

Verletzungen und verletzungspräventive Maßnahmen im Altherrenfußball

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Philosophie
der Fakultät HW
Bereich Empirische Humanwissenschaften
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von
Daniel Christian Hammes
aus Kaiserslautern

Saarbrücken, 2016

Dekan:

Univ.-Prof. Dr. Cornelius König

Berichterstatter:

Univ.-Prof. Dr. Tim Meyer

PD Dr. Oliver Faude

Tag der Disputation:

28. November 2016

„Der Fußball ist einer der am weitesten verbreiteten religiösen Aberglauben unserer Zeit. Er ist heute das wirkliche Opium des Volkes“ (Umberto Eco)

„Wir waren früher härter – bei uns gab's keine Verletzungen, sondern nur glatte Brüche.“ (Jürgen „Atze“ Friedrich)

„Wissen Sie, wer mir am meisten Leid tat? Der Ball.“ (Franz Beckenbauer)

„Manchmal ist eine Fußballmannschaft wie ein Kindergarten“ (Jürgen Röber)

"Langsam habe ich das Gefühl, dass ich mit meinem linken Fuß mehr anfangen kann, als nur Bier zu holen." (Thomas Müller)

“Wir werden nur noch Einzelgespräche führen, damit sich keiner verletzt.” (Frank Pagelsdorf)

“I never make predictions, and I never will” (Paul Gascoigne)

„Ja, Statistiken. Aber welche Statistik stimmt schon? Nach der Statistik ist jeder 4. Mensch ein Chinese, aber hier spielt gar kein Chinese mit.“ (Werner Hansch)

„Ich sage nur ein Wort: Vielen Dank.“ (Horst Hrubesch)

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass die Arbeit

„Verletzungen und verletzungspräventive Maßnahmen im Altherrenfußball“

von mir selbst und ohne jede unerlaubte Hilfe angefertigt wurde, dass sie noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen hat. Die Stellen der Arbeit einschließlich der Tabellen und Abbildungen, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall kenntlich gemacht und die Herkunft nachgewiesen.

.....

Datum und Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	I
TABELLENVERZEICHNIS	II
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	III
FÜR DIE DISSERTATION BERÜCKSICHTIGTE PUBLIKATIONEN	IV
ZUSAMMENFASSUNG.....	1
1 EINLEITUNG	3
2 ALTHERRENFUßBALL.....	4
2.1 Altherrenfußballer aus medizinischer Sicht	4
3 FUßBALL ALS GESUNDHEITSSPORT – EINE ALTERNATIVE?	6
4 DAS VERLETZUNGSRISIKO IM MÄNNER-FUßBALL	9
4.1 Verletzungsdefinition.....	9
4.1.1 Verletzungshäufigkeit im Männerfußball.....	11
4.1.2 Verletzungstyp.....	13
4.1.3 Verletzungslokalisierung.....	13
4.1.4 Verletzungsschwere.....	14
4.1.5 Verletzungsursachen/-mechanismen	15
4.1.6 Zusammenfassung.....	15
5 VERLETZUNGSPRÄVENTION IM FUßBALL	16
5.1 Trainingsbasierte Verletzungspräventionsprogramme	16
5.2 Das fußballspezifische Präventionsprogramm „FIFA 11+“	17
5.2.1 Physiologische Effekte von „The 11+“	21
6 PRÄDIKTION VON VERLETZUNGEN	23
6.1 „movement screens“	25
7 UNTERSUCHUNGSZIELE	32

8	PUBLIKATIONEN	33
8.1	Abstract Publikation 1:	34
8.2	Abstract Publikation 2:	35
8.3	Abstract Publikation 3:	36
9	ZUSAMMENFASSUNG DER ERKENNTNISSE	37
	LITERATURVERZEICHNIS	40
	ANHANG	49
	DANKSAGUNG.....	130
	LEBENS LAUF	131

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: das Verletzungspräventionsprogramm „FIFA 11+“ (FIFA, 2015).	18
Abbildung 2: Ursachen-Modell für Sportverletzungen. Interaktion zwischen intrinsischen und extrinsischen Risikofaktoren (Bahr & Krosshaug, 2005).....	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verletzungsdefinition und –unterkategorien nach Fuller et al. (2006).	10
Tabelle 2: Zusammenfassung der „FIFA The 11“ und „FIFA 11+“ Studien aus dem systematischen Review von Barengo et al. (2014).	19
Tabelle 3: Die sieben Test-Items des FMS™ (Cook et al., 2006a, 2006b; Frost, Beach, Callaghan, & McGill, 2012).....	26
Tabelle 4: FMS™ und Verletzungsrisiko. Modifiziert nach McCunn et al. (2015)	29

Abkürzungsverzeichnis

AH	Altherren
BMI	body mass index
CON	Kontrollgruppe
DFB	Deutscher Fußball-Bund
DFL	Deutsche Fußball Liga
FA	Football Association
FIFA	Fédération Internationale de Football Association
F-MARC	FIFA Medical Assessment and Research Centre
FMS™	Functional Movement Screen™
H/Q Ratio	Verhältnis von Knieextensoren und -flexoren
INT	Interventionsgruppe
IRR	incidence rate ratio
KI	Konfidenzintervall
KIPP	„Knee Injury Prevention Programm“ (Präventionsprogramm)
MW	Mittelwert
N	Anzahl
OR	Odds Ratio
P	Fehlerwahrscheinlichkeit
PEP	„Prevent Injury and Enhance Performance“ (Präventionsprogramm)
ROC-Kurve	Receiver-Operating-Characteristics-Kurve
RR	Relatives Risiko
SD	Standardabweichung
SFV	Saarländischer Fußball-Verband
U	unter (Altersklasse)
Ü	über (Altersklasse)
VO _{2max}	maximale Sauerstoffaufnahme
VO _{2peak}	höchste Sauerstoffaufnahme

Für die Dissertation berücksichtigte Publikationen

Publikation 1:

Hammes, D., Aus Der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Dvorak, J., & Meyer, T. (2015). Injuries of veteran football (soccer) players in Germany. *Research in Sports Medicine*, 23(2), 215-226. doi: 10.1080/15438627.2015.1005295

Publikation 2:

Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). Injury prevention in male veteran football players - a randomised controlled trial using „FIFA 11+“. *Journal of Sports Sciences*, 33(9), 873-881. doi: 10.1080/02640414.2014.975736

Publikation 3:

Hammes, D., Aus der Fünten, K., Bizzini, M., & Meyer, T. (2016). Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1371-1379. doi: 10.1080/02640414.2016.1152390

Zusammenfassung

Die Anzahl an Verletzungsstudien im Fußball hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Diese Studien zeigen relevante Verletzungshäufigkeiten, wodurch die Notwendigkeit von präventiven Maßnahmen begründet wird. Bisherige Untersuchungen zu trainingsbasierten Verletzungspräventionsprogrammen lieferten dabei vielversprechende Ergebnisse. Zusätzlich werden in der Praxis verschiedene Instrumente wie der „Functional Movement Screen“ (FMS™) mit dem Ziel der Identifizierung von individuellen, modifizierbaren Risikofaktoren angewendet. Bislang liegen insgesamt allerdings nur sehr wenige Daten zu Verletzungen im Breitensportlichen- und insbesondere im Altherrenfußball vor. Die Studienziele lagen somit 1) in der Quantifizierung der Verletzungshäufigkeit im Altherrenfußball, 2) in der Evaluation der Effektivität des fußballspezifischen Verletzungspräventionsprogramms „FIFA 11+“ und 3) in der Evaluation der Verletzungsprädiktiven Validität des FMS™.

In einem prospektiven Studiendesign wurden über eine Saison bei 20 Altherrenmannschaften (N = 265 Spieler, Alter: 44 ± 7 Jahre (Mittelwert $\pm$ Standardabweichung)) Verletzungsdaten nach den Vorgaben eines internationalen Konsensus-Statements zur Durchführung von Verletzungsepidemiologischen Studien im Fußball erhoben. Mittels Cluster-Randomisierung (Cluster: Mannschaften) wurden die Probanden in eine Interventions- (INT) sowie eine Kontrollgruppe (CON) eingeteilt. INT führte im Studienzeitraum zu Beginn jedes Trainings unter Supervision das „FIFA 11+“ als Aufwärmprogramm durch. CON veränderte die üblichen Aufwärmroutinen nicht. Zusätzlich wurde der FMS™ zu Beginn der Studie in beiden Gruppen durchgeführt.

Im Studienzeitraum erlitten 63 Spieler insgesamt 88 Verletzungen. Die Trainingsverletzungsinzidenz lag bei 4,5 Verletzungen pro 1000 Stunden Expositionszeit (95% Konfidenzintervall (95% KI): 4,2 – 8,7) und war damit niedriger als die Spielverletzungsinzidenz mit 24,7 pro 1000 Stunden (95% KI: 18,3 – 31,1). Der größte Anteil aller Verletzungen (83%) waren Verletzungen der unteren Extremitäten und 47% aller Verletzungen waren Muskelverletzungen. Durchschnittlich führte jede

Mannschaft 24 ± 7 Trainingseinheiten durch, wobei in INT in 98% aller Fälle das Programm „FIFA 11+“ absolviert wurde. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen INT und CON in Bezug auf die Gesamtverletzungsinzidenz gefunden (incidence rate ratio (IRR): 0,91 (95% KI: 0,64 – 1,48); $P = 0,89$). Die Analyse von Subgruppen (hinsichtlich Verletzungsschwere, -typ, -lokalisation, -ursache und -mechanismus) ergab lediglich einen höheren Anteil an „schweren Verletzungen“ (definiert über eine Ausfallzeit von > 28 Tagen) in CON (IRR: 0,46 (95% KI: 0,21 – 0,97); $P = 0,04$). Insgesamt gab es keinen Unterschied des FMS™-Score zwischen verletzten und nicht-verletzten Spielern ($11,7 \pm 2,9$ vs. $12,2 \pm 2,8$ Punkte; $P = 0,17$). Allerdings hatten Spieler mit einem FMS™-Score von < 10 ($>$ eine Standardabweichung unter dem Mittelwert) eine höhere Verletzungsinzidenz als die Referenzgruppe (FMS™-Score 10 – 14; Mittelwert $\pm$ eine Standardabweichung) mit einem IRR von 1,86 (95% KI 1,13 – 3,08; $P < 0,05$). Zwischen Spielern mit einem FMS™-Score von > 14 ($>$ eine Standardabweichung über dem Mittelwert) und der Referenzgruppe konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Die beobachtete Verletzungshäufigkeit im Altherrenfußball ist insgesamt vergleichbar mit anderen Populationsstichproben. Allerdings sind bei Betrachtung der Verletzungscharakteristika insbesondere mehr Muskelverletzungen als bei anderen Populationen aufgefallen. „FIFA 11+“ zeigte in Bezug auf die Gesamtverletzungsinzidenz keine präventive Wirkung. Mögliche Ursachen könnten in der geringen wöchentlichen Übungsfrequenz (Durchführung des „11+“-Programmes ausschließlich im Rahmen des üblicherweise einmaligen wöchentlichen Fußballtrainings) liegen. Die Eignung des FMS™ zur Abschätzung des Verletzungsrisikos im Altherrenfußball muss hinterfragt werden, da lediglich ein sehr niedriger FMS™-Score (< 10) auf ein erhöhtes Verletzungsrisiko hinzuweisen scheint.

1 Einleitung

Fußball ist derzeit weltweit die populärste Sportart überhaupt (FIFA, 2013a). Mitte des 19. Jahrhunderts werden erstmals Spielregeln durch Studenten der Universität Cambridge (England) für das Spiel verfasst. Ein paar Jahre später wurde mit dem FC Sheffield der erste offizielle Fußballclub der Welt gegründet, 1863 mit der englischen „Football Association“ (FA) der erste Fußballverband. Der Deutsche Fußball-Bund (DFB) wurde 1900 in Leipzig gegründet. Seit 1963 wird der deutsche Fußballmeister in der Bundesrepublik Deutschland in einer landesweiten Liga (1. Bundesliga) ausgespielt welche mit insgesamt mehr als 2,5 Milliarden Euro Umsatz als eine der kommerziell erfolgreichsten Ligen weltweit gilt und für mehr als 50 000 Arbeitsplätze im direkten Umfeld der 36 Proficlubs (1. und 2. Bundesliga) sorgt (DFL, 2016). Die Popularität des Fußball zeigt sich auch in den durchschnittlich 43 000 Stadionbesuchern pro Spiel in der 1. Bundesliga und 18 000 in der 2. Bundesliga (DFL, 2016). Insbesondere durch die medienträchtigen aktuellen Vorkommnisse und Skandale in nationalen und internationalen Fußballverbänden bleibt es spannend, in welche Richtung sich der Sport in Zukunft sowohl im Profi- und Zuschauersport als auch im Amateur- und Breitensport entwickelt. Denn nicht nur als Zuschauersport erfreut sich der Fußball großer Beliebtheit. Von den fast 7 Millionen Mitgliedern im DFB (DFB, 2015) sind ein Großteil im Amateur- und Breitensport selbst aktiv. Unzweifelhaft sind mit sportlicher Aktivität positive Effekte auf mehreren Ebenen assoziiert. Doch auch negative Folgen von aktiver Sportpartizipation müssen in dem Kontext berücksichtigt werden. Zu solchen negativen Folgen gehören Sportverletzungen, welche (nicht nur materielle) Kosten auf individueller und kollektiver Ebene verursachen können.

2 Altherrenfußball

Fußball ist in Deutschland als Freizeitsport bis ins hohe Alter weitverbreitet. Der DFB und seine Landesverbände ermöglichen dabei einen organisierten Wettbewerb zwischen sogenannten Altherren-Mannschaften. Üblicherweise beginnen die Altherren-Klassen je nach Landesverband mit 30 oder 32 Lebensjahren. Im saarländischen Altherrenfußball wird in den Altersklassen AH-A (über 32 Jahre, Ü32), AH-B (Ü40), AH-C (Ü50) und AH-D (Ü60) gespielt (SFV, 2015). Altherrenmannschaften bestehen entweder aus 11 Spielern (normales Spielfeld) oder aus sieben Spielern (Kleinfeld). Die offizielle Spieldauer beträgt 2 x 35 Minuten (SFV, 2015). Die Mannschaften können an Meisterschaften und Pokalwettbewerben teilnehmen, weiterhin werden üblicherweise regelmäßig Freundschaftsspiele gegen andere Vereine ausgetragen. Der DFB trägt zudem mit dem DFB Ü40/Ü50-Cup jährlich die Meisterschaft für die beste Altherrenmannschaft Deutschlands in Turnierform aus (DFB, 2016). In der jährlichen Mitgliederstatistik des DFB wird die Zahl aller Mitglieder mit 6,9 Millionen angegeben (DFB, 2015). Der Anteil an aktiven Fußballspielern über 30 Jahre wird dabei auf etwa ein Drittel aller registrierten Spieler geschätzt (Woll & Dugandzic, 2007). Obwohl speziell für den organisierten Altherrenfußball keine offiziellen Zahlen vorliegen, kann angenommen werden, dass davon eine große Zahl im Altherrenfußball aktiv ist, wodurch sich eine beachtliche Zahl an Altherren-Fußballern abschätzen lässt. Wettbewerbe für ältere Spieler sind nicht nur in Deutschland zu finden. So gibt es in zahlreichen Ländern weltweit (z.B. England: „Veterans Football League“, Frankreich: „Ligue des Soccer Vétérans“, Schweiz: „Seniorenfussball“) ähnlich organisierten Fußball. Auch abseits der Verbandsstrukturen gibt es Angebote für ältere Fußballspieler, z.B. in Form von Betriebssport oder privat organisiertem Fußballspielen in kommerziellen Einrichtungen (z. B. in einer „Soccer Arena“), wobei diesbezüglich keine Zahlen vorliegen.

2.1 Altherrenfußballer aus medizinischer Sicht

In eine Querschnittstudie von Wegmann et al. (2016) wurden N = 100 saarländische Altherrenfußballer mit einem Mindestalter von 40 Jahren eingeschlossen und auf ihr kardiovaskuläres Risiko und die Leistungsfähigkeit hin untersucht. Die Probanden trainierten $1,0 \pm 0,6$ (Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Einheiten/Woche und nahmen

an 27 ± 8 Spielen pro Saison teil. Es wurden bei den 47 ± 5 Jahre alten Probanden (BMI: $27,2 \pm 3,2$; Körperfettanteil: $19 \pm 4\%$) Ruheblutdruckwerte von 138 ± 15 systolisch und 88 ± 8 diastolisch gemessen. Insgesamt lag die Bluthochdruck-Prävalenz bei 66%. 19% der Probanden waren Raucher. Die höchste Sauerstoffaufnahme (VO_{2peak}) in einen Fahrradergometer-Stufentest lag bei $40,0 \pm 7,4$ ml/min/kg. Die Probanden erreichten in einem zusätzlichen Feldstufentest (Laufen, Start bei 6 km/h, Stufendauer 3 min, Steigerung um 2 km/h je Stufe) eine Maximalleistung von $14,5 \pm 1,6$ km/h. Die individuelle anaerobe Schwelle (Stegmann, Kindermann, & Schnabel, 1981) wurde mit $10,6 \pm 1,3$ km/h angegeben. Insgesamt bezeichneten Wegmann et al. (2016) die kardiovaskulären Risikofaktoren als vergleichbar zu altersspezifischen Referenzwerten, wobei die untersuchten Altherrenfußballer leistungsphysiologisch etwas über der Norm lagen.

3 Fußball als Gesundheitssport – eine Alternative?

Zahlreiche Arbeiten belegen die positiven Auswirkungen von Bewegung auf die Gesundheit. So ist z.B. der Einfluss von körperlicher Bewegung auf kardiovaskuläre Parameter wie Blutdruck (Cornelissen & Fagard, 2005), das Blutlipidprofil (Durstine et al., 2001), den Glukosestoffwechsel (Bruce & Hawley, 2004) und Übergewicht (Shaw, Gennat, O'Rourke, & Del Mar, 2006) gut belegt. Diese Effekte werden dabei in erster Linie durch ausdauerbetontes Training induziert. Kraftbetontes Training wirkt insbesondere orthopädischen Beschwerden wie Rückenschmerzen und Osteoporose entgegen, wobei auch Effekte auf kardiovaskuläre Risikofaktoren zumindest diskutiert werden (Hurley & Roth, 2000; Vuori, 2001). Kraftbetontes Training erscheint insbesondere bei älteren Personen von Relevanz, da mit steigendem Alter eine Reduktion von Muskelmasse und –Kraft einhergeht (Hurley, 1995).

In den letzten Jahren rückte die Erforschung von gesundheitsprotektiven und leistungsphysiologischen Effekten durch Fußball vermehrt in den Blickpunkt (Bangsbo, Hansen, Dvorak, & Krstrup, 2015; Blatter & Dvorak, 2014; Krstrup, Aagaard, et al., 2010; Krstrup & Bangsbo, 2015; Krstrup et al., 2009). Grundsätzlich zeichnet sich die Beanspruchung in Sportspielen wie Fußball durch sowohl aerobe als auch anaerobe Komponenten aus. Zu letzteren gehören auch Sprung- und Sprintaktionen sowie schnelle Richtungswechsel, die den Bewegungs- und Stützapparat beanspruchen (Krstrup, Aagaard, et al., 2010). Tessitore et al. (2005) untersuchten die Beanspruchung innerhalb eines 70- minütigen Freundschaftsspiels bei älteren Fußballspielern (53 - 72 Jahre). Hierbei lag die Herzfrequenz zum größten Teil im Bereich $\geq 80\%$ der maximalen Herzfrequenz und es wurden Blutlaktatkonzentrationen von ~ 4 mmol/l gemessen. Krstrup, Christensen, et al. (2010) berichten bei etwas jüngeren (20 – 43 Jahre) zuvor untrainierten männlichen Probanden Blutlaktatkonzentration von ~ 5 mmol/l und eine mittleren Herzfrequenz von 82% der maximalen Herzfrequenz. Weiterhin wurden innerhalb einer Stunde Fußballtraining im Mittel 16 Sprints und 98 Hochintensitätsläufe (Geschwindigkeit > 15 km/h) für jeweils im Mittel 1,9 und 2,3 Sekunden dokumentiert. Insgesamt belief sich die gesamte Laufdistanz innerhalb einer Stunde auf ~ 5 Kilometer. Eine institutseigene Querschnittsstudie mit 100 saarländischen Altherrenfußballern (Alter > 40 Jahre) (Wegmann et al., 2016) bestätigt diese Ergebnisse. Im Training wurden

Herzfrequenzen von im Mittel 80% der maximalen Herzfrequenzen und Peak-Herzfrequenzen von im Mittel 98% der maximalen Herzfrequenzen gemessen. Die gemessenen Blutlaktatwerte lagen im Mittel bei 4,8 mmol/l. Die gleichen Daten wurden zudem in offiziellen Spielen (Spiele im Rahmen des normalen Spielbetriebs gegen andere Vereine) erhoben. Interessanterweise gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede bei Herzfrequenz- und Blutlaktat-Daten zwischen Trainingseinheiten und Spielen. Die physiologische Beanspruchung im Training scheint bei Altherrenfußballspielern somit vergleichbar mit jener im Spiel zu sein.

Es erscheint plausibel, dass die Beanspruchung beim Fußballspielen zu positiven Effekten auf verschiedenen Ebenen führen kann. Fußballspieler im Alter zwischen 65 bis 85 weisen im Vergleich zu gleichaltrigen Ausdauer – und Krafttrainierten ähnliche oder sogar bessere Ausprägungen in relevanten Leistungs- und Gesundheitsvariablen auf (Randers et al., 2014). Auch bei etwas jüngeren Spielern von 65 -75 Jahren wurde eine bessere kardiovaskuläre Funktion gegenüber einer gesunden, aber untrainierten Kontrollgruppe nachgewiesen (Schmidt et al., 2013). Krstrup et al. (2009) untersuchten in einem kontrollierten dreiarmligen Studiendesign die Effekte eines 12-wöchigen Trainings bei 36 gesunden, jedoch untrainierten Männern zwischen 20 und 43 Jahren. Die Probanden wurden randomisiert einem Fußballtraining, einem moderat-intensiven Ausdauertraining (Laufen) oder einer Kontrollgruppe zugeteilt. Es konnten beachtliche Effekte unter anderem auf die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}) (+13% in der Fußballgruppe, + 8% in der Laufgruppe) und den Blutdruck nachgewiesen werden. Der Körperfettgehalt, die fettfreie Körpermasse und das Blutlipidprofil verbesserten sich in dieser Studie lediglich in der Fußballgruppe signifikant. Innerhalb der gleichen Studie verbesserte sich die isometrische Maximalkraft der ischiocruralen Muskulatur um 11%, während sich die isometrische Kraft des quadriceps femoris nicht veränderte (Krstrup, Christensen, et al., 2010). Im Bereich der neuromuskulären Kontrolle (Flamingo Balance Test) zeigten sich ebenfalls relevante Verbesserungen. Diese Effekte gingen weiterhin mit Verbesserungen in typischen sportspezifischen Tests einher (Yo-Yo Intermittend Endurance 2 sowie 30 Meter Sprint) (Krstrup, Christensen, et al., 2010). Auch in der Studie von Schmidt et al. (2014) führte ein einjähriges Fußballtraining bei 65 – 75-jährigen Probanden zu höheren Effekten auf kardiovaskuläre Parameter im Vergleich zu einem Krafttraining und einer Kontrollgruppe. Eine Reihe von Studien belegt zudem den Einfluss von

Fußball auf die Körperzusammensetzung. Bangsbo et al. (2015) berichten in ihrem Review Körperfettreduktionen von eins bis drei Prozentpunkten nach einem Fußballtraining über drei Monate. Auch zeigen einige Studien Zunahmen der fettfreien Körpermasse in Folge von Fußballtraining (Bangsbo et al., 2015). In einer Meta-Analyse über die gesundheitlichen Effekte von verschiedenen Sportdisziplinen wurde Freizeit-Fußball neben Laufen/Joggen als am besten untersuchteste Sportart bezeichnet (Oja et al., 2015). Die Autoren berechneten dabei eine über jeweils fünf eingeschlossenen Interventionsstudien eine gepoolte Steigerung der VO_{2max} um 4,11 ml/min/kg (95% Konfidenzintervall (KI): 1,10 – 7,12; $P = 0.007$) und eine Verringerung der Ruheherzfrequenz um -6,25 bpm (95% KI: -8,9 – -3,61; $P < 0,001$) durch Fußballtraining gegenüber Kontrollbedingungen.

Zusammengefasst deuten diese Ergebnisse klar auf einen adäquaten Trainingsreiz in Bezug auf das Herz-Kreislauf-System hin. Für Effekte auf neuromuskuläre Parameter sind die Ergebnisse durch die Studienlage zwar etwas weniger eindeutig, mögliche Trainingswirkungen erscheinen jedoch auch auf Grund der typischen hochintensiven Aktionen (Sprints, Sprünge, Richtungswechsel, etc.) plausibel. Seitens der Fédération Internationale de Football Association (FIFA) und dem FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC) wird das Thema „Fußball als Gesundheitssport“ unter dem Slogan „Football for Health“ seit einigen Jahren aktiv gefördert (Blatter & Dvorak, 2014).

4 Das Verletzungsrisiko im Männer-Fußball

Im Allgemeinen besteht das Risiko, sich bei sportlicher Betätigung zu verletzen. Die akuten und chronischen Beanspruchungen können zum einen zu Fehlbelastungen des Bewegungsapparates und schlussendlich zu Verletzungen führen. Zum anderen besteht insbesondere durch den Charakter des Spiels (Interaktion und Kontakt mit Mitspielern, Gegnern und des Balls) die Möglichkeit, akute Verletzungen zu erleiden.

4.1 Verletzungsdefinition

Die Definition einer Verletzung ist in verschiedenen Studien nicht immer einheitlich, was die Vergleichbarkeit von Verletzungsstudien einschränkt und zudem deren Interpretation erschwert (Brooks & Fuller, 2006). Ein internationales Konsensus-Statement für Verletzungsstudien im Fußball (Fuller et al., 2006) definiert eine Fußballverletzung folgendermaßen:

„Any physical complaint sustained by a player that results from a football match or football training, irrespective of the need for medical attention or time loss from football activities. An injury that results in a player receiving medical attention is referred to as a “medical attention” injury, and an injury that results in a player being unable to take a full part in future football training or match play as a “time loss” injury.“

Demnach sollen in Studien lediglich Verletzungen, die durch das Fußballspielen bedingt sind, berücksichtigt werden, nicht aber Verletzungen, die z.B. durch weitere Sportarten oder aus dem Alltag resultieren, auch wenn diese einen Ausfall im Fußballtraining oder -Spiel zur Folge haben. Die Verletzungsschwere wird über die verletzungsbedingte Ausfallzeit („time loss“) von Spiel und Training definiert (Tabelle 1). Weitere Kategorien und Unterkategorien in Bezug auf Verletzungsart und Verletzungslokalisation wurden klar definiert und voneinander abgegrenzt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Verletzungsdefinition und –unterkategorien nach Fuller et al. (2006).

Englischer Begriff	Original-Definition	Deutsche Übersetzung
Injury	Any physical complaint sustained by a player that results from a football match or football training.	Verletzung
Time-loss-injury	Injury that results in a player being unable to take a full part in future football training or match play.	Time-loss Verletzung
Minimal injury	Absence from training and matches for 1 – 3 days.	Minimale Verletzung
Mild injury	Absence from training and matches for 4 – 7 days.	Milde Verletzung
Moderate injury	Absence from training and matches for 8 – 28 days.	Moderate Verletzung
Severe injury	Absence from training and matches for more than 28 days.	Schwere Verletzung
Match	Play between teams from different clubs.	Spiel
Training	Team based physical activities.	Training
Overuse injury	Caused by repeated microtrauma without a single, identifiable event responsible for the injury.	Überlastungsverletzung
Traumatic injury	Injury resulted from a specific, identifiable event.	Trauma-Verletzung

Die Anzahl der Verletzungen in Bezug auf die Expositionszeit gilt als Goldstandard zur Quantifizierung von Verletzungen innerhalb einer Stichprobe (Fuller et al., 2006). Die Verletzungsinzidenz wird in (Fußball)-Studien in der Regel in Verletzungen pro

1000 Spieler-Stunden Fußball angegeben und ermöglicht eine Aussage über die Größenordnung des Verletzungsproblems innerhalb einer Stichprobe (Brooks & Fuller, 2006; Fuller et al., 2006). Eine weitere angewendete Möglichkeit ist z.B. die Angabe von Verletzungen pro 1000 „athletes exposures“ (basierend auf der Anzahl von Spielen pro Spieler, unabhängig von der tatsächlichen Spiel- oder Trainingsdauer).

4.1.1 Verletzungshäufigkeit im Männerfußball

Epidemiologische Studien zeigen, dass im Fußball im Vergleich mit anderen Studien ein beachtliches Verletzungsrisiko besteht. In einer finnische Studie belegt Fußball von 31 berücksichtigten Sportarten den achten Platz in Bezug auf die Verletzungshäufigkeit (Parkkari et al., 2004). De Loes & Goldie (1988) berichten, dass nach Eishockey, Reiten und Handball, Fußball die Sportart mit der vierthöchsten Verletzungsinzidenz in Schweden ist. Einer australischen Studie nach liegt Fußball nach Cricket an zweiter Stelle in Bezug auf die Häufigkeit von „signifikanten“ Verletzungen¹ (Finch & Cassell, 2006).

In der Literatur liegen zahlreiche Befunde zur Verletzungshäufigkeit im Männerfußball vor. Grundsätzlich werden in allen Publikationen höhere Verletzungsinzidenzen im Wettkampf/Spiel als im Training berichtet. In dem Übersichtsartikel von Junge & Dvorak (2004) werden Inzidenzen zwischen 1,5 und 7,6/1000 Stunden für Trainingsverletzungen sowie zwischen 10,2 und 35,5/1000 Stunden für Spielverletzungen für männliche Fußballspieler unterschiedlicher Spielstärke berichtet. Innerhalb der „UEFA injury study“ werden seit 2001 Verletzungsdaten von europäische Profimannschaften erhoben. Ekstrand, Hagglund, & Walden (2011b) berichten beispielsweise eine Gesamt-Verletzungsinzidenz von 8,0 Verletzungen/1000 Stunden (Training: 4,1; Spiel: 27,5). Insgesamt ist die Studienlage im niedrigklassigeren Fußball weniger stark. Aus der vierten schwedischen Liga werden Trainings-Inzidenzen von 7,6 und Spiel-Inzidenzen von 16,9 berichtet (Ekstrand, Gillquist, Moller, Oberg, & Liljedahl, 1983). In der schwedischen Studie von Peterson,

¹ In dieser Studie wurde „significant injury“ folgendermaßen definiert: „...a reported injury that required treatment, interfered with performance of the activities of daily living (ADL) and/or had adverse effects on participation or performance in subsequent activity.“ (Finch & Cassell, 2006).

