

Hochreaktives Training bei jugendlichen Fußballspielern

Fast Response Training in Youth Soccer Players

Autoren

T. Bartels¹, S. Proeger¹, D. Meyer², J. Rabe², K. Brehme¹, M. Pyschik¹, K. S. Delank³, G. Fieseler⁴, S. Schulze³, R. Schwesig³

Institute

Die Institutsangaben sind am Ende des Beitrags gelistet.

Schlüsselwörter

- Fußball
- hochreaktives Training
- SpeedCourt
- Schnelligkeit
- Schnellkraft

Key words

- soccer
- fast respons training
- speedcourt
- speed
- speed strength

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-110250>
Sportverl Sportschad 2016; 30: 143–148 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York · ISSN 0932-0555

Korrespondenzadresse

apl. Prof. Dr. phil. René Schwesig
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Department für Orthopädie, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
06120 Halle/Saale
rene.schwesig@uk-halle.de

Zusammenfassung

Hintergrund: Knie- und Sprunggelenksverletzungen stellen im Fußball nach wie vor ein ernstes Problem dar. Trotz einer Vielzahl von Präventionsprogrammen kommt es zu keiner signifikanten Reduktion der Anzahl von schweren Knieverletzungen. Infolgedessen sind die zugrunde liegenden Strategien in Diagnostik und Training zu überdenken.

Fragestellung: Ziel der Trainingsstudie war es, einen völlig neuen Interventionsansatz (hochreaktives Training auf dem SpeedCourt) anhand einer Stichprobe jugendlicher, professioneller Fußballer hinsichtlich seiner Wirksamkeit zu prüfen.

Methodik: 24 A-Jugend Spieler (Alter: $18,0 \pm 0,7$ Jahre) einer Fußballregionalligamannschaft absolvierten während der Saison in einem Zeitraum von sieben Wochen sieben Trainingseinheiten (TE) auf dem SpeedCourt. Die TE enthielten Life-kinetische-Elemente (Belastungsdauer: 15–30s; Pause: 2 min) und waren in eine Erwärmung (15 min) und das hochreaktive Training auf dem SpeedCourt (30 min) strukturiert. Vor und nach dem Trainingsprogramm erfolgte die Testung der Spieler auf dem SpeedCourt (Tests: Counter Movement Jump [CMJ], Shuttle run, Tapping, 10-Sekunden-Lauf).

Ergebnisse: Die einfaktorielle, univariate Varianzanalyse ergab in allen Testparametern signifikante ($\eta^2 > 0,10$) Verbesserungen der Spieler. Diese bewegten sich in einer Range von $\eta^2 = 0,106$ (Bodenkontaktzeit rechts) und $\eta^2 = 0,730$ (Reaktionszeit rechts). Zwischen den Tests und Parametern fanden sich keine relevanten ($r > 0,5$) Korrelationen. Die Anzahl verletzungsinduzierender Unfälle für die untere Extremität reduzierte sich in definierten Zeiträumen um ca. 50%.

Schlussfolgerung: Die Testergebnisse zeigen, dass ein hochreaktives Training auf dem SpeedCourt die Schnelligkeits- und Schnellkraftleistungen von Fußballspielern deutlich verbessert. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der sehr geringen Reizdichte (1 TE/Woche) bemerkenswert.

Abstract

Background: Injuries of the knee and ankle joint are a serious ongoing problem in soccer. Although there is a variety of prevention programmes, a significant reduction of severe knee injuries has not been observed. Therefore, current strategies for diagnostics and training need to be re-evaluated.

Objective: Our study aimed to test a totally new intervention strategy (fast response training on the SpeedCourt). The efficiency of this method was evaluated with youth soccer athletes.

Materials and methods: 24 young male class A athletes (mean age $18,0 \pm 0,7$ years) of a local soccer team underwent SpeedCourt training for 7 weeks (1 training session per week = TS) during the regular season of competition. TS contained life-kinetic elements (time of exercise: 15–30 seconds, break: 2 minutes) and included a warm-up phase (15 minutes) and fast response training on the SpeedCourt (30 minutes). The players were tested on the SpeedCourt with different tests (Counter Movement Jump [CMJ], shuttle run, tapping, 10-second sprint) before and after the training programme.

Results: The univariate single-factor analysis of variance showed significant improvements in all test parameters ($\eta^2 > 0,10$). The range varied between $\eta^2 = 0,106$ (time of ground contact right leg) and $\eta^2 = 0,730$ (reaction time right leg). We did not find any relevant correlations between the tests and parameters. The number of injury-related accidents involving the lower extremities was reduced by about 50% during defined periods of time.

Conclusion: Our data revealed that training with fast responses at the SpeedCourt system clearly improved speed and speed strength performance of young soccer athletes, which is remarkable given the low intensity of influences (one TS per week). The increase in performance was accompanied by a significant reduction of the injury rate.

