

Metrijske karakteristike FMS testova i prediktivnost ozljeda sportaša

Kolarić, Ema

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:212490>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
KINEZILOŠKI FAKULTET
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ KINEZILOGIJE**

**METRIJSKE KARAKTERISTIKE FMS
TESTOVA I PREDIKTIVNOST OZLJEDA**

SPORTAŠA

DIPLOMSKI RAD

Student:

Ema Kolarić

Mentor:

Dr. sc. Jelena Paušić

Split, 2020.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Funkcionalna procjena pokreta (FMS)	1
1.2. Kriteriji za vrednovanje testova.....	2
1.3 Svrha, opis i bodovanje FMS testova	3
1.3.1. Duboki čučanj	3
1.3.2. Prekorak	5
3.3.3. Iskorak na liniji.....	7
3.3.4. Test mobilnosti ramena	9
3.3.5. Prednoženje iz ležanja na leđima	10
3.3.6. Sklek.....	11
3.3.7. Rotacijska stabilnost.....	13
2. CILJ RADA	15
3. TEMA-Metrijske karakteristike FMS testova	15
3.1. Pouzdanost FMS-a.....	15
3.2. Valjanost FMS-a.....	16
3.3. Korištenje FMS-a za predikciju ozljeda	19
3.3.1. Uloga pojedinih testova u FMS-u	20
3.3.2. Istraživanja predikcija ozljeda pomoću FMS-a u različitim sportovima	21
4. ZAKLJUČAK.....	23
5. LITERATURA	24

SAŽETAK

FMS ili *Functional movement screen* je skup od sedam testova koji se koriste za procjenu stabilnosti, mobilnosti i funkcionalnosti mišićno-koštanog sustava. Ispitivač ocjenjuje 7 testova od 0 do 3, a uključuje duboki čučanj, prekorak preko prepone, iskorak na liniji, mobilnost ramena, prednoženje iz ležanja na leđima, sklek i test rotacijske stabilnosti trupa.

Cilj ovog rada bio je na temelju dosadašnjih istraživanja prikazati pojedine metrijske karakteristike FMS testova. Objasnjena je pouzdanost i valjanost tih testova, te uloga pojedinih testova. Osim toga prikazana su istraživanja o sposobnosti testova u predikciji ozljeda sportaša. Prediktivnost ozljeda diskutabilna je za brojne autore znanstvenih radova. Rezultati koji se dobivaju provedbom FMS testa nisu konzistentni jer obuhvaćaju parametre koji variraju među individuama. Iz tih razloga FMS metoda se bolje opisuje kao procjena kvalitete ljudskog kretanja, nego kao alat za procjenu rizika za dobivanje ozljeda.

U ovom radu proveden je literaturni pregled znanstvenih radova u razdoblju od 1997. do 2019., te se interpretiraju sveobuhvatni rezultati koji su dobiveni primjenom različitih pristupa i autora.

Ključne riječi: procjena pokreta, metrijske karakteristike, prediktivnost, valjanost, pouzdanost, procjena rizika

ABSTRACT

FMS or Functional movement screen is a set of seven tests used to assess the stability, mobility and functionality of the musculoskeletal system. The examiner conducts seven tests and rates them on a gradation scale from 0 to 3. The tests include a deep squat, crotch overstep, line step, shoulder mobility ballet leg from a position of lying on the back, push-ups, and a torso rotational stability test.

The aim of this paper was to present individual metric characteristics of FMS tests based on previous researches that have been made. The reliability and validity of these tests are explained, as well as the role of individual tests. In addition, researches on the ability of these tests to predict athlete injuries are presented. The predictability of injuries is debatable for many authors of scientific papers. The results obtained by performing the FMS test are not consistent because they include parameters that vary among individuals. For these reasons, the FMS method is better described as an assessment of the quality of human movement than as a tool for assessing the risk of injury.

In this paper, a literature review of scientific papers in the period from 1997 to 2019 is conducted, and the comprehensive results obtained using different approaches and authors are interpreted.

Keywords: research, metric characteristics, predictability, validity, reliability, risk of injury

1. UVOD

1.1. Funkcionalna procjena pokreta (FMS)

Funkcionalna procjena pokreta (Functional movement screen; FMS) jest dijagnostička metoda za procjenu učinkovitosti lokomotornog sustava, a najviše se odnosi na procjenjivanje stabilnosti i mobilnosti različitih dijelova tijela (Džeko, 2010). Ovu metodu koriste terapeuti, kondicijski treneri i kineziolozi u svrhu prevencije od ozljeda. FMS proučava tjelesnu funkcionalnost kroz sedam testova i na temelju ocjena pokušava identificirati mišićno-koštanu patologiju kod pojedinaca koji u većini slučajeva ne pokazuju simptome toga stanja.

Počeci FMS-a sežu još od 1995. godine, kada su Gray Cook i Lee Burton pokušali poboljšati komunikaciju i suradnju između terapeuta, liječnika i trenera. Navedeni osnivači ove metode smatrali su da u testiranjima vrlo često nedostaju temeljni ljudski pokreti preko kojih bi se na precizniji način mogli utvrditi mogući deficiti. Filozofija FMS-a zagovara tezu kako svaki mišić i zglobovi sustav mora obavljati temeljnu funkciju, kako bi tijelo kao cjelina funkcioniralo na učinkovit način (Cook, 2010). Jednako tako, ljudski lokomotorni sustav nije moguće tretirati kao skup nezavisnih dijelova, nego kao vrlo povezan i međusobno ovisan sustav koji u cijelosti ovisi o svakomu svojem i najmanjem dijelu (Lloyd i sur., 2015). Upravo se zato vrlo često događa da problem nije na mjestu gdje boli, nego je najčešće bolno mjesto samo posljedica nekog drugog disbalansa u stabilnosti ili mobilnosti, a FMS je odlična skupina testova za prikupljanje objektivnih podataka o ispitanikovim kvalitetama obrazaca najosnovnijih kretanja, odnosno osigurava sredstva za identifikaciju slabijih karika u ljudskom tijelu te pronalazi rješenja za moguće probleme (Džeko, 2010).