Junge, Chomiak, Graf-Baumann, & Dvorak (2000) wurden Fußballspieler unterschiedlichen Alters und Spielniveaus untersucht. Die erwachsenen Teilnehmer der Studie wurden dabei an Hand ihres Spielniveaus in vier Kategorien eingeteilt: „top-level“ (1. und 2. Liga) (Gesamtverletzungsinzidenz: 5,6/1000 Stunden) 3. Liga (4,6/1000 Stunden), Amateur-Mannschaften (8,9/1000 Stunden) und „local teams“ (20,2/1000 Stunden). Die Daten deuten somit auf ein erhöhtes Verletzungsrisiko bei weniger professionellen Fußballspielern im Vergleich zu professionelleren Fußballspielern hin. Im Gegensatz dazu berichten Inklaar, Bol, Schmikli, & Mosterd (1996) niedrigere Verletzungsinzidenzen bei niedrigklassigen Teams im Vergleich zu höherklassigen (niedrigklassig: 11,4/1000 Stunden; höherklassig: 22,6/1000 Stunden). Nielsen & Yde (1989) zeigen ebenfalls geringere Spiel-Verletzungsinzidenzen (11,9/1000 Stunden) bei Spielern niederen Klassen im Vergleich zu höherklassigen Spielern (18,5/1000 Stunden), wobei das Verhältnis im Training wieder umgekehrt war (niedrigklassig: 5,6/1000 Stunden; höherklassig: 2,3/1000 Stunden).

Aus dem Altherrenfußball liegen bislang noch keine Daten vor. Neben der offensichtlichen Möglichkeit, dass sich die Verletzungsinzidenz zwischen Spielern unterschiedlichen Niveaus unterscheidet, könnte das Alter grundsätzlich einen relevanten Einfluss auf das Verletzungsrisiko einnehmen. Eine Analyse der Daten aus der „UEFA injury study“ zeigt höhere Inzidenzen für Muskelverletzungen mit steigendem Alter (Ekstrand, Hagglund, & Walden, 2011a). Dabei muss beachtet werden, dass es sich bei den Probanden um Profifußballspieler mit einem mittleren Alter von 25 Jahren handelt und die Alterspanne der untersuchten Personen begrenzt ist. Arnason et al. (2004) analysierten potentielle Verletzungsrisikofaktoren bei 306 isländischen Fußballern der zwei höchsten Ligen. Die Analyse ergab ebenfalls ein erhöhtes Verletzungsrisiko mit steigendem Alter, wobei auch in dieser Studie die Probanden im Mittel 24 Jahre alt waren und die Alterspanne 16 – 38 Jahre betrug. Peterson et al. (2000) berichteten ebenfalls das Alter als Risikofaktor für schwere Verletzungen (Ausfallzeit > vier Wochen). In einer differenzierten Analyse von Verletzungen tschechischer Fußballspieler (Alter 14 – 42 Jahre) zeigte sich zwar die höchste Verletzungsinzidenz bei der Altersgruppe von 16 – 18 Jahren, die Verletzungsinzidenz der schweren Verletzungen wie Bänderrisse oder Risse des Meniskus stieg jedoch mit zunehmendem Alter an (Chomiak, Junge, Peterson, & Dvorak, 2000). Eine weitere Studie zeigte allerdings niedrigere Verletzungsinzidenzen

einhergehend mit steigendem Alter (Inklaar et al., 1996). Inklaar et al. (1996) schlossen dabei zwar Spieler im Alter von 13 – 60 Jahren in die Studie ein, der Median des Spieleralters lag allerdings bei 19,6 Jahren, womit die Aussagekraft in Bezug auf ältere Spieler (> 32 Jahre) ebenfalls eingeschränkt ist. Insgesamt muss die Studienlage somit im Hinblick auf ältere Fußballspieler als unzureichend bezeichnet werden, womit sich die Notwendigkeit von Studien im Altherrenfußball ergibt.

4.1.2 Verletzungstyp

Muskelverletzungen (Zerrungen, Rupturen) und Bandverletzungen (Distorsionen, Rupturen) sowie Prellungen sind die am häufigsten auftretenden Fußballverletzungen. Bei englischen Profifußballern waren beispielsweise 37% aller Verletzungen Muskelzerrungen und -risse, 19% Bandverletzungen und 7% Muskelprellungen (Hawkins, Hulse, Wilkinson, Hodson, & Gibson, 2001). Neuere Daten aus dem englischen Profifußball (Ekstrand et al., 2011b) zeigen ähnliche Ergebnisse (35% Muskelzerrungen und -risse, 18% Bandverletzungen, 17% Prellungen, 7% Sehnenverletzungen). Die oben erwähnte Untersuchung von schwedischen Fußballern unterschiedlichen Alters und Spielniveaus (Peterson et al., 2000) ergab im Vergleich einen höheren Anteil an Bandverletzungen (54%), ähnlichen Anteile an Muskelzerrungen und -rissen (33%) und 4% Prellungen als häufigste Verletzungsarten. Bandverletzungen waren auch bei Inklaar et al. (1996) der häufigste Verletzungstyp (31%), gefolgt von Prellungen (28%) und vergleichsweise wenigen Muskelzerrungen und -rissen (19%). Auch die Studie von Ekstrand & Gillquist (1983) an schwedischen Viertligisten zeigte Bandverletzungen als häufigsten Verletzungstyp (29%). Weiterhin ergab diese Studie 20% Prellungen und ebenfalls relativ wenige Muskelzerrungen und -risse (18%). Nielsen & Yde (1989) berichten sogar 49% Bandverletzungen, weiterhin ergaben sich 23% Muskelzerrungen und -risse und lediglich 9% Prellungen bei dänischen Fußballern unterschiedlichen Niveaus.

4.1.3 Verletzungslokalisierung

Die vorhandenen Studien zeigen, dass die unteren Extremitäten am häufigsten von Verletzungen betroffen sind. Typische Lokalisationen sind dabei das Sprunggelenk, das Kniegelenk sowie die Oberschenkel- und Wadenmuskulatur. Bei Ekstrand et al. (2011b) war der Oberschenkel am häufigsten betroffen (23%), gefolgt von Knie (18%),

Sprunggelenk (14%) und Unterschenkel inklusive Achillessehne (11%). Ähnliche Ergebnisse zeigten auch Hawkins et al. (2001) mit 23% Oberschenkel-, 17% Knie-, 17% Sprunggelenks- und 12% Unterschenkelverletzungen. Bei Peterson et al. (2000) hingegen traten mit 20% am häufigsten Sprunggelenksverletzungen auf, gefolgt von Knieverletzungen (18%), Oberschenkelverletzungen (15%) und Unterschenkelverletzungen (9%). Ekstrand & Gillquist (1983) berichten Knieverletzungen mit 20% aller Verletzungen als häufigste Verletzung, gefolgt von Sprunggelenksverletzungen (17%) und Oberschenkelverletzungen (14%). Nielsen & Yde (1989) hingegen ermittelten 36% Sprunggelenksverletzungen, 22% Leisten- und Oberschenkelverletzungen sowie 18% Knieverletzungen. Zusammengefasst sind Oberschenkel, Knie und Sprunggelenk publikationsübergreifend die am häufigsten betroffenen Körperregionen, wobei sich die Reihenfolge unterscheiden kann. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in den aufgeführten Studien Probanden unterschiedlichen Spielniveaus und Alters eingeschlossen wurden.

Bei den Oberschenkelverletzungen ist der Anteil an Verletzungen der ischiocruralen Muskulatur meist höher als derjenige der vorderen Oberschenkelmuskulatur. Bei Ekstrand et al. (2011b) und Ekstrand, Hagglund, Kristenson, Magnusson, & Walden (2013) betrafen 12% bzw. 13% aller Verletzungen die Muskulatur der Oberschenkelrückseite im Vergleich zur Oberschenkelvorderseite mit jeweils 5%. Damit war in dieser Studie eine Verletzung der hinteren Oberschenkelmuskulatur die häufigste einzelne Verletzung überhaupt. Auch in anderen Studien liegt der Anteil an Verletzungen der ischiocruralen Muskulatur zwischen 12 und 16% (Arnason, Gudmundsson, Dahl, & Johannsson, 1996; Woods et al., 2004). In vielen Publikationen wird jedoch nicht zwischen Verletzungen der vorderen und der hinteren Oberschenkelmuskulatur unterschieden (Ekstrand & Gillquist, 1983; Nielsen & Yde, 1989; Peterson et al., 2000).

4.1.4 Verletzungsschwere

Üblicherweise wird die Schwere der Verletzung in Verletzungsstudien durch die Ausfallzeit in Tagen definiert (Tabelle 1). Im Profifußball werden ca. 22% der Verletzungen als minimale-, 26% als milde-, 37% als moderate- und 16% als schwere Verletzungen eingeordnet (Ekstrand et al., 2011b). Auch Hawkins et al. (2001) zeigten

ähnliche Ergebnisse bei leicht unterschiedlicher definitorischer Einteilung (10%, 23%, 45% und 23%). Peterson et al. (2000) berichten über verschiedene Altersgruppen und Spielniveaus hinweg Zahlen von ca. 50% minimalen- und milden Verletzungen sowie ca. 33% moderaten- und 15% schweren Verletzungen. Nielsen & Yde (1989) berichten sogar 35% schwere Verletzungen (minimale- und milde Verletzungen: 46%, moderate Verletzungen: 19%).

4.1.5 Verletzungsursachen/-mechanismen

Alle Verletzungen können in Trauma- und Überlastungsverletzungen eingeteilt werden (Tabelle 1). Insgesamt werden durchgängig mehr Trauma- als Überlastungsverletzungen berichtet (Ekstrand & Gillquist, 1983; Nielsen & Yde, 1989; Peterson et al., 2000; Walden, Hagglund, & Ekstrand, 2005a, 2005b). So liegen die Anteile an traumatischen- und Überlastungsverletzungen bei ca. 2/3 zu 1/3 (Nielsen & Yde (1989): 63% und 37%; Walden et al. (2005a): 63% und 37%; Ekstrand & Gillquist (1983): 69% und 31%; Peterson et al. (2000): 77% und 23%). Traumatische Verletzungen resultieren dabei häufig aus Verletzungen, die durch einen Kontakt mit Gegner, Ball oder einem anderem Objekt verursacht wurden (Nielsen & Yde (1989): 59% aller Trauma-Verletzungen; Peterson et al. (2000): 56% aller Trauma-Verletzungen).

4.1.6 Zusammenfassung

Insgesamt kann die Studienlage zu Verletzungen im Männer-Fußball folgendermaßen zusammengefasst werden: der Hauptteil der Verletzungen bezieht sich auf die unteren Extremitäten. Sehr häufig treten Muskelverletzung des Oberschenkels auf, wobei die ischiocrurale Muskulatur dabei am häufigsten betroffen ist. Weitere typische Verletzungen sind Sprunggelenks- und Knieverletzungen. Es werden mehr Trauma-Verletzungen als Überlastungsverletzungen berichtet. Weiterhin verursachen etwa 1/5 bis 1/6 aller Verletzungen eine Ausfallzeit von > 28 Tagen.

5 Verletzungsprävention im Fußball

Zum einen könnten Veränderungen von Materialien (z.B. Untergrund, Protektoren, Orthesen, etc.) und des Regelwerks das Verletzungsrisiko reduzieren. Zum anderen tragen trainingsbasierte Präventionsprogramme mit dem Fokus auf akuten und chronischen Veränderungen von neuromuskulären und leistungsphysiologischen Parametern potentiell zur Reduktion des Verletzungsrisikos bei.

5.1 Trainingsbasierte Verletzungspräventionsprogramme

Die Anzahl an Verletzungspräventionsstudien und deren methodische Qualität hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen (McBain et al., 2012a, 2012b). Sportartübergreifend zeigten Leppanen, Aaltonen, Parkkari, Heinonen, & Kujala (2014) in ihrer Meta-Analyse, dass spezifische Trainingsprogramme Verletzungen um fast die Hälfte reduzieren können. Auch bei jugendlichen Sportlern unter 19 Jahren kann die Verletzungsinzidenz durch trainingsbasierte Präventionsprogramme um fast die Hälfte gesenkt werden (Rössler et al., 2014). In den letzten Jahren wurden eine Reihe von (randomisiert-) kontrollierten Studien durchgeführt, die sich mit dem Thema Verletzungsprävention speziell im Fußball beschäftigten. In die Metaanalyse von Herman, Barton, Malliaras, & Morrissey (2012) wurden neun Originalstudien eingeschlossen, von welchen sieben mit Fußballern durchgeführt wurden. Einschlusskriterium war unter anderem, dass für die untersuchten Verletzungspräventionsprogramme kein zusätzliches Equipment nötig war. Es wurden signifikante Verletzungsreduktionen für die Programme „FIFA 11+“, „Knee Injury Prevention Programm“ (KIPP), „Prevent Injury and Enhance Performance“ (PEP), „HarmoKnee“ und „Anterior Knee Pain Prevention Training Programme“ gefunden. Auffällig ist die Tatsache, dass sieben der eingeschlossenen Studien ausschließlich Frauen untersuchten, lediglich in zwei Studien wurden sowohl Frauen als auch Männer untersucht.

Weitere systematische und narrative Übersichtsarbeiten bestätigen die Wirksamkeit von präventiv ausgerichteten Trainingsprogrammen zur Verletzungsreduktion im Fußball (Kirkendall, Junge, & Dvorak, 2010). Im Gegensatz kommen van Beijsterveldt, van der Horst, van de Port, & Backx (2013) in ihrem systematischen

Übersichtsartikel allerdings zur Schlussfolgerung, dass in der Literatur widersprüchliche Ergebnisse vorzufinden sind. Von den sechs eingeschlossenen Studien mit insgesamt 6099 Probanden fanden vier Studien statistisch signifikante Verletzungsreduktionen, allerdings war der jeweilige Hauptzielparameter („overall injuries“) nur in zwei Studien statistisch signifikant verändert. In den eingeschlossenen Studien wurden verschiedene neuromuskuläre Trainingsprogramme angewendet. Van Beijsterveldt et al. (2013) merkten an, dass unter anderem diese unterschiedlichen Trainingsprogramme und weiterhin die unterschiedlichen Stichproben für die heterogenen Ergebnisse verantwortlich sein könnten. Die Daten wurden jedoch nicht meta-analytisch ausgewertet.

5.2 Das fußballspezifische Präventionsprogramm „FIFA 11+“

Eine internationale Expertengruppe von F-MARC, dem Oslo Sports Trauma Research Center und der Santa Monica Orthopaedic and Sports Medicine Research Foundation entwickelte ein speziell auf den Fußball zugeschnittenes Verletzungspräventionsprogramm („FIFA The 11+“). Der Name resultierte aus zehn neuromuskulären Übungen und -als elftes Element- der Propagierung des Fair Play-Gedanken (Junge et al., 2011). Das Programm wurde später noch einmal überarbeitet und „FIFA 11+“ genannt (FIFA, 2013b). Es setzt sich aus drei Teilen zusammen: ein Teil mit eher langsamen Laufübungen am Anfang, gefolgt von einem Teil mit verschiedenen Übungen, welche auf die Verbesserung der Rumpf- und Beinkraft, der Balance, der plyometrischen Fähigkeiten und Wendigkeit abzielen. Der letzte Teil besteht ebenfalls wieder aus Laufübungen, die im Gegensatz zum ersten Teil allerdings intensiver ausgeführt werden (Abbildung 1). FIFA 11+ soll dabei als Aufwärmprogramm zu Beginn des Trainings durchgeführt werden.

FIFA 11+

TEIL 1 LAUFÜBUNGEN · 8 MINUTEN

1 LAUFEN GERADEAUS



6-10 Markierungen und im Abstand von ca. 5-6 m in zwei parallelen Linien aufgestellt. Zwei Spieler starten gleichzeitig an der ersten Markierung und laufen gemeinsam zur letzten Markierung. Innen an den Markierungen hin- und aussen zurücklaufen. Tempo auf dem Rückweg je nach Aufwärmstatus langsam steigern. 2 Mal.

2 LAUFEN HÜFTDREHUNG NACH AUSSEN



Zur ersten Markierung gehen oder locker laufen, dort stehen bleiben. Knie nach vorne anheben, zur Seite führen und Bein absetzen. Bei der nächsten Markierung mit dem anderen Bein. 2 Mal.

3 LAUFEN HÜFTDREHUNG NACH INNEN



Zur ersten Markierung gehen oder locker laufen, dort stehen bleiben. Knie seitlich anheben, nach vorne führen und Bein absetzen. Bei der nächsten Markierung mit dem anderen Bein. 2 Mal.

4 LAUFEN SEITGALOPP



Zur ersten Markierung laufen, von dort im Seitgalopp aufeinander zu bewegen, um den Partner herum (ohne die Richtung zu ändern) und zurück zur ersten Markierung. Bei jeder Markierung wiederholen. Beachten Körpergewicht auf dem Vorfuß, Hüfte und Knie leicht gebeugt, um den Körperschwerpunkt tief zu halten. 2 Mal.

5 LAUFEN SCHULTERKONTAKT



Zur ersten Markierung laufen, von dort im Seitgalopp aufeinander zu bewegen. In der Mitte seitlich gegen einander springen, so dass sich die Schultern berühren. Wichtig! Mit gebeugter Hüfte und Knie auf beiden Füßen landen. Die Knie nicht nach innen einklinken lassen. Gleichzeitig mit dem Partner abspringen und landen. 2 Mal.

6 LAUFEN VOR UND ZURÜCK SPURTEN



Zur zweiten Markierung sprinten und rückwärts zur ersten Markierung sprinten, dabei Hüfte und Knie leicht gebeugt halten. Dann wieder zwei Markierungen nach vorne und eine zurück sprinten und so den Parcours durchlaufen. Mit kleinen, schnellen Schritten sprinten. 2 Mal.

TEIL 2 KRAFT · PLYOMETRIE · GLEICHGEWICHT · 10 MINUTEN

LEVEL 1

7 UNTERARMSTÜTZ HALTEN



Ausgangsposition: Bauchlage, auf den Unterarmen und Füßen abstützen. Ellbogen und senkrecht unter den Schultern. Übung: Körper anheben und Bauch anspannen und die Position 20-30 Sek. halten. Der Körper soll eine gerade Linie bilden. 3 Mal.

LEVEL 2

7 UNTERARMSTÜTZ BEINE WECHSELND ANHEBEN



Ausgangsposition: Bauchlage, auf den Unterarmen und Füßen abstützen. Ellbogen und senkrecht unter den Schultern. Übung: Körper anheben und Bauch- und Gesäßmuskeln anspannen. Die Beine abwechselnd anheben und für ca. 2 Sek. halten. Etwa 40-60 Sek. lang wiederholen. Der Körper soll eine gerade Linie bilden. Den Rücken nicht durchhängen lassen. 3 Mal.

LEVEL 3

7 UNTERARMSTÜTZ BEIN ANHEBEN UND HALTEN



Ausgangsposition: Bauchlage, auf den Unterarmen und Füßen abstützen. Ellbogen und senkrecht unter den Schultern. Übung: Körper anheben und Bauch anspannen. Ein Bein ca. 10-15 cm vom Boden anheben und die Position 20-30 Sek. halten. Der Körper soll eine gerade Linie bilden. Andere Hüfte nicht nach unten kippen und den Rücken nicht durchhängen lassen. Kurze Pause, Übung mit anderem Bein wiederholen. 3 Mal.

8 SEITLICHER UNTERARMSTÜTZ HALTEN



Ausgangsposition: Seitlage, unteres Knie rechtwinklig beugen, auf Unterarm und unterem Bein abstützen. Ellbogen des Stützarms ist senkrecht unter der Schulter. Übung: Hüfte und oberes Bein anheben. Schulter, Hüfte und Knie sollen eine gerade Linie bilden. Position 20-30 Sek. halten. Kurze Pause, Seite wechseln, Übung wiederholen. 3 Mal auf jeder Seite.

8 SEITLICHER UNTERARMSTÜTZ HÜFTE HEBEN UND SENKEN



Ausgangsposition: Seitlage, Beine gestreckt, auf Unterarm und Außenrand des Fußes abstützen. Der Körper soll von der Schulter bis zum Fuß eine gerade Linie bilden. Übung: Hüfte zum Boden bewegen und wieder anheben. 20-30 Sek. wiederholen. Kurze Pause, Seite wechseln, Übung wiederholen. 3 Mal auf jeder Seite.

8 SEITLICHER UNTERARMSTÜTZ BEIN HEBEN UND SENKEN



Ausgangsposition: Seitlage, Beine gestreckt, auf Unterarm und Außenrand des Fußes abstützen. Der Körper soll von der Schulter bis zum Fuß eine gerade Linie bilden. Übung: Hüfte zum Boden bewegen und wieder anheben. 20-30 Sek. wiederholen. Kurze Pause, Seite wechseln, Übung wiederholen. 3 Mal auf jeder Seite.

9 OBERSCHENKELRÜCKSEITE ANFÄNGER



Ausgangsposition: Auf weicher Unterlage knien. Unterschenkel werden vom Partner fest auf den Boden gedrückt. Übung: Der Körper soll während der gesamten Übung von den Schultern bis zu den Knien gerade bleiben. Langsam nach vorne neigen, mit der Oberkörper- und Gesäßmuskulatur halten. Wenn der Körper nicht mehr gestreckt gehalten werden kann, in die Liegestützposition fallen lassen und das Körpergewicht mit den Händen abstützen. Mindestens 3-5 Mal und/oder 60 Sek. wiederholen.

9 OBERSCHENKELRÜCKSEITE FORTGESCHRITTENE



Ausgangsposition: Auf weicher Unterlage knien. Unterschenkel werden vom Partner fest auf den Boden gedrückt. Übung: Der Körper soll während der gesamten Übung von den Schultern bis zu den Knien gerade bleiben. Langsam nach vorne neigen, mit der Oberkörper- und Gesäßmuskulatur halten. Wenn der Körper nicht mehr gestreckt gehalten werden kann, in die Liegestützposition fallen lassen und das Körpergewicht mit den Händen abstützen. Mindestens 7-10 Mal und/oder 60 Sek. wiederholen.

9 OBERSCHENKELRÜCKSEITE TOPFIT



Ausgangsposition: Auf weicher Unterlage knien. Unterschenkel werden vom Partner fest auf den Boden gedrückt. Übung: Der Körper soll während der gesamten Übung von den Schultern bis zu den Knien gerade bleiben. Langsam nach vorne neigen, mit der Oberkörper- und Gesäßmuskulatur halten. Wenn der Körper nicht mehr gestreckt gehalten werden kann, in die Liegestützposition fallen lassen und das Körpergewicht mit den Händen abstützen. Mindestens 12-15 Mal und/oder 60 Sek. wiederholen.

10 EINBEINSTAND MIT DEM BALL



Ausgangsposition: Auf einem Bein stehen, Knie leicht gebeugt. Übung: Das Gleichgewicht halten. Den Ball in beiden Händen vor dem Körper. Körpergewicht auf dem Vorfuß. Wichtig! Knie nicht nach innen einklinken lassen. 30 Sek. halten. Bein wechseln und Übung wiederholen. Übung erschweren, indem der Ball um die Hüfte und/oder das andere Knie gekickt wird. 2 Mal auf jedem Bein.

10 EINBEINSTAND BALL GEGENSEITIG ZUWERFEN



Ausgangsposition: Zwei Spieler stehen sich in einem Abstand von 2-3 m auf einem Bein gegenüber. Übung: Sich den Ball gegenseitig zuwerfen. Dabei das Gleichgewicht halten und den Bauch anspannen. Körpergewicht auf dem Vorfuß. Wichtig! Knie nicht gebeugt, nicht nach innen einklinken lassen. Nach 30 Sek. Bein wechseln und Übung wiederholen. 2 Mal auf jedem Bein.

10 EINBEINSTAND GLEICHGEWICHT TESTEN



Ausgangsposition: Zwei Spieler stehen sich in einem Abstand von 2-3 m auf einem Bein gegenüber. Übung: Das Gleichgewicht halten, während die Partner abwechselnd versuchen, den anderen in verschiedene Richtungen aus dem Gleichgewicht zu bringen. Körpergewicht auf dem Vorfuß. Wichtig! Knie nicht nach innen einklinken lassen. Nach 30 Sek. Bein wechseln. 2 Mal auf jedem Bein.

11 KNIEBEUGEN AUF DIE ZEHNENSPITZEN



Ausgangsposition: Hüftbreit auf beiden Beinen stehen. Hände nach Beleben in die Hüften stemmen. Übung: Hüfte, Knie und Zehenspitzen langsam beugen, bis die Knie einen rechten Winkel bilden. Dabei den Oberkörper deutlich nach vorne neigen. Langsam beugen, schnell strecken. Bis auf die Zehenspitzen – und wieder langsam beugen. Die Knie nicht nach innen einklinken lassen. Übung 30 Sek., wiederholen. 2 Mal.

11 KNIEBEUGEN AUSFALLSCHRITTE



Ausgangsposition: Hüftbreit auf beiden Beinen stehen. Hände nach Beleben in die Hüften stemmen. Übung: Mit beugten, gleichschenkeligen Ausfallschritten schrittweise gehen. Dabei Hüfte und Knie beugen, bis das vordere Knie einen rechten Winkel bildet. Knie nicht nach innen einklinken lassen. Oberkörper und Hüfte nicht zur Seite kippen lassen. Das Spielfeld mit Ausfallschritten überqueren (ca. 10 Schritte je Bein) und locker zurücklaufen. 2 Mal.

11 KNIEBEUGEN AUF EINEM BEIN



Ausgangsposition: Auf einem Bein stehen, sich seitlich etwas am Partner abstützen. Übung: Knie langsam so weit wie möglich, bis zum rechten Winkel beugen. Knie nicht nach innen einklinken lassen. Langsam beugen, etwas schneller strecken. Oberkörper und Hüfte nicht zur Seite kippen lassen. 10 Wiederholungen auf jedem Bein. 2 Mal.

12 SPRINGEN SPRÜNGE NACH OBEN



Ausgangsposition: Hüftbreit auf beiden Beinen stehen. Hände nach Beleben in die Hüften stemmen. Übung: Als ob man sich auf einen Stuhl setzen wollte, Hüfte und Knie langsam beugen, bis die Knie einen rechten Winkel bilden. Position 2 Sek. halten. Die Knie nicht nach innen einklinken lassen. Aus dieser Position so hoch wie möglich springen. Weich auf den Vorfüßen landen, dabei Hüfte und Knie leicht gebeugt halten. Übung 30 Sek., wiederholen. 2 Mal.

12 SPRINGEN SPRÜNGE ZUR SEITE



Ausgangsposition: Auf einem Bein stehen, Oberkörper in der Hüfte leicht nach vorne neigen. Knie und Hüfte leicht beugen. Übung: Von Standbein ca. 1 m seitwärts auf das andere Bein springen. Weich auf dem Vorfuß landen, dabei Hüfte und Knie leicht gebeugt halten. Knie nicht nach innen einklinken lassen. Bei jedem Sprung das Gleichgewicht behalten. Übung 30 Sek., wiederholen. 2 Mal.

12 SPRINGEN KREUZSPRÜNGE



Ausgangsposition: Hüftbreit auf beiden Beinen stehen. Sich ein Kreuz auf dem Boden vorstellen. In dessen Mitte mit der Hand. Übung: Abwechselnd vor- und zurück, seitwärts und diagonal über Kreuz springen. So schnell und explosiv wie möglich springen. Hüfte und Knie leicht gebeugt halten. Weich auf den Vorfüßen landen. Die Knie nicht nach innen einklinken lassen. Übung 30 Sek., wiederholen. 2 Mal.

TEIL 3 LAUFÜBUNGEN · 8 MINUTEN

13 LAUFEN ÜBER DAS SPIELFELD



Von einer Seite zur anderen über das Spielfeld rennen (mit 75-80 % der Maximalgeschwindigkeit). 2 Mal.

14 LAUFEN HOCH-WEIT-SPRÜNGE



Mit hohen und weiten Sprüngen laufen. Das Knie des Schenkelbeins möglichst hoch und den Gesäßrücken vor den Körper bringen. Weich auf dem Vorfuß landen. Knie nicht nach innen einklinken lassen. So das gesamte Feld überqueren und zurück laufen, um sich zu erholen. 2 Mal.

15 LAUFEN RICHTUNGSWECHSEL



4-5 Schritte laufen, nach Aufsetzen des rechten Fußes schneller Richtungswechsel nach links führen & roll, beschleunigen. 5-7 Schritte sprinten (mit 80-90 % der Maximalgeschwindigkeit). Tempo verringern und Richtungswechsel nach rechts. Knie nicht nach innen einklinken lassen. So das gesamte Feld überqueren und zurück laufen. 2 Mal.




Abbildung 1: das Verletzungspräventionsprogramm „FIFA 11+“ (FIFA, 2015).

In einem systematischen Review (Barengo et al., 2014) wurden Studien ausgewertet, die sich mit beiden FIFA-Verletzungspräventionsprogrammen („FIFA The 11“ und „FIFA 11+“) auseinandersetzten (Tabelle 2). In vier der Studien (Soligard et al., 2008; Soligard et al., 2010; Steffen et al., 2013; Steffen, Myklebust, Olsen, Holme, & Bahr, 2008) wurden junge Fußballspielerinnen im Alter zwischen 13 und 18 Jahren untersucht. Nur Grooms, Palmer, Onate, Myer, & Grindstaff (2013) führten ihre Studie mit Männern durch (Alter 18 – 25). Die Studien zeigen insgesamt vielversprechende Ergebnisse, lediglich bei Steffen et al. (2008) konnten keine signifikanten Reduktionen der Verletzungsanzahl beobachtet werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Zusammenfassung der „FIFA The 11“ und „FIFA 11+“ Studien aus dem systematischen Review von Barengo et al. (2014).²

Publikation	Probanden	Design	Dauer, Frequenz, Intensität, Studiendauer	Ergebnisse
Grooms et al. (2013)	Männliche College-Fußballer (N=41); 18–25 Jahre	Kohortenstudie	Dauer: 20 min; Frequenz: 5–6/Woche über 2 Saisons	In der Interventions-Saison war die Verletzungsinzidenz für Verletzungen der unteren Extremitäten im Vergleich zur Kontroll-Saison um 72% verringert (relatives Riko (RR): 0,28; 95% KI: 0,09–0,85).
Steffen et al. (2013)	Weibliche Jugendfußballerinnen (N=226); 13–18 Jahre	Randomisiert-kontrollierte Studie	Dauer: 20 min; Frequenz: 2–3/Woche über 4,5 Monate	Verglichen mit „low-compliance“-Spielern hatten die „high-compliance“-Spieler ein um 57% verringertes Verletzungsrisiko (RR=0,43; 95% KI: 0,19 – 1,00), wobei nach Kovariaten-Adjustierung das Ergebnis nicht mehr signifikant war (RR=0,44; 95% KI: 0,18–1,06).

² In das systematische Review wurde bereits eine Publikation, die Teil dieser Dissertation ist, eingeschlossen (Hammes, Aus der Fünter, Kaiser, Frisen, Bizzini, et al., 2015). An dieser Stelle wird auf diese Publikation jedoch nicht weiter eingegangen.

Soligard et al. (2010)	Weibliche Jugendfußballerinnen (N=1.055) 13–17 Jahre	Kohortenstudie	Dauer: 20 min; Frequenz: 1,3 /Woche über 10 Monate	Verglichen mit „intermediate compliance“- Spielern hatten „high- compliance“-Spieler ein um 35% verringertes Verletzungsrisiko (RR=0,65; 95% KI 0,46– 0,91).
Soligard et al. (2008)	Weibliche Jugendfußballerinnen (N=2.729) 13–17 Jahre	Randomisiert- kontrollierte Studie	Dauer: 20 min; Frequenz: 3/Woche über 8 Monate	Im Vergleich zur Kontrollgruppe hatte die Interventionsgruppe eine geringere Verletzungsinzidenz in Bezug auf alle Verletzungen (RR=0,68; 95% KI; 0,48–0,98), Überlastungsverletzungen (RR = 0,47, 95% KI: 0,26– 0,85) und schweren Verletzungen (RR = 0,55, 95% KI: 0,36–0,83).
Steffen et al. (2008)	Weibliche Jugendfußballerinnen (N=396) 13–17 Jahre	Randomisiert- kontrollierte Studie	Dauer: 20 min; Frequenz: 1/Woche über 8 Monate	Keine Effekte der Intervention auf die Verletzungsinzidenz.