Die beobachtete Leistungssteigerung korrespondierte überdies mit einem deutlichen Rückgang der Verletzungsrate.

Einleitung

Der Einfluss plyometrischer Trainingsreize auf die Leistungsfähigkeit von Spisportlern steht derzeit im Mittelpunkt einer Vielzahl von Studien [1–7]. Dies, obwohl bislang gänzlich ungeklärt ist, welche Bedeutung und Varianzaufklärung derartige (und andere) Trainingsinhalte überhaupt für die Spielwirksamkeit besitzen bzw. leisten [8, 9]. Hierbei gilt das besondere Interesse der Verbesserung schnellkräftiger Bewegungen (z. B. Sprints, Antritte, Abstoppbewegungen, Richtungswechsel, Sprünge) wie sie für Spisportarten (z. B. Fußball) charakteristisch sind. Milanovic et al. [6] konnten anhand jugendlicher Fußballspieler (U19) zeigen, dass insbesondere die kurzen Antrittsleistungen (5 m, 10 m) von einem gezielten 12-wöchigen Schnelligkeits- und Wendigkeitstraining profitieren. Rubley et al. [4] berichteten über eine Steigerung der Sprungleistung und der maximalen Schussweite bei einem begleitenden plyometrischen Trainingsprogramm über 14 Wochen bei jugendlichen Fußballspielerinnen. Granacher et al. [10] konnten bei einem 8-wöchigen Training (verschiedene Sprungserien) zeigen, dass die Sprungleistung insbesondere bei Verwendung von harten Untergründen im Vergleich zu Weichbodenmatten profitiert. Bezüglich der unterschiedlichen Sprungvarianten (Counter-Movement-Jump vs. Drop-Jump) konnten Thomas et al. [3] vergleichbare Leistungszuwächse bei Jugendspielern ermitteln. Alentorn-Geli et al. [11] verweisen in diesem Zusammenhang auf den wichtigen Aspekt der Überführung konditioneller Komponenten in komplexe, sportartspezifische Bewegungen (Ansteuerungsaspekt) wie z. B. bei Cutting-Manövern [12]. Überdies ist hinlänglich bekannt und wissenschaftlich erwiesen, dass ein hohes Niveau bezüglich Koordinations- und Schnelligkeitsfertigkeiten wesentlich zur Verletzungsprophylaxe beiträgt [13–15]. Für die Gestaltung derartiger Bewegungsprogramme werden hierfür zunehmend Feed-Forward-Mechanismen und unvorhersehbare Ereignisse genutzt. Hierbei wird eine Trainingsstrategie favorisiert, die gezielt Lande-, Abstopp- und Umkehrbewegungen adressiert. Damit verbunden ist die Möglichkeit, verletzungssträchtige Bewegungsmuster zunächst isoliert zu korrigieren und im Anschluss in komplexe Bewegungsabläufe einzubinden [16, 17].

Da Verletzungen ohne Gegnereinwirkungen im Latenzbereich von unter 50 ms auftreten, scheinen Übungen und Trainingskonzepte (z. B. SpeedCourt) mit niedrigen Reaktionszeiten (unter 200 ms) in der Prävention und Rehabilitation u. U. besser geeignet zu sein, als bisherige sensomotorische Trainingsprogramme [18].

Möglicherweise können die Diagnostik und das Training auf dem SpeedCourt dazu beitragen, die individuelle Reaktion auf Störgrößen zu verbessern und valide Aussagen zu treffen, ob ein Spieler wieder in der Lage ist, unzureichend antizipierbare Situationen verletzungsfrei zu bewältigen.

Fragestellung

Ziel der Interventionsstudie war es, zu prüfen, ob ein hochreaktives Training auf dem SpeedCourt bei jugendlichen, professionellen Fußballspielern zu einer Verbesserung von Schnelligkeits- und Schnellkraftleistungen führt und darüber hinaus die Verletzungsanfälligkeit (untere Extremität) senkt.

Untersuchungsdesign

Untersuchungsstichprobe

An der Untersuchung nahm das A-Jugend Fußballteam (Regionalliga; n = 24) des Halleschen FC teil (☉ **Tab. 1**).

Die Trainingsinhalte während der Wettkampfperiode stellten sich wie folgt dar:

Montag:	90 min Regenerationstraining (45 min Auslaufen/ Ausrollen Black Roll & 45 min Krafttraining für Oberkörper)/ Spielersatztraining (45 min fußballspezifische Belastung & 45 min Krafttraining für Oberkörper)
Dienstag:	Vormittags: SpeedCourt Training oder fußballspezifisches Training (90 min) Nachmittags: 30 min Rumpfstabilisation, 60 min fußballspezifisches mit hohem anaeroben Anteil
Mittwoch:	Frei
Donnerstag:	Vormittags: 75 – 90 min fußballspezifisches Training mit Schwerpunkt Handlungsabläufe und Koordination Nachmittags: 30 min Stabilisation, 60 min Spielformen (11 vs. 11 o. ä.)
Freitag:	60 – 90 min Abschlusstraining: niedrige Belastung, Wiederholung von Abläufen oder Standards, gegnerspezifische Abläufe
Samstag:	Wettkampf – Junioren-Regionalliga Ost
Sonntag:	Frei

Untersuchungsablauf

Die Spieler (Alter: $18,0 \pm 0,7$ Jahre) absolvierten während der Hinserie der Saison 2015/2016 in einem Zeitraum von sieben Wochen jeweils eine Trainingseinheit (TE) pro Woche auf dem SpeedCourt (Globalspeed GmbH, Hemsbach, Deutschland). Vor und nach dem Trainingsprogramm erfolgte die Testung der Spieler auf dem SpeedCourt.