FMS se sastoji od sedam testova pomoću kojih se dijagnosticiraju ograničenja u mobilnosti i stabilnosti ispitanika, te različite asimetrije. Mobilnost se odnosi na sposobnost postizanja odgovarajućeg opsega pokreta u određenom zglobovima, a stabilnost se može opisati kao sposobnost kontrole jakosti i snage ili sposobnost odupiranja neželjenim pokretima ili silama. Mobilnost i stabilnost jesu osnovni građevni blokovi jakosti, izdržljivosti, brzine, snage i agilnosti. Kada ovi blokovi nisu na mjestu, sportaš razvija

loše biomehantičke navike, koje ograničavaju razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti i usvajanje motoričkih znanja, a pojavljivanje kompenzacijskih pokreta dodatno povećava šanse za slabiji sportski učinak i ozljedu (Boyle i sur., 2010).

1.2. Kriteriji za vrednovanje testova

Kriteriji za vrednovanje testa su jednostavni. Ako ispitanik može izvesti traženi pokret bez prethodno opisane kompenzacije, boduje se ocjenom 3. Ako ispitanik izvodi pokret, ali s određenom poteškoćom ili kompenzacijom, boduje se ocjenom 2. Na kraju, ako ispitanik ne može izvesti odgovarajući pokret na opisani način, dobiva ocjenu 1.

Ukoliko pri izvođenju testa ispitanik osjeća bol, on će, bez obzira na uspjeh, za određeni pokret dobiti ocjenu 0 (Monaco i Schoenfeld, 2019).

Tablica 1. Kriteriji ocjenjivanja FMS

Ocjena	Kriterij
3	Mogućnost izvođenja pokreta u cijelosti bez kompenzacije
2	Izvodi pokret u cijelosti ali s određenom kompenzacijom
1	Nemogućnost izvođenja pokreta
0	Pri izvođenju pokreta osjeti bol
FMS=functional movement screen	

Maksimalan broj bodova za svih sedam pokreta je 21. Interpretacija rezultata vrši se na temelju prioriteta, što znači da se prvo gledaju rezultati s najnižim vrijednostima. Funkcionalni pokret koji uzrokuje bol, ocijenjen ocjenom 0, procjenjuje liječnik tako da uzima u obzir obrazac koji je uzrokovao bol kako bi procijenio bolno mjesto ispitanika. Funkcionalni pokret ocijenjen ocjenom 1 ukazuje da ispitanik nema funkcionalnu bazu

mobilnosti i stabilnosti, te da ne postoji osnovni obrazac pokreta. Uzrokuje lošu tehničku izvedbu pokreta, slabu učinkovitost, te može ukazati na visok stupanj stresa tijekom uobičajenih aktivnosti. U tom slučaju sportski liječnik procjenjuje fleksibilnost i snagu problematičnih dijelova. Funkcionalni pokret ocijenjen ocjenom 2 ukazuje na kojim se aspektima kondicijske pripreme i fleksibilnosti treba poraditi, te za koje je s kondicijskim trenerom potrebno izraditi individualni program. Funkcionalni pokret ocijenjen ocjenom 3 potvrđuje odgovarajuću ili optimalnu mobilnost i stabilnost za određene obrasce pokreta (Foran, 2001; Monaco & Schoenfeld, 2019).

1.3 Svrha, opis i bodovanje FMS testova







1.3.1. Duboki čučanj

Svrha: Duboki čučanj je sveobuhvatni pokret koji može dati važne informacije o funkcionalnosti cijeloga tijela. Osim o funkcionalnosti, daje informacije o stabilnosti trupa i zdjelice, posturalnoj kontroli, te o pokretljivosti ramena, torakalne kralježnice, kukova i gležnja. Zbog broja informacija koje duboki čučanj daje, odličan je pokazatelj kvalitete pokreta pojedinca.

Opis: Ispitanik zauzima uspravan položaj sa stopalima postavljenim u širini ramena, te sagitalnoj ravnini. S palicom u dlanovima i rukama potpuno ispruženim, u tri pokušaja ispitanik izvodi duboki čučanj.

Bodovanje: Ispitivač bilježi ocjene i pogreške prilikom izvođenja dubokog čučnja. Ispitivači su postavljeni u sagitalnoj i frontalnoj ravnini. Na ocjenu utječe pozicija palice u odnosu na stopala, položaj torakalne kralježnice (njezina zakrivljenost), položaj zdjelice i koljena, te opći dojam o koordinaciji prilikom izvođenja pokreta (Cook, 2010).

