber anderen Sportlern zu erhalten. In der Literatur finden sich hohe Zusammenhänge zwischen den dynamischen Maximalkraft- und Sprungleistungen (Wisloff et al., 2004), sowie zwischen gesteigerten Kraft- und Sprungleistungen (Tricoli et al., 2005; Wirth et al., 2011). Ein periodisiertes Krafttraining mit dem Ziel der Maximalkraftsteigerung sollte daher eingesetzt werden, um die Leistungen in schnellkräftigen Aktionen zu steigern.

Im Rahmen der Klassifizierung der Kraftfähigkeiten findet in der Literatur häufig eine Einteilung in statisches und dynamisches

Kraftverhalten bzw. in die unterschiedlichen muskulären Arbeitsweisen (Hollmann & Hettinger, 2000; Pääsuke et al., 2001) statt. Betrachtet man sich jedoch das Anforderungsprofil, so ist die am häufigsten vorzufindende Art der muskulären Arbeitsweise eine Kombination aus exzentrischer und konzentrischer Arbeitsweise, die direkt aufeinander folgen. Die Kombination beider muskulären Arbeitsweisen wird Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) oder auch reaktives Kraftverhalten genannt. Die Besonderheit der Arbeit im DVZ liegt in einer Leistungspotenzierung in der konzentrischen Phase der Bewegung mit einer Speicherung von Energie in den sehnellen Elementen eines Muskels und der Verstärkung der muskulären Aktivierung über den in der exzentrischen Phase der Bewegung ausgelösten monosynaptischen Dehnungsreflex (Frick, 1993). Das Ausmass dieses leistungspotenzierenden Effekts wird jedoch stark von der muskulären Aktivität in der exzentrischen Phase (Komi, 1983) und der Bewegungsgeschwindigkeit in der Umkehrphase der Bewegung (Komi, 2003) beeinflusst. Dies führt dazu, dass zum Teil zwischen einem schnellen (z.B. Sprint, Drop Jump) und einem langsamen DVZ (z.B. Counter-Movement Jump) unterschieden wird (Schmidtbleicher, 2003). Die neuromuskuläre Arbeit im DVZ stellt also auch im Fussball einen leistungsdeterminierenden Faktor dar, den es auszuprägen gilt, um einen Leistungsvorteil zu besitzen.

Diese Untersuchung befasste sich mit der Frage, welchen Einfluss ein ergänzendes Krafttraining auf die Entwicklung der Leistungen im schnellen und langsamen DVZ bei Nachwuchsfussballern hat.

Material und Methoden

Die institutionelle Ethikkommission des Instituts für Sportwissenschaften, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt, Deutschland, erteilte die ethische Genehmigung für diese Untersuchung. Die Probanden und deren Eltern (bei unter 18-Jährigen) wurden über den Inhalt der Untersuchung informiert und stimmten der Studie schriftlich zu.

An der Untersuchung nahmen 160 jugendliche Fussballer (A-, B- und C-Jugend) aus dem Trainingszentrum zweier Profi-Vereine teil. Die Probanden der A-Jugend waren unter 19 Jahre alt, die der B-Jugend unter 17 Jahre und die der C-Jugend unter 15 Jahre. Diese wurden in zwei Gruppen unterteilt. Die eine Gruppe (FKT) bestand aus Spielern, die ein einjähriges Krafttraining durchführten. Das Krafttraining wurde neben vier Fussballtrainingseinheiten zweimal wöchentlich durchgeführt. Dabei wurden die Übungen parallele Nackenkniebeuge und Frontkniebeuge jeweils einmal wöchentlich absolviert. Zusätzlich führten die Spieler unter anderem die Übungen Bankdrücken, Kreuzheben, Rudern vorgebeugt oder Nackendrücken, sowie Übungen für die Rumpfmuskulatur durch. Das Krafttraining der Kniebeuge wurde so periodisiert, dass sich nach einem vierwöchigen Techniktraining ein Hypertrophieblock (5 Serien à 10 Wiederholungen [Wdh], mind. 3 min) von 8 Wochen anschloss. Danach wurde ein weiterer Hypertrophieblock (5 Serien à 6 Wdh, mind. 3 min Pause) von 4 Wochen durchgeführt. Es folgte ein vierwöchiges intramuskuläres Krafttraining als Trainingsblock (5 Serien à 4 Wdh bei 5 min Pause). Das Gewicht in der Kniebeuge wurde so gewählt, dass die vorgegebene Wiederholungszahl pro Serie immer technisch sauber ausgeführt werden konnte. Das Gewicht in den jeweiligen Übungen wurde immer dann gesteigert, wenn die Probanden zwei Trainingseinheiten mit den vorgegebenen Belastungen korrekt ausführen konnten. Das Training der Rumpfmuskulatur und der oberen Extremitäten wurde immer in Form eines Hypertrophietrainings (3–5 Serien à 10 Wdh, 3 min Pause) durchgeführt. Hierbei mussten die Spieler neben der Kniebeugevariante drei Übungen für den Oberkörper und eine Übung für die Rumpfmuskulatur durchführen. Dieser Periodisierungszyklus wurde innerhalb eines Jahres zweimal durchgeführt. Die andere Gruppe (F) absolvierte ausschliesslich drei bis vier Fussballtrainingseinheiten pro Woche.