In einer Studie mit zum größten Teil männlichen Versuchspersonen (ca. 99%) wurde das Präventionsprogramm „FIFA The 11“ über die Trainerausbildung im Schweizer Amateur-Fußball implementiert (Junge et al., 2011). Durch Durchführung von strukturierten Telefoninterviews mit über 1000 Trainern wurden Verletzungsdaten retrospektiv erhoben. Die Teams, die „FIFA The 11“ regelmäßig durchführten, gaben in den Interviews eine um 25,3% geringere Trainings-Verletzungsinzidenz sowie eine 11,5% geringere Spiel-Verletzungsinzidenz an als Teams, die das Programm nicht durchführten. Im Gegensatz dazu fanden van Beijsterveldt et al. (2012) bei männlichen Amateur-Fußballern im Alter von 18 – 40 Jahren keine Verringerung der Verletzungsinzidenz durch „FIFA The 11“ in einem randomisiert-kontrollierten Studiendesign, allerdings zeigte sich eine Veränderung der Verteilung der Verletzungslokalisationen mit weniger Knieverletzungen in der Interventionsgruppe.

5.2.1 Physiologische Effekte von „The 11+“

5.2.1..1 Akute Effekte

Allgemein ist nachgewiesen, dass es nach einem aktiven Aufwärmen zur Leistungssteigerung gegenüber einer Kontrollbedingung ohne Aufwärmen kommt (Bishop, 2003b). Dafür werden verschiedene akute physiologische und psychologische Mechanismen diskutiert (Bishop, 2003a). Weiterhin wird diesem Aufwärmeeffekt gleichzeitig verletzungspräventive Wirkung zugeschrieben, was auch durch die Literatur unterstützt wird (Fradkin, Gabbe, & Cameron, 2006). Nakase et al. (2013) zeigten bei N = 5 Männern im Alter von etwa 30 Jahren mit Hilfe der Positronen-Emissions-Tomographie, dass insbesondere die Hüftabduktoren und der gerade Bauchmuskel während dem Programm aktiviert sind. Bizzini et al. (2013) untersuchten männliche Amateurfußballer auf akute (leistungs-)physiologische Effekte durch „FIFA 11+“. Außer für isometrische Kraftparameter des quadriceps femoris, veränderten sich alle erhobenen physiologischen und leistungsdiagnostischen Variablen (Laktat, Sauerstoffaufnahme, Körperkerntemperatur, dynamisches Gleichgewicht, Squat Jump, Counter Movement Jump, „stiffness“, „agility“ und 20 Meter Sprint) signifikant zwischen Baseline und post- „FIFA 11+“. Die Autoren schlussfolgerten, dass „FIFA 11+“ somit als Aufwärmprogramm geeignet sei, da es positive akute Verbesserungen der körperlichen Leistungsfähigkeit verursacht und die Beanspruchung durch das Programm angemessen erscheint, um potentiell verletzungspräventive Effekte hervorzurufen.

5.2.1..2 Chronische Effekte

Brito et al. (2010) führten eine Studie in einem einfachen Prä-Post-Design mit N = 20 männlichen „sub-elite“ Spielern im Alter von 22 ± 4 Jahren durch. Nach 10 Wochen mit drei Einheiten/Woche wurden deutliche Verbesserungen der isokinetischen Kraft der Knieextensoren und –Flexoren, sowie dessen Verhältnis (H/Q Ratio) gemessen. Auch in randomisiert-kontrollierten Studiendesigns konnten bei jungen Futsalspielern (Reis, Rebelo, Krstrup, & Brito, 2013) und professionellen U21-Fußballern (Daneshjoo, Mokhtar, Rahnama, & Yusof, 2012b, 2013a; Daneshjoo, Rahnama, Mokhtar, & Yusof, 2013) solche Ergebnisse beobachtet werden. Im Gegensatz dazu fanden Impellizzeri et al. (2013) lediglich für die Knieflexoren (nicht für die Knieextensoren) sowie für die Rumpfkraft („core-stability“) relevante Effekte nach

neun Wochen mit drei Einheiten pro Woche in einer zweiarmigen randomisiert-kontrollierten Interventionsstudie mit $N = 81$ männlichen Amateurspielern.

In den Interventionsstudien von Daneshjoo, Mokhtar, Rahnama, & Yusof (2013b) und Reis et al. (2013) wurden zudem Verbesserungen in verschiedenen Sprungkraft-, Sprint- und Agility –Tests beobachtet. Demgegenüber berichteten Impellizzeri et al. (2013) keine Verbesserungen solcher Parameter. Die zweimonatige Intervention mit zwei wöchentlichen „FIFA 11+“-Einheiten resultierte bei professionellen U21-Fußballspielern in Verbesserungen der Propriozeption des dominanten Beins und des statischen und dynamischen Gleichgewichts (Daneshjoo, Mokhtar, Rahnama, & Yusof, 2012a). Impellizzeri et al. (2013) fanden bei männlichen Amateurfußballern ebenfalls Verbesserungen der neuromuskulären Kontrolle („time-to-stabilisation“) nach der neunwöchigen Intervention mit drei „FIFA 11+“-Einheiten pro Woche. Auch Steffen et al. (2013) verursachten eine Verbesserung des statischen und dynamischen Gleichgewichts bei 13 – 18 Jahre alten Fußballerinnen.

Die Effekte auf die Kraft der Knieflexoren sind hervorzuheben. Zum einen ist bekannt, dass sich ein großer Anteil aller Fußballverletzungen auf Verletzungen der ischiocruralen Muskulatur bezieht (siehe Kapitel 4). Zum anderen zeigten beispielsweise Petersen, Thorborg, Nielsen, Budtz-Jorgensen, & Holmich (2011), dass ein Training der ischiocruralen Muskulatur das Risiko für solche Verletzungen deutlich senkt: in der randomisiert-kontrollierten Studie lag die Verletzungsinzidenz in der Interventionsgruppe, welche ein zehn-wöchiges Zusatztraining der ischiocruralen Muskulatur durchführte, deutlich unter der Verletzungsinzidenz der Kontrollgruppe (3,8 versus 13,1 Verletzungen/100 „player seasons“, $P < 0,001$).

6 Prädiktion von Verletzungen

Die Identifikation des Verletzungsrisikos auf individueller und kollektiver Ebene wird als wichtige Maßnahme in der Prävention angesehen. Modifizierbare Risikofaktoren können durch ihre Identifikation gezielt angesteuert und verändert werden. In dem Ursachen-Modell für Sportverletzungen von Bahr & Krosshaug (2005) wird zwischen potentiellen intrinsischen und extrinsischen Risikofaktoren unterschieden, welche die Anfälligkeit für Verletzungen bestimmten. Die Ausprägungen dieser Risikofaktoren verändern dem Modell nach die Wahrscheinlichkeit für Verletzungen, welche durch bestimmte Situationen verursacht werden können.

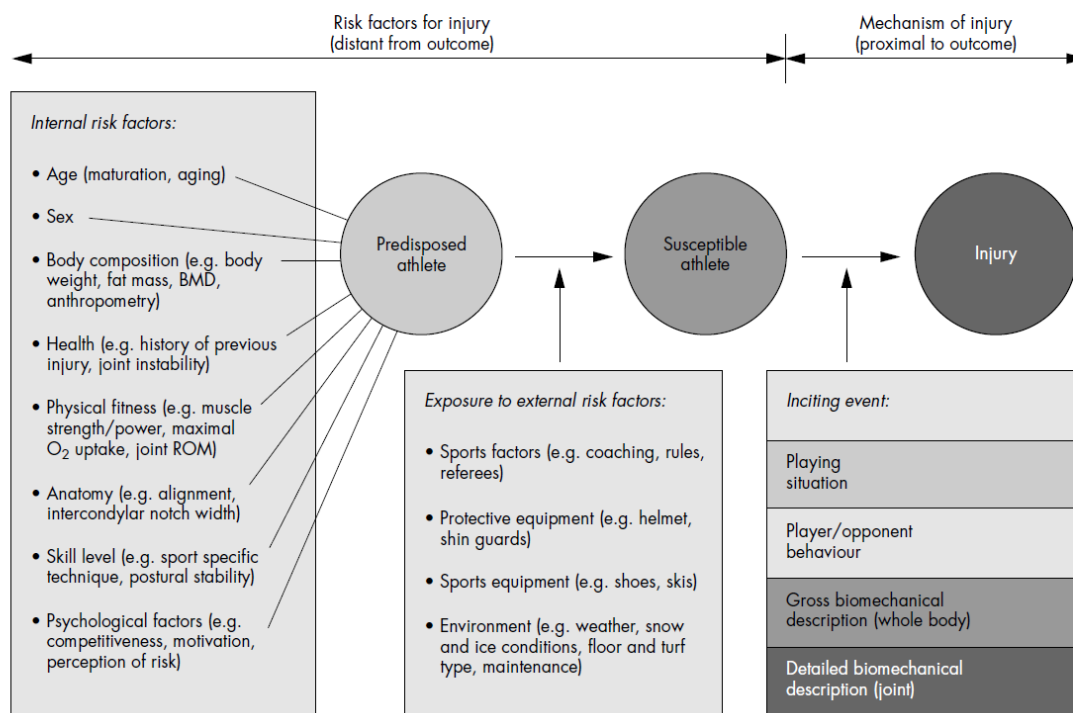


Abbildung 2: Ursachen-Modell für Sportverletzungen. Interaktion zwischen intrinsischen und extrinsischen Risikofaktoren (Bahr & Krosshaug, 2005).

Zu den intrinsischen Risikofaktoren gehören sowohl nicht-modifizierbare Faktoren wie Alter und Geschlecht, als auch modifizierbare Risikofaktoren wie bestimmte anthropometrische Maße, Gesundheits- und Fitnessindikatoren, koordinative- (technische-) sowie psychologische Aspekte. Die Situationen, in denen Verletzungen auftreten können oder durch welche Verletzungen ausgelöst werden können (Abbildung 2, rechte Spalte), sind dabei sportartspezifisch. Videoanalysen haben

beispielsweise gezeigt, dass Verletzungen bei Fußballern besonderes häufig bei Duellen um den Ballbesitz auftreten (Andersen, Floerenes, Arnason, & Bahr, 2004). So interagiert die Charakteristik einer Sportart mit den intrinsischen und extrinsischen Risikofaktoren und bestimmt das Risiko für das Auftreten von bestimmten Verletzungen. In der Praxis wird durch verschiedene Tests versucht, vor allem intrinsische Risikofaktoren zu identifizieren und diese Kenntnisse für Präventionsmaßnahmen zu nutzen (Bahr, 2016).

Die in Abbildung 2 aufgeführten Risikofaktoren sind nur zum Teil evidenzbasiert und nicht zwangsläufig allgemeingültig. Im Fußball fanden zum Beispiel Frisch et al. (2011) keinen Zusammenhang zwischen einer Reihe von potentiellen Risikofaktoren (demographische und soziographische Faktoren, Anthropometrie, Laxizität der Gelenke, Sprungkraft, isometrischer Kraftindizes der Oberschenkel, Ausdauerleistungsfähigkeit sowie statische und dynamische Gleichgewichtstests). Lediglich mit dem psychometrisch erfragten Parameter „physical fatigue“ konnte in dieser Studie ein Zusammenhang mit der Häufigkeit von Verletzungen nachgewiesen werden. Arnason et al. (2004) identifizierten jeweils vorherige Verletzungen („previous injuries“) als Risikofaktoren für Verletzungen der ischiocruralen Muskulatur, Leisten-, Knie- und Sprunggelenksverletzungen. Zudem wurden Zusammenhänge zwischen Alter und Verletzungen der ischiocruralen Muskulatur und zwischen Bewegungsumfang der Hüftabduktoren und Leistenverletzungen gefunden. In Bezug auf Verletzungen der ischiocruralen Muskulatur (eine der häufigsten Verletzungen im Fußball, siehe Kapitel 4) zeigen mehrere Studien Zusammenhänge zwischen Kraft- und Beweglichkeitsparametern (Freckleton & Pizzari, 2013; Opar, Williams, & Shield, 2012). Als Bestätigung zeigen Studien, dass Interventionen, welche auf die Verbesserung der Kraft der ischiocruralen Muskulatur abzielen (insbesondere exzentrisches Training) zu einer Verringerung der Verletzungshäufigkeit führen (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2008; Goode et al., 2015; Petersen et al., 2011), wobei eine reine Beweglichkeitsintervention keine Effekte zeigte (Arnason et al., 2008).

Auch wenn weitere Befunde aus dem Frauenfußball vorliegen (Faude, Junge, Kindermann, & Dvorak, 2006; Nilstad, Andersen, Bahr, Holme, & Steffen, 2014; Soderman, Alfredson, Pietila, & Werner, 2001), muss die Studienlage insgesamt in

Bezug auf Verletzungsrisikofaktoren im Fußball als nicht eindeutig bezeichnet werden (Murphy, Connolly, & Beynnon, 2003).

6.1 „movement screens“

Fehlende Zusammenhänge zwischen verschiedenen Tests und der Verletzungshäufigkeit in der Literatur bedeuten jedoch nicht zwangsläufig, dass keine Zusammenhänge zwischen neuromuskulären Faktoren und dem Verletzungsrisiko bestehen. In bisherigen Studien wurden vor allem „klassische“ Messinstrumente zur Bestimmung von Kraft, Flexibilität oder Gleichgewicht angewendet. In den letzten Jahren wird jedoch vermehrt die Wichtigkeit von „funktionellen Bewegungen“ thematisiert (Cook, Burton, & Hoogenboom, 2006a, 2006b; Cook, Burton, Hoogenboom, & Voight, 2014a, 2014b). Ein in der Praxis häufig verwendeter Test für funktionale Bewegungen ist der „Functional Movement Screen“ (FMS™). Die häufige Anwendung des FMS™ in der Praxis belegen Daten von McCall et al. (2014). Die Autoren führten eine Befragung von 44 Erstligisten aus verschiedenen Profifußballligen weltweit durch. Ein Anteil von 66% der 44 an der Befragung teilnehmenden Clubs gab an, den FMS™ anzuwenden.

McCunn, Aus der Fünter, Fullagar, McKeown, & Meyer (2015) identifizierten insgesamt zehn verschiedene „movement screens“ innerhalb der wissenschaftlichen Literatur, von denen jedoch nur zwei überhaupt in prospektiven Studien auf ihren Zusammenhang mit der Verletzungshäufigkeit überprüft wurden. Am häufigsten war dabei der FMS™ Gegenstand der Untersuchung. Insgesamt fanden McCunn et al. (2015) 18 prospektive Studien, von denen lediglich zwei (Chorba, Chorba, Bouillon, Overmyer, & Landis, 2010; Kiesel, Plisky, & Voight, 2007) bereits vor Studienstart der hier vorliegenden Dissertation veröffentlicht waren. Eine weitere, da retrospektive Studie aus dem Jahr 2007 (Peate, Bates, Lunda, Francis, & Bellamy, 2007), wurde nicht in dem Übersichtsartikel von McCunn et al. (2015) berücksichtigt. Die Mehrzahl der Arbeiten wurde in den Jahren 2014 und 2015 publiziert (Tabelle 4), was das aktuell gesteigerte Interesse an diesem Testverfahren verdeutlicht.

In der heutigen Form wurde der FMS™ von Gray Cook, einem amerikanischen Physiotherapeuten und Fitnesstrainer, konstruiert und im Jahr 2006 in einer

wissenschaftlichen Zeitschrift präsentiert (Cook et al., 2006a, 2006b). Der FMS™ besteht aus sieben verschiedenen Items, welche jeweils verschiedene „fundamentalen Bewegungen“ abbilden sollen (Tabelle 3). Jedes Test-Item wird mit einer Punktzahl zwischen 0 und 3 Punkten bewertet, woraus sich eine maximal mögliche Gesamtpunktzahl von 21 Punkten („FMS™-Score“) ergibt. Cook et al. (2006a, 2006b) erheben dabei den Anspruch, durch die Test-Items des FMS™ die allgemeine neuromuskuläre Koordination, Rumpfkraft, Bewegungssymmetrie sowie statische und dynamische Flexibilität während „fundamentalen Bewegungen“ zu messen. Diese „fundamentalen Bewegungen“ seien dabei Bestandteil von verschiedenen athletischen Bewegungen, wodurch sich ihre Relevanz für eine Vielzahl von Sportarten ergebe.

Tabelle 3: Die sieben Test-Items des FMS™ (Cook et al., 2006a, 2006b; Frost, Beach, Callaghan, & McGill, 2012).

Test-Item	Original-Beschreibung
1. Deep Squat	A dowel is placed over the head, arms are outstretched, and the player is asked to squat as low as possible.
2. Hurdle Step	The player has to step over a hurdle that is placed directly in front of him; a dowel is placed across the shoulders.
3. In-line Lunge	A dowel is placed at the bodies' back side (contacting head, back and sacrum, the player has to perform a split squat.
4. Shoulder mobility	The player attempt to touch his fists behind the back.
Clearing test	The player places his hand on the opposite shoulder and then attempts to point the elbow upward.
5. Active straight leg raise	The player has to actively raise one leg as high as possible while lying supine with the head touching the ground.
6. Trunk stability push-up	The player has to actively raise one leg as high as possible while lying supine with the head touching the ground.
Clearing test	The player has to perform a press-up in the push-up position (spinal extension).

7.	Rotary stability	The player has to assume a quadruped position and attempts to touch his knee and elbow, first on knee and elbow of the same side of the body and then on the opposite sides.
	Clearing test	At first, the player has to assume a quadruped position, then rocking back and touching the buttocks to the heels and the chest to the thighs. The hands have to remain in front of the body reaching out as far as possible.

Das große Interesse des FMSTTM seitens von sowohl Praktikern als auch Wissenschaftlern ist sicherlich auch zunächst auf die frühe Publikation von Kiesel et al. (2007) zurückzuführen, in der ein Zusammenhang des FMSTTM und dem Verletzungsrisiko gezeigt wurde. In dieser Studie wurden 46 professionelle American Football Spieler über einen Zeitraum von 4,5 Monaten (der „pre-season“) untersucht. Der FMSTTM wurde mit den Probanden zu Studienbeginn durchgeführt und Verletzungen, welche innerhalb des Studienzeitraumes auftraten, wurden dokumentiert. Die Auswertung mit Hilfe einer Receiver-Operating-Characteristic-Kurve (ROC-Kurve) ergab eine Sensitivität (Richtig-Positiv-Rate) und eine Spezifität (Richtig-Negativ-Rate) von jeweils 0,54 und 0,91 für einen FMSTTM-Score von 14 Punkten. Das Risiko, innerhalb des Studienzeitraumes eine Verletzung zu erleiden, wurde über das Odds-Ratio (OR) von 11,7 für Probanden mit einem FMSTTM Score ≤ 14 gegenüber jenen mit einem FMSTTM-Score > 14 , quantifiziert. In dieser Studie wurden alle Verletzungen, welche eine Ausfallzeit von mindestens drei Wochen zur Folge hatten, berücksichtigt. Peate et al. (2007) führten mit 433 Feuerwehrleuten einen FMSTTM durch und fanden einen Zusammenhang zwischen dem Testergebnis und den retrospektiv erhobenen Verletzungen der letzten 12 Monate. Sie verwendeten dazu sowohl lineare Regressionsmodelle (kontinuierliche abhängige Variable: FMSTTM-Score), als auch logistische Regressionen (dichotome abhängige Variable: FMSTTM-Score ≥ 17 ; FMSTTM-Score < 17). Unabhängig von der Ausfallzeit wurden alle Verletzungen in der Analyse berücksichtigt, wobei nähere Informationen über eine genaue Verletzungsdefinition fehlen.

Beide Studien (Kiesel et al., 2007; Peate et al., 2007) lassen vermuten, dass der FMSTTM zur Verletzungsvorhersage geeignet erscheint. Neben der Tatsache, dass es sich bei

den untersuchten Stichproben nicht um Fußballspieler handelte, haben beide Studien allerdings methodische Mängel, welche weitere Studien sinnvoll erscheinen lassen. So wurden in beiden Studien keine Verletzungsinzidenzen (Verletzungsanzahl in Bezug auf die Expositionszeit) berichtet. Weiterhin ist die Verletzungsdefinition zwischen beiden Studien heterogen und bei Peate et al. (2007) unklar. Zudem wurden die Verletzungen bei Peate et al. (2007) retrospektiv erhoben, was zu einem erheblichen Bias führen kann (Astrid Junge & Dvorak, 2000). Weiterhin zu bemängeln sind fehlende anthropometrische Daten der Probanden in beiden Studien.

Zwar wurde der Zusammenhang zwischen Verletzungshäufigkeit und FMS™ in einer Reihe von weiteren Studien untersucht (Tabelle 4), Studien mit Fußballern sind dabei jedoch selten vorzufinden. Einige Studien schlossen neben Probanden aus anderen Sportarten auch Fußballer mit ein (Bardenett et al., 2015; Chorba et al., 2010; Garrison, Westrick, Johnson, & Benenson, 2015; Letafatkar, Hadadnezhad, Shojaedin, & Mohamadi, 2014; Shojaedin, Letafatkar, Hadadnezhad, & Dehkhoda, 2014; Warren, Smith, & Chimera, 2015). Davon berichteten Letafatkar et al. (2014) und Shojaedin et al. (2014) (dabei handelt es sich um die gleiche Studie) und Chorba et al. (2010) Zusammenhänge des FMS™-Score und der Verletzungshäufigkeit. Lediglich Zalai, Panics, Bobak, Csaki, & Hamar (2015) untersuchten in ihrer Studie ausschließlich Fußballspieler. In dieser Studie mit N = 20 ungarischen Profifußballern konnte kein Zusammenhang mit dem FMS™-Score und der Verletzungsanzahl innerhalb von sechs Monaten gefunden werden (Tabelle 4). Die kleine Stichprobengröße sowie die kleine Anzahl an Verletzungen (N = 29) schränkt die Aussagekraft der Studie allerdings ein.

Obwohl die Berücksichtigung der Expositionszeit bei Verletzungsdaten und Verwendung von Verletzungsinzidenzraten mittlerweile als Gold-Standard angesehen wird (Fuller et al., 2006; Hagglund, Walden, Bahr, & Ekstrand, 2005), wurden die Daten bei keiner der in Tabelle 4 aufgeführten Studien dementsprechend erhoben. Lediglich bei O'Connor, Deuster, Davis, Pappas, & Knapik (2011) wurden Verletzungsinzidenzraten pro 1000 Personentagen (Tage der Teilnahme an der Studie) angegeben, was aber lediglich die interindividuell unterschiedliche Dauer der Studienteilnahme berücksichtigt, nicht aber die tatsächliche Exposition innerhalb dieses Zeitraums.

Tabelle 4: FMS™ und Verletzungsrisiko. Modifiziert nach McCunn et al. (2015)

Publikation	Probanden	Sportart(en), Tätigkeit	Ergebnisse
Bardenett et al. (2015)	N=77 Männer, N=90 Frauen MW: 15,2 Jahre	Langlauf, American Football, Fußball, Schwimmen, Tennis und Volleyball (High School)	Kein Zusammenhang zwischen FMS™-Score und Verletzungen.
Garrison et al. (2015)	N=160 17–22 Jahre	Schwimmen/Turmspringen, Rugby und Fußball (NCAA Division I)	FMS™-Score ≤ 13 = OR: 9.52 (95% KI: 4,16–21,79)
Hotta et al. (2015)	N=84 Männer 20,0 $\pm$ 1,1 Jahre	Mittel- und Langdistanzläufer (College)	Kein Zusammenhang zwischen FMS™-Score und Verletzungen. Probanden mit einem Score ≤ 3 bei „Deep Squat“ und „Active Straight Leg Raise“ = OR: 9,7 (95% KI: 2,1–44,4).
McGill et al. (2015)	N=53 Männer 37,9 $\pm$ 5,0 Jahre	„Elite task force police officers“	Kein Zusammenhang zwischen FMS™-Score und Rückenverletzungen.
Teyhen et al. (2015)	N=188 Männer 23,3 $\pm$ 3,7 Jahre	„US army rangers“	Kein Zusammenhang zwischen FMS™-Score und Verletzungen.
Warren et al. (2015)	N=89 Männer N=78 Frauen 20,6 $\pm$ 1,6 Jahre (verletzte Probanden) 20,0 $\pm$ 1,4 Jahre (nicht-verletzte Probanden)	Basketball, Langlauf, American Football, Golf, Leichtathletik, Tennis, Volleyball, Fußball und Schwimmen/Turmspringen (NCAA Division I)	Kein Zusammenhang zwischen FMS™-Score und Verletzungen.

Zalai et al. (2015)	N=20 Männer 23,0 ± 3,0 Jahre	Fußball (professionell)	Kein Zusammenhang zwischen FMS™-Score und Verletzungen. Probanden mit einer Sprunggelenksverletzung hatten einen niedrigeren Score bei „Hurdle Step“. Probanden mit einer Knieverletzung hatten einen niedrigeren Score im „Deep Squat“.
Dossa, Cashman, Howitt, West, & Murray (2014)	N=20 Männer 16–20 Jahre	Eishockey (Elite Jugend)	Kein Zusammenhang zwischen FMS™-Score und Verletzungen.
Kiesel, Butler, & Plisky (2014)	N=238 Männer unbekanntes Alter	American Football (professionell)	FMS™-Score ≤ 14 = RR: 1,87 (95 % KI: 1,20–2,96). Probanden mit mindestens einer Asymmetrie = RR: 1,80 (95% KI 1,11–2,74).
Knapik, Cosio- Lima, Reynolds, & Shumway (2015)	N=770 Männer 18,1 ± 0,7 Jahre, N=275 Frauen 17,9 ± 0,7 Jahre	„Coast guard cadets“	Männer: Score ≤ 11 = RR: 1,64 (95% KI: 1,17–2,32). Frauen: Score ≤ 14 = RR: 1,93 (95% KI: 1,27–2,95).
Letafatkar et al. (2014)	N=50 Männer, N=50 Frauen 22,6 ± 3,0 Jahre	Fußball, Handball, Basketball (Freizeitsport)	Score < 17 = OR: 4,7
Shojaedin et al. (2014)	N=50 Männer, N=50 Frauen 22,6 ± 3,0 Jahre	Fußball, Handball, Basketball (Freizeitsport)	Score ≤ 17 = OR: 4,7
Butler et al. (2013)	N=108 unbekanntes Alter	Feuerwehr	Score ≤ 14 = OR: 8,31 (95% KI: 3,2–21,6)

Lisman, O'Connor, Deuster, & Knapik (2013)	N=874 Männer 22,4 ± 2,7 Jahre	„Marine officer candidates“	Score ≤ 14 = OR: 2,04 (95% KI: 1,32–3,15)
McGill, Andersen, & Horne (2012)	N=14 Männer 20,4 ± 1,6 Jahre	Basketball (College)	Kein Zusammenhang zwischen FMS TM -Score und Rückenverletzungen.
O'Connor et al. (2011)	N=874 Männer 18–30 Jahre	„Marine officer candidates“	Score ≤ 14 = RR: 1,5 <0,05)
Chorba et al. (2010)	N=38 Frauen 19,2 ± 1,2 Jahre	Fußball, Volleyball und Basketball (NCAA Division II)	Score ≤ 14 = OR: 3,85 (95% KI: 0,98 – 15,13)
Kiesel et al. (2007)	N=46 Männer unbekanntes Alter	American Football (professionell)	Verletzte Probanden vs. nicht- verletzte Probanden: FMS TM - Scores 14,3 vs. 17,4 (P < 0,05). FMS TM -Score ≤ 14 = OR 11,67 (95% KI 2,47–54,52).

Die momentane Studienlage kann als heterogen bezeichnet werden. Insbesondere unterschiedliche methodische Herangehensweisen (Verletzungsdefinition, Verletzungsdokumentation, statistische Analysen) und unterschiedliche Stichproben (Sportart, Geschlecht, Alter, Niveau) erlauben kein abschließendes Urteil über die verletzungsprädiktive Validität des FMSTM in bestimmten Sportarten wie Fußball. Unter Berücksichtigung der heterogenen Studienlage sind weitere Untersuchungen an Personen von spezifischen Zielgruppen notwendig. Im Altherrenfußball könnte der FMSTM insbesondere auch aus zeit- und ressourcenökonomischen Gesichtspunkten interessant sein, falls die Evidenz für seine prädiktive Validität bestätigt werden würde.

7 Untersuchungsziele

Aus der aktuellen Studienlage ergaben sich folgende Untersuchungsziele:

- Erhebung von ersten Verletzungsdaten im Altherrenfußball.
- Evaluation eines Verletzungspräventionsprogramms („FIFA 11+“) bei Altherrenfußballern.
- Evaluation des FMS™ in Bezug auf die verletzungsprädiktive Validität.

8 Publikationen

Folgende Publikationen wurden in internationalen peer-reviewed Journalen veröffentlicht (siehe Anhang):

Publikation 1:

Hammes, D., Aus Der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Dvorak, J., & Meyer, T. (2015). Injuries of veteran football (soccer) players in Germany. *Research in Sports Medicine*, 23(2), 215-226. doi: 10.1080/15438627.2015.1005295

Publikation 2:

Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). Injury prevention in male veteran football players - a randomised controlled trial using „FIFA 11+“. *Journal of Sports Sciences*, 33(9), 873-881. doi: 10.1080/02640414.2014.975736

Publikation 3:

Hammes, D., Aus der Fünten, K., Bizzini, M., & Meyer, T. (2016). Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1371-1379. doi: 10.1080/02640414.2016.1152390

8.1 Abstract Publikation 1:

Injuries of Veteran Football (Soccer) Players in Germany

Daniel Hammes, Karen aus der Fünten, Stephanie Kaiser, Eugen Frisen, Jirí Dvorák and Tim Meyer

There is a lack of injury data for the population of veteran football players. Therefore, a prospective study was conducted to investigate injury incidences and characteristics. Over one season, injuries and exposure of 18 teams ($n = 265$ players, age: 44.2 ± 7.3 years, BMI: 26.6 ± 3.2 kg/m²) were documented. Sixty-three players sustained a total of 88 injuries during the season. The incidence of training injuries (4.5 per 1000 hours) was significantly lower than of match injuries (24.7 per 1000 hours). The majority of injuries ($n = 73$; 83%) were located at the lower extremities, 52 (59%) were muscle injuries. The injury incidence of veteran football players is similar to other male football players of different skill levels and age groups, indicating a need for the implementation of preventive measures. Prevention programmes should consider the specific injury characteristics, with more muscle injuries in this population compared with younger football players.

8.2 Abstract Publikation 2:

Injury prevention in male veteran football players – a randomised controlled trial using „FIFA 11+“

Daniel Hammes, Karen aus der Fünten, Stephanie Kaiser, Eugen Frisen, Mario Bizzini and Tim Meyer

The warm-up programme „FIFA 11+“ has been shown to reduce football injuries in different populations, but so far veteran players have not been investigated. Due to differences in age, skill level and gender, a simple transfer of these results to veteran football is not recommended. The purpose of this study was to investigate the preventive effects of the „FIFA 11+“ in veteran football players.