Tablica 2. Prikaz vježbe duboki čučanj

OCJENA	IZVEDBA FRONTALNA RAVNINA	IZVEDBA SAGITALNA RAVNINA	OPIS
3			<p>Torzo zauzima paralelan položaj u odnosu na potkoljenicu ili prema vertikalnoj poziciji. Zdjelica je u nižem položaju u odnosu na koljena. Koljena ne prelaze liniju prstiju stopala.</p>
2			<p>Isti je kriterij kao i za ocjenu 3. razlika je u podlošci postavljenoj ispod peta.</p>
1			<p>Potkoljenice i torzo nisu paralelni. Natkoljenice nisu ispod horizontalne linije. Koljena i stopala nisu u ravnini.</p>







1.3.2. Prekorak

Svrha: Prekorak je također jedan od važnih pokreta u svakodnevnom životu. Definira se kao sposobnost tranzicije iz sunožnog stava u jednonožni stav. Vrlo sličan pokret može se prepoznati u mehanici hodanja, te kasnije trčanja. Zahtjevnost ovoga testa pokazuje se iz aspekta ravnoteže. Za izvođenje je nužna stabilnost trupa, zdjelice, koljena i gležnja.

Opis: Test započinje tako što se ispitaniku mjeri dužinu potkoljениčne kosti, te se vodoravnu prepreku postavlja u visini patelarnog ligamenta. Ispitanik zatim postavi palicu na ramena, te da iz tog položaja izvede prekorak preko postavljene prepreke na način da petom dotakne tlo bez da prebaci težište na tu nogu. U slučaju pojave boli prilikom izvođenja ocjena testa je 0.

Bodovanje: Test se kao i kod dubokog čučnja ocjenjuje iz frontalne i sagitalne izvedbe. Procjenjuje se stabilnost trupa, zdjelice, koljena i gležnja, te kompenzacije prilikom izvođenja. Problem se može pojaviti i zbog loše mobilnosti noge koja je u prekoračenju (Cook, 2010).

Tablica 3. Prikaz vježbe prekorak

OCJENA	IZVEDBA FRONTALNA RAVNINA	IZVEDBA SAGITALNA RAVNINA	OPIS
3			<p>Kukovi, koljena i skočni zglobovi su u sagitalnoj ravnini. U slabinskom dijelu kralježnice primjećuje se minimalan ili nikakav pokret. Palica i prepona su paralelne.</p>
2			<p>Kukovi, koljena i skočni zglobovi nisu u ravnini. U slabinskom dijelu kralježnice primjećuje se pokret. Palica i prepona nisu paralelne.</p>
1			<p>Postoji kontakt stopala i prepone. Primjećuje se gubitak ravnoteže.</p>







1.3.3. Iskorak na liniji

Svrha: Ovaj test u prvi plan stavlja stabilnost trupa u frontalnoj ravnini s obzirom da su noge postavljene na jednoj ravnini. Da bi se test izveo pravilno, potrebno je imati koordinacijske vještine ruku i nogu, kako bi kompenzacije bile što manje. Najveći doprinos toj koordinaciji pridodaje se mišićima zdjelice bez čije pravovremene aktivacije održavanje stabilnosti ne bi bilo moguće. Osim toga, bitna je pokretljivost torakalne kralježnice i ramena, bez čije palica ne bi bila postavljena u pravilnoj poziciji.

Opis: Početna pozicija definira se duljinom potkoljenice koja predstavlja razmak između stopala. Ta je duljina izmjerena prilikom prekoraka. Palica je postavljena na leđima u kontaktu s tri dodirne plohe: glavom, kralježnicom i zdjelicom. Pozicija trupa mora biti ravno naprijed, a palica se drži sa suprotnom rukom od iskoračne u razini vrata i drugom rukom u razini lumbalne kralježnice. Ispitanik izvodi iskorak do mjernog instrumenta na podu, te se vraća u početni položaj bez gubljenja kontrole i ravnoteže u pokretu.

Bodovanje: Prednja noga u iskoraku je strana koja se ocjenjuje. Postoji mogućnost potpunog gubitka ravnoteže, te zbog toga ispitivač mora biti u blizini ispitanika. Ukoliko ispitanik ne može izvesti test ili dolazi do pojavljivanja boli prilikom izvođenja, ocjenjujemo s ocjenom 0 (Cook, 2010).

Tablica 4. Prikaz vježbe iskorak na liniji

OCJENA	IZVEDBA FRONTALNA RAVNINA	IZVEDBA SAGITALNA RAVNINA	OPIS
3			<p>Primjećuje se minimalan ili nikakav pokret trupa. Stopala ostaju u sagitalnoj ravnini na dasci 2x6. Koljeno dodiruje dasku 2x6 iza pete noge koja je iskoračila.</p>
2			<p>Primjećuje se pokret trupa. Stopala nisu u sagitalnoj ravnini. Koljeno ne dodiruje dasku iza pete noge koja je iskoračila.</p>
1			<p>Postoji kontakt stopala i prepone. Primjećuje se gubitak ravnoteže.</p>




1.3.4. Test mobilnosti ramena

Svrha: Ovim testom procjenjuje se pokretljivost, ritam lopatično-torakalne regije, te pokretljivost rebara tijekom izvođenja. Kombinatorika svih mogućih pokreta u ramenu daje ovom testu važnost u procjenjivanju pokretljivosti.

Opis: Iz sunožnog stava ispitanik postavlja stisnutu šaku u unutarnju rotaciju i maksimalno ju primiče, odnosno, s drugom rukom radi potpuno suprotno. Postavlja stisnutu šaku u vanjsku rotaciju i odmiče ju. Jednim pokretom postavlja obje šake na leđa.

Bodovanje: Boduju se oba ramena. Udaljenost između dvaju šaka je parametar u ocjenjivanju. Pojava boli kod izvođenja testa ocjenjuje se nulom (Cook, 2010).