Der Eingangstest (T1) erfolgte Anfang Juli, der Ausgangstest (T2) erfolgte Ende Mai des folgenden Jahres. Folgende Tests wur-

den in der dargestellten Reihenfolge nach einem standardisierten 10 min Aufwärmprogramm durchgeführt:

- Squat Jump (SJ, Test-Retest-Korrelation $r = 0.87$ [$p < 0.01$]): Vertikalsprung aus der Hockstellung – ruhende Ausgangsposition bei etwa 90° Kniewinkel. Die Hände waren während des gesamten Sprunges in der Hüfte fixiert.
- Counter-Movement Jump (CMJ, Test-Retest-Korrelation $r = 0.94$ [$p < 0.01$]): Vertikalsprung mit eingeleiteter Gegenbewegung bis zu einem Kniegelenkwinkel von etwa 90° . Die Hände waren ebenfalls während des gesamten Sprungs in der Hüfte fixiert.
- Drop Jump (DJ, Test-Retest-Korrelationen $r = 0.85 - 0.88$ [$p < 0.01$]): Sie wurden von Kästen verschiedener Höhe (16 cm [DJ16], 24 cm [DJ24], 32 cm [DJ32], 40 cm [DJ40], 48 cm [DJ48]) ausgeführt. Mit Vorschwingen eines Beins löste sich der Sportler vom Kasten und sprang nach kurzem Bodenkontakt maximal hoch. Die Berechnung des Leistungsindex (LI) erfolgte über die Formel: $LI = \text{Sprunghöhe (SH)} / \text{Kontaktzeit (KZ)} \times 100$ (Frick, 1993).

Bei jeder Sprungform wurden drei Vorversuche, dann fünf Wertungssprünge durchgeführt. Für die Ermittlung der SH und der KZ kam ein Messsystem mit Kontaktmatten, welches auf der Funktionsweise eines Schalters beruht, zum Einsatz (Firma Refitronic, Schmitten, Deutschland).

Die Daten wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung überprüft und es ergab sich für keinen Parameter ein signifikantes Ergebnis, womit von einer Normalverteilung der Daten ausgegangen werden kann. Ein gegebenenfalls bestehender Unterschied in der Leistungsfähigkeit zwischen den beiden Gruppen zu Beginn der Studie wurde mittels Varianzanalyse kontrolliert und wird in den Resultaten entsprechend erwähnt. Für die Analyse der Leistungsentwicklung innerhalb einer Gruppe und die paarweisen Vergleiche zwischen zwei Gruppen wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Im Anschluss wurden die Effektstärken nach der Variablen berechnet [$d = (M1 - M2) / \sqrt{\{(SD1 * SD1 + SD2 * SD2) / 2\}}$]. Allgemein werden Effektstärken > 0.50 als gross interpretiert. Effektstärken von $0.50 - 0.30$ werden als moderat und Effektstärken von $0.30 - 0.10$ werden als klein bzw. < 0.10 als trivial bezeichnet (Bortz & Döring, 2006). Die Daten werden als Mittelwerte \pm Standardabweichungen präsentiert.