Schnelligkeits- und Sprungkraftdiagnostik auf dem SpeedCourt

Der SpeedCourt ist ein interaktives Trainings- und Sportgerät (☉ **Abb. 1**), welches bisher nur von wenigen Spitzenvereinen eingesetzt wird und dessen Evidenzbasierung noch aussteht.

Auf einer Fläche von $5,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$ befinden sich im Randbereich insgesamt acht mit Kontaktmatten bestückte taktile Sensorflächen ($0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$) und ein in vier Bereiche unterteiltes zentrales Sensorfeld (je $0,35 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$) (☉ **Abb. 1**). Über mehrere elektronische Module werden die Einzelsensoren überwacht und mit einander verknüpft. Jede Zustandsänderung (Belastung/Entlastung) eines Sensors wird dabei erfasst und zugleich der Zustand aller anderen Sensor ebenfalls ermittelt. Die verbauten Sensoren lösen bei einer Kraft von ca. 80 N (Schwellenwert) aus. Während der Diagnostik

Tab. 1 Charakterisierung der Untersuchungsstichprobe (n = 24).

	Alter [Jahre]	Größe [m]	Gewicht [kg]	BMI [kg/m ²]
Mittelwert	17,8	1,82	71,3	21,6
Standardabweichung	0,66	0,06	6,21	1,46
Minimum	16,8	1,73	60,8	18,8
Maximum	18,8	1,95	85,0	25,4

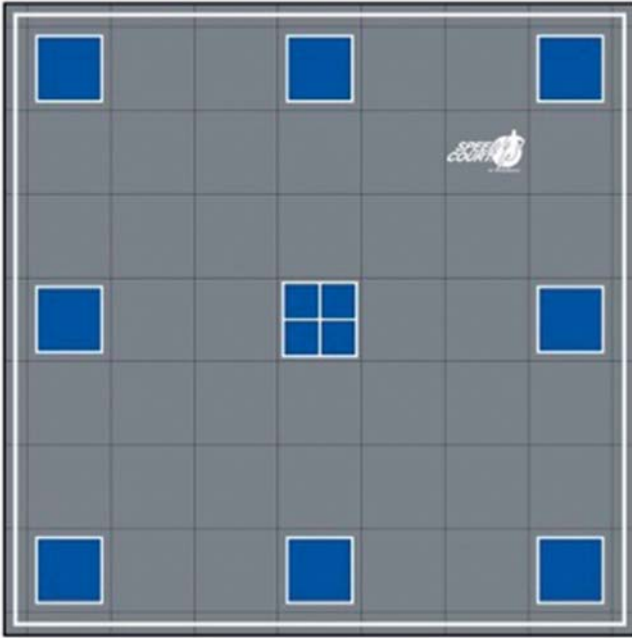


Abb. 1 SpeedCourt – schematische Darstellung (Skizze).

und des Trainings erhält der Sportler, über eine zugehörige PC-Software angesteuert, auf einem Großbildschirm (55 Zoll) Anweisungen zu den aktuellen Bewegungsaufgaben (Sprungserien, Tappings, Berührung von markierten Zielfeldern etc.).

Die Spieler führten folgende Tests in der angegebenen Reihenfolge aus (☛ Tab. 2):

Zum Zwecke der Standardisierung der Tests wurden die Tests individuell zur selben Tageszeit sowie in der gleichen Reihenfolge (☛ Tab. 2) durchgeführt. Darüber hinaus wurden alle Spieler mit dem gleichen Schuhwerk ausgestattet.

Training auf dem SpeedCourt

Die TE enthielten Life-kinetische-Elemente (Läufe mit Bällen, Zusatzaufgaben, Gegnereinfluss, Verwendung von Farben) (☛ Abb. 2a–c).

Die Belastungsdauer betrug 15–30 s pro Übung (Relation Belastung und Erholung 1:4). Die TE waren in eine Erwärmung (15 min) und das hochreaktive Training auf dem SpeedCourt (30 min) strukturiert. Somit umfasste eine TE eine Dauer von 45 min.