Tablica 5. Prikaz testa mobilnosti ramena

OCJENA	1	2	3
IZVEDBA			
OPIS	Šake se nalaze na udaljenosti dvije i pol dužine šake.	Šake se nalaze na udaljenosti jedne i pol dužine šake.	Šake se nalaze na udaljenosti jedne šake.



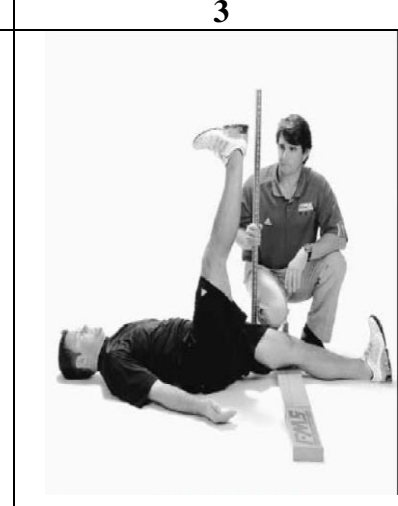
1.3.5. Prednoženje iz ležanja na leđima

Svrha: Ovim testom procjenjuje se pokretljivost zgloba kuka, a aktivnim podizanjem nogu fleksibilnost mišića stražnje lože i mišića stražnje strane potkoljenice, kao i mišići pregibači kuka (m. psoas major) i m. rectus femoris na kontralateralnoj nozi. Istovremeno, uz podizanje jedne i mirovanje druge noge potrebno je održavati stabilnost trupa, bez uvijanja u donjem djelu kralježnice.

Opis: Početan položaj je ležeći na leđima s rukama pored tijela. Mjerni instrument se nalazi ispod koljena. Palica se postavlja okomito na pod i pored instrumenta.

Bodovanje: Ispitanik test izvodi zadržavajući jednu nogu uz instrument i podižući drugu koliko je moguće u vis bez kompenzacije u lumbalnom dijelu kralježnice. Kod najviše pozicije noge ispitanika, promatra se pozicija gležnja, odnosno položaj u odnosu na palicu koja je postavljena okomito na podlogu. Ocjene se dodjeljuju u skladu s kriterijima ocjenjivanja (Cook, 2010).

Tablica 6. Prikaz vježbe prednoženje iz ležanja na leđima

OCJENA	1	2	3
IZVEDBA			
OPIS	Šipka se nalazi ispod linije zgloba koljena.	Šipka se nalazi između srednjeg dijela natkoljenice i linije zgloba koljena.	Šipka se nalazi između srednjeg dijela natkoljenice i prednje gornje bedrene kosti.







1.3.6. Sklek

Svrha: Primarna uloga ovoga testa je u procjeni refleksne stabilizacije trupa. Ne služi za procjenjivanje jakosti gornjih ekstremiteta.

Opis: Ispitanik u početnom položaju leži na prsima s rukama iznad glave i dlanovima postavljenim na podlogu. Kriterij za ocjenjivanje razlikuje se između žena i muškaraca, što ga čini specifičnim. Razlikuje se kako bi se isključila jakost kao limitirajući faktor kod žena, jer test tome nije tome namijenjen. Laktovi su postavljeni pod pravim kutom, dok su dlanovi u početnoj poziciji za muškarce u razini čela, a za žene u razini brade. Niža razina za muškarce je visina brade, a za žene visina ramena.

Bodovanje: Optimalno izvođenje pokreta mora uključivati paralelno podizanje donjeg djela leđa s gornjim djelom tijela, opružena koljena, sa stopalima u neutralnoj poziciji. Uz tri pokušaja, ispitanik pokušava izvesti sklek sa najboljim mogućim rezultatom. Kao i kod svih testova, pojava boli ocjenjuje se ocjenom 0 (Cook, 2010).

Tablica 7. Prikaz vježbe sklek

OCJENA	IZVEDBA POČETNI POLOŽAJ	IZVEDBA KRAJ IZVEDBE	OPIS
3			<p>Muškarci: Izvode s postavljenim prstima u razini sljepoočnice.</p> <p>Žene: Izvode pokret s prstima u ravnini s bradom.</p> <p>Tijelo se podiže kao cjelina bez zaostajanja kralježnice.</p>
2			<p>Muškarci: Izvodi pokret na način da su prstići u ravnini s bradom.</p> <p>Žene: Izvode pokret na način da su prstići u ravnini s ključnom kosti.</p> <p>Tijelo se podiže kao cjelina bez zaostajanja kralježnice.</p>
1			<p>Nemogućnost pravilnog izvođenja pokreta.</p>







1.3.7. Rotacijska stabilnost

Svrha: Ovim se testom procjenjuje stabilnost zdjelice, trupa i lopatica tijekom pokreta koji uključuje pokretanje gornjih i donjih ekstremiteta. Potrebna je koordinacija, ali i kinestezija trupa s gornjim i donjim ekstremitetima. U trenutku odvajanja dvaju ekstremiteta od podloge najzastupljenija je komponenta rotacije koja ukazuje da test rotacijske stabilnosti procjenjuje stabilnost trupa u transverzalnoj ravnini.

Opis: Početna pozicija iziskuje postavljanje ispitanika u četveronožni položaj s rukama i nogama uz duž instrumenta. Zglob kuka i ramena nalazi se pod pravim kutom u odnosu na trup, a vratna kralježnica i glava su u produžetku tijela. Stopala su u neutralnoj poziciji s prstima usmjerenim u pod.