Twenty veteran football teams were recruited for a prospective 9-month (1 season) cluster-randomised trial. The intervention group (INT, $n = 146$; 45 ± 8 years) performed the „FIFA 11+“ at the beginning of each training session, while the control group (CON, $n = 119$; 43 ± 6 years) followed its regular training routine. Player exposure hours and injuries were recorded according to an international consensus statement. No significant difference was found between INT and CON in overall injury incidence (incidence rate ratio [IRR]: 0.91 [0.64–1.48]; $P = 0.89$). Only severe injuries reached statistical significance with higher incidence in CON (IRR: 0.46 [0.21–0.97], $P = 0.04$). Regular conduction (i.e. once a week) of the „FIFA 11+“ did not prevent injuries in veteran footballers under real training and competition circumstances. The lack of preventive effects is likely due to the too low overall frequency of training sessions.

8.3 Abstract Publikation 3:

Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen™

Daniel Hammes, Karen aus der Fünten, Mario Bizzini and Tim Meyer

The Functional Movement Screen™ (FMS™) is aimed at assessing fundamental movements and is often used to identify players' injury risk. The purpose of this study was to determine whether the FMS™ can be used to predict injuries in veteran footballers (aged > 32 years). Eighteen veteran football teams (n = 238) were recruited and prospectively followed for 9 months. The players (44 ± 7 years; 178 ± 7 cm, 84 ± 11 kg) performed the FMS™ at the start of the study period. Players' exposure hours and injuries were recorded. The difference of FMS™ overall score between injured and uninjured players was not significant (11.7 ± 2.9 vs 12.2 ± 2.8 points; Mann-Whitney U-test $P = 0.17$). Players scoring <10 (score < 1 standard deviation [SD]) below the mean) had a significantly higher injury incidence (z-statistics $P < 0.05$) compared to an intermediate reference group (mean ± 1 SD; scores of 10–14). No lower injury incidence for players with scores of >14 (score > 1 SD above the mean) was found. Further analyses of potential risk factors suggest higher age, lower body mass and a longer football career to be risk factors for injuries. The findings of this study suggest that the suitability of the FMS™ for injury prediction in veteran footballers is limited.

9 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Insgesamt konnten bei Altherrenfußballern ähnliche Trainings- (4,5/1000 Stunden) sowie Spielverletzungsinzidenzen (24,7/1000 Stunden) (Hammes, Aus Der Fünter, Kaiser, Frisen, Dvorak, et al., 2015) gefunden werden wie im professionellen Männer-Fußball (Ekstrand et al., 2011b). Die höheren Gesamtverletzungsinzidenz im Altherrenfußball im Vergleich mit Profifußballern aus z.B. Ekstrand et al. (2011b) (12,4 vs. 7,6/1000 Stunden) ergibt sich rechnerisch aus dem unterschiedlichen Verhältnis von Trainings- und Spielstunden, da Altherrenfußballer im Verhältnis zum Spielen weniger trainieren als Profifußballer. Im Vergleich zu anderen Studien ergab sich bei den Altherrenfußballern ein etwas größerer Anteil an Überlastungsverletzungen (40%) und Muskelverletzungen (47%). Ähnlich zu anderen Studien waren Verletzungen der hinteren Oberschenkelmuskulatur die häufigste einzelne Verletzung, wobei der Anteil mit 17% ebenfalls leicht höher als in anderen Studien lag. Der Anteil an Nicht-Kontaktverletzungen (65%) ist ebenfalls als hoch einzuordnen.

Insgesamt muss das Verletzungsrisiko bei Altherrenfußballern somit als relevant eingeschätzt werden, wodurch sich die Notwendigkeit für präventive Maßnahmen ergibt. Trainingsprogramme mit dem Ziel neuromuskulärer Verbesserungen erscheinen wegen der speziellen Verletzungscharakteristika (viele Muskel- Überlastungs-, und Nicht-Kontaktverletzungen) grundsätzlich als vielversprechend. Trotzdem konnte kein Effekt von 11+ auf die Gesamtverletzungsinzidenz gefunden werden. Auch die Analysen im Hinblick auf spezifische Verletzungstypen zeigte keine Effektivität der Intervention auf die Verletzungshäufigkeit. Die Verletzungsinzidenz von schweren Verletzungen war in der Interventionsgruppe allerdings signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe (2,6 vs. 5,8/1000 Stunden), auch die mittlere Ausfallzeit aller Verletzungen unterschied sich zwischen beiden Gruppen (im Median 14 vs. 27 Tage). Als Grund für diese Reduktion müssen neben physiologischen Trainingseffekten auch motivationale Aspekte bei den Probanden in Betracht gezogen werden. So könnte die Teilnahme an einer „FIFA-Intervention“ mit im Training anwesenden „Experten“ zur schnelleren Rückkehr in das Training geführt haben als in der Kontrollgruppe, obwohl sich der Genesungsstand zwischen den Gruppen in der Realität nicht unterschied. Dadurch könnten die Ergebnisse im Hinblick auf den Schweregrad der Verletzungen

(definiert über die Ausfallzeit) durch diese methodische Herangehensweise (Fuller et al., 2006) in dem Probandenkollektiv verfälscht sein. Als Grund für die fehlende Wirkung von „FIFA 11+“ auf die Gesamtverletzungsinzidenz erscheint die geringe Anzahl von Trainingseinheiten, in denen „FIFA 11+“ durchgeführt wurde, als plausibel. Alle teilnehmenden Vereine führten in der Regel lediglich eine Trainingseinheit pro Woche durch. Zwar wurde in 98% aller Trainingseinheiten „FIFA 11+“ tatsächlich durchgeführt, Fehlzeiten einzelner Spieler führten jedoch zu einer mittleren Teilnehmerate eines einzelnen Spielers von lediglich 47% der angesetzten Trainingseinheiten. Da die geringe Anzahl an Trainingseinheiten im Altherrenfußball wohl die Normalität darstellt, könnten zusätzliche individuelle Präventionseinheiten (z.B. „home-based“) eine Lösung darstellen. Eine niedrigere Compliance resultierte auch in der Studie von Steffen et al. (2013) zu höheren Verletzungsinzidenzen im Vergleich zu Mannschaften mit höherer Compliance. Interessanterweise fanden Whittaker & Emery (2015) keine Unterschiede in der Morphologie bestimmter Muskulatur (ermittelt durch Sonografie) in einer Teilstichprobe von N = 23 aus dieser Studie zwischen Probanden mit niedriger und hoher Compliance, wobei die unterschiedliche Compliance einen Effekt auf das dynamische Gleichgewicht verursachte (Steffen et al., 2013). Insgesamt könnte bei der Anwendung von „FIFA 11+“ die fehlende Berücksichtigung von individuellen Voraussetzungen dessen Wirksamkeit einschränken. So wurden zum Beispiel in der betreffenden Studie (Hammes, Aus der Fünter, Kaiser, Frisen, Bizzini, et al., 2015) deutliche Spannweiten der individuell wahrgenommenen Anstrengung während „FIFA 11+“ dokumentiert, wodurch sich unterschiedliche Trainingsreize ergeben haben könnten. Im Gegensatz zu gruppenbasierten Präventionsprogrammen wie „FIFA 11+“ wird auch eine individuelle Herangehensweise, sowohl was die Intensität als auch die Auswahl der Übungen angeht, als sinnvoll erachtet. Der FMS™ erhebt den Anspruch, individuelle Schwächen in Bewegungsabläufen aufzudecken (Cook et al., 2006a, 2006b). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie konnten die Eignung des FMS™ im Altherrenfußball jedoch nicht eindeutig bestätigen. Lediglich bei Probanden mit einem sehr niedrigen FMS™-Score konnte eine höhere Verletzungsinzidenz beobachtet werden (Hammes, Aus der Fünter, Bizzini, & Meyer, 2016). Insgesamt erwies sich der FMS™ insbesondere bei höheren Scores als zu wenig diskriminierend. Ein Cut-Off Wert von ≤ 14 , wie er verschiedenen Studien angewendet und bestätigt wurde (Bonazza, Smuin, Onks, Silvis, & Dhawan, 2016), konnte in dieser Studie bei

Altherrenfußballern nicht gefunden werden. Da sich spezifische Anforderungen und Beanspruchungen zwischen Sportarten und Populationen unterscheiden, könnten diese Kriterien zu den Ergebnissen geführt haben. Grundsätzlich sind auch testmethodische Ursachen (zum Beispiel in Bezug auf die Punktevergabe der Test-Items) möglich. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass es nach Bahr (2016) für einen „Screening-Tests“ nicht ausreicht, dass ein Zusammenhang mit dem Verletzungsrisiko in der jeweiligen Population nachgewiesen wurde. Weiterhin nötig sind Studien, in welchen eine Verbesserung der identifizierten Schwächen auch mit einer Verringerung der Verletzungshäufigkeit einhergeht (Bahr, 2016). Da dies in Bezug auf den FMS™ bisher nicht vorliegt, bedarf es weiterer Studien zu Klärung dieses Sachverhaltes.

Literaturverzeichnis

- Andersen, T. E., Floerenes, T. W., Arnason, A., & Bahr, R. (2004). Video analysis of the mechanisms for ankle injuries in football. *Am J Sports Med*, 32(1 Suppl), 69S-79S. doi: 10.1177/0363546503262023
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 18(1), 40-48. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x
- Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H. A., & Johannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports*, 6(1), 40-45.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk Factors for Injuries in Football. *Am J Sports Med*, 32(1 suppl), 5S-16S. doi: 10.1177/0363546503258912
- Bahr, R. (2016). Why screening tests to predict injury do not work-and probably never will...: a critical review. *Br J Sports Med*. doi: 10.1136/bjsports-2016-096256
- Bahr, R., & Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*, 39(6), 324-329. doi: 10.1136/bjism.2005.018341
- Bangsbo, J., Hansen, P. R., Dvorak, J., & Krstrup, P. (2015). Recreational football for disease prevention and treatment in untrained men: a narrative review examining cardiovascular health, lipid profile, body composition, muscle strength and functional capacity. *Br J Sports Med*, 49(9), 568-576. doi: 10.1136/bjsports-2015-094781
- Bardenett, S. M., Micca, J. J., DeNoyelles, J. T., Miller, S. D., Jenk, D. T., & Brooks, G. S. (2015). Functional Movement Screen Normative Values and Validity in High School Athletes: Can the FMS Be Used as a Predictor of Injury? *Int J Sports Phys Ther*, 10(3), 303-308.
- Barengo, N. C., Meneses-Echavez, J. F., Ramirez-Velez, R., Cohen, D. D., Tovar, G., & Bautista, J. E. (2014). The impact of the FIFA 11+ training program on injury prevention in football players: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*, 11(11), 11986-12000. doi: 10.3390/ijerph111111986
- Bishop, D. (2003a). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*, 33(6), 439-454.
- Bishop, D. (2003b). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*, 33(7), 483-498.
- Bizzini, M., Impellizzeri, F. M., Dvorak, J., Bortolan, L., Schena, F., Modena, R., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the "FIFA 11+" (part 1): is it an appropriate warm-up? *J Sports Sci*. doi: 10.1080/02640414.2013.802922
- Blatter, J. S., & Dvorak, J. (2014). Football for health - science proves that playing football on a regular basis contributes to the improvement of public health. *Scand J Med Sci Sports*, 24 Suppl 1, 2-3. doi: 10.1111/sms.12270
- Bonazza, N. A., Smuin, D., Onks, C. A., Silvis, M. L., & Dhawan, A. (2016). Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. doi: 10.1177/0363546516641937

- Brito, J., Figueiredo, P., Fernandes, L., Seabra, A., Soares, J. M., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2010). Isokinetic strength effects of FIFA's" The 11+" injury prevention training programme. *Isokinet Exerc Sci*, 18(4), 211-215.
- Brooks, J. H., & Fuller, C. W. (2006). The influence of methodological issues on the results and conclusions from epidemiological studies of sports injuries: illustrative examples. *Sports Med*, 36(6), 459-472. doi: 3661 [pii]
- Bruce, C. R., & Hawley, J. A. (2004). Improvements in insulin resistance with aerobic exercise training: a lipocentric approach. *Med Sci Sports Exerc*, 36(7), 1196-1201.
- Butler, R. J., Contreras, M., Burton, L. C., Plisky, P. J., Goode, A., & Kiesel, K. B. (2013). Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, 46(1), 11-17. doi: 10.3233/WOR-121545
- Chomiak, J., Junge, A., Peterson, L., & Dvorak, J. (2000). Severe injuries in football players. Influencing factors. *Am J Sports Med*, 28(5 Suppl), S58-68.
- Chorba, R. S., Chorba, D. J., Bouillon, L. E., Overmyer, C. A., & Landis, J. A. (2010). Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *N Am J Sports Phys Ther*, 5(2), 47-54.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006a). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *N Am J Sports Phys Ther*, 1(2), 62-72.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006b). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *N Am J Sports Phys Ther*, 1(3), 132-139.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014a). Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *Int J Sports Phys Ther*, 9(4), 549-563.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014b). Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *Int J Sports Phys Ther*, 9(3), 396-409.
- Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H. (2005). Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*, 46(4), 667-675. doi: 10.1161/01.HYP.0000184225.05629.51
- Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2012a). The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. *PLoS One*, 7(12), e51568. doi: 10.1371/journal.pone.0051568
- Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2012b). The effects of injury preventive warm-up programs on knee strength ratio in young male professional soccer players. *PLoS One*, 7(12), e50979. doi: 10.1371/journal.pone.0050979
- Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2013a). The effects of injury prevention warm-up programmes on knee strength in male soccer players. *Biol Sport*, 30(4), 281-288. doi: 10.5604/20831862.1077554
- Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2013b). Effects of the 11+ and Harmoknee Warm-up Programs on Physical Performance Measures in Professional Soccer Players. *J Sports Sci Med*, 12(3), 489-496.

- Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Effectiveness of injury prevention programs on developing quadriceps and hamstrings strength of young male professional soccer players. *J Hum Kinet*, 39, 115-125. doi: 10.2478/hukin-2013-0074
- de Loes, M., & Goldie, I. (1988). Incidence rate of injuries during sport activity and physical exercise in a rural Swedish municipality: incidence rates in 17 sports. *Int J Sports Med*, 9(6), 461-467.
- DFB. (2015). *DFB-Mitgliederstatistik*. Abgerufen am 20.05.2016 von http://www.dfb.de/fileadmin/_dfbdam/66210-Mitglieder-Statistik_2015.pdf
- DFB. (2016). DFB-Ü 40-Cup. Abgerufen am 17.04.2016, von <http://www.dfb.de/dfb-ue-40-cup/start/>
- DFL. (2016). *Bundesliga Report 2016*. Abgerufen am 20.05.2016 von http://s.bundesliga.de/assets/doc/1070000/1066709_original.pdf
- Dossa, K., Cashman, G., Howitt, S., West, B., & Murray, N. (2014). Can injury in major junior hockey players be predicted by a pre-season functional movement screen - a prospective cohort study. *J Can Chiropr Assoc*, 58(4), 421-427.
- Durstine, J. L., Grandjean, P. W., Davis, P. G., Ferguson, M. A., Alderson, N. L., & DuBose, K. D. (2001). Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med*, 31(15), 1033-1062.
- Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1983). Soccer injuries and their mechanisms: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc*, 15(3), 267-270.
- Ekstrand, J., Gillquist, J., Moller, M., Oberg, B., & Liljedahl, S. O. (1983). Incidence of Soccer Injuries and Their Relation to Training and Team Success. *Am J Sports Med*, 11(2), 63-67. doi: Doi 10.1177/036354658301100203
- Ekstrand, J., Hagglund, M., Kristenson, K., Magnusson, H., & Walden, M. (2013). Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 732-737. doi: 10.1136/bjsports-2013-092394
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011a). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*, 39(6), 1226-1232. doi: 10.1177/0363546510395879
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011b). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med*, 45(7), 553-558. doi: 10.1136/bjsm.2009.060582
- Faude, O., Junge, A., Kindermann, W., & Dvorak, J. (2006). Risk factors for injuries in elite female soccer players. *Br J Sports Med*, 40(9), 785-790. doi: bjsm.2006.027540 [pii]10.1136/bjsm.2006.027540
- FIFA. (2013a). Big Count 2006.
- FIFA. (2013b). FIFA 11+ - a complete warm-up programme. Abgerufen am 04.02.2013, von <http://f-marc.com/11plus/11plus/>
- FIFA. (2015). FIFA 11+ Poster. Abgerufen am 04.02.2013 von http://www.f-marc.com/downloads/posters_generic/german.pdf
- Finch, C., & Cassell, E. (2006). The public health impact of injury during sport and active recreation. *J Sci Med Sport*, 9(6), 490-497. doi: 10.1016/j.jsams.2006.03.002

- Fradkin, A. J., Gabbe, B. J., & Cameron, P. A. (2006). Does warming up prevent injury in sport?: The evidence from randomised controlled trials? *J Sci Med Sport*, 9(3), 214-220.
- Freckleton, G., & Pizzari, T. (2013). Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 47(6), 351-358. doi: 10.1136/bjsports-2011-090664
- Frisch, A., Urhausen, A., Seil, R., Croisier, J. L., Windal, T., & Theisen, D. (2011). Association between preseason functional tests and injuries in youth football: A prospective follow-up. *Scand J Med Sci Sports*, 21(6), e468-e476. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01369.x
- Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2012). Using the Functional Movement Screen to evaluate the effectiveness of training. *J Strength Cond Res*, 26(6), 1620-1630. doi: 10.1519/JSC.0b013e318234ec59
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scand J Med Sci Sports*, 16(2), 83-92. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x
- Garrison, M., Westrick, R., Johnson, M. R., & Benenson, J. (2015). Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *Int J Sports Phys Ther*, 10(1), 21-28.
- Goode, A. P., Reiman, M. P., Harris, L., DeLisa, L., Kauffman, A., Beltramo, D., . . . Taylor, A. B. (2015). Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 49(6), 349-356. doi: 10.1136/bjsports-2014-093466
- Grooms, D. R., Palmer, T., Onate, J. A., Myer, G. D., & Grindstaff, T. (2013). Soccer-specific warm-up and lower extremity injury rates in collegiate male soccer players. *J Athl Train*, 48(6), 782-789. doi: 10.4085/1062-6050-48.4.08
- Hagglund, M., Walden, M., Bahr, R., & Ekstrand, J. (2005). Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *Br J Sports Med*, 39(6), 340-346. doi: 10.1136/bjsm.2005.018267
- Hammes, D., Aus der Fünten, K., Bizzini, M., & Meyer, T. (2016). Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen. *J Sports Sci*, 34(14), 1371-1379. doi: 10.1080/02640414.2016.1152390
- Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). Injury prevention in male veteran football players - a randomised controlled trial using "FIFA 11+". *J Sports Sci*, 33(9), 873-881. doi: 10.1080/02640414.2014.975736
- Hammes, D., Aus Der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Dvorak, J., & Meyer, T. (2015). Injuries of veteran football (soccer) players in Germany. *Res Sports Med*, 23(2), 215-226. doi: 10.1080/15438627.2015.1005295
- Hawkins, R. D., Hulse, M. A., Wilkinson, C., Hodson, A., & Gibson, M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med*, 35(1), 43-47.
- Herman, K., Barton, C., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC Med*, 10, 75. doi: 10.1186/1741-7015-10-75

- Hotta, T., Nishiguchi, S., Fukutani, N., Tashiro, Y., Adachi, D., Morino, S., . . . Aoyama, T. (2015). Functional Movement Screen for Predicting Running Injuries in 18- to 24-Year-Old Competitive Male Runners. *J Strength Cond Res*, 29(10), 2808-2815. doi: 10.1519/JSC.0000000000000962
- Hurley, B. F. (1995). Age, gender, and muscular strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50 Spec No, 41-44.
- Hurley, B. F., & Roth, S. M. (2000). Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med*, 30(4), 249-268.
- Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Dvorak, J., Pellegrini, B., Schena, F., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): a randomised controlled trial on the training effects. *Journal of Sport Sciences*. doi: 10.1080/02640414.2013.802926
- Inklaar, H., Bol, E., Schmikli, S. L., & Mosterd, W. L. (1996). Injuries in male soccer players: team risk analysis. *Int J Sports Med*, 17(3), 229-234. doi: 10.1055/s-2007-972837
- Junge, A., & Dvorak, J. (2000). Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in football. *Am J Sports Med*, 28(5 Suppl), S40-46.
- Junge, A., & Dvorak, J. (2004). Soccer Injuries: A Review on Incidence and Prevention. *Sports Med*, 34(13), 929-938. doi: 10.2165/00007256-200434130-00004
- Junge, A., Lamprecht, M., Stamm, H., Hasler, H., Bizzini, M., Tschopp, M., . . . Dvorak, J. (2011). Countrywide Campaign to Prevent Soccer Injuries in Swiss Amateur Players. *Am J Sports Med*, 39(1), 57-63. doi: 10.1177/0363546510377424
- Kiesel, K., Plisky, P. J., & Voight, M. L. (2007). Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *N Am J Sports Phys Ther*, 2(3), 147-158.
- Kiesel, K. B., Butler, R. J., & Plisky, P. J. (2014). Prediction of injury by limited and asymmetrical fundamental movement patterns in american football players. *J Sport Rehabil*, 23(2), 88-94. doi: 10.1123/jsr.2012-0130
- Kirkendall, D. T., Junge, A., & Dvorak, J. (2010). Prevention of football injuries. *Asian J Sports Med*, 1(2), 81-92.
- Knapik, J. J., Cosio-Lima, L. M., Reynolds, K. L., & Shumway, R. S. (2015). Efficacy of functional movement screening for predicting injuries in coast guard cadets. *J Strength Cond Res*, 29(5), 1157-1162. doi: 10.1519/JSC.0000000000000704
- Krustrup, P., Aagaard, P., Nybo, L., Petersen, J., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2010). Recreational football as a health promoting activity: a topical review. *Scand J Med Sci Sports*, 20, 1-13. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01108.x
- Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2015). Recreational football is effective in the treatment of non-communicable diseases. *Br J Sports Med*, 49(22), 1426-1427. doi: 10.1136/bjsports-2015-094955
- Krustrup, P., Christensen, J., Randers, M. B., Pedersen, H., Sundstrup, E., Jakobsen, M., . . . Bangsbo, J. (2010). Muscle adaptations and performance enhancements of soccer training for untrained men. *Eur J Appl Physiol*, 108(6), 1247-1258. doi: 10.1007/s00421-009-1319-8
- Krustrup, P., Nielsen, J. J., Krustrup, B. R., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., . . . Bangsbo, J. (2009). Recreational soccer is an effective health-

- promoting activity for untrained men. *Br J Sports Med*, 43(11), 825-831. doi: 10.1136/bjsm.2008.053124
- Leppanen, M., Aaltonen, S., Parkkari, J., Heinonen, A., & Kujala, U. M. (2014). Interventions to prevent sports related injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Med*, 44(4), 473-486. doi: 10.1007/s40279-013-0136-8
- Letafatkar, A., Hadadnezhad, M., Shojaedin, S., & Mohamadi, E. (2014). Relationship between functional movement screening score and history of injury. *Int J Sports Phys Ther*, 9(1), 21-27.
- Lisman, P., O'Connor, F. G., Deuster, P. A., & Knapik, J. J. (2013). Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Med Sci Sports Exerc*, 45(4), 636-643. doi: 10.1249/MSS.0b013e31827a1c4c
- McBain, K., Shrier, I., Shultz, R., Meeuwisse, W. H., Klugl, M., Garza, D., & Matheson, G. O. (2012a). Prevention of sport injury II: a systematic review of clinical science research. *Br J Sports Med*, 46(3), 174-179. doi: 10.1136/bjsm.2010.081182
- McBain, K., Shrier, I., Shultz, R., Meeuwisse, W. H., Klugl, M., Garza, D., & Matheson, G. O. (2012b). Prevention of sports injury I: a systematic review of applied biomechanics and physiology outcomes research. *Br J Sports Med*, 46(3), 169-173. doi: 10.1136/bjsm.2010.080929
- McCall, A., Carling, C., Nedelec, M., Davison, M., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2014). Risk factors, testing and preventative strategies for non-contact injuries in professional football: current perceptions and practices of 44 teams from various premier leagues. *Br J Sports Med*, 48(18), 1352-1357. doi: 10.1136/bjsports-2014-093439
- McCunn, R., Aus der Fñnten, K., Fullagar, H. H., McKeown, I., & Meyer, T. (2015). Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports Med*. doi: 10.1007/s40279-015-0453-1
- McGill, S., Frost, D., Lam, T., Finlay, T., Darby, K., & Cannon, J. (2015). Can fitness and movement quality prevent back injury in elite task force police officers? A 5-year longitudinal study. *Ergonomics*, 58(10), 1682-1689. doi: 10.1080/00140139.2015.1035760
- McGill, S. M., Andersen, J. T., & Horne, A. D. (2012). Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *J Strength Cond Res*, 26(7), 1731-1739. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182576a76
- Murphy, D. F., Connolly, D. A., & Beynnon, B. D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med*, 37(1), 13-29. doi: 10.1136/bjsm.37.1.13
- Nakase, J., Inaki, A., Mochizuki, T., Toratani, T., Kosaka, M., Ohashi, Y., . . . Tsuchiya, H. (2013). Whole body muscle activity during the FIFA 11+ program evaluated by positron emission tomography. *PLoS One*, 8(9), e73898. doi: 10.1371/journal.pone.0073898
- Nielsen, A. B., & Yde, J. (1989). Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *Am J Sports Med*, 17(6), 803-807.
- Nilstad, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Holme, I., & Steffen, K. (2014). Risk factors for lower extremity injuries in elite female soccer players. *Am J Sports Med*, 42(4), 940-948. doi: 10.1177/0363546513518741

- O'Connor, F. G., Deuster, P. A., Davis, J., Pappas, C. G., & Knapik, J. J. (2011). Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Med Sci Sports Exerc*, 43(12), 2224-2230. doi: 10.1249/MSS.0b013e318223522d
- Oja, P., Titze, S., Kokko, S., Kujala, U. M., Heinonen, A., Kelly, P., . . . Foster, C. (2015). Health benefits of different sport disciplines for adults: systematic review of observational and intervention studies with meta-analysis. *Br J Sports Med*, 49(7), 434-440. doi: 10.1136/bjsports-2014-093885
- Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med*, 42(3), 209-226. doi: 10.2165/11594800-000000000-00000
- Parkkari, J., Kannus, P., Natri, A., Lapinleimu, I., Palvanen, M., Heiskanen, M., . . . Jarvinen, M. (2004). Active living and injury risk. *Int J Sports Med*, 25(3), 209-216. doi: 10.1055/s-2004-819935
- Peate, W. F., Bates, G., Lunda, K., Francis, S., & Bellamy, K. (2007). Core strength: a new model for injury prediction and prevention. *J Occup Med Toxicol*, 2, 3. doi: 10.1186/1745-6673-2-3
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jorgensen, E., & Holmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*, 39(11), 2296-2303. doi: 10.1177/0363546511419277
- Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *Am J Sports Med*, 28(5 Suppl), S51-57. doi: 10.1177/28.suppl_5.S-51
- Randers, M. B., Andersen, J. L., Petersen, J., Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Bangsbo, J., . . . Krstrup, P. (2014). Exercise performance and cardiovascular health variables in 70-year-old male soccer players compared to endurance-trained, strength-trained and untrained age-matched men. *J Sports Sci*, 32(13), 1300-1308. doi: 10.1080/02640414.2014.898857
- Reis, I., Rebelo, A., Krstrup, P., & Brito, J. (2013). Performance Enhancement Effects of Federation Internationale de Football Association's "The 11+" Injury Prevention Training Program in Youth Futsal Players. *Clin J Sport Med*, 23(4), 318-320. doi: 10.1097/JSM.0b013e318285630e
- Rössler, R., Donath, L., Verhagen, E., Junge, A., Schweizer, T., & Faude, O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(12), 1733-1748. doi: 10.1007/s40279-014-0234-2
- Schmidt, J. F., Andersen, T. R., Andersen, L. J., Randers, M. B., Hornstrup, T., Hansen, P. R., . . . Krstrup, P. (2013). Cardiovascular function is better in veteran football players than age-matched untrained elderly healthy men. *Scand J Med Sci Sports*. doi: 10.1111/sms.12153
- Schmidt, J. F., Hansen, P. R., Andersen, T. R., Andersen, L. J., Hornstrup, T., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2014). Cardiovascular adaptations to 4 and 12 months of football or strength training in 65- to 75-year-old untrained men. *Scand J Med Sci Sports*, 24 Suppl 1, 86-97. doi: 10.1111/sms.12217
- SFV. (2015). SFV Durchführungsbestimmungen - Spielbetrieb Herren und Frauen. Abgerufen 20.01., 2016, von <http://saar-fv.de/index.php?id=1423>

- Shaw, K., Gennat, H., O'Rourke, P., & Del Mar, C. (2006). Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database Syst Rev*(4), CD003817. doi: 10.1002/14651858.CD003817.pub3
- Shojaedin, S. S., Letafatkar, A., Hadadnezhad, M., & Dehkhoda, M. R. (2014). Relationship between functional movement screening score and history of injury and identifying the predictive value of the FMS for injury. *Int J Inj Contr Saf Promot*, 21(4), 355-360. doi: 10.1080/17457300.2013.833942
- Soderman, K., Alfredson, H., Pietila, T., & Werner, S. (2001). Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one outdoor season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9(5), 313-321. doi: 10.1007/s001670100228
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., . . . Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *Br Med J*, 337, a2469. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Soligard, T., Nilstad, A., Steffen, K., Myklebust, G., Holme, I., Dvorak, J., . . . Andersen, T. E. (2010). Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *Br J Sports Med*, 44(11), 787-793. doi: 10.1136/bjsm.2009.070672
- Steffen, K., Emery, C. A., Romiti, M., Kang, J., Bizzini, M., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2013). High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. *Br J Sports Med*, 47(12), 794-802. doi: 10.1136/bjsports-2012-091886
- Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O. E., Holme, I., & Bahr, R. (2008). Preventing injuries in female youth football – a cluster-randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*, 18(5), 605-614. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00703.x
- Stegmann, H., Kindermann, W., & Schnabel, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int J Sports Med*, 2(3), 160-165. doi: 10.1055/s-2008-1034604
- Tessitore, A., Meeusen, R., Tiberi, M., Cortis, C., Pagano, R., & Capranica, L. (2005). Aerobic and anaerobic profiles, heart rate and match analysis in older soccer players. *Ergonomics*, 48(11-14), 1365-1377. doi: 10.1080/00140130500101569
- Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Butler, R. J., Goffar, S. L., Kiesel, K. B., Rhon, D. I., . . . Plisky, P. J. (2015). What Risk Factors Are Associated With Musculoskeletal Injury in US Army Rangers? A Prospective Prognostic Study. *Clin Orthop Relat Res*, 473(9), 2948-2958. doi: 10.1007/s11999-015-4342-6
- van Beijsterveldt, A. M., van de Port, I. G., Krist, M. R., Schmikli, S. L., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., & Backx, F. J. (2012). Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 46(16), 1114-1118. doi: 10.1136/bjsports-2012-091277
- van Beijsterveldt, A. M., van der Horst, N., van de Port, I. G., & Backx, F. J. (2013). How effective are exercise-based injury prevention programmes for soccer players? : A systematic review. *Sports Med*, 43(4), 257-265. doi: 10.1007/s40279-013-0026-0

- Vuori, I. M. (2001). Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6 Suppl), S551-586; discussion 609-510.
- Walden, M., Hagglund, M., & Ekstrand, J. (2005a). Injuries in Swedish elite football-- a prospective study on injury definitions, risk for injury and injury pattern during 2001. *Scand J Med Sci Sports*, 15(2), 118-125. doi: 10.1111/j.1600-0838.2004.00393.x
- Walden, M., Hagglund, M., & Ekstrand, J. (2005b). UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *Br J Sports Med*, 39(8), 542-546. doi: 10.1136/bjsm.2004.014571
- Warren, M., Smith, C. A., & Chimera, N. J. (2015). Association of the Functional Movement Screen with injuries in division I athletes. *J Sport Rehabil*, 24(2), 163-170. doi: 10.1123/jsr.2013-0141
- Wegmann, M., Steffen, A., Putz, K., Wurtz, N., Such, U., Faude, O., . . . Meyer, T. (2016). Cardiovascular risk and fitness in veteran football players. *J Sports Sci*, 34(6), 576-583. doi: 10.1080/02640414.2015.1118525
- Whittaker, J. L., & Emery, C. A. (2015). Impact of the FIFA 11+ on the structure of select muscles in adolescent female soccer players. *Phys Ther Sport*, 16(3), 228-235. doi: 10.1016/j.ptsp.2014.10.007
- Woll, A., & Dugandzic, D. (2007). Strukturanalyse des Freizeit- und Breitensports und Sports der Älteren in deutschen Fußballvereinen *Bericht 2007*: Deutscher Fußball Bund (DFB).
- Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., Hodson, A., & Football Association Medical Research, P. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-- analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med*, 38(1), 36-41.
- Zalai, D., Panics, G., Bobak, P., Csaki, I., & Hamar, P. (2015). Quality of functional movement patterns and injury examination in elite-level male professional football players. *Acta Physiol Hung*, 102(1), 34-42. doi: 10.1556/APhysiol.101.2014.010

Anhang

Aus Urheberrechtsgründen sind im Anhang „Pre-Print“-Versionen der folgenden Artikel zu finden:

Publikation 1:

Hammes, D., Aus Der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Dvorak, J., & Meyer, T. (2015). Injuries of veteran football (soccer) players in Germany. *Research in Sports Medicine*, 23(2), 215-226. doi: 10.1080/15438627.2015.1005295

Publikation 2:

Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). Injury prevention in male veteran football players - a randomised controlled trial using „FIFA 11+“. *Journal of Sports Sciences*, 33(9), 873-881. doi: 10.1080/02640414.2014.975736

Publikation 3:

Hammes, D., Aus der Fünten, K., Bizzini, M., & Meyer, T. (2016). Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1371-1379. doi: 10.1080/02640414.2016.1152390

Injuries of veteran football (soccer) players in Germany

Hammes, Daniel^{1,3}; aus der Füntten, Karen¹; Kaiser, Stephanie¹; Frisen, Eugen¹; Dvorák, Jiri² and Meyer, Tim¹

¹Institute of Sports and Preventive Medicine, Saarland University, Saarbrücken, Germany

²FIFA–Medical Assessment and Research Centre (F-MARC) and Schulthess Klinik, Zürich, Switzerland

³Department of Sport, Exercise and Health, University of Basel, Basel, Switzerland

Running head: Injuries of veteran football players

Word count: 2559

3 Tables, 1 Figure

Word count Abstract: 147

Acknowledgements, Competing Interests, Funding

No author had any competing interests

The study was financially supported by grants from F-MARC (FIFA) and the Deutscher Fußball-Bund (DFB, German Football Federation).