Resultate

Die anthropometrischen Daten können der Tabelle 1 entnommen werden. Die Effektstärken der Unterschiede im Körpergewicht in T1 lagen für die B-Jugend bei $d = 0.2$ und für die C-Jugend bei $d = 0.4$, sowie die Unterschiede der B-Jugend in der Körpergrösse in der Eingangsmessung bei $d = 0.4$. Die Effektstärken der Veränderungen des Gewichts der C-Jugend lagen bei $d = 0.9$ und der Grösse bei $d = 0.6$. Die Veränderungen innerhalb einer Gruppe zwischen den Testzeitpunkten waren bei allen Variablen höchst signifikant (Tab. 1).

Die Tabelle 2 zeigt die Veränderungen der Tests des langsamen DVZs. Die Veränderungen innerhalb einer Gruppe zwischen den Testzeitpunkten waren bei SJ und CMJ der FKT bei allen Altersstufen hoch signifikant, hingegen bei F nur die der Altersstufe C-Jugend. In den Altersstufen A- und B-Jugend wurde das Signifikanzniveau verpasst. Die errechneten Effektstärken für die statistisch signifikanten Variablen SJ und CMJ sind $0.6 < d > 1.0$.

Die Tabelle 3 zeigt die Veränderungen der Tests des schnellen DVZs. Die Effektstärken für die Unterschiede der B-Jugend in T1 lagen für den DJ 24 und DJ 32 bei $d = 0.4$ und für den DJ 40 bei $d = 0.5$. Die Veränderungen innerhalb einer Gruppe zwischen den Testzeitpunkten waren bei allen Höhen des DJ der FKT bei C- und B-Jugend hoch signifikant. Nur die A-Jugend der FKT verfehlte ein signifikantes Niveau im DJ 40, nur knapp im DJ 32 und erreichte ein signifikantes Niveau im DJ 24. Bei F erreichte nur die C-Jugend signifikante Veränderungen zwischen den Testzeitpunkten (DJ 24, DJ 32 und DJ 40), die A- und B-Jugend der F verfehlten aus allen Höhen die signifikante Überzufälligkeit im DJ. Die Effektstärken

Alter	Gruppe	T1 Gewicht (kg)	Δ (%)	T2 Gewicht (kg)	T1 Grösse (cm)	Δ (%)	T2 Grösse (cm)
A-Jugend	FKT (n=17)	69.4 \pm 5.7	3.7 \pm 2.3	72.0 \pm 5.8	176.5 \pm 6.0	0.4 \pm 0.5	177.1 \pm 6.2
	F (n= 15)	70.9 \pm 7.0	4.6 \pm 2.8	73.5 \pm 7.6	175.6 \pm 6.1	0.4 \pm 1.1	176.1 \pm 6.5
B-Jugend	FKT (n=32)	68.8 \pm 6.9#	5.3 \pm 3.8	72.4 \pm 7.4	177.5 \pm 6.5*	1.2 \pm 0.9	179.4 \pm 6.3
	F (n= 29)	66.5 \pm 7.5#	6.9 \pm 6.6	67.8 \pm 5.8	173.8 \pm 6.4*	1.6 \pm 1.3	176.5 \pm 6.1
C-Jugend	FKT (n=37)	56.6 \pm 10.5#	7.0 \pm 5.1***	60.3 \pm 10.4	166.7 \pm 8.5	2.2 \pm 1.3***	170.3 \pm 8.3
	F (n= 30)	50.8 \pm 8.5#	13.4 \pm 5.4***	57.5 \pm 9.3	162.9 \pm 8.6	3.4 \pm 1.5***	168.4 \pm 8.3

Gruppenunterschiede der Veränderungen: *** $p \leq 0.001$; ** $p \leq 0.005$; * $p \leq 0.05$; Gruppenunterschiede in T1: # $p < 0.05$

Tabelle 1: Mittelwerte der Altersklassen bei Test 1 (T1) und 2 (T2), sowie die prozentualen Veränderungen in Körpergrösse und -gewicht; FKT: Gruppe mit Krafttraining; F: Gruppe ohne zusätzliches Krafttraining