Bodovanje: Za postizanje najviše ocjene ispitanik treba napraviti opružanje u zglobu kuka i ramena na unilateralnoj strani. Izvođenje vježbi bez kompenzacija je izuzetno zahtjevno i kompleksno. Zato za ocjenu 2 ispitanik radi ekstenziju u kuku jedne i fleksiju u ramenu kontralateralne strane. Ukoliko dolazi do spajanja ruke lakta i koljena noge koja izvodi te ponovnog opružanja, vježba se smatra ispravnom. Kao svi ostali testovi i ovaj test ponavlja se tri puta (Cook, 2010).

Tablica 8. Prikaz vježbe rotacijska stabilnost

OCJENA	IZVEDBA EKSTENZIJA	IZVEDBA FLEKSIJA	OPIS
3			Pravilno izvodi unilateralni obrazac pokreta.
2			Izvodi kontralateralni obrazac uz minimalne ili nikakve kompenzacije.
1			Nemogućnost izvođenja pokreta.

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada je na osnovu dosadašnjih istraživanja prikazati korisnost FMS-a u njegovoj potencijalnoj upotrebi kao screening alata za predviđanje potencijalnih ozljeda kod sportaša, te proučiti i utvrditi metrijske karakteristike FMS testova.

3. TEMA – Metrijske karakteristike FMS testova

Čini se da je većina, ako ne i svi pojedinačni testovi unutar FMS-a, odabrani uglavnom na temelju kliničkih iskustava autora, koji su uključivali i ortopedske procjene sportaša s ozljedama (Cook, 2003). FMS je prvi put komercijalno predstavljen kao priručnik za procjenu sportaša, a kasnije se pojavila i linija proizvoda koja uključuje niz opreme za izvođenje procjene, certifikate, seminare, knjige i video zapise. Komercijalni marketing FMS-a, uz nedostatak istraživanja koji bi podržao testove koji su uključeni u njega, doveo je do nekih kontroverzi u vezi njegove učinkovitosti. Posljednjih godina objavljeno je mnogo studija koje istražuju različite aspekte FMS-a, uključujući njegovu valjanost, pouzdanost, sposobnost predviđanja vjerojatnosti ozljede i suboptimalne performanse te faktore koji su povezani s ukupnom ocjenom FMS-a (Beardsley i Contreras, 2014).

3.1. Pouzdanost FMS-a

Da bi test bio upotrebljiv, mora biti pouzdan. Pouzdanost opisuje može li test ponoviti ista osoba u drugo vrijeme (interrater) ili različiti ljudi u isto vrijeme (intrarater) i dati isti rezultat (Karros, 1997). Najmanje 11 recenziranih studija ocijenili su interrater ili intrarater pouzdanost zbroja FMS bodova (C. D. Butler i McMichael, 2010; Frohm i sur., 2012; Gribble i sur., 2013; Leeder i sur., 2016; Minick i sur., 2010; Onate i sur., 2012; Parenteau-G i sur., 2014; Schneiders i sur., 2011; Shultz i sur., 2013; Smith i sur., 2013; Teyhen i sur., 2012). Sve od tih 11 studija izvijestile su o interrater pouzdanosti zbroja FMS bodova dok je samo 7 studija izvijestilo o intrarater pouzdanosti zbroja FMS bodova (Onate i sur., 2012; Parenteau-G i sur., 2014; Shultz i sur., 2013; Smith i sur.,

2013; Teyhen i sur., 2012). Od 11 studija koje su istraživale interrater pouzdanost zbroja FMS rezultata, samo je jedno istraživanje izvijestilo da je pouzdanost manja od umjerene što bi značilo da se koeficijent kreće u rasponu od 0.4 do 0.6 (Shultz i sur., 2013). Od 7 studija koje su izvješćivale o intrarater pouzdanosti, 6 studija izvijestilo je o barem umjerenoj pouzdanosti (koeficijent pouzdanosti 0.4-0.6) (Frohm i sur., 2012; Onate i sur., 2012; Parenteau-G i sur., 2014; Shultz i sur., 2013; Smith i sur., 2013; Teyhen i sur., 2012), dok je u jednoj studiji utvrđeno da su studentski rezultati pokazali slabu pouzdanost (koeficijent od 0.2-0.4) (Gribble i sur., 2013). Na osnovu tih rezultata, Bardsley i suradnici zaključuju da se čini da FMS pokazuje prihvatljiv stupanj pouzdanosti za terenski test za većinu populacije (Beardsley i Contreras, 2014).

3.2. Valjanost FMS-a

Osim pouzdanosti, test mora biti i valjan/validiran kako bi pokazao svoju korisnost. Valjanost opisuje mjeri li test zapravo ono što se mjeri (Karros, 1997). Konstrukcijska valjanost je točniji termin za ukupnu valjanost ili sposobnost testa da odražava temeljnu teorijsku osnovu na kojoj se interpretiraju rezultati testa. Valjanost sadržaja definirana je kao stupanj u kojem test sadrži sve potrebne elemente za postizanje svojih zadanih ciljeva, kako je ocijenjeno stručnim mišljenjem. Vrijednost koja se odnosi na kriterij je stupanj do kojeg su rezultati testa usklađeni s drugim mjerama iste temeljne kvalitete i često je podijeljen na četiri daljnje podvrste valjanosti: istodobna, konvergentna, prediktivna i diskriminirajuća. Valjanost koja se odnosi na istodobne kriterije opisuje u kojoj je mjeri test povezan s drugim sličnim testovima. Valjanost koja se odnosi na prediktivne kriterije opisuje u kojoj mjeri test može predvidjeti buduće događaje koji su povezani s mjerom ishoda (Baechle i sur., 2008). Primjerice, očekuje se da test koji uključuje counter movement jump prihvatljivo predviđa sposobnost sprinta (Kale i sur., 2009). Diskriminatorska valjanost koja se odnosi na kriterij opisuje u kojoj mjeri test nije povezan s drugim različitim testovima (Baechle i sur., 2008). Primjerice, test s dobrom diskriminacijskom valjanošću visine counter movement jump ne bi bio dobro povezan s testom fleksibilnosti, jer dva ispitivanja mjere svojstveno različite temeljne konstrukcije (snaga i fleksibilnost donjeg dijela tijela).