Auf dem SpeedCourt können explosive Beschleunigungen, positionsspezifische Richtungswechsel, intrakoordinative Fertigkeiten und kognitive Wahrnehmungsabläufe trainiert werden. Die Realisierung von sehr kurzen Reaktionszeiten ist das wesentliche Merkmal des SpeedCourt und stellt eine große prozessuale Anforderung an den Trainierenden dar. Hierbei wird der Trainierende mit fortwährend neuen und nur in geringem Maße antizipierbaren Situationen konfrontiert. Infolgedessen kommt es zu einer redundanten Speicherung von Perzeptionen in Form von Cues [19].

Insgesamt betrug der Trainingsumfang der Spieler in der Wettkampfperiode sieben TE zuzüglich des Spiels am Samstag. Die sieben TE verteilen sich auf vier Tage und lassen sich inhaltlich in zwei fußballunspezifische und fünf fußballspezifische TE differenzieren.

Statistische Auswertung

Für die statistische Datenanalyse wurde das Programm SPSS 22.0 für Windows verwendet. Deskriptiv wurden Minima, Maxima, Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet.

Die Mittelwertunterschiede wurden mittels einfaktorieller, univariater Allgemeiner Linearer Modelle (ALM) varianzanalytisch geprüft, wobei für die Haupteffekte die Parameter des Greenhouse-Geisser-Tests (p , η^2) angegeben werden.

Mittelwertdifferenzen wurden dann als signifikant interpretiert, wenn der p -Wert kleiner 0,05 oder das Partielle Eta-Quadrat (η^2) größer 0,10 waren, wobei dem Partiiellen Eta-Quadrat eine größere Bedeutung beizumessen ist, da es in wesentlich geringerem Maße von der Stichprobengröße abhängig ist.

Darüber hinaus wurde die Effektgröße d (Standardized Effect Size) nach Kazis et al. [20] berechnet. Die Bewertung der Effektgrößen in kleine ($d \geq 0,2$), mittlere ($d \geq 0,5$) und große ($d \geq 0,8$) Effekte basiert auf der Empfehlung von Cohen [21].

Die Korrelationen zwischen den Tests respektive Parametern wurden mittels bivariater Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson berechnet.

Ergebnisse



☛ Tab. 3 gibt einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der Spieler seitens der einzelnen Testparameter sowie über die Veränderungen im Längsschnitt.

In allen Testparametern ließen sich signifikante Verbesserungen beobachten. Die Leistungszuwächse bewegten sich in einer Range von $\eta^2=0,730$ (Reaktionszeit rechts) und $\eta^2=0,106$ (Bodenkontaktzeit rechts). Auf der Basis der Effektgröße d wies der Parameter „Shuttle-run“ mit $d=1,73$, aufgrund der geringeren Merkmalsstreuung (Variabilitätskoeffizient: 4,6 vs. 8,6%) zum MZP 1 im Vergleich zur Reaktionszeit rechts ($d=1,22$), die größte Veränderung auf. Drei mittleren Effekten (Bodenkontaktzeit rechts, Sprunghöhe beidbeinig, Sprunghöhe links) standen vier große Effekte (Reaktionszeit rechts und links, Shuttle-run, 10-Sekunden-Lauf) gegenüber.

Zwischen den Tests respektive Parametern fanden sich keine relevanten ($r>0,5$) Korrelationen. Gleiches gilt für Körpergewicht und Körpergröße, die nicht mit den Testleistungen assoziiert waren.

Vergleicht man die Zeiträume vier Monate vor Beginn des Trainings auf dem SpeedCourt und den Trainingszeitraum zuzüglich zwei Monate danach, so halbierte sich die Anzahl der Unfälle (32 vs. 16), die zu Verletzungen im Bereich der unteren Extremitäten führten. Hierbei wurden nur solche Unfälle/Verletzungen in die Statistik aufgenommen, die zu einer Abstinenz von Training respektive Wettkampf führten. Die initiale Identifikation der Verletzung erfolgte durch den Trainer, der den Spieler dann noch am gleichen Tag dem Teamarzt zuführte, welcher die Diagnostik und Klassifizierung der Verletzung vornahm.

Diskussion



Das Sportspiel Fußball stellt aufgrund seiner mannigfaltigen, komplexen Anforderungen (z. B. Technik, Taktik, Schnelligkeit, Kraft, Ausdauer, Koordination, Interaktion mit Mit- und Gegenspielern) sehr hohe Ansprüche an Leistungsdiagnostik [22, 23] und Training. Jedoch ist es bislang nicht gelungen, diese Komplexität aufzulösen. Die Parametrisierung der Spielwirksamkeit ist hierbei von elementarer Bedeutung für die inhaltliche Ausgestaltung von Leistungsdiagnostik und Training [8, 9].

Bezüglich der wissenschaftlichen Auseinandersetzung (Datenbank PubMed) mit dem Training im Fußball fällt auf, dass bislang das Krafttraining (\emptyset 19 Publikationen pro Jahr) quantitativ be-

Tab. 2 Testbeschreibung und Messparameter.