Alter		T1 SJ (cm)	Δ (%)	T2 SJ (cm)	T1 CMJ (cm)	Δ (%)	T2 CMJ (cm)
A-Jugend	FKT (n=17)	33.5 \pm 3.0	18.9 \pm 12.0***	39.7 \pm 4.3	38.0 \pm 3.3	10.8 \pm 10.7*	41.9 \pm 3.7
	F (n= 15)	33.6 \pm 5.4	2.1 \pm 12.5***	33.9 \pm 4.2	35.4 \pm 5.2	1.9 \pm 9.1*	35.9 \pm 4.7
B-Jugend	FKT (n=32)	32.8 \pm 4.0	16.7 \pm 13.0***	38.0 \pm 4.3	35.7 \pm 4.3	13.6 \pm 12.3***	40.2 \pm 4.5
	F (n= 29)	33.9 \pm 3.9	4.3 \pm 12.1***	35.1 \pm 3.7	36.5 \pm 3.3	3.6 \pm 9.4***	37.6 \pm 2.9
C-Jugend	FKT (n=37)	29.1 \pm 4.0	17.4 \pm 11.4***	34.0 \pm 4.0	32.5 \pm 4.5	10.0 \pm 9.2	35.5 \pm 4.2
	F (n= 30)	30.1 \pm 3.3	7.4 \pm 11.0***	32.2 \pm 4.0	32.6 \pm 4.6	7.8 \pm 11.8	35.0 \pm 5.0

Gruppenunterschiede: *** $p \leq 0.001$; ** $p \leq 0.005$; * $p \leq 0.05$

Tabelle 2: Mittelwerte der Altersklassen bei Test 1 (T1) und 2 (T2), sowie die prozentualen Veränderungen im Squat Jump (SJ), Counter-Movement-Jump (CMJ); FKT: Gruppe mit Krafttraining; F: Gruppe ohne zusätzliches Krafttraining

Alter	Gruppe	T1 DJ 24 (LI)	Δ (%)	T2 DJ 24 (LI)	T1 DJ 32 (LI)	Δ (%)	T2 DJ 32 (LI)	DJ 40 (LI)	Δ (%)	T2 DJ 40 (LI)
A-Jugend	FKT (n=17)	189 \pm 25	16.3 \pm 20.1*	217 \pm 31	198 \pm 36	12.2 \pm 20.4	217 \pm 27	197 \pm 37	8.7 \pm 20.5	209 \pm 33
	F (n= 15)	183 \pm 44	0.2 \pm 15.5*	178 \pm 29	187 \pm 32	0.5 \pm 15.1	183 \pm 28	184 \pm 35	1.4 \pm 18.6	182 \pm 31
B-Jugend	FKT (n=32)	166 \pm 35#	19.0 \pm 25.7	191 \pm 38	169 \pm 29*	16.7 \pm 15.5*	216 \pm 32	160 \pm 32**	16.8 \pm 22.2	183 \pm 32
	F (n= 29)	184 \pm 29#	6.2 \pm 17.3	195 \pm 38	186 \pm 36*	8.0 \pm 19.6*	198 \pm 35	186 \pm 37**	7.4 \pm 20.0	197 \pm 37
C-Jugend	FKT (n=37)	153 \pm 32	24.1 \pm 24.1	186 \pm 38	148 \pm 35	25.5 \pm 23.6	183 \pm 36	146 \pm 30	28.7 \pm 23.0	177 \pm 38
	F (n= 30)	155 \pm 27	13.8 \pm 22.9	176 \pm 46	150 \pm 30	15.9 \pm 27.8	172 \pm 41	148 \pm 37	17.4 \pm 29.0	165 \pm 36

Gruppenunterschiede: *** $p \leq 0.001$; ** $p \leq 0.005$; * $p \leq 0.05$; Gruppenunterschiede in T1: ### $p \leq 0.001$; ## $p \leq 0.005$; # $p \leq 0.05$; LI = Leistungsindex

Tabelle 3: Mittelwerte der Altersklassen bei Test 1 (T1) und 2 (T2), sowie die prozentualen Veränderungen im Drop Jump (DJ) 24, DJ 32, DJ 40; FKT: Gruppe mit Krafttraining; F: Gruppe ohne zusätzliches Krafttraining

für die Unterschiede der B-Jugend in T1 liegen für den DJ 24 und DJ 32 bei $d = 0.4$ und für den DJ 40 bei $d = 0.5$. Die errechneten Effektstärken für die statistisch signifikanten Gruppenunterschiede liegen bei $d = 0.6$ im DJ 24 und bei $d = 0.3$ im DJ 32.