Za ocjenu ukupne valjanosti FMS-a potrebna je vrlo jasna definicija objekta mjerenja. U opsežnom pregledu autora Dallinga i suradnika (Dallinga i sur., 2012), detaljno su prikazani brojni testovi koji predviđaju ozljede donjeg dijela tijela. Jedan test za koji su recenzenti zaključili da može identificirati ozljede donjeg dijela tijela je Beightonov test, koji procjenjuje opseg generalizirane slabosti zglobova mjerenjem prosječne hipermobilnosti zgloba na nekoliko različitih zglobova (Dallinga i sur., 2012). Suprotno tome, objekt mjerenja FMS-a čini se manje lakim za definiranje. Autori testa su izjavili da je svrha FMS-a „utvrditi ima li sportaš bitne pokrete potrebne za sudjelovanje u sportskim aktivnostima sa smanjenim rizikom od ozljeda“ (Cook i sur., 2006) i da sportaši koji na pojedinačnom testu imaju loše ocjene "koriste kompenzacijske obrasce kretanja tijekom svojih aktivnosti" (Cook i sur., 2006). Stoga se čini da je cilj mjerenja FMS-a utvrđivanje kompenzacijskih obrazaca kretanja koji se izvode tijekom sportskih aktivnosti. Zapravo, autori testa navode da FMS pokreti „povezuju sve sportove zajedno, jer su temeljni i reprezentativni za ljudski pokret“ (Cook i sur., 2006). Također, to ukazuje da su uzorci pokreta testirani u FMS-u slični ili isti kao u sportskim pokretima. Istraživači koji istražuju FMS pretpostavili su isto. Primjerice, Chorba i suradnici (Chorba i sur., 2010) navode da je „alat dizajniran da izazove međusobnu interakciju kinetičkog lanca mobilnosti i stabilnosti potrebne za izvođenje osnovnih, funkcionalnih obrazaca pokreta. Takvi pokreti zahtijevaju kontrolirano živčano-mišićno izvršavanje raznih profesionalnih i sportskih zadataka. Ovo je ključna pretpostavka za procjenu valjanosti konstrukcije; ako se utvrdi da FMS identificira kompenzacijske obrasce kretanja u pokretima koji se razlikuju od onih koji se izvode u sportu, onda je nejasno kako se identificiranje takvih kompenzacijskih uzoraka kretanja može valjano odnositi na predviđanje ozljeda ili performansi tijekom sportskih aktivnosti (Beardsley i Contreras, 2014).

Frost i suradnici (Frost i sur., 2015b) izvijestili su da slične vježbe, kao i one korištene u FMS testovima pokazuju različite karakteristike pokreta kada se izvode brže ili pod većim opterećenjem. Za ovu studiju, regrutirali su 52 profesionalna vatrogasca i tražili od njih da izvršavaju 5 pokreta cijelog tijela sa niskim opterećenjem i malom brzinom kretanja. Potom su ispitanici zamoljeni da izvode iste pokrete, ali modificirane na 3 načina: s povećanom brzinom kretanja, s povećanim vanjskim opterećenjem i s

povećanom brzinom kretanja u kombinaciji s povećanim vanjskim opterećenjem. Pet zadataka bilo je sljedeće:

- a) dizanje s tla do visine struka
- b) čučnjevi na zadanu dubinu
- c) iskorak
- d) potisak sajle desnom rukom, dok je lijeva noga bila naprijed
- e) povlačenje sajle desnom rukom dok je lijeva noga bila naprijed.

Povećanje opterećenja i brzine dovelo je do promjena varijabli u svakom pokretu, ali promjene nisu uvijek bile slične u pet odabranih pokreta, niti su bile slične između opterećenja i brzine. Primjerice, prilikom obavljanja zadatka podizanja s težim teretom, ispitanici su koristili uspravnije držanje trupa. Međutim, pri korištenju veće brzine pokreta za isto podizanje, ispitanici su koristili manje uspravno držanje i prebacili se na korištenje dominantnog kuka. Slični učinci opterećenja i brzine pronađeni su prilikom čučnja. Ovi rezultati sugeriraju da se bilo koji kompenzacijski obrasci kretanja, koji sportaši prikazuju tijekom FMS testova, mogu razlikovati od onih prikazanih tijekom sportskog kretanja na specifičnim brzinama i opterećenjima (Frost i sur., 2015b).

Nadalje, Frost i suradnici (Frost i sur., 2015a) utvrdili su da je poznavanje kriterija FMS testa moglo značajno utjecati na ishod testa, što može značiti da sportaš može utjecati na performansu testa, bez obzira na temeljne obrasce kompenzacije koji mogu ili ne moraju biti prisutni. Frost i suradnici testirali su grupu profesionalnih vatrogasaca, a da prethodno nisu ispitanicima dali informacije o ciljevima ispitivanja i nisu dali povratne informacije tijekom ispitivanja. Nakon 3 minute, istraživači su pitali ispitanike da izvedu FMS drugi put. No, prije nego što su ispitanici izveli FMS po drugi put, opisani su im kriteriji za ocjenjivanje svake od 7 pojedinih komponenti FMS-a. Prosječni ukupni FMS rezultat značajno se povećao sa $14,1 \pm 1,8$ bodova na $16,7 \pm 1,9$ bodova nakon što su ispitanici dobili znanje o kriterijima bodovanja. To sugerira da ispitivači mogu svjesno ili podsvjesno utjecati na njihov FMS rezultat (Frost i sur., 2015a).