Corresponding author:

Daniel Hammes
Department of Sport, Exercise and Health
University of Basel
Birsstrasse 320B
4052 Basel
Switzerland
Tel. +41 – (0)61 - 377 87 39
Fax: +41 – (0)61 - 377 87 58
E-mail: daniel.hammes@unibas.ch

Abstract

There is a lack of injury data for the population of veteran football players. Therefore, a prospective study was conducted to investigate injury incidences and characteristics. Over one season, injuries and exposure of 20 teams ($n = 265$ players, age: 44.2 ± 7.3 years, BMI: 26.6 ± 3.2 kg/m²) were documented.. 63 players sustained a total of 88 injuries during the season. The incidence of training injuries (4.5 per 1000 hours) was significantly lower than of match injuries (24.7 per 1000 hours). The majority of injuries ($n = 73$; 83%) were located at the lower extremities, 52 (47%) were muscle injuries. The injury incidence of veteran football players is similar to other male football players of different skill levels and age groups indicating a need for the implementation of preventive measures. Prevention programmes should regard the specific injury characteristics with more muscle injuries in this population compared to younger football players.

Introduction

Organised football for veteran players exists in many countries; approximately 1,8 million (about one third of all German players) are registered in Germany (Woll & Dugandzic, 2007). Besides possible positive effects on metabolic, cardiovascular and musculoskeletal parameters (Krustrup, Aagaard, et al., 2010; Krustrup, Christensen, et al., 2010; Krustrup et al., 2009), football inherits a substantial risk for injuries. Several studies provide epidemiological data regarding injuries in males playing at (semi-) professional levels. The reported injury incidences (injuries per 1000 football hours) vary between studies, however, there is an agreement that match incidences are much higher compared to those during training. Male football players of different age and skill levels, during a recent review from Junge and Dvorak (2004) reported injury incidences of 1.5 to 7.6 per 1000 hours, and 10.2 to 35.5 per 1000 hour for training and match play respectively. Another review article focusing on lower extremity football injuries (Wong & Hong, 2005) revealed injury incidences for “adult” and “professional” players ranging from 16.6 – 41.7 for matches and 2.1 – 8.8 injuries per 1000 hours. Further, more recent studies confirmed these results (Dauty & Collon, 2011; Ekstrand, Hagglund, & Walden, 2011). In the UEFA Champions League injury study (Ekstrand, Hagglund, Kristenson, Magnusson, & Walden, 2013) 27 professional male teams were followed prospectively over 11 years. The incidence of training injury was 4.0 per 1000 hours, incidence of match injury 26.7 per 1000 hours.

While a large quantity of data is available for professional male players, there is currently a lack of data regarding lower levels especially recreational football. However, this population represents the majority of football players. In particularly veteran football players (in Germany usually beginning at the age of 32 years) have not been investigated by any prospective injury study so far.

Arnason et al. (2004) identified age as a main risk factor for overall football injuries, even though data was collected from professional players aged 16 - 38 years only. Peterson, Junge, Chomiak, Graf-Baumann, and Dvorak (2000) found that “local teams” had three to four times more injuries than “high-level teams”, and concluded that skill level might also be an important risk factor. In addition to age and skill level in general, veteran players differ in several aspects from professional players, such as physical composition, training history including preventive training and the physiological demand of training and match play. A cross-sectional pilot study (Wegmann, M.; unpublished observation) investigating 100 veteran football players (age: 40-63 years, BMI: $27.2 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$) indicated a high injury risk. 92% of all players reported at least one “major injury” during their football career. Moreover, at the time of the investigation 64% suffered from acute musculoskeletal complaints.

Recognising the lack of epidemiological data on recreational older football players, the aim of the present study was to prospectively investigate the incidences and characteristics of injury in German veteran football players.

Materials & Methods

The study was approved by the local ethics committee (Ärztchamber of Saarland, Saarbrücken, Germany) with the approval number 151/11. Furthermore, it was registered at ClinicalTrials.gov with the identifier: NCT01993056.

General design and subjects

For recruiting purposes, the study was initially presented at a public veteran football event. Subsequently, each club with an organised veteran team in the county Saarland (about 1 million inhabitants) was contacted by mail, e-mail and/or phone in cooperation with the county's football federation (Saarländischer Fußballverband, SFV). The first 20 teams to respond were included in the study. Each player gave written informed consent to take part in the study and could withdraw at any stage without providing a reason. To be eligible, all teams had to compete in competitive league or friendly matches against other clubs, and were required to perform weekly training sessions. As stated in the local rules for veteran players, the minimum age was 32 years. Two teams were excluded from analysis, as data reporting was incomplete. Therefore, results refer to 18 teams only (n = 265 players).

Data collection and definitions

Injuries and exposure hours were defined and recorded for one season (2011/2012; approximately 9 months) in accordance to the consensus statement on injury definitions and data collection procedures in football studies (Fuller et al., 2006). Thereby, an injury was defined as “any physical complaint sustained by a player that results from a football match or football training” (Fuller et al., 2006). In this study, we only considered time-loss injuries (“injury that results in a player being unable to take a full part in future football training or match play” (Fuller et al., 2006)). The injury severity was set depending on the number of

absent day from team training or match (minimal: 1 - 3 days to full return; mild: 4 – 7 days; moderate: 8 – 28 days; severe: more than 28 days). Since no team had a coach, one player per team (“team advisor” for the study) recorded exposure (in minutes) from each individual player. Injured players had to complete an injury form asking for; the injured body part, the type of injury, the cause, the time of occurrence (match versus training) and whether it was a recurrent injury. The data was collected either paper- or computer-based. The team advisor transferred the data at least once a month to the study personnel. If additional questions occurred, the players were contacted by telephone, e-mail or personally by the study personnel. Medical advice was offered for unclear cases. The team advisors were introduced in detail to all the procedures prior the beginning of data collection.

Statistics

Statistical analyses were performed using the package Statistica 8.0 (StatSoft Europe GmbH, Hamburg, Germany). Descriptive data are presented as means, standard deviations (SD) and range. Injury incidences (injuries per 1000 hours) are described with corresponding 95% confidence intervals [95% CI]. Differences in injury incidence between subgroups were tested using z-statistics with 95% CIs as well as Incidence Rate Ratios (IRR) and their corresponding 95% CI. The numbers of lost days due to injuries are presented as median and 25/75 quartiles. Tests were two-tailed and an α -error of $p < 0.05$ was considered significant for all calculations.

Results

Anthropometric and other baseline data of the participating players are presented in Table 1 and 2. The participants played a total of 7109 hours football (4798 training and 2311 match hours), the training/match ratio was 2:1. The teams performed 24 ± 7 training sessions and 16 ± 5 matches. During the season, 24% of all players ($n=63$) sustained a total of 88 injuries. Fifty-six players sustained one injury, eleven players two, four players three and two players four injuries. Injuries characteristics and specific incidences are presented in Table 3.

The injury incidences were 16.0 [95% CI 2.0 – 30.1] for goalkeepers, 11.5 [6.7 – 16.3] for defenders, 1.2 [7.0 – 15.5] for midfielders and 15.9 [7.9 – 24.0] for strikers. There were no significant differences between player positions.

The rate ratio of contact-injuries during matches (incidence: 10.8 [6.6 – 15.1]/1000 h) and during training (1.3 [0.2 – 2.3]/1000 h) was 8.65 [3.55 – 21.09] ($p < 0.001$). 44% ($n = 25$) of all match injuries ($n = 57$) were contact-injuries, whereas during training this number was 19% ($n = 6$) of all contact-injuries ($n = 31$). The median lost time due to an injury was 17 days (lower/upper quartile: 11/31 days).

The injury incidence for new injuries ($n = 60$, 68%) was 3.9 [2.5 – 5.4], for recurrent injuries ($n = 28$, 32%) 8.4 [6.3 – 10.6], of which were $n = 1$ early, $n = 7$ late and $n = 17$ delayed recurrence injuries. Comparisons of overall injuries between age groups are presented in figure 1. Discriminating between training and match injuries, results were as follows (no significant differences between age groups): Players aged 32 – 39 years sustained $n = 6$ training injuries (incidence: 5.6 [1.1 – 10.0]), players aged 40 – 49 years $n = 18$ training injuries (incidence: 6.8 [3.7 – 10.0]), players aged 50 – 59 years $n = 5$ (incidence: 6.1 [0.8 –

11.5] players aged more than 60 years $n = 2$ training injuries (incidence: 11.0 [-4.3 – 26.3]). Regarding match injuries, players aged 32 – 39 years sustained $n = 11$ (incidence: 18.9 [7.7– 30.0]), players aged 40 – 49 years $n = 34$ (incidence: 25.4 [16.8 – 33.9]), players aged 50 – 59 years $n = 9$ (incidence: 30.8 [10.7 – 51.0] players aged more than 60 years $n = 3$ match injuries (incidence: 66.8 [-8.8 – 142.4]).

Discussion

Playing football is accompanied by an exposure to injury and knowledge about injury epidemiology is of particular interest in the light of developing prevention strategies. The main finding of this study is that overall injury incidence of veteran football players is comparable to other football populations, however, injury characteristics are considerably different.

The training (4.5/1000 h) and match injury (24.7/1000 h) incidences in the present study are similar to male professional football. Ekstrand et al. (2013) examined 27 male professional top-level teams over 11 years (UEFA Champions League Injury Study) and found a training injury incidence of 4.0 injuries/1000 and a match incidence of 26.7/1000 h, however, the overall injury incidence is almost twice as high in veteran football players (12.4 vs. 7.6/1000 h). Evidently, this has to be attributed to the lower training/match ratio (Arnason et al., 2004; Dvorak et al., 2000). Since, the injury risk is higher in matches in veteran football, the higher number of matches in relation to training sessions has led to a greater overall injury incidence.

Regarding training injuries, two aspects appear to be important; firstly, anecdotal evidence and observations suggest that the veterans' training sessions are usually quite unstructured. These training sessions mainly consist of football matches played within their own team. Secondly, a regular warm-up is almost inexistent; instead the preferred approach is to play a bit slower for the first couple of minutes of the session. As a structured warm-up has been linked to a reduced injury risk (Woods, Bishop, & Jones, 2007), it is possible that insufficient warm-up caused some injuries. Low-frequent and unstructured training also indicate that players were physiologically not optimally prepared for the demands of matches and training sessions. The slightly higher percentage of overuse injuries in the veteran players (40%)

compared to other, more professional players, may support this assumption (Ekstrand et al., 2011; Junge & Dvorak, 2004).

A recent study investigating veteran football players showed comparable cardiovascular responses in training sessions and matches (Wegmann et al., 2014). Although the physiological intensity seemed to be similar, injury incidence in regular matches were more than five times higher in comparison with training. Thus, the physiological strain does not appear to be responsible for the higher number of injuries in matches. However, the high number of contact-injuries in matches compared to training might explain this difference. Ostensibly, players are more motivated and therefore perhaps more aggressive when playing matches. This is consistent with recent data from professional football. Ekstrand et al. (2013) reported similar percentages of contact injuries in matches (43%) and training (20%). In veteran football, there might be a chance to reduce match injuries by adjusting rules towards a less physical play, e. g. by prohibiting tackling. However, it has to be considered that only 12 of 31 contact injuries were reported as a result from foul play, which does not indicate the need for such measures. Furthermore, it is unclear if the players would adopt such changes or rather consider them as unwanted changes of the games character.

In accordance with the literature for other populations, the majority of injuries occurred at the lower extremities (83%, $n = 73$). In contrast to other populations, muscle strains (almost 50% of all injuries) were by far the most frequent injury (47%, $n = 41$) followed by ankle sprains (22%, $n = 19$). The most common injury site was at the thigh, whereby half were located at the hamstrings. The overall percentage of hamstring injuries (17% of all injuries) is higher compared to previous studies (Arnason et al., 2004; Ekstrand & Gillquist, 1983; Ekstrand et al., 2011; Nielsen & Yde, 1989) investigating male football players of a younger age, while ankle and knee joint injuries appear to be less frequent.

The high risk of hamstring injuries in football was previously linked to the eccentric load during the deceleration phase of the forward movement of the leg during running and at the moment of the foot strike (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2008; Askling, Tengvar, Saartok, & Thorstensson, 2008; Guex & Millet, 2013; Proske, Morgan, Brockett, & Percival, 2004; Steffen et al., 2010). As discussed before, less training time as well as unstructured training could promote insufficient hamstring strength, which is associated with a higher hamstring injury risk (Murphy, Connolly, & Beynnon, 2003). Together with the high number of muscular injuries in general, this supports the assumption that better overall fitness might be an important factor for decreasing injury incidence.

Several studies (Arnason et al., 2004; Cunningham & Cunningham, 1996; Dvorak et al., 2000; Inklaar, 1994) emphasised the facilitating role of similar previous injuries for the recurrence of injuries at the same site. The rate of recurrent injuries with the same type and location (32%) is slightly higher in the veteran players than previously reported (Arnason, Gudmundsson, Dahl, & Johannsson, 1996; Hawkins & Fuller, 1999; Junge & Dvorak, 2004; Nielsen & Yde, 1989).

Age has been highlighted as an important risk factor for injuries. In Iceland's first league, Arnason et al. (2004) reported age as a main risk factor during an investigation of players up to 38 years. Our data confirm these results, as injury incidence rose remarkably with increasing age. Age cannot be influenced, but it can be considered in the development of prevention strategies. Presumably injury prevention gains importance with increasing age.

Injury prevention

This study clearly indicates the need for prevention measures in this football population. A recent position stand worked out that programmes involving neuromuscular training can be effective for preventing injuries (Steffen et al., 2010). Since most of the investigated injuries occurred at the lower extremities, such a training program should be focusing on this area. A review conducted by Herman, Barton, Malliaras, and Morrissey (2012) summarizes intervention studies which focus on the lower extremities. Several programmes have shown their ability to reduce such injuries in various differing populations; including the “Knee Injury Prevention Program” (KIPP), the “Prevent Injury and Enhance Performance” (PEP) strategy, the “HarmoKnee” programmes and the “Anterior Knee Pain Prevention Training Programme” (AKP PTP) (Coppack, Etherington, & Wills, 2011; Kiani et al., 2010; LaBella et al., 2011; Mandelbaum et al., 2005). A football specific injury prevention program “The 11+” was developed by the *FIFA Medical Assessment and Research Centre* (F-MARC) and its application has been investigated in several studies. The results demonstrates its potential to reduce typical football injuries (Soligard et al., 2008; Steffen, Emery, et al., 2013; Steffen, Meeuwisse, et al., 2013). It has yet to be clarified if such prevention programmes are effective in veteran footballers as well.

Conclusion

This study is the first to report an injury incidence during training and competition of veteran football players. The injury risk was comparable to other male football players of differing skill levels and age groups. These results underline the importance of research within this particular population along with a clear need for the implementation of preventive measures. For such a task, different injury characteristics have to be taken into account due to the increased level of muscular injuries that were observed in comparison to other populations.

References

- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40-48. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x
- Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H. A., & Johannsson, E. (1996). Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports*, 6(1), 40-45.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk Factors for Injuries in Football. *American Journal of Sports Medicine*, 32(1 suppl), 5S-16S. doi: 10.1177/0363546503258912
- Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2008). Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *Am J Sports Med*, 36(9), 1799-1804. doi: 10.1177/0363546508315892
- Coppack, R. J., Etherington, J., & Wills, A. K. (2011). The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: a randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 39(5), 940-948. doi: 10.1177/0363546510393269
- Cunningham, C., & Cunningham, S. (1996). Injury surveillance at a national multi-sport event. *Aust J Sci Med Sport*, 28(2), 50-56.
- Dauty, M., & Collon, S. (2011). Incidence of Injuries in French Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(EFirst), 965-969. doi: 10.1055/s-0031-1283188
- Dvorak, J., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., Peterson, L., Rösch, D., & Hodgson, R. (2000). Risk Factor Analysis for Injuries in Football Players. *Am J Sports Med*, 28(suppl 5), S-69-S-74. doi: 10.1177/28.suppl_5.S-69
- Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1983). Soccer injuries and their mechanisms: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc*, 15(3), 267-270.
- Ekstrand, J., Hagglund, M., Kristenson, K., Magnusson, H., & Walden, M. (2013). Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 732-737. doi: 10.1136/bjsports-2013-092394
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553-558. doi: bjsm.2009.060582 [pii]10.1136/bjsm.2009.060582
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(2), 83-92. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x
- Guex, K., & Millet, G. (2013). Conceptual Framework for Strengthening Exercises to Prevent Hamstring Strains. *Sports Medicine*, 43(12), 1207-1215. doi: 10.1007/s40279-013-0097-y
- Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *Br J Sports Med*, 33(3), 196-203.
- Herman, K., Barton, C., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC Medicine*, 10, 75. doi: 10.1186/1741-7015-10-75
- Inklaar, H. (1994). Soccer injuries. II: Aetiology and prevention. *Sports Med*, 18(2), 81-93.
- Junge, A., & Dvorak, J. (2004). Soccer Injuries: A Review on Incidence and Prevention. *Sports Medicine*, 34(13), 929-938. doi: 10.2165/00007256-200434130-00004

- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., Michaelsson, K., & Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of Internal Medicine*, 170(1), 43-49. doi: 10.1001/archinternmed.2009.289
- Krustrup, P., Aagaard, P., Nybo, L., Petersen, J., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2010). Recreational football as a health promoting activity: a topical review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 1-13. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01108.x
- Krustrup, P., Christensen, J., Randers, M., Pedersen, H., Sundstrup, E., Jakobsen, M., . . . Bangsbo, J. (2010). Muscle adaptations and performance enhancements of soccer training for untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1247-1258. doi: 10.1007/s00421-009-1319-8
- Krustrup, P., Nielsen, J. J., Krustrup, B. R., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., . . . Bangsbo, J. (2009). Recreational soccer is an effective health-promoting activity for untrained men. *Br J Sports Med*, 43(11), 825-831. doi: 10.1136/bjsm.2008.053124
- LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K. Y., Peng, J., & Christoffel, K. K. (2011). Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 165(11), 1033-1040. doi: 10.1001/archpediatrics.2011.168
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., . . . Garrett, W., Jr. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003-1010. doi: 10.1177/0363546504272261 [pii]10.1177/0363546504272261
- Murphy, D. F., Connolly, D. A., & Beynon, B. D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 13-29. doi: 10.1136/bjsm.37.1.13
- Nielsen, A. B., & Yde, J. (1989). Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *Am J Sports Med*, 17(6), 803-807.
- Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2000). Incidence of Football Injuries and Complaints in Different Age Groups and Skill-Level Groups. *American Journal of Sports Medicine*, 28(suppl 5), 51-57. doi: 10.1177/28.suppl_5.S-51
- Proske, U., Morgan, D. L., Brockett, C. L., & Percival, P. (2004). Identifying athletes at risk of hamstring strains and how to protect them. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 31(8), 546-550. doi: 10.1111/j.1440-1681.2004.04028.x
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., . . . Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 337, a2469. doi: http://dx.doi.org/10.1136/bmj.a2469
- Steffen, K., Andersen, T. E., Krosshaug, T., van Mechelen, W., Myklebust, G., Verhagen, E. A., & Bahr, R. (2010). ECSS Position Statement 2009: Prevention of acute sports injuries. *European Journal of Sport Science*, 10(4), 223-236. doi: 10.1080/17461390903585173
- Steffen, K., Emery, C. A., Romiti, M., Kang, J., Bizzini, M., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2013). High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 794-802. doi: 10.1136/bjsports-2012-091886
- Steffen, K., Meeuwisse, W. H., Romiti, M., Kang, J., McKay, C., Bizzini, M., . . . Emery, C. A. (2013). Evaluation of how different implementation strategies of an injury

- prevention programme (FIFA 11+) impact team adherence and injury risk in Canadian female youth football players: a cluster-randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 47(8), 480-487. doi: 10.1136/bjsports-2012-091887
- Wegmann, M., Pütz, K., Such, U., Hecksteden, A., Steffen, A., Würtz, N., . . . Meyer, T. (2014). Cardiovascular risk profile of veteran soccer players. *submitted*.
- Woll, A., & Dugandzic, D. (2007). Strukturanalyse des Freizeit- und Breitensports und Sports der Älteren in deutschen Fußballvereinen *Bericht 2007*: Deutscher Fußball Bund (DFB).
- Wong, P., & Hong, Y. (2005). Soccer injury in the lower extremities. *Br J Sports Med*, 39(8), 473-482. doi: 10.1136/bjsm.2004.015511
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med*, 37(12), 1089-1099.

Table 1: Anthropometric data of participants (n = 265)

	mean	SD	min	max
Age [years]	44.2	7.3	32	69
Height [cm]	178	7	164	196
Weight [kg]	84.8	12.3	58	145
BMI [kg/m ²]	26.6	3.2	20.7	46.8
football experience [years]	31.5	11.2	2	60

Table 2: participants characteristics (n = 265)

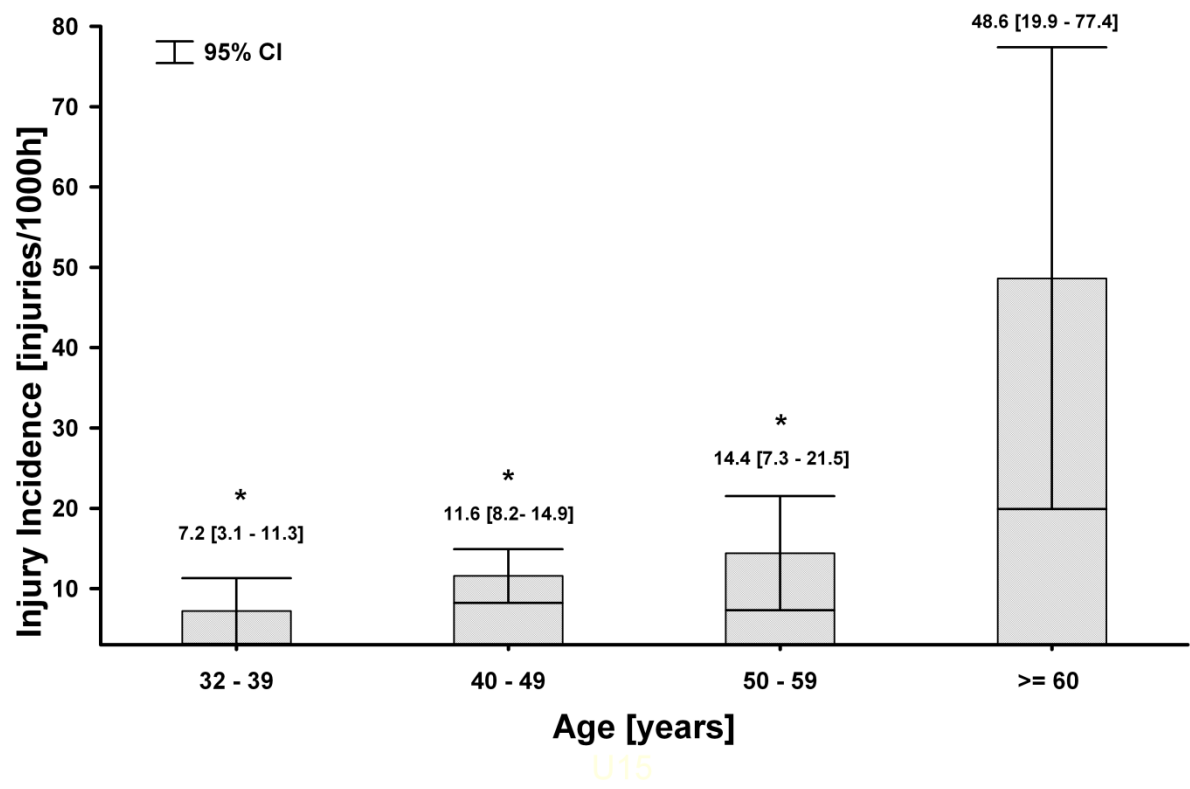
	n	%
<i>Playing position</i>		
Goalkeeper	12	5
Defender	74	28
Midfielder	83	31
Striker	36	13
Undefined	31	12
No report	29	12
<i>Injury history (football related)</i>		
Previous severe injury*	209	79
Previous surgery	113	43
Acute complaints (without time-loss)	123	46

* days of absence more than 28 days

Table 3: Number, characteristics and incidence of injuries

	n	%	Injury Incidences (injuries/1000 hours)	95% CI
Overall	88	100	12.4	9.8 – 15.0
Training	31	35	4.5	4.2 – 8.7
Match	57	65	24.7	18.3 – 31.1
Contact	31	35	4.4	2.8 – 5.9
Foul play	12	14	1.7	0.7 – 2.6
Non-contact	57	65	8.0	8.9 – 10.1
Trauma	52	59	7.3	5.3 – 9.3
Overuse	35	40	4.9	3.3 – 6.6
Mild (4-7 days)	14	16	2.0	0.9 – 3.0
Moderate (8-27 days)	46	52	6.5	4.6 – 8.3
Severe (> 28 days)	28	32	3.9	2.5 – 5.4
Upper extremities	15	17	2.1	1.0 – 3.2
Lower extremities	73	83	10.3	7.9 – 12.6
Thigh	28	32	3.9	2.5 – 5.4
Hamstrings	15	17	2.1	1.0 – 3.2
Lower leg	14	16	2.0	0.9 – 3.0
Knee	10	11	1.4	0.5 – 2.3
Ankle Joint	8	9	1.1	0.3 – 1.9
Hip/groin	6	7	0.8	0.2 – 1.5
Foot/toe	6	7	0.8	0.2 – 1.5
Multiple	1	1	0.1	0.1 – 0.4
Muscle/tendon	52	59	7.3	5.3 – 9.3
Muscle strain/rupture	41	47	5.8	4.0 – 7.5
Joint/ligament sprains	19	22	2.7	1.5 – 3.9
Contusion	9	10	1.3	0.4 – 2.1
Fracture	4	5	0.6	0.0 – 1.1
Other type	4	5	0.6	0.0 – 1.1

Figure 1:



Injury Prevention in Male Veteran Football Players – A Randomized Controlled Trial using “FIFA 11+”

Hammes, Daniel¹; aus der Fünten, Karen¹; Kaiser, Stephanie¹; Frisen, Eugen¹; Bizzini, Mario² and Meyer, Tim¹

¹Institute of Sports and Preventive Medicine, Saarland University, Saarbrücken, Germany

²FIFA–Medical Assessment and Research Centre (F-MARC) and Schulthess Clinic, Zurich, Switzerland

Running title: *injury prevention in veteran football players*

Word count main text: 3995; word count Abstract: 200

5 Tables, 1 Figure

ClinicalTrials.gov identifier: NCT01993056

Acknowledgements, Competing Interests, Funding

No author had any competing interests.

The work was financially supported by F-MARC (FIFA) and Deutscher Fußball-Bund (DFB, German Football Federation).

Corresponding author:

Daniel Hammes
Institute of Sports and Preventive Medicine
Saarland University
Campus, Bldg. B 8-2
66123 Saarbrücken
Germany
Tel. +49 – (0)681 - 302 70413
Fax: +49 – (0)681 - 302 4296
E-mail: d.hammes@mx.uni-saarland.de

Co-authors:

Karen aus der Fünten: k.ausderfuenten@mx.uni-saarland.de; +49 681 30270409
Stephanie Kaiser: s.kaiser@web.de; +49 681 30270400
Eugen Frisen: eugen_frisen@web.de; +49 681 30270400;
Mario Bizzini: mario.bizzini@f-marc.com; +41 44 385 75 85;
Tim Meyer: tim.meyer@mx.uni-saarland.de; +49 681 30270400

ABSTRACT

The warm-up programme “FIFA 11+” has been shown to reduce football injuries in different populations, but so far veteran players have not been investigated. Due to differences in age, skill level and gender a simple transfer of these results to veteran football is not recommended. The purpose of this study was to investigate the preventive effects of the “FIFA 11+” in veteran football players.