Die Tabelle 4 zeigt die Veränderungen verschiedener DJ. Die errechneten Effektstärken für die statistisch signifikanten Unterschiede der SH im DJ sind bei $0.5 < d > 1.0$.

Diskussion

Die Daten dieser Untersuchung zeigen im Gruppenvergleich der prozentualen Entwicklung der getesteten Variablen des schnellen und langsamen DVZ und der konzentrischen Kraftentfaltung eine überlegene Entwicklung der Fussballer, die ein ergänzendes Krafttraining durchführten.

Bei den Gruppenvergleichen der A- und B-Junioren findet sich eine deutliche Überlegenheit der FKT in den Parametern SJ und CMJ. Die Ergebnisse der C-Jugend zeigten im Parameter SJ im Gruppenvergleich eine statistisch signifikante Überzufälligkeit zugunsten der FKT, hingegen verfehlten die Ergebnisse die sta-

tistische Überzufälligkeit beim CMJ. Unter Betrachtung der anthropometrischen Daten fällt auf, dass es zu statistisch signifikanten Unterschieden in den Veränderungen der Körpergrösse und -gewicht zwischen den beiden Gruppen kam. So könnten die Veränderungen beim CMJ der F vorwiegend durch eine Zunahme der Muskellänge und aktiver Masse erklärt werden und folglich die Leistungssteigerungen der FKT durch das Training überlagern. Die Kraftsteigerungen der FKT der C-Jugend waren wohl ausreichend, um signifikante Unterschiede beim SJ im Vergleich zur F zu generieren, aber wohl zu gering, um signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in der komplexeren Aufgabe des CMJ zu generieren.

Betrachtet man die Daten des DJ, verbesserten sich die A- und B-Jugend im Gruppenvergleich bei DJ 24 bzw. DJ 32. Bei den Höhen der B-Jugend DJ 24 und DJ 40, sowie bei den Höhen der A-Jugend DJ 32 und DJ 40 wurde das Signifikanzniveau nur knapp verpasst. Bei der C-Jugend wurde kein Parameter des DJ bei allen Höhen im Gruppenvergleich signifikant. Möglich sind auch hier die signifikanten unterschiedlichen Veränderungen in Körpergrösse und -gewicht, bzw. die hohe Standardabweichung. Ferner können auch hier die Kraftsteigerungen der FKT der C-Jugend noch nicht aus-

Gruppe	A-Jugend		B-Jugend		C-Jugend	
	FKT (n=17)	F (n= 15)	FKT (n=32)	F (n= 29)	FKT (n=37)	F (n= 30)
DJ 24 SH (Δ %)	19.0 \pm 12.5***	-2.0 \pm 17.2***	19.2 \pm 21.1*	4.5 \pm 16.8*	17.7 \pm 19.1	10.6 \pm 21.8
DJ 24 KZ (Δ %)	4.3 \pm 11.8	-0.6 \pm 10.3	1.9 \pm 16.0	-0.6 \pm 11.1	-3.5 \pm 10.1	-1.8 \pm 13.2
DJ 32 SH (Δ %)	14.5 \pm 18.2**	-4.7 \pm 15.5**	17.3 \pm 16.7*	6.2 \pm 17.3*	18.6 \pm 16.8	12.5 \pm 22.0
DJ 32 KZ (Δ %)	1.3 \pm 10.4	-3.9 \pm 12.6	0.9 \pm 11.9	-3.7 \pm 19.8	-5.6 \pm 12.7	-2.7 \pm 10.5
DJ 40 SH (Δ %)	11.8 \pm 19.0	-0.2 \pm 15.5	18.6 \pm 19.9*	6.8 \pm 15.8*	22.1 \pm 15.8	16.6 \pm 24.8
DJ 40 KZ (Δ %)	4.4 \pm 14.2	0.5 \pm 11.5	3.1 \pm 13.4	0.3 \pm 12.1	-6.3 \pm 11.1	0.8 \pm 8.8

Gruppenunterschiede: *** $p \leq 0.001$; ** $p \leq 0.005$; * $p \leq 0.05$

Tabelle 4: Mittelwerte der Veränderungen von Test 1 nach Test 2 der Sprunghöhe (SH) und der Kontaktzeit (KZ) im Drop Jump (DJ) 24, DJ 30, DJ 40; FKT: Gruppe mit Krafttraining; F: Gruppe ohne zusätzliches Krafttraining

reichend gewesen sein, um im Vergleich der Gruppen signifikantes Niveau zu erreichen.