3.3. Korištenje FMS-a za predikciju ozljeda

Jedno od izvornih načela FMS-a je mjerenje prisutnosti obrazaca kompenziranja koji se smatraju štetnim. Nekoliko studija ocijenilo je može li ukupni FMS rezultat predvidjeti pojavu ozljeda (R. Butler, 2013; Chorba i sur., 2010; Kiesel i sur., 2007; Shojaedin i sur., 2014). Neke su uspoređivale ljude koji su postigli FMS rezultat od ≤ 14 bodova s pojedincima koji su postigli FMS ocjenu >14 bodova (R. Butler, 2013; Chorba i sur., 2010). Druga su uspoređivala su pojedince koji su postigli FMS rezultat ≤ 17 bodova s onima koji su postigli FMS rezultat >17 bodova (Shojaedin i sur., 2014). Granica od 14 bodova određena je u određenim studijama pomoću statističke metode poznate kao ROC krivulja (receiver-operator characteristic curve). U nekim su istraživanjima istraživači jednostavno usvojili graničnu vrijednost od 14 bodova na temelju nalaza prethodnih studija. Rezultati ovih studija pokazali su kako točka od 14 bodova na FMS testu može razlikovati pojedince koji su u većem ili manjem riziku od ozljeda. Međutim, također je važno napomenuti da FMS možda neće moći identificirati osobe koje su prethodno pretrpjele značajne traumatične ozljede donjeg dijela tijela. Primjerice, Chorba i suradnici (Chorba i sur., 2010) utvrdili su da FMS ne može razlikovati pojedince sa i bez prethodne rekonstrukcije prednjeg križnog ligamenta. Budući da je prethodna ozljeda značajan faktor rizika za razne bezkontaktne ozljede donjeg dijela tijela, uključujući puknuće prednjeg križnog ligamenta, ovo je važan nedostatak testa. Nadalje, valja primijetiti da je poznato da ozljeda prednjeg križnog ligamenta mijenja obrasce kretanja, pa je još više iznenađujuće da FMS ne može otkriti tu razliku između ozlijeđenih i neozlijeđenih skupina (Beardsley i Contreras, 2014).

Jedna studija je istražila odnos između pojedinih komponenata ukupnog FMS testa, koji se može opisati kao mjera latentne valjanosti. Kazman i suradnici istraživali su faktorsku strukturu FMS testa jer ukupni rezultat FMS uključuje zbrajanje pojedinačnih rezultata ispitivanja. Prema klasičnoj teoriji ispitivanja, kada se rezultat dobiva iz više testova, pretpostavlja se da je ukupni rezultat test iste latentne varijable (Kazman i sur., 2014). Pretpostavlja se da latentne varijable imaju ista svojstva kao i mjerenja testiranih varijabli. Ako nemaju ista svojstva, smatra se da su značenja i ukupnog rezultata i pojedinačnih testova dvosmislena i stoga se smatra da nemaju konstruktivnu valjanost. Jedan od načina procjene konstruktivne valjanosti jest mjerenje povezanosti između

rezultata svakog ispitivanja. Kazman i suradnici (Kazman i sur., 2014) izvijestili su kako postoji loša povezanost između rezultata različitih testova, što znači da je valjanost kombiniranja rezultata zbrojnih rezultata svakog testa kako bi se predvidio rizik od ozljede upitna.

Mnoge su studije istražile valjanost FMS-a prediktivnim kriterijem, istražujući njegovu sposobnost predviđanja rizika od ozljeda. Važno je napomenuti da iako postoje neki dokazi da FMS ima stupanj sposobnosti predviđanja, ima veoma loše rezultate osjetljivosti. Studije koje su izmjerile osjetljivost FMS-a primjenom granične vrijednosti od 14 bodova izvijestile su da se osjetljivost kreće u širokom rasponu od 16 do 84% (medijan 54 %), što znači da FMS može pravilno otkriti oko 54 % ljudi koji će vjerojatno biti ozlijeđeni. Ova niska srednja osjetljivost (koja je blizu 50 %) smatra se problematičnom: istraživači koji rade na tom području komentirali su da je osjetljivost 50 % ključna za prepoznavanje osoba izloženih riziku od ozljede (Shojaedin i sur., 2014). Doista, važno je napomenuti da test koji ima osjetljivost blizu 50% u stvarnosti nije bolji od bacanja novčića. Ovi nalazi sugeriraju da je FMS koji koristi 14 bodova kao graničnik relativno loš za otkrivanje pojedinaca koji zapravo imaju obrasce kompenzacije. To ukazuje da FMS test može previdjeti osobe koje su u opasnosti od ozljede, ako su obrasci kompenzacije doista faktor rizika za ozljede (Beardsley i Contreras, 2014).