Inhalt/Beschreibung	Messparameter
1 Tapping – mit Schuhen; Messdauer: 3 s (2 Versuche)	Anzahl [n] der Kontakte (rechts + links) pro Kontaktmatte
2 Counter Movement Jump (CMJ) links – Arme in die Hüfte gestützt, individuelle Knieflexion (2 Versuche)	Sprunghöhe links [cm] Bestimmung der Sprunghöhe mittels Flugzeit [t] $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot t\right)^2$
3 Counter Movement Jump (CMJ) rechts – Arme in die Hüfte gestützt, individuelle Knieflexion (2 Versuche)	Sprunghöhe rechts [cm]
4 Counter Movement Jump (CMJ) beidbeinig – Arme in die Hüfte gestützt, individuelle Knieflexion (2 Versuche)	Sprunghöhe beidbeinig [cm]
5 zufallsbasierter Reaktionstest links – randomisierte seitliche Bewegung ausgehend von einem zentralen Startpunkt Der Sportler steht in der Mitte des SpeedCourts (SC) und wartet auf ein optisches Signal via Bildschirm. Bei Aufleuchten des Signals bewegt sich der Sportler mittels Seitstellschritten nach links zu dem Zielfeld, welches 2,5 m vom Ausgangsfeld entfernt ist. Ziel ist es, das Zielfeld schnellstmöglich zu erreichen und möglichst schnell zum Ausgangsfeld zurückzukehren.	Reaktionszeit links [s] Zeitliche Differenz zwischen dem optischen Signal (Bildschirm) und der vollständigen Gewichtsentlastung des Zielfeldes Die Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalen ist randomisiert und beträgt zwischen 2 und 3 s Bodenkontaktzeit [s] Zeitdauer des Bodenkontaktes auf dem Zielfeld (erstes Berühren und Überschreitung des Schwellenwertes von 80 N durch den Athleten, bis Verlassen des Feldes)
6 zufallsbasierter Reaktionstest rechts – randomisierte seitliche Bewegung ausgehend von einem zentralen Startpunkt Der Ablauf ist mit Test 5 identisch, nur das hier die Richtung (rechts) vorgegeben ist.	Reaktionszeit [s] rechts Bodenkontaktzeit [s]
7 Shuttle run – Pendelsprint (geradlinig) über 17 m Der Sportler startet auf dem hinteren mittleren Feld auf dem SC. Anschließend läuft er schnellstmöglich zum mittleren vorderen Feld und wieder nach hinten. Das Ganze erfolgt zweimal hintereinander, sodass additiv eine Wegstrecke von ca. 17 m zu absolvieren ist. Jeder Lauf soll in der Vorwärtsbewegung ausgeführt werden.	azyklische Schnelligkeit [s] lineare Schnelligkeit mit Richtungswechseln Die Zeitmessung beginnt mit Ablauf des Countdown und endet bei Erreichen des letzten Feldes.
8 10-Sekunden-Lauf – Pendelsprint (geradlinige und laterale Bewegungen) über 10 s mit randomisierter Reihenfolge der Zielfelder Der Sportler absolviert schnellstmöglich einen vorher definierten Laufweg. Dabei leuchtet eines der 12 Felder auf dem Bildschirm auf, welches angelaufen werden soll. Die Bewegungsrichtung bleibt dem Sportler überlassen. Ziel ist es, eine möglichst große Wegstrecke innerhalb von 10 s zurückzulegen.	Reaktionszeit + azyklische Schnelligkeit [m] Es wird, ausgehend vom Mittelpunkt des jeweils angelaufenen Sensors, die zurückgelegte Wegstrecke innerhalb der 10 s ermittelt. Die Zeitmessung beginnt mit dem Ablauf des Countdown.

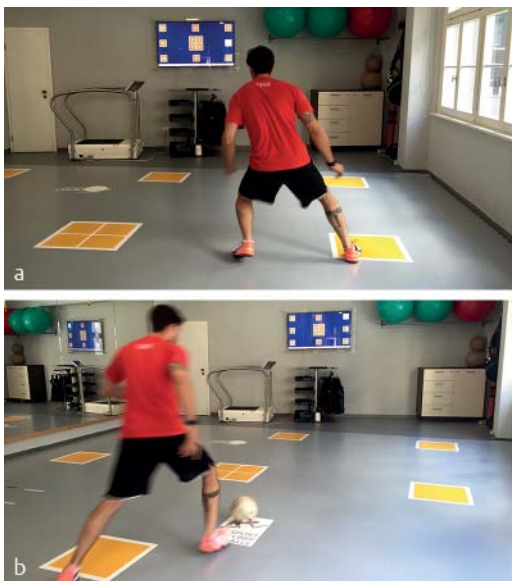


Abb. 2 a–c Trainingssituationen auf dem SpeedCourt.