Unter genauer Betrachtung des DJ der A- und B-Jugend fällt vor allem in getrennter Betrachtung der LI ergebenden Parameter SH und KZ auf, dass die Sprunghöhen der FKT bei fast allen Höhen des DJ der F signifikant überlegen waren. Die Variable DJ SH 40 bei der A-Jugend verfehlte nur knapp das Signifikanzniveau. Die KZ der FKT verbesserten sich hingegen nicht signifikant. Die Intervention scheint sich vor allem auf die SH auszuwirken. Ein Erklärungsansatz der Datenlage ist eine verbesserte Fixierung durch ein höheres Kraftniveau der Knie- und Hüftgelenke, sowie des Oberkörpers, was die Leistungen in der konzentrischen Phase der DJ verbessert haben kann. Weiter ist eine Anpassung innerhalb der bindegewebigen Strukturen des tendomuskulären Systems durch das Krafttraining zu vermuten, die die Leistungen der SH im DJ verbesserte (Kubo et al., 2002, 2010). Neben den Anpassungen des tendomuskulären Systems kann auch eine Optimierung des monosynaptischen Dehnungsreflexes zu Leistungsverbesserungen der SH im DJ führen. Des Weiteren kommt auch eine verstärkte muskuläre Aktivität in der exzentrischen Phase (McBride et al., 2008) und der Bewegungsgeschwindigkeit in der Umkehrphase der Bewegung (Komi, 2003) als Erklärung in Frage.

Die in dieser Untersuchung erhobenen Daten stehen im Einklang mit anderen Untersuchungen (Chelly et al., 2009; Cortis et al., 2009, 2011; Lopez-Segovia, 2010; Meylan & Malatesta, 2009; Pääsuke et al., 2001). Der positive Einfluss eines Krafttrainings bei Fußballern auf die Leistungen in diversen Sprungkrafttests konnte in der Literatur ebenfalls gezeigt werden (Chelly et al., 2009; Kotzamanidis et al. 2005; Wong et al., 2010). So konnten Chelly und Mitarbeiter (2009, S. 2247) bereits nach einem 8-wöchigen Trainingsprogramm verbesserte Leistungen beim SJ bei jugendlichen Fußballern feststellen. Wong und Mitarbeiter (2010) konnten ebenfalls nach einem 8-wöchigen Krafttraining Verbesserungen der Leistungen beim CMJ messen. Ferner konnten nach einem 13-wöchigen Kraft- und Schnelligkeitstraining Verbesserungen bei jugendlichen Fußballern sowohl beim SJ als auch beim CMJ gemessen werden, nicht aber bei DJ (Kotzamanidis et al., 2005). Die wenigen in der Literatur zu findenden Daten zur Leistungsfähigkeit im DJ können hier nicht zu Vergleichszwecken herangezogen werden, da in diesen die Sprunghöhe als alleiniges Beurteilungskriterium herangezogen wurde. Da die Leistungsfähigkeit im schnellen DVZ jedoch nur unter Berücksichtigung von Sprunghöhe und Bodenkontaktzeit sinnvoll beurteilt werden kann, sind die Ergebnisse solcher Studien nur wenig aussagekräftig bzw. hilfreich.

Schlussfolgerungen

Ein ergänzendes Krafttraining bei Fußballspielern wirkt sich leistungspositiv auf den langsamen und schnellen DVZ aus. Ebenfalls wird die konzentrische Kraftentfaltung durch ein ergänzendes Krafttraining positiv beeinflusst. Die Untersuchung konnte weiter zeigen, dass Leistungsverbesserungen im schnellen DVZ vor al-

lem auf Verbesserungen der Sprunghöhen, ohne signifikante Verschlechterungen in der KZ zu provozieren, beruhen. Eine langfristige, periodisierte Krafttrainingsintervention ab einem Alter von 9 Jahren bis in den Seniorenbereich lassen noch weitere potenzielle Leistungssteigerungen in Schnellkraftparametern vermuten.