20 veteran football teams were recruited for a prospective 9 months (1 season) cluster-randomized trial. The intervention group (INT, n=146; 45±8 years) performed the “FIFA 11+” at the beginning of each training session, while the control group (CON, n=119; 43±6 years) followed its regular training routine. Player exposure hours and injuries were recorded according to the FIFA/UEFA consensus statement.

No significant difference was found between INT and CON in overall injury incidence (incidence rate ratio [IRR]: 0.91 [0.64 – 1.48]; p=0.89). Only severe injuries reached statistical significance with higher incidence in CON (IRR: 0.46 [0.21 – 0.97], p=0.04).

Regular conduction (i.e. once a week) of the “FIFA 11+” did not prevent injuries in veteran footballers under real training and competition circumstances. The lack of preventive effects is likely due to the too low overall frequency of training sessions.

KEYWORDS

soccer, injuries, neuromuscular training, preventive strategies, elderly

INTRODUCTION

Football is played by more than 265 million individuals worldwide (FIFA, 2013) and, due to this popularity, receives worldwide attention in the media. Many players participate in active football as a recreational sport into older age. Organised football for older players can be found worldwide (e. g. Europe, South America, Canada, United States, Australia). About 27% (or 1.8 million) of registered players in the German Football Federation are veteran players (Woll & Dugandzic, 2007). German veteran footballers are restricted to a certain minimum age typically, 30 or 32 years dependent upon the local federation. Recent studies have shown that recreational football can improve metabolic, cardiovascular and musculoskeletal parameters, and can therefore be an effective tool to protect against certain lifestyle diseases (Krustrup, Aagaard, et al., 2010; Krustrup, Christensen, et al., 2010; Randers et al., 2010). However, playing also involves the risk of injuries (Dvorak & Junge, 2000; Faude, Junge, Kindermann, & Dvorak, 2006; Junge & Dvorak, 2004; Peterson, Junge, Chomiak, Graf-Baumann, & Dvorak, 2000). To date, several lower limb injury preventive programs have been investigated for their effectiveness in sport (Emery & Meeuwisse, 2010; Gilchrist et al., 2008; Herman, Barton, Malliaras, & Morrissey, 2012; Walden, Atroshi, Magnusson, Wagner, & Hagglund, 2012). The “Knee Injury Prevention Program” (KIPP), the “Prevent Injury and Enhance Performance” (PEP) strategy, the “HarmoKnee” programmes and the “Anterior Knee Pain Prevention Training Programme” (AKP PTP) have been shown to significantly reduce lower limb injuries and specific injuries such as knee injuries in female football, basketball players and female military recruits (Coppack, Etherington, & Wills, 2011; Kiani et al., 2010; LaBella et al., 2011; Mandelbaum et al., 2005).

The *FIFA Medical Assessment and Research Centre* (F-MARC) by the football world federation “Fédération Internationale de Football Association” (FIFA) developed a soccer specific preventive programme called “The 11”, which aimed to reduce common soccer

injuries. Its effectiveness in injury reduction was shown in a large cohort study with Swiss amateur players (Junge et al., 2011). However, a study from Steffen, Myklebust, Olsen, Holme, and Bahr (2008) failed to verify any effect of “The 11” in a cluster-randomised controlled trial with female youth players. In this study, the authors attributed the lack of effectiveness to low compliance. Absence of progression and variation in the programme may have led to low motivation among coaches and players (Steffen et al., 2008). Furthermore Gatterer, Ruedl, Faulhaber, Regele, and Burtscher (2012) did not find a reduction of injuries when using “The 11” in male adult amateur footballers as well. Although good compliance was reported by van Beijsterveldt et al. (2012) only knee injuries were reduced in male amateur players.

“FIFA 11+” is an advanced version of “The 11” and contains some relevant changes. “FIFA 11+” encompasses additional exercises and provides variation and progression. FIFA recommends its use as a complete warm up programme before each training session. Soligard et al. (2008) evaluated “FIFA 11+” in young female players over one season and found a significantly lower risk of overall injuries in the intervention group, however, the primary outcome of lower extremity injuries failed to reach significance. Steffen, Emery, et al. (2013) supported these findings in young Canadian female players. However, no such program has been investigated for its effectiveness in veteran football players (Herman et al., 2012).

Veteran football players, however, vary greatly in age, training frequency, fitness level and injury history. Furthermore, gender is a known influence factor on injury characteristics, for example anterior cruciate ligament injuries (Prodromos, Han, Rogowski, Joyce, & Shi, 2007). This has led to the assumption that there might be differences in the effectiveness of a football specific intervention among different populations. Therefore, we decided to conduct a cluster-randomized controlled trial over one season to evaluate the effectiveness of “FIFA 11+” on injury incidence in a realistic setting of veteran players.

MATERIALS & METHODS

The study was undertaken in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the local ethics committee (approval number: 151/11, Ärztekammer of Saarland, Saarbrücken, Germany). Furthermore, it was registered at ClinicalTrials.gov (identifier: NCT01993056).

General design

Approximately six months prior to the start of the study, we announced our intentions during a veteran football event with an invitation to participate. Thereafter, each club with veteran football teams in the county Saarland (about 1 million inhabitants) was contacted by letter, e-mail and telephone calls. This was done in cooperation with the county's football federation (Saarländischer Fußballverband, SFV). The first 20 teams, who confirmed their participation, were cluster-randomized (teams) in two groups (intervention Group and control group) (figure 1). Each individual gave written informed consent to take part in this study. During the season 2011/2012 (nine months), the intervention group performed "FIFA 11+" at the beginning of each team training session instructed by trained sport scientists, while the control group followed its regular training routine, usually without a structured warm up program. We decided not to conduct the 11+ before matches as we encountered several issues. The time frame between the arrival of the players and kick-off is usually very short and loaded with several other things such as planning tactics. Additionally, not all players arrive at the same time and therefore did not necessarily begin the warm up together, with most of our participating teams also not agreeing to a warm up without a ball.

****figure 1 near here****

Participants

A priori, we decided to recruit a total of 20 teams from the county Saarland. The teams performed training sessions at regular intervals and took part in league or friendly matches against other clubs. With regards to the local rules for veteran football players, the minimum age for players was set at 32 years. Due to incomplete reporting, two teams (one of the intervention group and one of the the control group) were excluded from our analysis, so statistics refer to only 18 teams..

Intervention program: FIFA 11+

“FIFA 11+” is a complete warm-up program consisting of three parts, a total of 15 different exercises with the focus on neuromuscular effects to the lower extremities and to the core. An overview of the whole program including manual and videos of the exercises is presented on F-MARC’s website (<http://f-marc.com/11plus/home/>). The first and third part include running exercises, beginning “at slow speed combined with active stretching and controlled partner contacts” and finishing “at moderate/high speed combined with planting/cutting movements” (Reis, Rebelo, Krstrup, & Brito, 2013; Soligard et al., 2008). Part two consists of six strength, plyometrics and balance exercises with the focus on core and leg strength, proprioception and stability, with three levels of variation provided for each exercise. In the intervention group, we increased the level of part two with each team every three months (total study duration: nine months). As mentioned before the program in the intervention group was instructed in every training session by trained sport scientists familiar with the correct technique of all exercises. If necessary, poor technique was corrected and demonstrated properly to ensure a high level of quality.

Data collection and definitions

Injuries were defined according to the consensus statement on injury definitions and data collection procedures in football studies (Fuller et al., 2006) (table 1). Only time-loss injuries (table 1) were considered in this study. We classified all injuries into categories according to injured body part, type of injury, recurrent injury or not, overuse or traumatic injury and training or match play injury. The injury severity was set depending on the number of days from the date of injury to full return to team training or matches according to the consensus statement (table 1).

During the study, player exposure hours (training and match) and injuries were recorded. If there was no team coach, one player per team was responsible for organisational affairs (“team advisor”) and recorded exposure hours from each player individually on paper- or computer (participation in team training and match in minutes). When players were absent, the reasons (injury, illness or other reasons) were noted. The team advisor transferred the data at least monthly to the study personnel. Injured players were advised to complete an injury report form with questions concerning the injured body part, type of injury, recurrence, cause and occurrence in training or match. If additional questions were required, the participants were contacted by telephone, e-mail or personally.

******table 1 near here******

The perceived exertion was measured by the “session RPE” by multiplying “Rating of Perceived Exertion” [RPE] and training time (Foster et al., 2001) one time per level in each team in the intervention group (last training sessions at level 1, level 2 and level 3, respectively). Immediately after the warm up, the players completed a form containing the question “How exhausting was the warm up today?” and rated it between 0 – 10 (RPE-10)

(Foster et al., 2001). The supervising sport scientists measured the time needed for the completion of FIFA 11+.

Statistics

The statistical analysis was performed using the package Statistica 8.0. Descriptive data are presented as means and standard deviations or incidences (injuries per 1000 hours) and corresponding 95% confidence intervals [95% CI]. Anthropometrics and baseline information were compared between groups by t-Tests for independent samples and 2x2 Chi-Square tests for distributions. To test injury incidences (number of injuries/1000 player hours) for differences between the intervention group and the control group, we used rate ratios, their corresponding CI and Z-Statistics to determine statistical significance. The numbers of lost days due to injuries are given as median and 25/75 quartiles. Groups were compared by the Mann-Whitney U-Test. An α -error of $p < 0.05$ was considered significant in all calculations and all tests were two-tailed.

RESULTS

Anthropometric data (n = 265 players; intervention group: n = 146; control group: n = 119,) are shown in table 2, further baseline information in table 3 and the flow of participants in figure 1.

****table 2 near here****

****table 3 near here****

****figure 1 near here****

Exposure and Compliance

Participants of the intervention group played overall 4,172 hours of football (2,934 training and 1,238 match hours), those in the control group 2,937 hours (1,864 training and 1,073 match hours). The amount of match time did not differ significantly between both groups (intervention group: 8.9 ± 5.6 hours; control group: 9.4 ± 4.6 hours; $p = 0.44$), but time spent on training was higher in the intervention group than in the control group (intervention group: 20.1 ± 12.3 hours; control group: 15.7 ± 8.1 hours; $p < 0.001$). On average, the teams performed 24 ± 7 training sessions (intervention group: 27 ± 8 ; control group: 21 ± 4 ; $p = 0.03$) and 16 ± 5 matches (intervention group: 17 ± 6 ; control group: 14 ± 4 ; $p = 0.23$) during nine months. “FIFA 11+” was performed in 98% of all training sessions of the teams in the intervention group (e.g. due to unscheduled training sessions were conducted during weekends) with each player participating in 47% of their teams 11+ sessions. Calculated per single player, the average number of training sessions was 13 ± 7 (intervention group: 15 ± 8 ;

control group: 12 ± 6 ; $p = 0.002$). The mean number of performed 11+-sessions per player in the intervention group was 14 ± 8 . Numbers of performed matches per player were not different between groups: total: 8 ± 5 (intervention group: 8 ± 5 ; control group: 8 ± 5 ; $p = 0.63$).

Effect of FIFA 11+

Session RPEs for FIFA 11+ are reported in table 4. Results of injury characteristics are summarized below (table 5). Only the group comparison of severe injuries reached statistical significance with a higher incidence in the control group (incidence rate ratio: 0.46 [0.21 – 0.97], $p = 0.04$).

****table 4 near here****

****table 5 near here****

With regard to the number of performed FIFA 11+ sessions (analysed by median split), the results did not differ between players with high (> 14 FIFA 11+-sessions) and low exposure (≤ 14 FIFA 11+-sessions) for the overall number of injuries (given as injury incidence per 1000 hours of football): 12.3 [8.4 – 16.3] vs. 12.0 [5.7 – 18.3]; incidence rate ratio: 1.03 [0.56 – 1.90], $p = 0.93$. The same applies to training (6.0 [2.7 – 9.2] vs. 4.0 [-0.5 – 8.5]; incidence rate ratio: 1.50 [0.43 – 5.26], $p = 0.53$) and match injuries (29.2 [17.5 – 40.8] vs. 26.6 [10.9 – 42.2]; incidence rate ratio: 1.10 [0.54 – 2.24], $p = 0.80$). The median lost time of injuries was 17 days (lower - /upper quartile: 11/31 days). A significant difference between groups was observed: intervention group: 14 (10/25) and control group: 27 (12/39); $p = 0.04$.

DISCUSSION

This study sought to examine the effectiveness of injury prevention with “FIFA 11+” in veteran football players. Results from previous studies led to the hypothesis that “FIFA 11+” may have preventive effects on injuries in football. The main finding of the present study was that “FIFA 11+” was not able to prevent injuries in our study group under the given (externally valid) training circumstances. There was only one significant group effect: less severe injuries in the intervention group and consequently a smaller number of injury-related days of absence. Soligard et al. (2008) similarly identified a significant effect of “FIFA 11+” on severe injuries, but they found additional significant positive effects on overall and overuse injuries and also their primary outcome “lower extremity injuries” almost reached significance. Furthermore, all other (non-significant) comparisons rather indicated a lower injury risk in the intervention group, which does not apply for our data.

Since the assessment of injury severity is based on days of absence from training or match, it must be taken into account that there might be an effect in the intervention group which is not due to the physiological effects of the “FIFA11+” exercises. The players in the intervention group might have felt obliged to take part in the study and not to miss too many “FIFA 11+”-sessions. This consideration is supported by the significant higher training exposure in the intervention group than in the control group. In fact, more recurrences would be expected as the players of the intervention group returned earlier compared to the control group. However, no significant differences between recurrent injuries between groups were revealed. Time to return may have been sufficient in most cases of both groups, although mean time to return was different, which further supports our assumption. Even though we would assume that the less severe injuries in the intervention group would be due to physiological reasons, it remains unclear if it was caused by the intervention or the higher training exposure in the intervention

group. The higher training exposure alone may lead to a better fitness state, which is possibly linked to a reduced injury risk (Murphy, Connolly, & Beynnon, 2003; Steffen et al., 2010). However, Arnason et al. (2004) did not report significant results examining training exposure as a risk factor in football.

An inappropriate warm up before matches in both the intervention group and the control group could be responsible for the considerable higher injury incidence in matches compared to training. However, the higher number of match injuries is a common finding in football and supported by many studies (Dauty & Collon, 2011; Ekstrand, Hagglund, & Walden, 2011; Junge & Dvorak, 2004). Indeed there is a need for further studies looking specifically into the prevention of match injuries.

Frequency of FIFA 11+

Each club typically arranged only one training session per week, limiting the maximum frequency of “FIFA 11+” sessions to once per week. In addition, job-related and private commitments as well as holiday times etc. reduced the number of training sessions. Neuromuscular programs have proven to effectively reduce injuries in adolescent and young female football players, when performed 2 or 3 times a week (Gilchrist et al., 2008; Soligard et al., 2008; Steffen, Emery, et al., 2013; Steffen et al., 2008; Walden et al., 2012). Therefore, it is possible that the training stimulus was not frequent enough to achieve long-term neuromuscular effects, which are assumed to be effective in injury prevention (Murphy et al., 2003; Steffen et al., 2010). Reis et al. (2013) demonstrated that two “FIFA 11+” sessions per week improved physical fitness in adolescent male futsal players, whereas Impellizzeri et al. (2013) found improvements in neuromuscular control measures by conducting three sessions per week in male Italian amateur players, but not in performance measures, with the exception being leg flexor strength. Prior studies showed correlations between the number of performed

“FIFA 11+” sessions and a lower injury risk (Soligard et al., 2010; Steffen, Emery, et al., 2013; Steffen, Meeuwisse, et al., 2013). It is noteworthy that due to the reality-oriented setting in our study, the average number of “FIFA 11+” sessions was lower than in the “low-compliance” groups in the other studies. We were aware of this in preparation of the study but wanted to ensure the highest possible level of external validity. A practical implication from this shortcoming might be the development of an additional, slightly modified programme that can be performed at home alone or at other regularly used settings outside the football training such as a gym.

FIFA 11+ exercises/individualization

To our knowledge, no study has examined the effect of “FIFA 11+” in veteran football players so far and other experiences with this population and “FIFA 11+” have not been reported either in the scientific literature. The collected session RPEs show moderate subjective efforts on average, but the inter-individual variability is considerable and demonstrates that the demand for individual players in some cases might have been too low or too high. From our experience, given the number of repetitions during some exercises especially “Nordic Hamstring”, the demands for many players were too intense, even during level one. Due to the fact that improvements in hamstring strength have been linked to a reduction in muscle injuries (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2008; Askling, Karlsson, & Thorstensson, 2003), a modified volume (number of repetitions and/or sets) rather than an exclusion seems to be an option.

We increased the level of the programme and therefore the difficulty of the exercises in the second part only every third month for the team as a whole as a common practice in team sports. The progression was surely inadequate for some players in either direction, too easy,

too hard. Ideally, the progression and variation should be adapted individually. In fact, this issue is present in nearly all fields of structured team sport training.

Motivation of players

The success of a prevention training program usually depends on both, the motivation of participating players as well as on the motivation and skills of the coaches, since training stimuli and training effects are expected to be higher if exercises are performed with proper technique and adequate effort. Especially for neuromuscular control exercises the importance of augmented feedback has been emphasized (Hewett, Myer, & Ford, 2005; Myer et al., 2013; Myklebust et al., 2003; Steffen et al., 2008) and was realized in this study by trained instructors. However, a possible lack of supervision and instructions has to be considered should the programme be complemented with additional exercises separate from football training as suggested above. We recognised a decline in motivation of many players after some months. In most cases, the players explained this by a lack of variation in the warm up and a paucity of tasks including the ball. Furthermore, we recognised that the average time spent on the programme was higher than the proposed 20 minutes “(mean training time for the “11+” was between 25.6 – 27.2 minutes) which could have further reduced motivation.

One of the most important points for the development and application of a preventive programme is its practicability and attractiveness in the target population (Finch, 2006). A possible improvement of “FIFA 11+” could be to modify and individualise the programme: players could be allowed to adjust the programme to their individual fitness level. Also, ball-based exercises might be added as the lack of the use of a football within the programme was one of the main points of criticism. The programme could finally be complemented by a do-it-yourself part to increase the frequency of preventive sessions to 2-3 per week. At least for special football player populations like the veteran players such changes may be of great

merit. Applying the programme in the “real life situation” of veteran footballers is another challenge. In this study, supervision and instructions by qualified personnel was provided. However, in the “real life” an individual or team-based education through media (videos, posters, etc.) and disseminators would be necessary.

Limitations of the study

Compared with the chosen parallel design, a cross-over design might appear more appropriate at the first glance because compared samples would be dependent ones. But the unavoidable doubling of the study duration would have led to the considerable risk that more players drop out after completing the first phase. This could be due to the perception of a too long study period or due to the denial to conduct the control phase after “FIFA 11+” when participants were convinced of a benefit from the “FIFA 11+” intervention.

Despite the randomisation there were significant group differences in age and BMI with slightly higher values in the intervention group than in the control group, a common problem in cluster-randomized studies. However, these differences were minor (on average 2 years and 1 kg/m²) and their practical impact seems negligible.

All participating teams neither had a coach nor medical staff. Instead they had players (team advisors) responsible for organising the training and match schedule. Therefore, it is possible that the extra work involved in registering and reporting the data, together with the non-professional organisation in the teams, led to a lack of reporting. However, also other authors of similar football studies mentioned a lack of reporting or poor communication with the teams, even if the structure of the teams was more professional (Soligard et al., 2008; Soligard et al., 2010; Steffen, Emery, et al., 2013). To avoid a lack of reporting, we contacted each

team at least monthly, but it cannot be ruled out that overall reporting of data (including that of injuries) was incomplete in some cases.

In terms of the lower number of players in the control group, although the number of teams was the same, we believe that the fact of a instructed “FIFA-intervention” may have attributed to this higher participation rate in the intervention group. As previously reported by Soligard et al. (2008), we also noticed the disappointment of being randomised to the control group in some teams and players.

While respecting the “real life” conditions, the veteran football players practiced “FIFA 11+” maximally once per week, which may be considered as the main cause for the lack of preventive effects found in this study. Basically all successful neuromuscular programs, in terms of injury prevention, were performed 2 or 3 times a week (Gilchrist et al., 2008; Soligard et al., 2008; Steffen, Emery, et al., 2013; Steffen et al., 2008; Walden et al., 2012).

The study period of one season (9 months) seemed to represent an adequate and common time period in an injury prevention intervention study. However, the training setting for a prevention study differed somewhat from the ones that have been reported to be successful: Effective prevention programs have usually included 2-3 training session a week for 6-8 weeks. This has to be considered in future studies with veteran footballers.

The higher age, the significant injury/surgery history and the questionable fitness level may represent additional challenges for effective injury prevention in this veteran population.

CONCLUSION

“FIFA 11+” programme performed at the beginning of each training session did not result in a significant preventive effect on injury incidence in veteran football players. Only severe injuries and days of absence from training or match due to injury were significantly lower in the intervention group than in the the control group. The lack of preventive effects on injury incidence is likely to be attributed to the low overall number and the frequency of neuromuscular training sessions, as these two factors are critical to neuromuscular adaptations. Because our data indicates considerable injury incidences in this population, development of an effective prevention strategy is desirable for the future.

References

- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(1), 40-48. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x
- Arnason, A., Sigurdsson, Stefan B., Gudmundsson, Arni, Holme, Ingar, Engebretsen, Lars, & Bahr, Roald. (2004). Risk Factors for Injuries in Football. *American Journal of Sports Medicine*, 32(1 suppl), 5S-16S. doi: 10.1177/0363546503258912
- Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(4), 244-250. doi: 10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x
- Coppack, R. J., Etherington, J., & Wills, A. K. (2011). The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: a randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 39(5), 940-948. doi: 10.1177/0363546510393269
- Dauty, M., & Collon, S. (2011). Incidence of Injuries in French Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(EFirst), 965-969. doi: 10.1055/s-0031-1283188
- Dvorak, Jiri, & Junge, Astrid. (2000). Football Injuries and Physical Symptoms. *American Journal of Sports Medicine*, 28(suppl 5), S-3-S-9. doi: 10.1177/28.suppl_5.S-3
- Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553-558. doi: bjsm.2009.060582 [pii]10.1136/bjsm.2009.060582
- Emery, C. A., & Meeuwisse, W. H. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 44(8), 555-562. doi: 10.1136/bjsm.2010.074377
- Faude, O., Junge, A., Kindermann, W., & Dvorak, J. (2006). Risk factors for injuries in elite female soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), 785-790. doi: bjsm.2006.027540 [pii]10.1136/bjsm.2006.027540
- FIFA. (2013). Big Count 2006.
- Finch, C. (2006). A new framework for research leading to sports injury prevention. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1-2), 3-10. doi: S1440-2440(06)00023-5 [pii]10.1016/j.jsams.2006.02.009
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., . . . Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115. doi: 10.1519/1533-4287(2001)0152.0.CO;2
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(2), 83-92. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x
- Gatterer, H., Ruedl, G., Faulhaber, M., Regele, M., & Bartscher, M. (2012). Effects of the performance level and the FIFA "11" injury prevention program on the injury rate in Italian male amateur soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(1), 80-84. doi: unavailable
- Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L. Y., . . . Dvorak, J. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1476-1483. doi: 10.1177/0363546508318188
- Herman, K., Barton, C., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for

- preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC Medicine*, 10, 75. doi: 10.1186/1741-7015-10-75
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2005). Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions. *Journal of Knee Surgery*, 18(1), 82-88. doi: 10.1055/s-0030-1248163
- Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Dvorak, J., Pellegrini, B., Schena, F., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): a randomised controlled trial on the training effects. *Journal of Sport Sciences*. doi: 10.1080/02640414.2013.802926
- Junge, Astrid, & Dvorak, Jiri. (2004). Soccer Injuries: A Review on Incidence and Prevention. *Sports Medicine*, 34(13), 929-938. doi: 10.2165/00007256-200434130-00004
- Junge, Astrid, Lamprecht, Markus, Stamm, Hanspeter, Hasler, Hansruedi, Bizzini, Mario, Tschopp, Markus, . . . Dvorak, Jiri. (2011). Countrywide Campaign to Prevent Soccer Injuries in Swiss Amateur Players. *American Journal of Sports Medicine*, 39(1), 57-63. doi: 10.1177/0363546510377424
- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., Michaelsson, K., & Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of Internal Medicine*, 170(1), 43-49. doi: 10.1001/archinternmed.2009.289
- Krustrup, P., Aagaard, P., Nybo, L., Petersen, J., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2010). Recreational football as a health promoting activity: a topical review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 1-13. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01108.x
- Krustrup, P., Christensen, Jesper, Randers, Morten, Pedersen, Henrik, Sundstrup, Emil, Jakobsen, Markus, . . . Bangsbo, Jens. (2010). Muscle adaptations and performance enhancements of soccer training for untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 108(6), 1247-1258. doi: 10.1007/s00421-009-1319-8
- LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K. Y., Peng, J., & Christoffel, K. K. (2011). Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: cluster randomized controlled trial. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 165(11), 1033-1040. doi: 10.1001/archpediatrics.2011.168
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., . . . Garrett, W., Jr. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003-1010. doi: 10.1177/0363546504272261 [pii]10.1177/0363546504272261
- Murphy, D. F., Connolly, D. A., & Beynnon, B. D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 13-29. doi: 10.1136/bjsm.37.1.13
- Myer, G. D., Stroube, B. W., DiCesare, C. A., Brent, J. L., Ford, K. R., Heidt, R. S., Jr., & Hewett, T. E. (2013). Augmented feedback supports skill transfer and reduces high-risk injury landing mechanics: a double-blind, randomized controlled laboratory study. *American Journal of Sports Medicine*, 41(3), 669-677. doi: 10.1177/0363546512472977
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Braekken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O. E., & Bahr, R. (2003). Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 13(2), 71-78. doi: 10.1034/j.1600-0838.2003.00341.x
- Peterson, Lars, Junge, Astrid, Chomiak, Jiri, Graf-Baumann, Toni, & Dvorak, Jiri. (2000). Incidence of Football Injuries and Complaints in Different Age Groups and Skill-

- Level Groups. *American Journal of Sports Medicine*, 28(suppl 5), 51-57. doi: 10.1177/28.suppl_5.S-51
- Prodromos, C. C., Han, Y., Rogowski, J., Joyce, B., & Shi, K. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 23(12), 1320-1325 e1326. doi: 10.1016/j.arthro.2007.07.003
- Randers, M. B., Nybo, L., Petersen, J., Nielsen, J. J., Christiansen, L., Bendiksen, M., . . . Krstrup, P. (2010). Activity profile and physiological response to football training for untrained males and females, elderly and youngsters: influence of the number of players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 14-23. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01069.x
- Reis, I., Rebelo, A., Krstrup, P., & Brito, J. (2013). Performance Enhancement Effects of Federation Internationale de Football Association's "The 11+" Injury Prevention Training Program in Youth Futsal Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 23(4), 318-320. doi: 10.1097/JSM.0b013e318285630e
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., . . . Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 337, a2469. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Soligard, T., Nilstad, A., Steffen, K., Myklebust, G., Holme, I., Dvorak, J., . . . Andersen, T. E. (2010). Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *British Journal of Sports Medicine*, 44(11), 787-793. doi: 10.1136/bjsm.2009.070672
- Steffen, K., Andersen, T. E., Krosshaug, T., van Mechelen, W., Myklebust, G., Verhagen, E. A., & Bahr, R. (2010). ECSS Position Statement 2009: Prevention of acute sports injuries. *European Journal of Sport Science*, 10(4), 223-236. doi: 10.1080/17461390903585173
- Steffen, K., Emery, C. A., Romiti, M., Kang, J., Bizzini, M., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2013). High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 794-802. doi: 10.1136/bjsports-2012-091886
- Steffen, K., Meeuwisse, W. H., Romiti, M., Kang, J., McKay, C., Bizzini, M., . . . Emery, C. A. (2013). Evaluation of how different implementation strategies of an injury prevention programme (FIFA 11+) impact team adherence and injury risk in Canadian female youth football players: a cluster-randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 47(8), 480-487. doi: 10.1136/bjsports-2012-091887
- Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O. E., Holme, I., & Bahr, R. (2008). Preventing injuries in female youth football – a cluster-randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(5), 605-614. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00703.x
- van Beijsterveldt, A. M., van de Port, I. G., Krist, M. R., Schmikli, S. L., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., & Backx, F. J. (2012). Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 46(16), 1114-1118. doi: 10.1136/bjsports-2012-091277
- Walden, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Hagglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 344, e3042. doi: 10.1136/bmj.e3042

-
- Woll, Alexander, & Dugandzic, Damir. (2007). Strukturanalyse des Freizeit- und Breitensports und Sports der Älteren in deutschen Fußballvereinen *Bericht 2007*: Deutscher Fußball Bund (DFB).

Figures

Figure 1: Flow chart of teams and players throughout the study.

See last page of the submitted manuscript

Tables

Table 1: Definitions (Fuller et al., 2006).

Term	Definition
Injury	Any physical complaint sustained by a player that results from a football match or football training.
Time-loss-injury	Injury that results in a player being unable to take a full part in future football training or match play.
Minimal injury	Absence from training and matches for 1 – 3 days.
Mild injury	Absence from training and matches for 4 – 7 days.
Moderate injury	Absence from training and matches for 8 – 28 days.
Severe injury	Absence from training and matches for more than 28 days.
Match	Play between teams from different clubs.
Training	Team based physical activities.
Overuse injury	Caused by repeated microtrauma without a single, identifiable event responsible for the injury.
Traumatic injury	Injury resulted from a specific, identifiable event.
Recurrent injury	Injury of the same type and at the same side as an index injury and which occurs after a player's full return to full participation from the index injury.
Early recurrence	Recurrent injury occurring within two months of a player's return to full participation.
Late recurrence	Recurrent injury occurring 2 – 12 months after a player's return to full participation.
Delayed recurrence	Recurrent injury occurring more than 12 months after a player's return to full participation.

Table 2: Anthropometric data.

	INT		CON		p-value
	mean	SD	mean	SD	
<i>Anthropometrics</i> n = 265					
Age [years]	45.2	7.7	43.1	6.5	0.02
Height [cm]	178	7	179	7	0.08
Weight [kg]	85.3	12.9	84.1	11.5	0.41
BMI [kg/m ²]	27.0	3.4	26.1	2.7	0.03
football experience [years]	32.3	12.0	30.5	10.3	0.23
n = 235					

INT: intervention group; CON: control group

Table 3: Playing position and injury history from player's baseline information form.