trachtet am besten evaluiert ist. Das hier thematisierte und untersuchte Schnelligkeitstraining rangiert mit durchschnittlich 12 Publikationen pro Jahr auf Rang 2 (Ausdauer: 9; Dehnung: 2). Bislang findet sich in der Literatur keine Arbeit, die das Training auf dem SpeedCourt in einem längsschnittlichen Design (Interven-

tionsstudie) untersuchte. Einzig Matlák et al. [24] verwendeten den SpeedCourt im Setting Fußball. Sie prüften im Rahmen einer Querschnittsstudie (16 jugendliche Amateurfußballer) die Beziehungen zwischen den einzelnen Tests (CMJ, Tapping, Richtungswechseltest) auf dem SpeedCourt. Übereinstimmend mit den hier

Parameter	Messzeitpunkt (MZP)		Varianzanalyse		Effektgröße
	MZP 1 (MW ± SD)	MZP 2 (MW ± SD)	p	η^2	d
Tapping [n/3s] n = 19	34,7 ± 3,00	36,8 ± 2,06	0,001	0,478	0,70
Sprunghöhe links [cm] n = 19	23,2 ± 2,98	24,6 ± 3,85	0,107	0,138	0,47
Sprunghöhe rechts [cm] n = 19	22,1 ± 2,98	23,7 ± 2,15	0,006	0,354	0,54
Sprunghöhe beidbeinig [cm] n = 19	37,4 ± 4,77	39,5 ± 4,46	0,003	0,402	0,44
Reaktionszeit links [s] n = 18	1,02 ± 0,07	0,96 ± 0,05	<0,001	0,536	0,86
Reaktionszeit rechts [s] n = 17	1,05 ± 0,09	0,94 ± 0,08	<0,001	0,730	1,22
Bodenkontaktzeit links [s] n = 18	0,32 ± 0,05	0,29 ± 0,04	0,039	0,228	0,60
Bodenkontaktzeit rechts [s] n = 17	0,31 ± 0,05	0,29 ± 0,05	0,186	0,106	0,40
Shuttle-run [s] n = 18	4,77 ± 0,22	4,39 ± 0,20	<0,001	0,666	1,73
10-Sekunden-Lauf [s] n = 18	17,1 ± 3,42	20,1 ± 2,64	0,001	0,458	0,88

MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung; MZP = Messzeitpunkt.

Tab. 3 Deskriptive Darstellung der Untersuchungsergebnisse sowie Varianzanalyse. Signifikante Unterschiede ($\eta^2 > 0,10$) sind durch Fettdruck hervorgehoben und die Parameter in der Reihenfolge der Testdurchführung (☉ **Tab. 2**) sortiert.

eruierten Ergebnissen fanden sich keine Korrelationen zwischen den Tests. Im Ergebnis ihrer Studie verweisen Sie auf die Notwendigkeit, sportartspezifische Tests- und Trainingskonzepte zu entwickeln, um reaktive Fertigkeiten und azyklische Schnelligkeitsleistungen ausprägen zu können. Schwesig et al. [8, 9, 25] verwiesen ebenfalls darauf, die Leistungsdiagnostik (Handball, Fußball) wesentlich stärker am Anforderungsprofil der Sportart zu orientieren. Eagles et al. [26] untersuchten die Kinematik und Dynamik der unteren Extremität (Sprunggelenk, Knie, Hüfte) während des CMJ bei semiprofessionellen Fußballern (n = 18; 22,8 ± 2,2 Jahre). Die erzielten Sprunghöhen sind vergleichbar mit den in dieser Untersuchung generierten Werten (Range: 28,4 – 47,7 cm).

Fessi et al. [27] konnten nur in der Vorbereitungsperiode eine signifikante Verbesserung der Sprunghöhe beim CMJ ohne Armeinsatz ermitteln ($p < 0,01$). Im Gegensatz zu den hier vorgestellten Resultaten führte das Training bei Fußballern (n = 17) während der Saison zu keiner weiteren Erhöhung der Sprunghöhen im CMJ ($p = 0,34$). Dies deutet auf die Wirksamkeit und das Potenzial dieses neuen Trainingskonzeptes hin.

Die Verbesserungen im Tapping bewegten sich mit 6,1 % in der von Haaland et al. [28] berichteten Range (3,7 – 12,5 %). Die Untersuchungsergebnisse sind insofern sehr gut vergleichbar, als das sowohl die Stichprobe (39 Fußballspieler im Alter von 15 – 20 Jahre) als auch der Trainingszeitraum (8 Wochen) nahezu identisch waren. Darüber hinaus finden sich aktuell in der Literatur keine weiteren vergleichbaren Interventionsstudien. Erwähnenswert sind an dieser Stelle noch die querschnittlichen Datenerhebungen von Padulo et al. [29] und Quagliarella et al. [30], die sich mit dem CMJ als abhängige (Alter, Trainingsaktivität) bzw. unabhängige (RSA-Test) Variable im Nachwuchsfußball beschäftigten.