Korrespondenzadresse

Michael Keiner, Institut für Sportwissenschaften, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Abteilung Trainings- und Bewegungswissenschaften, Ginnheimer Landstraße 39, D-60487 Frankfurt / Main; Tel. 0049 1632784652, michaelkeiner@gmx.de

Literaturverzeichnis

- Bortz J., Döring N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Chelly S.M., Fathloun M., Cherif N., Ben Amar M., Tabka Z., Van Praagh E. (2009): Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performance in junior soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 23: 2241–2249.
- Cortis C., Tessitore A., Lupo C., Pesce C., Fossile E., Figura F., Capranica L. (2011): Inter-limb coordination, strength, jump and sprint performances following a youth mens basketball game. *J. Strength Cond. Res.* 25: 135–142.
- Cortis C., Tessitore A., Perroni F., Lupo C., Pesce C., Ammendolia A., Carpraica L. (2009): Interlimb coordination, strength, and power in soccer players across the lifespan. *J. Strength Cond. Res.* 23: 2458–2466.
- Frick U. (1993): Kraftausdauerverhalten im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. *Berichte und Materialien des Bundesinstitutes für Sportwissenschaften 13*, Sport & Buch Strauss, Köln.
- Hollmann W., Hettinger T. (2000): Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Schattauer Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- Komi P.V. (1983): Elastic potentiation of muscles and its influence on sports performance. In: *Biomechanik und sportliche Leistung*, Baumann W. (Hrsg.), Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, S. 59–70.
- Komi P.V. (2003): Stretch-shortening-cycle. In: *Strength and power in sport*, Komi P.V. (Hrsg.), Blackwell Science, Oxford, S. 184–202.
- Kotzamanidis C., Chatzopoulos D., Michailidis C., Papaikovou G., Patikas D. (2005): The effects of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 19: 369–375.
- Kubo K., Ikebukuro T., Yata H., Tsunoda N., Kanehisa H. (2010): Time course of changes in muscle and tendon properties during strength training and detraining. *J. Strength Cond. Res.* 24: 322–331.
- Kubo K., Kanehisa H., Fukunaga T. (2002): Effects of resistance and stretching training programmes on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J. Physiol.* 538: 219–226.
- Lopez-Segovia M., Palao André J.M., González Lez-Badillo J.J. (2010): Effects of 4 months of training on aerobic power, strength, and acceleration in two under-19 soccer teams. *J. Strength Cond. Res.* 24: 2705–2714.
- McBride J.M., McCaulley O.G., Cormie P. (2008): Influence of reactivity and eccentric muscle activity on concentric performance during vertical jumping. *J. Strength Cond. Res.* 22: 750–757.

- Meylan C., Malatesa D. (2009): Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *J. Strength Cond. Res.* 23: 2605–2613.
- Pääsuke M., Ereline J., Gapeyeva H. (2001): Knee extensor muscle strength and vertical performance characteristics in pre- and post-pubertal boys. *Ped. Exerc. Sci.* 13: 60–69.
- Reilly T. (2007): *Science of Training – Soccer*. Routledge, London.
- 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.
- Stolen T., Chamari K., Castagna C., Wisloff U. (2005): Physiology of soccer – an update. *J. Sports Med.* 35: 501–536.
- Tricoli V., Lamas L., Carnevale R., Ugrinowitsch C. (2005): Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *J. Strength Cond. Res.* 19: 433–437.
- Verheijen R. (1998): *Conditioning for soccer*. Redswain, Leeuwarden.
- Wirth K., Bob A., Müller S., Schmidtbleicher D. (2011): Vergleich unterschiedlicher Belastungsintensitäten zur Steigerung der Schnellkraft. *Leistungssport* 41:36–42.
- Wisloff U., Castagna C., Helegerud 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. Sport Med.* 38:285–288.
- Wong P.L., Chaouachi A., Chamari K., Dellal A., Wisloff U. (2010): Effects of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *J. Strength Cond. Res.* 24:653–660.