	INT		CON		p-value
	%	n	%	n	
<i>Playing position</i>					
Goalkeeper	4.8	7	4.2	5	0.82
Defender	28.1	41	27.7	33	0.88
Midfielder	29.5	43	33.6	40	0.47
Attackers	12.3	18	15.1	18	0.51
Undefined	11.6	17	11.8	14	0.98
No report	13.7	20	7.6	9	0.11
<i>Injury history</i>					
Previous major injuries	81	118	85	101	0.39
Previous surgery	48	70	52	62	0.50
Acute complaints (without time-loss)	53	77	55	65	0.76
INT: intervention group; CON: control group					

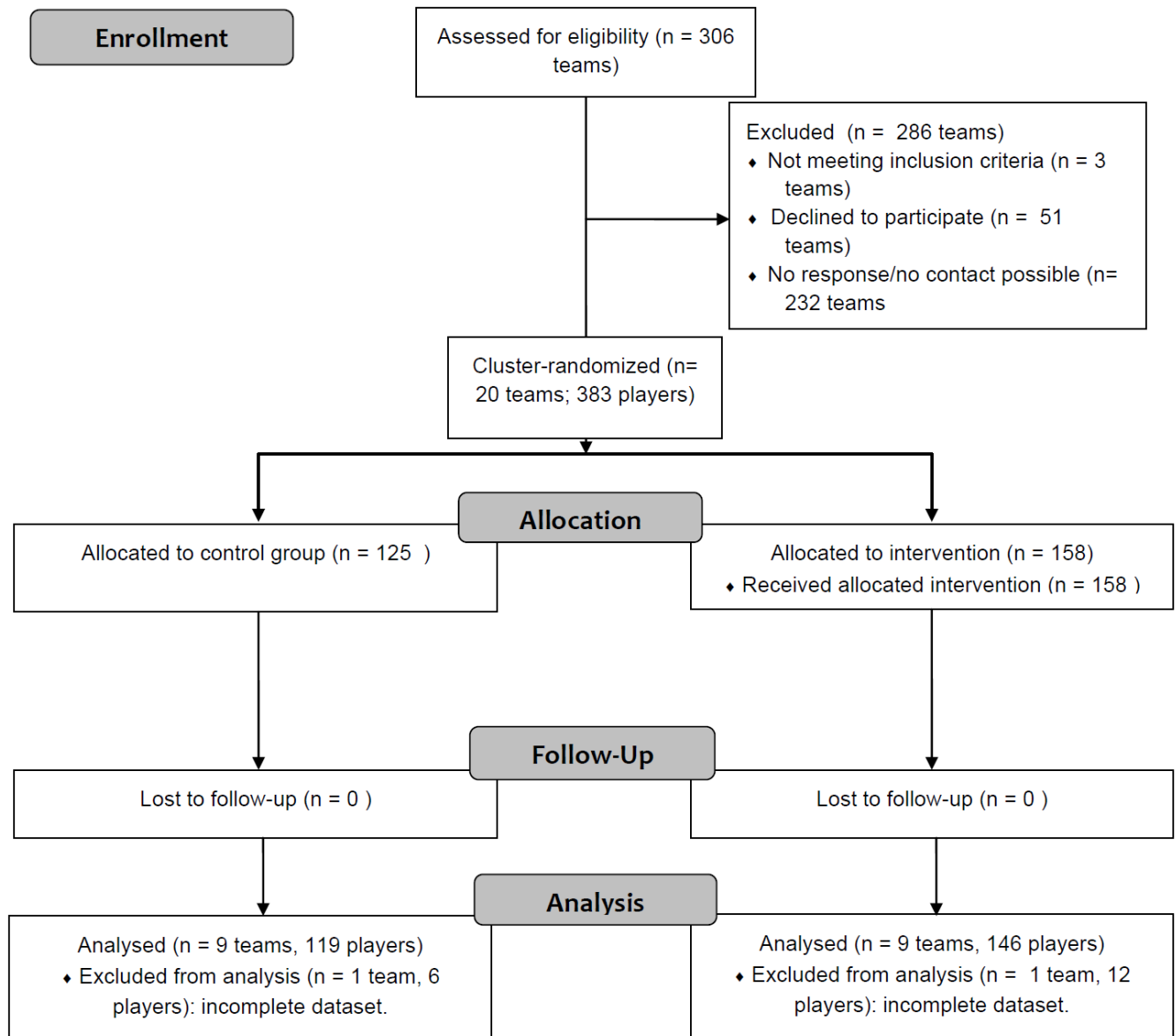
Table 4: Descriptive Statistics of Ratings of Perceived Exertion (RPE), attended time of 11+ and Session RPEs (RPE [unit] x time [min]). n represents the number of players participating in the last training session of each 11+ level of progression.

	Level 1 (n = 64)			Level 2 (n = 53)			Level 3 (n = 37)		
	RPE [unit]	Time [min]	Session RPE [unit]	RPE [unit]	Time [min]	Session RPE [unit]	RPE [unit]	Time [min]	Session RPE [unit]
Mean	3.5	25.6	88.0	3.5	27.2	94.4	3.8	26.4	99.4
SD	1.4	1.3	36.2	1.0	1.7	28.4	1.1	1.6	32.0
Min	2.0	23.9	47.8	2.0	24.5	50.0	2.0	24.3	50.4
Max	10.0	27.8	252.0	7.0	29.5	206.5	7.0	28.3	198.3

Table 5: injury characteristics (injuries/1000 hours)

	INT		CON		Rate Ratio [95% CI]	p-value
	n (%)	Incidence [95% CI]	n (%)	Incidence [95% CI]		
Overall	51 (100)	12.2 [8.9 – 15.6]	37 (100)	12.6 [8.5 – 16.7]	0.91 [0.64 – 1.48]	0.89
Training	16 (31)	5.5 [2.8 – 8.1]	15 (41)	8.1 [4.0 – 12.1]	0.68 [0.33 – 1.37]	0.28
Match	35 (69)	28.3 [18.9 – 37.6]	22 (59)	20.5 [11.9 – 29.1]	1.38 [0.81 – 2.35]	0.24
Contact	17 (33)	4.1 [2.1 – 6.0]	14(38)	4.8 [2.3 – 7.3]	0.85 [0.42 – 1.73]	0.66
Non-contact	34 (67)	8.2 [5.4 – 10.9]	23 (62)	7.8 [4.6 – 11.0]	1.04 [0.61 – 1.77]	0.88
Trauma	30 (59)	7.2 [4.6 – 9.8]	22 (59)	7.5 [4.4 – 10.6]	0.96 [0.55 – 1.66]	0.88
Overuse	20 (39)	4.8 [2.7 – 6.9]	15 (41)	5.1 [2.5 – 7.7]	0.94 [0.48 – 1.83]	0.85
Mild	7 (14)	1.7 [0.4 – 2.9]	7 (19)	2.4 [0.6 – 4.2]	0.70 [0.25 – 2.01]	0.51
Moderate	33 (65)	7.9 [5.2 – 10.6]	13 (35)	4.4 [2.0 – 6.8]	1.79 [0.94 – 3.39]	0.08
Severe	11 (22)	2.6 [1.1 – 4.2]	17 (46)	5.8 [3.0 – 8.5]	0.46 [0.21 – 0.97]	0.04
Upper extremities	8 (16)	1.9 [0.6 – 3.2]	7 (19)	2.4 [0.6 – 4.1]	0.80 [0.29 – 2.22]	0.67
Lower extremities	43 (84)	10.3 [7.2 – 13.4]	30 (81)	10.2 [6.6 – 13.9]	1.01 [0.63 – 1.61]	0.97
Thigh	17 (33)	4.1 [2.1 – 6.0]	11 (30)	3.7 [1.5 – 6.0]	1.09 [0.51 – 2.32]	0.83
Lower leg	10 (20)	2.4 [0.9 – 3.9]	4 (11)	1.4 [0.0 – 2.7]	1.76 [0.55 – 5.61]	0.34
Knee	6 (12)	1.4 [0.3 – 2.6]	4 (11)	1.4 [0.0 – 2.7]	1.06 [0.30 – 3.74]	0.93
Other locations	10 (20)	2.4 [0.9 – 3.9]	11 (30)	3.7 [1.5 – 6.0]	0.64 [0.27 – 1.51]	0.31
Muscle/tendon	33 (65)	7.9 [5.2 – 10.6]	19 (51)	6.5 [3.6 – 9.4]	1.22 [0.70 – 2.15]	0.49
Joint/ligament	9 (18)	2.2 [0.8 – 3.6]	10 (27)	3.4 [1.3 – 5.5]	0.63 [0.26 – 1.56]	0.32
Other types of injury	9 (18)	2.2 [0.7 – 3.6]	8 (22)	2.7 [0.8 – 4.6]	0.79 [0.31 – 2.05]	0.63
Recurrence	19 (37)	4.6 [2.5 – 6.6]	9 (24)	3.1 [1.1 – 5.1]	1.49 [0.67 – 3.28]	0.33
Delayed recurrence	10 (20)	2.4 [0.9 – 3.9]	7 (19)	2.4 [0.6 – 4.1]	1.01 [0.38 – 2.64]	0.99

INT: intervention group; CON: control group; CI: confidence interval

Figure 1:

Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen™

running head: functional movement screen in veteran football players

Hammes, Daniel^{1, 2}; aus der Fünten, Karen¹; Bizzini, Mario³ and Meyer, Tim¹

¹Institute of Sports and Preventive Medicine, Saarland University, Saarbruecken, Germany

²Department of Sport, Exercise and Health, University of Basel, Basel, Switzerland

³FIFA–Medical Assessment and Research Centre (F-MARC) and Schulthess Clinic, Zurich, Switzerland

Research was conducted at the Institute of Sports and Preventive Medicine, Saarland University, Saarbruecken, Germany.

Word count: 5308

7 Tables, 2 Figures

Word count Abstract: 198

Acknowledgements: This work was supported by the FIFA–Medical Assessment and Research Centre (F-MARC), and the German Football Federation (Deutscher-Fussball-Bund, DFB). We wish to thank Stephanie Kaiser, Eugen Frisen, Clemens Feistenauer, Martin Hämmerle, Pierre Anthonij and Roman Quadflieg for their help collecting the data. In addition, many thanks to Hugh Fullagar and Ross Julian for proof reading. Special thanks should also be given to all participants. No conflict of interest declared for all authors.

Karen aus der Fünten; Saarland University; Institute of Sports and Preventive Medicine, Campus, Geb. B8 2; D-66111 Saarbrücken; Tel: +4968130270400; k.ausderfuenten@mx.uni-saarland.de.

Mario Bizzini; Schulthess Klinik; Lengerhalde 2; CH-8008 Zürich; Tel: +41443857171; mario.bizzini@f-marc.com.

Tim Meyer; Saarland University; Institute of Sports and Preventive Medicine, Campus, Geb. B8 2; D-66111 Saarbrücken; Tel: +4968130270400; tim.meyer@mx.uni-saarland.de.

Corresponding author:

Daniel Hammes

Department of Sport, Exercise and Health
University of Basel
St. Jakob-Turm, Birsstrasse 320 B,
4052 Basel
Switzerland
phone: +41 61 377 87 39
fax: +41 61 377 87 58
E-mail: daniel.hammes@unibas.ch

Abstract

The Functional Movement Screen™ (FMS™) is aimed at assessing fundamental movements and is often used to identify players' injury risk. The purpose of this study was to determine whether the FMS™ can be used to predict injuries in veteran footballers (aged > 32 years). 18 veteran football teams (n=238) were recruited and prospectively followed for 9 months. The players (44±7 years; 178±7 cm, 84±11 kg) performed the FMS™ at the start of the study period. Players' exposure hours and injuries were recorded. The difference of FMS™ overall score between injured and uninjured players was not significant (11.7±2.9 vs. 12.2±2.8 points; Mann-Whitney U-test p=0.17). Players scoring <10 (score < 1 standard deviation [SD]) below the mean) had a significantly higher injury incidence (z-statistics p<0.05) compared to an intermediate reference group (mean ± 1 SD; scores of 10-14). No lower injury incidence for players with scores of >14 (score > 1 SD above the mean) was found. Further analyses of potential risk factors suggest higher age, lower body mass, and a longer football career to be risk factors for injuries. The findings of this study suggest that the suitability of the FMS™ for injury prediction in veteran footballers is limited.

Keywords: soccer; prevention; assessment; risk factor; senior; FMS, recreational football

Introduction

Musculoskeletal injuries are a major concern not only in elite but also in amateur football (Fuller, Junge, & Dvorak, 2012; Junge & Dvorak, 2004). For instance, Junge et al. (2011) examined injury incidences in Swiss amateur players. Male senior players (age was not specified) incurred between 4.9 - 6.1 injuries per 1000 training hours and 18.4 and 22.7 injuries per 1000 match hours, numbers which are similar to injury rates in professional players (Ekstrand, Hagglund, Kristenson, Magnusson, & Walden, 2013). Football injuries often cause absence from competition, which can compromise team performance. However, depending on the severity of the injury and on job requirements, they might also cause medical costs and absence from work. Data from the Netherlands (approximately 17 million inhabitants) illustrates the impact of football injuries: the estimated direct and indirect costs due to sport injuries are €1.3 billion per year based on a total of 3.6 million injuries, whereby 19% of all sport injuries are football injuries (van Beijsterveldt et al., 2011). Therefore, injury prevention seems to be of major importance not only for the individual player but also for the society as a whole in an economical sense.

According to van Mechelen, Hlobil, and Kemper (1992), the identification of injury risk factors is a crucial step for the implementation of successful prevention measures. For instance, decreased muscle strength and strength imbalances (Opar, Williams, & Shield, 2012), higher age and previous injury (Arnason et al., 2004)) have been linked to an increased injury risk. Faulty functional movement patterns have also been discussed as an injury risk factor (Cook, Burton, & Hoogenboom, 2006a, 2006b; McCall et al., 2014). Although there is no consistent definition for a so-called “functional movement” in the scientific literature, Cook et al. (2006a) refers to an “integrated, functional approach, incorporating the principles of proprioceptive neuromuscular fascilitation (PNF), muscle synergy, and motor learning”

instead of the “traditional and isolated” approach. Over the last few years, the Functional Movement Screen™ (FMS™) (Cook et al., 2006a, 2006b) has gained increasing interest amongst practitioners. A survey by McCall et al. (2014) revealed that the FMS™ is used as a screening tool for injury risk in 66% of the 44 professional football clubs included in this study.

The FMS™ consists of seven test items (deep squat, hurdle step, in-line lunge, shoulder mobility, trunk stability push up, active straight leg raise, and rotary stability). It assesses the movement quality for each item on a 4-point Likert scale (0 – 3 points). The maximum attainable overall score is therefore 21 points. The FMS™ aims to assess basic locomotor and stabilising movements while maintaining postural control along the kinetic chain in a standardized manner (Cook et al., 2006a). Cook et al. (2006a) and Cook et al. (2006b) claim to consider general neuromuscular coordination, trunk strength, movement symmetry, as well as static and dynamic flexibility and stability during fundamental movements frequently needed in sports. For example, the squat is considered a movement common in various sports. Cook et al. (2006a) suggests that the squat position is the “ready position” and is required for most power movements involving the lower extremities. Consequently, the “deep squat” item could potentially assess the ability to perform this movement properly.

Several studies have indicated that a low FMS™-score is linked to a higher injury risk. The first published study of the FMS™ in 2007 was conducted by Kiesel, Plisky, and Voight (2007) within professional American football and comprised one season (approximately 4.5 months). The study results showed that an overall score of 14 points or less predicted serious injuries (≥ 3 weeks duration) with a specificity of 0.91 and a sensitivity of 0.54. In a similar vein, Chorba, Chorba, Bouillon, Overmyer, and Landis (2010) confirmed this cut-off point of 14 (specificity: 0.74; sensitivity: 0.58) in female collegiate athletes participating in football,

volleyball and basketball. Chorba et al. (2010) also followed the athletes for one season. Peate, Bates, Lunda, Francis, and Bellamy (2007) investigated firefighters during a twelve-month period. “Failing” the FMSTTM was defined as a score below 16, and was associated with a 1.7 fold increased injury risk. The injury predictive ability of the FMSTTM in firefighters was confirmed by Butler et al. (2013), however in this study the cut-off point for an increased injury risk was ≤ 14 .

In contrast to these studies, other researchers have detected poor associations or conflicting results with regards to the FMSTTM overall score and injury risk. O'Connor, Deuster, Davis, Pappas, and Knapik (2011) and Lisman, O'Connor, Deuster, and Knapik (2012) reported that injury risk was higher for candidates with low (≤ 14) and very high (≥ 18) scores as compared to intermediate scores (15 – 17). Warren, Smith, and Chimera (2015) did not find any association of FMSTTM overall score and injury risk in male division 1 college athletes. Research with competitive male runners revealed poor predictability of the FMSTTM overall score for running injuries (Hotta et al., 2015). Recently, a large study by Bushman et al. (2015) examining 2476 physically active male soldiers aged 18 to 57 years found a low predictive value of the FMSTTM overall score and injuries, although the results were statistically significant. The results of this study led to the author's conclusion, that the FMSTTM should not be implemented as injury risk screen in this population. In summary, the available research indicates that the FMSTTM might have the potential to predict injuries; however, this quality may depend upon the sports or populations involved and requires further research.

A large number of football players continue playing at an older age. That refers to training and competition alike, and organised recreational veteran football is established in many countries worldwide. In Germany, the minimum age required to qualify as a veteran football

player is 30 or 32 years, depending upon the region's football association (there is no such upper age limit which restricts players from playing). Veteran football players in Germany represent approximately one third of all registered players, or approximately 1.8 million players (Woll & Dugandzic, 2007). As higher age has been described as a potential risk factor for football injuries (Arnason et al., 2004), injury prevention may be especially important in this age group.

Despite the frequent use of the FMS™ in various sports, there is a lack of research addressing its injury predictive ability in football. Since movement patterns assessed in the FMS™ seem relevant in football, it appears worthwhile to investigate this further. If players at an increased injury risk can be identified, subsequent preventive measures could be implemented in due time and thus future injuries might be avoided. The purpose of this study was to investigate the predictive validity of the FMS™ together with potential further risk factors for football injuries in veteran footballers. The study was designed as a prospective cohort study. Injury and exposure data were collected over one full season (nine months). All participants performed the FMS™ at the beginning of the study period. It was hypothesized that the FMS™ would be able to predict injuries in veteran football players.

Methods

Participants

For recruiting purposes we firstly introduced our study at a public regional veteran football event. Subsequently, we contacted each club with an organised veteran football team in the Saarland county by letter, e-mail and/or phone. This was done in collaboration with the county's football association (Saarländischer Fußballverband, SFV). Inclusion criteria were that the teams regularly compete in league or friendly matches against other clubs and

conduct regular weekly training sessions. With regard to the county's rules for veteran players the minimum age was 32 years. There was no upper age limit. The first 20 teams which agreed to participate and fulfilled the inclusion criteria were included in the study. Each participant received written and verbal study information and gave his written informed consent. Due to incomplete data reporting two teams had to be excluded from the analysis. Therefore, results refer to 18 teams. Anthropometrics and further characteristics of the participants are presented in Tables 1 and 2. The study was approved by the local ethics committee (Ärztchamber of Saarland, Saarbrücken, Germany) and was registered at ClinicalTrials.gov with the identifier NCT01993056.

Table 1 about here

Table 2 about here

Injury data collection

Injuries and exposure hours were recorded according to the consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football injuries (Fuller et al., 2006). In this regard, "any physical complaint sustained by a player that result from a football match or football training" was considered an injury. In the present study, only injuries that led to a time-loss ("results in a player being unable to take fully part in future football training and match play") were taken into account. This definition was chosen because non-time-loss injuries occur frequently in this population. Approximately 46% of all players declared to suffer from musculoskeletal complaints without time-loss at the beginning of the study (Table 2). Non-time-loss injuries would thus imply a less discriminating definition of injury. Furthermore, it is difficult to receive a comprehensive record of minor injuries (Hagglund,

Walden, Bahr, & Ekstrand, 2005). “All injuries” and “Non-contact injuries” (no contact with another player or other object) were analysed separately. One player per team (the “team advisor”) recorded exposure time (in minutes) from each player for each football session. In case of an injury, the player had to complete a standardized injury form (Fuller et al., 2006). The injury data were collected via paper- or computer-based systems. The designated team advisor transferred the data to the researchers. Data were then checked for comprehensiveness and completeness. If additional information was required, the players were contacted by telephone, e-mail, or personally.

FMS™ assessment

Six FMS™ experienced sport scientists conducted the FMS™ during training sessions in the first four weeks of the study period. The original test kit (Functional Movements Systems, Inc, Chatham, USA) was used. Verbal instructions were based on those provided by the company (functionalmovement.com, 2014), but translated into the German language.

As stated, the FMS™ consists of seven test items assessing dynamic mobility as well as stability on a 4-point Likert scale (0 – 3 points). Therefore, the maximum composite score is 21 points. The exercise test items are deep squat, hurdle step, in-line lunge, shoulder mobility, active straight leg raise, trunk stability push-up and rotary stability (Table 3). In general, the given score is “zero” if the player experiences pain during the test. The score “one” indicates that someone is unable to perform the test. A score of two is attributed if the player is able to perform the movement, but compensation appears. “Three” stands for perfect test execution. Three tests (shoulder mobility, trunk stability push-up, and rotary stability) include clearing tests. They ask for pain only and are graded as a pass (no pain during the test) or fail (pain during the test). If a participant fails the clearing test, the score is automatically zero, regardless of the score achieved in the original test. Five tests (hurdle step, in-line lunge,

shoulder mobility, active straight leg raise, and rotary stability) assess right and left sides, respectively. Thereby, the lower score is counted towards the final overall score. For further explanations and detailed grading criteria for each test item, the reader is referred to the original papers (Cook et al., 2006a, 2006b).

Several studies have shown that the FMS™ provides relatively objective and reliable data (Gribble, Brigle, Pietrosimone, Pfile, & Webster, 2012; Onate et al., 2012; Shultz, Anderson, Matheson, Marcello, & Besier, 2013), even if the raters were not experienced (Minick et al., 2010; Smith, Chimera, Wright, & Warren, 2012; Teyhen et al., 2012). It could therefore be assumed that the FMS™ scores in our study are accurate, although it should be acknowledged six sport scientists conducted the tests. All sports scientists were educated and experienced in movement analysis. Prior to the study, the orthopaedic surgeon as part of the author team trained all six raters within several meetings. In order to guarantee objective and reliable scores, agreements and discrepancies were discussed during the practice trials. Here, university students and employees served as volunteers. After the practice trials the six sport scientists visited the team at the agreed time to ensure an efficient assessment of the whole team (1 – 4 raters per visit). If included players did not attend this initial training session, another visit was scheduled.

Table 3 about here

Statistics

Data were analyzed using SPSS Statistics version 19 (SPSS, Inc., Chicago, Illinois, USA) and Excel 2007 (Microsoft, Inc., Redmond, USA). Anthropometric data were reported as mean and standard deviation (SD). Receiver operating curves were used for detecting cut-off scores

with maximal sensitivity and specificity. As we did not presume interval-scaled data, Mann-Whitney U-tests were applied to compare FMS™ scores of injured with uninjured players. Remaining parameters were analyzed with t-tests for independent measures. Additionally, effect sizes (Cohen's *d*) were calculated. Based on previous research using adult male amateur football players (van Beijsterveldt et al., 2012), we estimated that 50% of our participants would sustain at least one injury during the season. Given a statistical power of 0.95, a total sample size of $n = 220$ was needed to detect a moderate effect ($d = 0.5$) of the FMS™ overall score between injured and uninjured players (G*Power Version 3.1.9.2., Kiel, Germany).

According to Bahr and Holme (2003), the FMS™ and further potential risk factors were taken as categorical variables by classifying players into three groups. Injury incidence rate ratios (IRR) and corresponding confidence intervals (95% CI) were calculated for groups including players with low values (> 1 SD below the mean, < 10 points, LOW) and high values (> 1 SD above the mean, > 14 points, HIGH) (Bahr & Holme, 2003). Subsequently, injury incidences (injuries per 1000 hours) of the HIGH and LOW groups were compared with the intermediate group (≤ 1 SD above/below the mean, 10-14 points, INTERMEDIATE) that served as a reference group. Rate ratios and 95% CIs, and z-statistics were used for inter-group comparisons. Likewise, injury incidences in single test items were compared between participants with low (0 – 1 points) and high (2 – 3) scores in the respective test item. To examine the relationship between potential risk factors and injuries, a Cox proportional hazard regression analysis was conducted with total exposure time (hours) to first injury during the study serving as the main variable. Univariate analyses were used to identify potential risk factors independently. For all tests, $p < 0.05$ was considered significant.

Results

Mean overall FMS™ scores of the participants are presented in Table 1. The distributions of the FMS™ composite scores and single item scores are shown in Figures 1 and 2. The mean football exposure time was 28.4 ± 14.2 hours per player during the nine months. Receiver operating characteristic curves did not reveal significant results. This occurred whether overall injuries (area under the curve [95% CI]: 0.56 [0.47 – 0.64], $p = 0.17$) or non-contact injuries (area under the curve [95% CI]: 0.55 [0.46 – 0.64], $p = 0.30$) were taken into account.

Figure 1 about here

Figure 2 about here

Comparisons of injured and uninjured players revealed a significant age difference (Table 4). Players with an FMS™ score of <10 points (LOW) had a significantly higher injury incidence (considering all injuries) compared to the reference group (INTERMEDIATE, Table 5). The comparison of participants with low (0 – 1 points) and high (2 – 3) scores in the active straight leg raise revealed a significant higher injury incidence in players achieving a low score (Table 6). However, none of the variables reached statistical significance in the univariate Cox regression analyses (Table 7).

Table 4 about here

Table 5 about here

Table 6 about here

Table 7 about here

Participants who suffered from a recurrent injury during the study ($n = 189$) had a longer football career when compared to those without ($n = 20$) (31 ± 11 vs. 38 ± 8 years, $p = 0.009$). The same applied to participants with a previous football-related injury ($n = 185$) compared to those without ($n = 24$) (24 ± 14 vs. 32 ± 11 years, $p = 0.009$).

Discussion

The main finding of the present study was that only very low FMSTTM overall scores (< 10 points) were associated with an increased injury risk in veteran football players. The injury incidence was 1.9-fold higher compared to intermediate overall scores (10 – 14 points). This could indicate that the FMSTTM is able to identify players with an increased injury risk. However, a score < 10 points equals a mean single item score below 1.3 points, thus it might only identify players with very poor fundamental movement ability. The FMSTTM seems to lack the discriminative power to identify those amongst higher scores.

This finding is partly in contrast to other investigations that revealed higher cut-off scores of 14 (Butler et al., 2013; Chorba et al., 2010; Kiesel et al., 2007; Lisman et al., 2012) or 16 points (Peate et al., 2007) discriminating between participants with high and low injury risk. However, the aforementioned studies investigated different populations with different physical qualities to subjects from the current study. Kiesel et al. (2007) examined professional American Football players, Chorba et al. (2010) various female college athletes, Lisman et al. (2012) a military cohort, and Peate et al. (2007) and Butler et al. (2013) firefighters. Obviously, professional American Football players differ vastly from veteran football players both with regards to the general physical strain of the different sports as well as the sports-specific movements required within each sport. The same principle is true for

occupational studies, which involve the military or firefighting personnel. Indeed, the physiological demands in these jobs across numerous domains (i.e. movement efficiency, lifting and pushing) and training regimes makes it difficult to compare with the demands of recreational veteran football.

Lisman et al. (2012) reported another interesting result. They not only found a cut-off point of 14, they also revealed that the injury risk was increased in participants scoring ≥ 18 points compared to those scoring between 15 and 17 points. The underlying reason for this phenomenon is not obvious, but this finding somewhat confirms our finding, that the FMSTM lacks discriminatory power with regards to higher scores. Due to the low number of players with high scores in our study (Figure 1), an analysis of players with scores of ≥ 18 was not possible. However, this inconsistency has to be clarified in future studies, since it would substantially compromise the suitability of the FMSTM in practice. Altogether, our results, in conjunction with those from other studies, seem to indicate that the predictive value of the FMSTM might be limited and that it seems to differ substantially between different population and sports.

FMSTM Scoring system

Since only very low FMSTM overall scores were shown to be injury predictive, the FMSTM seems to lack discriminatory power. The scoring system might be responsible for this. As previously described, studies testing the objectivity and reliability of the FMSTM have demonstrated that scoring the FMSTM is consistent even among less experienced assessors (Gribble et al., 2012; Minick et al., 2010; Onate et al., 2012; Shultz et al., 2013; Smith et al., 2012; Teyhen et al., 2012). Therefore, it does not seem to be an issue due to assessors' rating that could contribute to the lack of discriminatory power. From a practical perspective, this is a major advantage as raters with extensive experience are often rare. However, as shown in

Figure 2, a score of “2 points” is most frequently assigned. It represents a wider range as compared to “1” and “3”. A score of “1” is only given if somebody is unable to conduct the exercise. The “3” only if the exercise is performed in perfect quality. Each other option is subsumed under “2”. This leads to the assumption that the scoring system may not be discriminative enough.

Using a more detailed scoring system could possibly address this issue. Frost, Beach, Callaghan, and McGill (2012) and Lockie, Jalilvand, Jordan, Callaghan, and Jeffriess (2015) used a 100-point scale. Frost et al. (2012) detected a higher number of FMS™ score changes after a training intervention as compared to the standard scoring method. This indicates a potentially higher sensitivity for differences. However, with regards to using the FMS™ in conjunction with the assessment of athletic performance (multidirectional speed and jump tests) (Lockie, Jalilvand, et al., 2015), the 100-point scale was not able to identify athletes with movement deficiencies that were related to decreased athletic performance. Furthermore, from a practical point of view the latter scale complicates the scoring system by far. Beach, Frost, and Callaghan (2014) and Lockie, Jalilvand, et al. (2015) were also required to use videos to score the movements retrospectively. Although potentially worthy of further investigation, no research has been conducted so far regarding the prediction of injury risk using this 100-point scale.

FMS™ and performance

Cook et al. (2006a, 2006b) claim to assess common movements in multiple sports with the FMS™; however there is no scientific evidence for this. Several studies have previously investigated the relationship between FMS™ and athletic performance, such as performance in linear sprint-, agility-, jump-, strength-, or sport specific indicators (Lockie, Schultz, Callaghan, et al., 2015; Lockie, Schultz, Jordan, et al., 2015; Okada, Huxel, & Nesser, 2011;

Parchmann & McBride, 2011). The aforementioned parameters are commonly used in a football setting aiming to assess the players' general performance level. Each of the studies found only poor or no relationships between the performance in the FMSTTM and the results in performance tests.

At first glance, these findings suggest that the FMSTTM may not represent common athletic movements. However, athletic performance tests such as sprint, agility, or jump tests assess quantitative outcome measures such as time or height. They do not assess movement quality. Therefore, results in athletic performance tests and movement quality tests represent different dimensions and lacking correlations between them should not lead to the assumption that the FMSTTM is not a valid measurement of movement quality. Moreover, it is noteworthy that Cook et al. (2006a, 2006b) did not claim to capture or predict performance with the FMSTTM. Limited functional movement quality may indeed affect performance. Athletes might also be able to compensate poor movement patterns resulting in similar performance test results as athletes showing good movement quality (Cook et al., 2006a, 2006b). Nonetheless, it is widely assumed that poor movements are likely to predispose athletes to injuries (Cook et al., 2006a). Despite this, the present study and previous research rather suggest a limited injury predictive value of the FMSTTM specifically. As mentioned before, there is no scientific evidence for an association of movements assessed by the FMSTTM and football specific movements, as it is assumed by Cook et al. (2006a, 2006b) and many practitioners working in professional football (McCall et al., 2014). Biomechanical and kinematic studies should aim to clarify this in the future.

Further injury risk factors

The present study revealed significant age differences between injured and uninjured players (Table 4). Arnason et al. (2004) investigated elite football players from Iceland and revealed

that the odds ratio of sustaining an injury during one season was 1.1 per year of age. It is noteworthy that Arnason et al. (2004) used elite players aged 16 to 38 years, whereas our sample included recreational players aged 32 to 69 years, which limits a direct comparison. In contrast, Dvorak et al. (2000) did not report any age differences between injured and uninjured players in a sample of football players from the Czech Republic including eight different age and skill-level groups. They investigated a full season, however, the mean age was also considerably lower (19.0 years) than in our study. Our study is the first one examining age as potential injury risk factor in recreational veteran football players. The findings suggest that injury prevention measures become more important with increasing age.