Die Ergebnisse seitens der verletzungspräventiven Wirkung des neuartigen Trainingskonzeptes (Halbierung der verletzungssträchtigen Unfälle) bestätigen die Erkenntnisse zahlreicher Autoren [13 – 15], wonach hohe Koordinations- und Schnelligkeitsfertigkeiten wesentlich zur Verletzungsprophylaxe beitragen. Offensichtlich gelingt es den Spielern anschließend besser, situationsadäquat auf unvorhersehbare Ereignisse zu reagieren. Ursächlich verantwort-

lich hierfür könnten sowohl Feed-Forward-Mechanismen als auch eine reduzierte Reaktionszeit sein. Einschränkend muss an dieser Stelle auf die saisonal unterschiedlichen Erhebungszeiträume verwiesen werden. Auf der Basis des VBG-Sportreports 2016 [31] ist festzustellen, dass die Verletzungshäufigkeit im Zeitraum vor der Intervention (Juli bis Oktober) per se etwas höher (\emptyset pro Monat: 11,1 vs. 7,9%) ist als im Interventions- und Nachbeobachtungszeitraum (November bis Februar). Dies würde die verletzungspräventive Wirkung des SpeedCourts tendenziell überschätzen. Im Gegensatz dazu weist die UEFA Elite Club Injury Study (2014/2015) [32] beide Zeiträume mit nahezu gleichen Verletzungsprävalenzen (\emptyset pro Monat: 9,5 vs. 9,7%) aus.

Limitationen der Untersuchung

Die wesentlichsten Limitationen dieser Untersuchung sind das Fehlen einer Kontrollgruppe und damit verbunden auch einer randomisierten Gruppenzuweisung. Verantwortlich hierfür ist das Setting Leistungssport, welches dieses Design, sowohl in der Vorbereitungsperiode als auch in der Wettkampfperiode, (leider) nicht zulässt. Hier ist u. U. ein multizentrisches Studiendesign zu diskutieren, welches unterschiedliche Vereine/Trainingskonzepte im Fußball adressiert.

Insofern lassen sich die ermittelten Effekte „nur“ auf der Basis vergleichbarer anderer Studiendesigns interpretieren und einordnen. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die Spieler auf dem SpeedCourt Diagnostik und Training absolviert haben. Dies impliziert etwaige Lern- und Anpassungseffekte in der Diagnostik, die u. U. zu einer Überschätzung des wahren Interventionseffektes führen. Andererseits ist diese Multifunktionalität zugleich ein wesentlicher Vorteil des SpeedCourt. Überdies handelt es sich bei den erhobenen Parametern um etablierte und validierte Variablen bzw. Tests (z. B. Tapping, CMJ). Testmethodisch ist darauf hinzuweisen, dass die Spieler durch den Untersuchungsleiter eine standardisierte Erwärmung (15 min) vor den Tests erfuhren (Verbesserung der Beobachtungsgleichheit).

Prospektiv (Goldstandard: Spielwirksamkeit) ist zu ermitteln, welche inhaltlich-statistische Relevanz die angezielten motorischen

Dimension für die Sportart Fußball überhaupt besitzen. Indes ist ihre logische Validität sicherlich unstrittig. In diesem Zusammenhang ist gleichsam die verletzungspräventive Wirkung des Trainings auf dem SpeedCourt noch dezidierter zu ermitteln, als es in dieser Untersuchung gelang. Besonderes Augenmerk sollte hierbei auf die Dokumentation der zugrundeliegenden Verletzungsmechanismen gelegt werden. Aufgrund der möglicherweise saisonal bedingten unterschiedlichen Verletzungsprävalenzen wäre eine Baseline im Jahr vor der SpeedCourt Intervention zielführend oder, wie oben bereits erwähnt, eine parallel laufende Kontrollgruppe hilfreich, um die Effekte sicher beurteilen zu können.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Testergebnisse zeigen, dass ein hochreaktives Training auf dem SpeedCourt die Schnelligkeits- und Schnellkraftleistungen von Fußballspielern deutlich verbessert. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der sehr geringen Reizdichte (1 TE/Woche) bemerkenswert. Die beobachtete Leistungssteigerung korrespondierte überdies mit einem deutlichen Rückgang der Verletzungsrate die untere Extremität betreffend. In kontrollierten, prospektiven Studiendesigns sind die hier erzielten Effekte abzusichern. In diesem Kontext ist das Potenzial dieses neuartigen Trainingskonzepts hinsichtlich Erhöhung der Spielwirksamkeit und Reduktion der Verletzungshäufigkeit zu prüfen.

Institute

- ¹ Sportklinik Halle, Halle/Saale
- ² Hallescher FC, Halle/Saale
- ³ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Department für Orthopädie, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Halle/Saale
- ⁴ OGAM Orthopädisches Zentrum Alter Markt, Wuppertal

Danksagung

Das Autorenteam bedankt sich bei den Sportlern für die engagierte Teilnahme an der Untersuchung.

Interessenkonflikt: Nein

Literatur

- 1 Spinks CD, Murphy AJ, Spinks WL et al. The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *J Strength Cond Res* 2007; 21: 77–85
- 2 Mujika I, Santisteban J, Castagna C. In-season effect of short-term sprint and power training programs on elite junior soccer players. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 2581–2587
- 3 Thomas K, French D, Hayes PR. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 332–335
- 4 Rubley MD, Haase AC, Holcomb WR et al. The effect of plyometric training on power and kicking distance in female adolescent soccer players. *J Strength Cond Res* 2011; 25: 129–134
- 5 Milanović Z, Sporiš G, Trajković N et al. Effects of a 12 week saq training programme on agility with and without the ball among young soccer players. *J Sports Sci Med* 2013; 12: 97–103
- 6 Milanović Z, Sporiš G, Trajković N et al. Does SAQ training improve the speed and flexibility of young soccer players? A randomized controlled trial. *Hum Mov Sci* 2014; 38: 197–208

- 7 Taylor JM, Macpherson T, McLaren SJ et al. Two-Weeks of Repeated-Sprint Training in Soccer: To Turn or Not to Turn? *Int J Sports Physiol Perform* 2016., [Epub ahead of print]
- 8 Schwesig R, Koke A, Fischer D et al. Validity and reliability of the new specific-Handball-complex test (HBKT). *J Strength Cond Res* 2016; 30: 476–486
- 9 Schwesig R, Miserius M, Hermassi S et al. How valid is the performance diagnostic in soccer? *Sportverl Sportschad* 2016; 30: 26–30
- 10 Granacher U, Prieske O, Majewski M et al. The Role of Instability with Plyometric Training in Sub-elite Adolescent Soccer Players. *Int J Sports Med* 2015; 36: 386–394
- 11 Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; 17: 859–879
- 12 Besier TF, Lloyd DG, Ackland T et al. Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 1176–1181
- 13 Mandelbaum B, Silvers H, Watanabe D et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in prevention anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2 year follow-up. *Am J Sports Med* 2005; 33: 1003–1010
- 14 Petersen W, Braun C, Bock W et al. A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 125: 614–621
- 15 Noyes FR, Barber SD, Smith ST et al. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *J Strength Cond Res* 2012; 26: 709–719
- 16 Nyland JA, Caborn DN, Shapiro R et al. Crossover cutting during hamstring fatigue produces transverse plane knee control deficits. *J Athl Train* 1999; 34: 137–143
- 17 Benjaminse A, Otten E. ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19: 622–627
- 18 Teichmann J, Suwarganda EK, Lendewig C et al. Unexpected Disturbance Program for Rehabilitation of High Performance Athletes. *J Sport Rehabil* 2016; 25: 126–132
- 19 Rao NG, Donoghue JP. Cue to action processing in motor cortex populations. *J Neurophysiol* 2014; 111: 441–453
- 20 Kazis L, Anderson J, Meenan R. Effect sizes for interpreting changes in health status. *Medical Care* 1989; 27: 178–189
- 21 Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. Aufl. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1988
- 22 Rampinini E, Bishop D, Marcora SM et al. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med* 2007; 28: 228–235
- 23 Schwesig R, Hartmann M, Leuchte S et al. Validity of complex soccer-specific field test and a non-specific sprint test – Assessments for test and match performance. *Sportverl Sportschad* 2013; 27: 75–84
- 24 Matlák J, Tihanyi J, Rácz L. Relationship between reactive agility and change of direction speed in amateur soccer players. *J Strength Cond Res* 2016; 30: 1547–1552
- 25 Schwesig R, Hartmann M, Leuchte S et al. Validity of complex soccer-specific field test and a non-specific sprint test – Assessments for test and match performance. *Sportverl Sportschad* 2013; 27: 75–84
- 26 Eagles AN, Sayers MG, Lovell DI. Factors that influence ground reaction force profiles during counter movement jumping. *J Sports Med Phys Fitness* 2016., [Epub ahead of print]
- 27 Fessi MS, Zarrouk N, Filetti C et al. Physical and anthropometric changes during pre and in-season in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2015., [Epub ahead of print]
- 28 Haaland E, Hoff J. Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 2003; 13: 179–184
- 29 Padulo J, Tabben M, Attene G et al. The Impact of Jumping during Recovery on Repeated Sprint Ability in Young Soccer Players. *Res Sports Med* 2015; 23: 240–252
- 30 Quagliariella L, Sasanelli N, Belgiovine G et al. Evaluation of counter movement jump parameters in young male soccer players. *J Appl Biomech* 2011; 9: 40–49
- 31 VBG. VBG-Sportreport-2016. Analyse des Unfallgeschehens in den zwei höchsten Ligen der Männer: Basketball, Eishockey, Fußball & Handball. Hamburg: Jedermann Verlag; 2016
- 32 Ekstrand J. UEFA Elite Club Injury Study Report 2014/15; 2015