In the present study, a longer football career was associated with a higher overall injury incidence (Table 5). Naturally, the length of the football career is directly correlated to one's age and consequently with the number of injuries, which makes it difficult to distinguish the effects. However, injuries sustained as a young football player are likely to increase the injury risk at present, since a "previous injury" is a well-established risk factor for subsequent and recurrent injuries (Arnason et al., 2004). Previous injuries as a potential risk factor were not taken into account in this study for several reasons. We collected previous injuries retrospectively; therefore, a recall bias is very likely. Junge and Dvorak (2000) compared injury incidences of prospectively collected data (weekly follow-up) with data from retrospective questionnaires after one year from the same football players. The authors found that only approximately one third of moderate and one half of the severe injuries were reported retrospectively. These results may indicate a substantial bias in our study sample, in particular because participants were asked about injuries in their whole football career and not just the previous year (Junge & Dvorak, 2000).

Table 5 suggests that lower body mass is a risk factor for sustaining an injury. This finding has not been reported in football before. Arnason et al. (2004) and Dvorak et al. (2000) did not find such an association in elite and competitive players. An association between lower body mass and more injuries was reported in elite Australian Football players (Verrall et al., 2007). However, Verrall et al. (2007) stated that reasons for this association remained unclear. Yard and Comstock (2011) found that undermass high school athletes sustained more fractures when comparing to normal weight athletes. In contrast, an increased body mass has previously been linked to an increased risk of sustaining lateral ankle sprains (Gribble et al., 2015), knee injuries (Yard & Comstock, 2011), or osteoarthritis (Zheng & Chen, 2015). It seems plausible that there are sport-specific reasons responsible for these results. A lower body mass is possibly disadvantageous in tackling situations frequently occurring in football. However, lower body mass remained a significant risk factor in non-contact-injuries as well (Table 5). Since body mass can be an indicator for muscle mass, some participant's muscular fitness might have not been adequate for football specific demands. However, this remains highly speculative, since body composition was not determined in the present study.

Methodological considerations

When comparing the results of the present study with other research some issues have to be considered. The manner in which the term 'injury' is defined is of great importance, especially when comparing previous studies (Brooks & Fuller, 2006). For instance, Kiesel et al. (2007) only took injuries into account that lasted at least three weeks, thus lowering the number of injuries. In contrast to this, Peate et al. (2007) considered "any injury". Chorbah et al. (2010), O'Connor et al. (2011), and Lisman et al. (2012) chose another option. They included "medical attention injuries" only in the analysis. In an attempt to control how the injuries were defined and thus investigated, the present study used standardized definitions according to a consensus paper for injury studies in football (Fuller et al., 2006). Calculating

injury incidences (injuries per 1000 football hours) so as to include the exposure time is strongly recommended and regarded as the gold standard in injury reporting (Fuller et al., 2006). The analysis of the present study is also based on methodological and statistical considerations from Bahr and Holme (2003). Bahr and Holme (2003) stressed the importance of the use of correct statistical measures. Neither receiver operating characteristic curves as used by Kiesel et al. (2007), nor linear and logistic regressions as used by Peate et al. (2007) take the time under risk (exposure) into account. The exposure time in elite athletes may be relatively equal (they usually follow a similar training schedule), however is quite different amongst veteran football players, possibly leading to bias. As recommended by Bahr and Holme (2003), a Cox regression analysis was consequently applied in the present study as it considers the exposure time. However, this is only true up until when the first injury of the study period occurs. This may explain the different results between separate analysis methods of the present study such as that there were significantly different incidence rate ratios but no significant results in the Cox regression.

Limitations

There are further injury predictive variables that have not been considered in the analysis, for example activities outside of football. There might well be interrelations between injury risk, FMSTTM-score and the participation in football and/or further activities. However, quantification of further activities would have provided several problems. In terms of the involved physiological and musculoskeletal demands, every sport has its unique profile. Further activities might influence FMSTTM score and injury risk in either a negative or a positive way, depending of the specific character of the activity. Therefore, we chose not to include further activities in the analysis. The major focus of our study was to investigate the injury predictive value of the FMSTTM in football. Further variables were only taken into

account to improve our understanding about injury risk and to seek for further simple variables that might improve the predictive value of the FMSTM in a practical setting

The use of videos recording to analyse the FMSTM movements might have led to more accurate scoring. Nowadays, various media devices could be used (e.g. filming on a mobile phone). This could improve the accuracy of scoring especially if numerous joints have to be observed at the same time due to the complexity of the test or in case of differing scores. However, the initial test protocol did not use video-based scoring. Moreover, the instruction is “when in doubt score it low” (Cook et al., 2006a, 2006b). The need for standardization of the angle from which videos would be recorded is also an example that has to be considered when using video-based scoring. Standardization issues as well as the retrospective analysis might interfere with the practicability of the test. Our purpose of the study was to investigate the original test protocol, as it offers an easy, quick, and low cost screening tool.

Conclusions

Our findings suggest that the usefulness of the FMSTM in veteran football players for injury prediction is limited. Only very low overall scores (< 10 points) were associated with a 1.9-fold higher injury incidence. However, a higher score could not discriminate between injured and non-injured players. The FMSTM might therefore link only major movement deficiencies (equivalent to very low scores) and injury risk. Practitioners may consider this when using the FMSTM. This unsatisfactory efficacy could be due to the screen’s lack of football specificity or due to its scoring system that might not be discriminative enough.

References

- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk Factors for Injuries in Football. *American Journal of Sports Medicine*, 32(1 suppl), 5S-16S. doi: 10.1177/0363546503258912
- Bahr, R., & Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries — a methodological approach. *Br J Sports Med*, 37(5), 384-392. doi: 10.1136/bjsm.37.5.384
- Beach, T. A., Frost, D. M., & Callaghan, J. P. (2014). FMS scores and low-back loading during lifting - Whole-body movement screening as an ergonomic tool? *Appl Ergon*, 45(3), 482-489
- Brooks, J. H., & Fuller, C. W. (2006). The influence of methodological issues on the results and conclusions from epidemiological studies of sports injuries: illustrative examples. *Sports Med*, 36(6), 459-472. doi: 3661 [pii]
- Bushman, T. T., Grier, T. L., Canham-Chervak, M., Anderson, M. K., North, W. J., & Jones, B. H. (2015). The Functional Movement Screen and Injury Risk: Association and Predictive Value in Active Men. *Am J Sports Med*. doi: 10.1177/0363546515614815
- Butler, R. J., Contreras, M., Burton, L. C., Plisky, P. J., Goode, A., & Kiesel, K. (2013). Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, 46(1), 11-17
- Chorba, R. S., Chorba, D. J., Bouillon, L. E., Overmyer, C. A., & Landis, J. A. (2010). Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *N Am J Sports Phys Ther*, 5(2), 47-54
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006a). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *N Am J Sports Phys Ther*, 1(2), 62-72
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006b). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *N Am J Sports Phys Ther*, 1(3), 132-139
- Dvorak, J., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., Peterson, L., Rösch, D., & Hodgson, R. (2000). Risk Factor Analysis for Injuries in Football Players. *Am J Sports Med*, 28(suppl 5), S-69-S-74. doi: 10.1177/28.suppl_5.S-69
- Ekstrand, J., Hagglund, M., Kristenson, K., Magnusson, H., & Walden, M. (2013). Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*, 47(12), 732-737. doi: 10.1136/bjsports-2013-092394
- Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2012). Using the Functional Movement Screen to evaluate the effectiveness of training. *J Strength Cond Res*, 26(6), 1620-1630. doi: 10.1519/JSC.0b013e318234ec59
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., . . . Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(2), 83-92. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x
- Fuller, C. W., Junge, A., & Dvorak, J. (2012). Risk management: FIFA's approach for protecting the health of football players. *Br J Sports Med*, 46(1), 11-17. doi: 10.1136/bjsports-2011-090634
- functionalmovement.com. (2014). The Functional Movement Screen *Home Study Course Manual*. Retrieved from <http://www.functionalmovement.com/content/Media/HSC.pdf>
- Gribble, P., Brigle, J., Pietrosimone, B., Pfile, K., & Webster, K. (2012). Intrarater Reliability of the Functional Movement Screen™. *J Strength Cond Res*, 15, 15

- Gribble, P., Terada, M., Beard, M. Q., Kosik, K. B., Lpley, A. S., McCann, R. S., . . . Thomas, A. C. (2015). Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. *Am J Sports Med*. doi: 10.1177/0363546515614585
- Hagglund, M., Walden, M., Bahr, R., & Ekstrand, J. (2005). Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *Br J Sports Med*, 39(6), 340-346
- Hotta, T., Nishiguchi, S., Fukutani, N., Tashiro, Y., Adachi, D., Morino, S., . . . Aoyama, T. (2015). Functional Movement Screen for Predicting Running Injuries in 18- to 24-Year-Old Competitive Male Runners. *J Strength Cond Res*, 29(10), 2808-2815. doi: 10.1519/jsc.0000000000000962
- Junge, A., & Dvorak, J. (2000). Influence of definition and data collection on the incidence of injuries in football. *Am J Sports Med*, 28(5 Suppl), S40-46
- Junge, A., & Dvorak, J. (2004). Soccer Injuries: A Review on Incidence and Prevention. *Sports Medicine*, 34(13), 929-938. doi: 10.2165/00007256-200434130-00004
- Junge, A., Lamprecht, M., Stamm, H., Hasler, H., Bizzini, M., Tschopp, M., . . . Dvorak, J. (2011). Countrywide Campaign to Prevent Soccer Injuries in Swiss Amateur Players. *American Journal of Sports Medicine*, 39(1), 57-63. doi: 10.1177/0363546510377424
- Kiesel, K., Plisky, P. J., & Voight, M. L. (2007). Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *N Am J Sports Phys Ther*, 2(3), 147-158
- Lisman, P., O'Connor, F. G., Deuster, P. A., & Knapik, J. J. (2012). Functional Movement Screen and Aerobic Fitness Predict Injuries in Military Training. *Med Sci Sports Exerc*, 27, 27
- Lockie, R. G., Jalilvand, F., Jordan, C. A., Callaghan, S. J., & Jeffriess, M. D. (2015). Research-Grade Scoring for the Functional Movement Screen and Relationships with Athletic Performance Tests in Team Sport Athletes. *J Athl Enhancement* 4: 1. of, 8, 14-17
- Lockie, R. G., Schultz, A. B., Callaghan, S. J., Jordan, C. A., Luczo, T. M., & Jeffriess, M. D. (2015). A preliminary investigation into the relationship between functional movement screen scores and athletic physical performance in female team sport athletes. *Biol Sport*, 32(1), 41-51. doi: 10.5604/20831862.1127281
- Lockie, R. G., Schultz, A. B., Jordan, C. A., Callaghan, S. J., Jeffriess, M. D., & Luczo, T. M. (2015). Can selected functional movement screen assessments be used to identify movement deficiencies that could affect multidirectional speed and jump performance? *J Strength Cond Res*, 29(1), 195-205. doi: 10.1519/JSC.0000000000000613
- McCall, A., Carling, C., Nedelec, M., Davison, M., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2014). Risk factors, testing and preventative strategies for non-contact injuries in professional football: current perceptions and practices of 44 teams from various premier leagues. *Br J Sports Med*, 48(18), 1352-1357. doi: 10.1136/bjsports-2014-093439
- Minick, K. I., Kiesel, K. B., Burton, L., Taylor, A., Plisky, P., & Butler, R. J. (2010). Interrater Reliability of the Functional Movement Screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 479-486
- O'Connor, F. G., Deuster, P. A., Davis, J., Pappas, C. G., & Knapik, J. J. (2011). Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Med Sci Sports Exerc*, 43(12), 2224-2230. doi: 10.1249/MSS.0b013e318223522d
- Okada, T., Huxel, K. C., & Nesser, T. W. (2011). Relationship Between Core Stability, Functional Movement, and Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 252-261. doi: 10.1519/JSC.1510b1013e3181b1522b1513e

- Onate, J. A., Dewey, T., Kollock, R. O., Thomas, K. S., Van Lunen, B. L., DeMaio, M., & Ringleb, S. I. (2012). Real-Time Intersession and Interrater Reliability of the Functional Movement Screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 408-415. doi: 10.1519/JSC.1510b1013e318220e318226fa
- Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med*, 42(3), 209-226. doi: 10.2165/11594800-000000000-00000
- Parchmann, C. J., & McBride, J. M. (2011). Relationship Between Functional Movement Screen and Athletic Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3378-3384. doi: 10.1519/JSC.3370b3013e318238e318916
- Peate, W. F., Bates, G., Lunda, K., Francis, S., & Bellamy, K. (2007). Core strength: a new model for injury prediction and prevention. *J Occup Med Toxicol*, 2, 3. doi: 10.1186/1745-6673-2-3
- Shultz, R., Anderson, S. C., Matheson, G. O., Marcello, B., & Besier, T. (2013). Test-retest and interrater reliability of the functional movement screen. *J Athl Train*, 48(3), 331-336
- Smith, C. A., Chimera, N. J., Wright, N., & Warren, M. (2012). Interrater and Intrarater Reliability of the Functional Movement Screen. *J Strength Cond Res*, 11, 11
- Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorensen, C. L., Halfpap, J. P., Donofry, D. F., Walker, M. J., . . . Childs, J. D. (2012). The Functional Movement Screen: a reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(6), 530-540. doi: 10.2519/jospt.2012.3838
- van Beijsterveldt, A. M., Krist, M. R., Schmikli, S. L., Stubbe, J. H., de Wit, G. A., Inklaar, H., . . . Backx, F. J. (2011). Effectiveness and cost-effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: design of a cluster-randomised controlled trial. *Inj Prev*, 17(1), e2. doi: 10.1136/ip.2010.027979
- van Beijsterveldt, A. M., van de Port, I. G., Krist, M. R., Schmikli, S. L., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., & Backx, F. J. (2012). Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 46(16), 1114-1118. doi: 10.1136/bjsports-2012-091277
- van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med*, 14(2), 82-99
- Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., Barnes, P. G., Esterman, A., Oakeshott, R. D., & Spriggins, A. J. (2007). Hip joint range of motion restriction precedes athletic chronic groin injury. *J Sci Med Sport*, 10(6), 463-466. doi: 10.1016/j.jsams.2006.11.006
- Warren, M., Smith, C. A., & Chimera, N. J. (2015). Association of the Functional Movement Screen with injuries in division I athletes. *J Sport Rehabil*, 24(2), 163-170. doi: 10.1123/jsr.2013-0141
- Woll, A., & Dugandzic, D. (2007). *Strukturanalyse des Freizeit- und Breitensports und Sports der Älteren in deutschen Fußballvereinen*. Retrieved from Bericht 2007.
- Yard, E., & Comstock, D. (2011). Injury patterns by body mass index in US high school athletes. *J Phys Act Health*, 8(2), 182-191
- Zheng, H., & Chen, C. (2015). Body mass index and risk of knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of prospective studies. *BMJ Open*, 5(12), e007568. doi: 10.1136/bmjopen-2014-007568

Figure captions

Figure 1: Frequencies of FMS™ overall scores.

Figure 2: Frequencies of individual FMS™ item scores. DS: deep squat, IL: in-line lunge, HS: hurdle step, SM: shoulder mobility, ASLR: active straight leg raise, PU: trunk stability push-up, RS: rotary stability.

Figure 1:

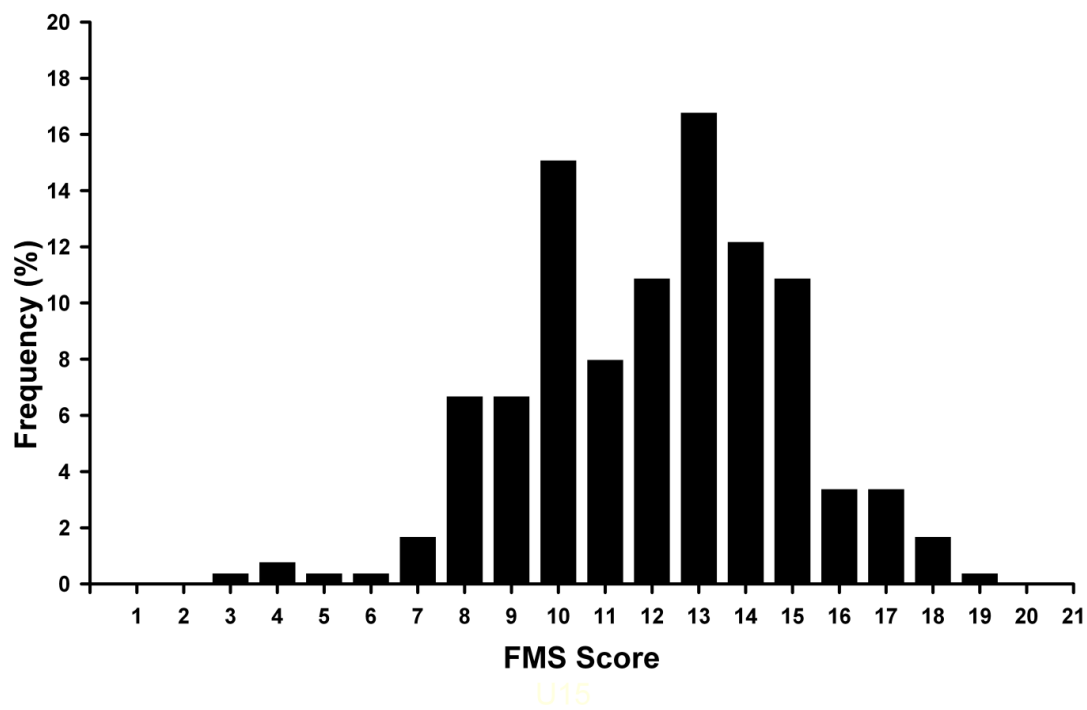


Figure 2:

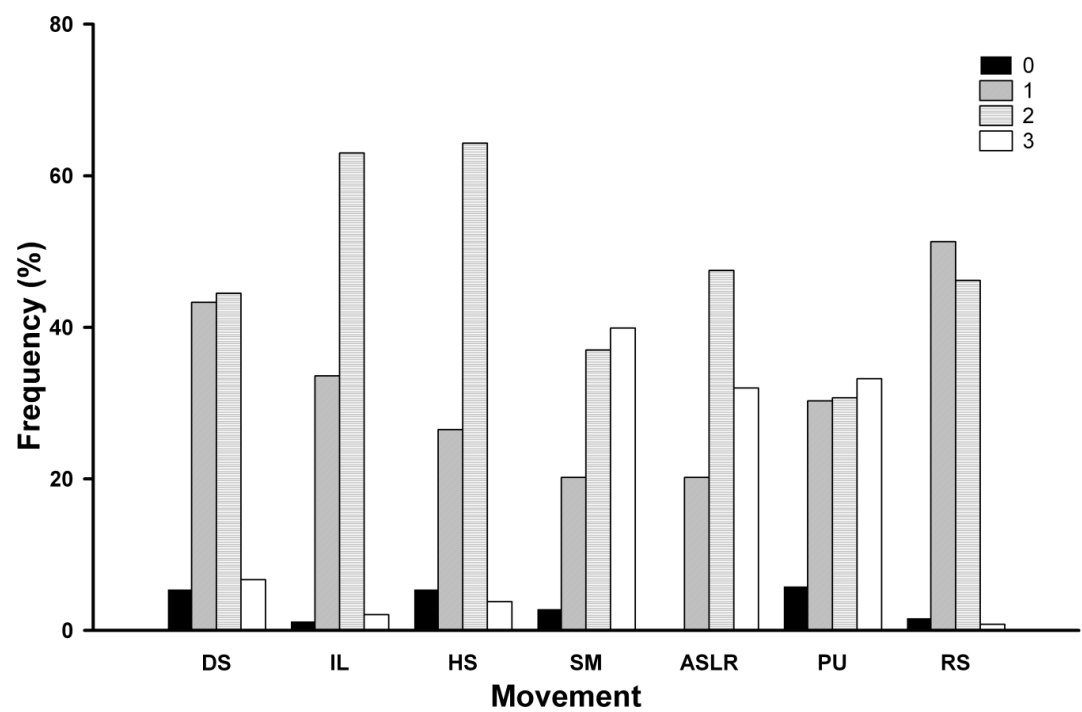


Table 1: Characteristics of participants (n = 238)

	mean	SD	min	max
Age (years)	44	7	32	69
Height (cm)	178	7	164	196
Body mass (kg)	84	11	58	118
BMI (kg/m ²)	26.4	2.8	20.7	36.1
FMS TM (overall score)	12.1	2.8	3	19
FMS TM dysbalances (number) ^a	1.3	1.0	0	4
Football experience (years)	31	11	2	60

a: Items displaying a side-to-side difference

Table 2: Football specific participants characteristics (n = 238)

	n	%
<i>Playing position</i>		
Goalkeeper	10	4.2
Defender	64	26.9
Midfielder	77	32.4
Striker	30	12.6
Undefined	28	11.8
<i>Injury history (football related)</i>		
Previous major injury	187	78.6
Acute neuromusculoskeletal complaints (without time-loss)	109	45.8

Table 3: The seven test items of the FMS™ (Cook et al., 2006a, 2006b; Frost et al., 2012).

	Description
1. Deep Squat	A dowel is placed over the head, arms are outstretched, and the player is asked to squat as low as possible.
2. Hurdle Step	The player has to step over a hurdle that is placed directly in front him; a dowel is placed across the shoulders.
3. In-line Lunge	A dowel is placed at the bodies' back side (contacting head, back and sacrum, the player has to perform a split squat.
4. Shoulder mobility	The player attempt to touch his fists behind the back.
Clearing test	The player places his hand on the opposite shoulder and then attempts to point the elbow upward.
5. Active straight leg raise	The player has to actively raise one leg as high as possible while lying supine with the head touching the ground.
6. Trunk stability push-up	The player has to actively raise one leg as high as possible while lying supine with the head touching the ground.
Clearing test	The player has to perform a press-up in the push-up position (spinal extension).
7. Rotary stability	The player has to assume a quadruped position and attempts to touch his knee and elbow, first on knee and elbow of the same side of the body and then on the opposite sides.
Clearing test	At first, the player has to assume a quadruped position, then rocking back and touching the buttocks to the heels and the chest to the thighs. The hands have to remain in front of the body reaching out as far as possible.

Table 4: Comparisons of injured and uninjured players during the study. Data as mean (standard deviation).

	All injuries				Non-contact injuries			
	Injured (n = 67)	Uninjured (n = 167)	p-value	Effect size	Injured (n = 47)	Non-injured (n = 191)	p-value	Effect size
FMS™ (overall score) ^a	11.7 (2.9)	12.2 (2.8)	0.17	0.18	11.6 (3.0)	12.2 (2.8)	0.29	0.21
Age (years) ^b	46 (7)	44 (7)	0.04	-0.29	45 (7)	44 (7)	0.19	-0.14
Body mass (kg) ^b	83 (11)	85 (11)	0.28	0.18	84 (12)	84 (11)	0.79	0.00
Height (cm) ^b	188 (7)	188 (7)	1.00	0.00	180 (7)	178 (6)	0.21	-0.32
BMI (kg/m ²) ^b	26.0 (2.4)	26.6 (2.9)	0.14	0.22	25.9 (2.5)	26.6 (2.8)	0.16	0.26
Training time (hours) ^b	20.4 (10.0)	18.8 (10.9)	0.29	0.15	20.4 (10.2)	18.9 (10.8)	0.40	-0.14
Match time (hours) ^b	9.2 (5.0)	9.2 (5.5)	0.98	0.00	9.0 (5.0)	9.2 (5.5)	0.83	0.04
Total exposure (hours) ^b	29.6 (12.9)	27.6 (14.7)	0.43	-0.14	29.4 (13.0)	28.2 (14.5)	0.59	0.08
Training to match ratio ^b	3.0 (2.8)	2.9 (5.8)	0.97	-0.02	3.1 (3.1)	2.9 (5.5)	0.84	-0.04
Football experience (years) ^b	34 (11)	31 (12)	0.08	-0.26	34 (10)	31 (11)	0.06	-0.28

Comparisons done by Mann-Whitney (a) and t-test for independent samples (b).

Table 5: Comparisons of groups separated by potential risk factor values (LOW vs. INTERMEDIATE and HIGH vs. INTERMEDIATE).

	All injuries (incidence rate ratio)		Non-contact injuries (incidence rate ratio)	
	LOW vs INTERMEDIATE	HIGH vs. INTERMEDIATE	LOW vs. INTERMEDIATE	HIGH vs. INTERMEDIATE
FMS™ (overall score)	1.86 (1.13 to 3.08)*	1.07 (0.62 to 1.86)	1.69 (0.89 to 3.21)	0.77 (0.35 to 1.67)
Age (years)	0.88 (0.45 to 1.71)	0.99 (0.47 to 1.69)	0.93 (0.39 to 2.20)	1.29 (0.62 to 2.66)
Body mass (kg)	2.20 (1.33 to 3.62)*	1.51 (0.86 to 2.65)	2.16 (1.13 to 4.14)*	1.57 (0.77 to 3.22)
Height (cm)	1.15 (0.65 to 2.04)	1.45 (0.85 to 2.46)	0.82 (0.37 to 1.85)	1.23 (0.61 to 2.47)
BMI (kg/m ²)	1.41 (0.83 to 2.38)	0.65 (0.32 to 1.31)	1.10 (0.53 to 2.27)	0.57 (0.22 to 1.44)
Football experience (years)	0.37 (0.17 to 0.81)*	1.13 (0.64 to 1.99)	0.51 (0.20 to 1.31)	1.89 (0.99 to 3.63)

Players were classified into three groups for each risk factor: incidence rate ratios (IRR) and corresponding confidence intervals (95% CI) were calculated for groups including players with low values (> 1 SD below the mean and high values (> 1 SD above the mean). Displayed IRRs are calculated with the intermediate group as reference group. Mean $\pm$ SD for risk factors were: FMS™: 12.1 ± 2.8 ; Age: 44.1 ± 7.2 ; Body mass: 84.4 ± 11.4 ; Height: 178 ± 7 ; BMI: 26.4 ± 2.8 ; Football experience: 31.4 ± 11.3 . Significant results ($p < 0.05$) are marked with “*”.

Table 6: Injury incidence rate ratios of players with single FMS™ item values of 0-1 (“low”) versus 2-3 (“high”).

	All injuries	Non-contact injuries
Deep squat	1.09 (0.72 to 1.65)	1.42 (0.83 to 2.45)
Hurdle step	1.26 (0.81 to 1.94)	1.56 (0.90 to 2.69)
In-line lunge	1.20 (0.76 to 1.89)	1.52 (0.87 to 2.66)
Shoulder mobility	1.19 (0.74 to 1.90)	0.93 (0.49 to 1.76)
Active straight leg raise	1.65 (1.05 to 2.59)*	1.21 (0.65 to 2.26)
Trunk stability push up	1.39 (0.91 to 2.12)	1.11 (0.64 to 1.93)
Rotary stability	0.75 (0.49 to 1.15)	1.00 (0.58 to 1.71)

Injury incidence rate ratios and corresponding confidence intervals (95% CI).

Significant results ($p < 0,05$) are marked with “*”.

Table 7: Cox proportional hazard regression analyses

	Variable	Hazard Ratio	95% Confidence Interval	p-value
All injuries	FMST™ (overall score)	0.93	0.85 to 1.01	0.08
	FMST™ dysbalances (number) ^a	1.14	0.89 to 1.47	0.29
	Age (years)	1.03	0.97 to 1.06	0.09
	Body mass (kg)	0.99	0.97 to 1.01	0.27
	Height (cm)	1.00	0.96 to 1.04	0.95
	BMI (kg/m ²)	0.93	0.85 to 1.03	0.15
	Training to match ratio	1.00	0.96 to 1.05	0.92
	Football experience (years)	1.02	1.00 to 1.05	0.07
Non-contact injuries	FMST™ (overall score)	0.92	0.83 to 1.02	0.12
	FMST™ dysbalances (number) ^a	1.09	0.81 to 1.47	0.57
	Age (years)	1.02	0.98 to 1.06	0.25
	Body mass (kg)	0.99	0.97 to 1.02	0.71
	Height (cm)	1.02	0.98 to 1.07	0.30
	BMI (kg/m ²)	0.92	0.82 to 1.04	0.17
	Training to match ratio	1.01	0.96 to 1.05	0.84
	Football experience (years)	1.03	1.00 to 1.06	0.051

a: Items displaying a side-to-side difference

The main variable was total exposure time (hours). Univariate analyses were conducted to identify potential risk factors (continuous variables). $p > 0.05$ was considered significant.

Danksagung

Erstens möchte ich ganz herzlich Prof. Dr. med. Tim Meyer für die Betreuung der Promotion sowie das in mich gesetzte Vertrauen danken. Durch seine rationale Denkweise sowie seine konstruktive Kritiken wird mir die Zeit in Saarbrücken immer als sehr lehrreich in Erinnerung bleiben. Besonderen Dank auch an Dr. med. Karen aus der Fünten. Die intensive und freundschaftliche Zusammenarbeit sowie anregende fachliche Diskussionen haben in erheblichem Maße zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. PD Dr. phil. Oliver Faude danke ich für seine Bereitschaft, sich als Gutachter bereitzustellen.

Weiterhin möchte ich Pierre Anthonij, Clemens Feistenauer, Eugen Frisen, Martin Hämmerle, Stephanie Kaiser und Roman Quadflieg für Ihre exzellente Hilfe bei der Betreuung der Teams und der Datenaufnahme danken. Hugh Fullagar und Ross Julian gilt mein Dank für das Korrekturlesen der englischen Texte. Roland Rößler, mit dem ich mir in Basel ein Büro teilen durfte, danke ich für sehr interessante fachliche Diskussionen im Themenbereich „Verletzungen im Fußball“. Insbesondere danke ich auch den zahlreichen Probanden und den Team-Verantwortlichen für ihre zuverlässige Teilnahme.

Danken möchte ich auch all meinen Arbeitskollegen aus Saarbrücken und Basel. In den Jahren sind Freundschaften entstanden, die weit über das Berufliche hinausgehen und hoffentlich noch lange bestehen werden.

Meinen Eltern Ute und Edgar Hammes danke ich für das langjährige Vertrauen in mich. Besonders danken möchte ich natürlich auch meiner Lebensgefährtin Susanne Walitzek. Ihre liebevolle und verständnisvolle Unterstützung hat mir in der Zeit der Promotion sehr geholfen.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Vor- und Nachname:	Daniel Christian Hammes
Geburtstag:	09.06.1986
Geburtsort:	Kaiserslautern
Staatsangehörigkeit:	Deutschland
Familienstand:	ledig

Schulbildung

08/1997 - 03/2005	Heinrich-Heine-Gymnasium in Kaiserslautern Abschluss: Abitur
08/1992 – 07/1996	Münchhofschule Grundschule in Hochspeyer

Studium

10/2005 - 07/2011	Studium der Sportwissenschaft an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken Abschluss: Diplom-Sportlehrer (Abschlussnote 1,6). Titel der Diplomarbeit: „Energieverbrauch von unterschiedlichen Trainingsformen im Gesundheitssport (Note: 1,0)
-------------------	--

Berufliche Tätigkeiten

08/2014 – 06/2016	wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department für Sport, Bewegung und Gesundheit, Universität Basel (Prof. Dr. Lukas Zahner) in Basel, Schweiz
10/2011 - 07/2014	wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sport- und Präventivmedizin/Universität des Saarlandes (Prof. Dr. Tim Meyer) in Saarbrücken
10/2010 - 04/2011	Sales Representative Y GmbH in Zürich, Schweiz