3.3.1. Uloga pojedinih testova u FMS-u

Istraživanje provedeno u Poljskoj koje se bavilo korištenjem FMS-a u predikciji ozljeda kod rukometaša pokazalo je vrlo zanimljive rezultate. Autori naglašavaju kako sam FMS rezultat nije dovoljan za predviđanje budućih ozljeda. Međutim, naglašavaju kako su otkrili da je pojava asimetrije u FMS-u snažan faktor koji može biti pokazatelj potencijalne ozljede (Slodownik i sur., 2018). Mokha i suradnici sugerirali su da je ocjenjivanje s ocjenom 1 u jednom pokusu ili iskazivanje asimetrije jači prediktor pojave ozljede od općenito lošeg FMS rezultata (Mokha i sur., 2016). Takva je situacija bila i u istraživanju Slodownik i suradnika gdje je više od polovice svih ozlijeđenih igrača pokazalo barem jednu asimetriju ili su dobili 1 ili 0 bodova u nekom FMS testu (Slodownik i sur., 2018).

Značajna razlika između desne i lijeve strane dokazana je u poljskoj studiji samo za test mobilnosti ramena, u slučaju postavljanja desnog ramena (dominantna ruka) u maksimalnu unutarnju rotaciju, a lijevog ramena u maksimalnu vanjsku rotaciju. Asimetrija u testu pokretljivosti ramena može biti posljedica ograničene glenohumeralne unutarnje rotacije dominantne ruke (Slodownik i sur., 2018). Takve su rezultate prikazali Almeida i suradnici, koji su pokazali specifičnu prilagodbu nazvanu glenohumeralni nedostatak unutarnje rotacije (GIRD) u dominantnoj ruci kod rukometaša, što se odražavalo na nedostatak raspona pokreta unutarnje rotacije zgloba ramena. Međutim, GIRD je samo jedna od komponenti ograničenja koje se može primijetiti kod rukometaša na njihovoj dominantnoj strani (Almeida i Silveira, 2013). Zanimljivo je da je u poljskoj studiji 11 od 17 igrača koji su imali poremećaj u kretanju u testu mobilnosti ramena pokazalo i disfunkciju kod ostalih testova (0 ili 1 bodova ili asimetriju). FMS može pružiti opće informacije o kretanju glenohumeralnog zgloba, kao i skapulotorakalnom zglobu i torakalnoj kralježnici, prema pravilnosti izvođenja testa mobilnosti ramena (Slodownik i sur., 2018).

Slodownik naposljetku tvrdi da FMS može pomoći u identificiranju obrazaca kompenzacije u ramenu dominantne ruke među rukometašima, ali da se ne bi trebao koristiti za procjenu rizika od ozljeda. Više pozornosti treba posvetiti pojedinačnim rezultatima u svakom pokusu i izgledu bilo koje asimetrije pokreta (Slodownik i sur., 2018).

3.3.2. Istraživanja predikcija ozljeda pomoću FMS-a u različitim sportovima

Brojna istraživanja o FMS-u pokazala su velike nedostatke u njegovoj sposobnosti predviđanja ozljeda, ali pokazuju pouzdanije predviđanje za specifične kontaktne sportove. Keisel je istražio korisnost FMS-a kao alata za predikciju ozljeda istražujući broj teških ozljeda 46 profesionalnih igrača američkog nogometa (Nacionalna nogometna liga) tijekom njihove natjecateljske sezone (4,5 mjeseca). Rezultati su pokazali da su igrači imali 11 puta veću vjerojatnost ozljede s FMS 14 ili manje bodova u usporedbi s igračima čiji je rezultat bio veći od 14 bodova na početku sezone (Kiesel i sur., 2007).

Nekoliko studija koje su uključivali ragbi sportaše, pokazalo je da su pojedine komponente FMS-a vrijedniji alat predviđanja ozljeda od kompozitnog rezultata FMS-a

(Duke i sur., 2009; Garrison i sur., 2015; Sprague i sur., 2014). Suprotno tome, studija mladih hokejaša nije utvrdila povezanost između slabih FMS bodova i ozljeda. Treba napomenuti da je studija koristila relativno mali uzorak ($n = 20$) (Dossa i sur., 2014). Slično tome, ukupni rezultat FMS-a nije pokazao sposobnost predviđanja rizika od ozljede u skupini profesionalnih košarkaša; samo je jedna komponenta (test prepreke) pokazala pozitivan odnos između rezultata i stope ozljede (odnosno, više rezultate korelirane s većim rizikom od ozljede) (Azzam i sur., 2015).

Kolektivno, literatura pokazuje sukobljene rezultate koji dovode u pitanje korisnost FMS-a kao održivog alata za predviđanje ozljeda među sportašima. Garrison i suradnici ispitali su 160 nogometaša koji su koristili FMS prije natjecateljske sezone. Rezultati su pokazali da su oni s FMS kompozitnom ocjenom 14 ili nižom u kombinaciji sa ozljedom u prošlosti bili 15 puta više izloženi riziku od ozljede u usporedbi sa sportašima s višim rezultatima (Garrison i sur., 2015). Druga studija primijetila je slične rezultate kod nogometašica, pri čemu je rezultat 14 ili manje korelirao s većim rizikom od ozljede tijekom natjecateljske sezone (Chorba i sur., 2010). Suprotno tome, Warren i suradnici (Warren i sur., 2015) nisu pronašli povezanost između nižih kompozitnih rezultata i asimetrije pokreta s nekontroliranim i prekomjernim ozljedama kod 167 nogometaša. U skladu s ovim nalazima, Bardenett i suradnici (Bardenett i sur., 2015) otkrili su da FMS nije povezan s predviđanjem ozljeda u skupini 167 srednjoškolskih sportaša. Ovi sukobljeni nalazi mogu biti posljedica različitih metoda u provođenju istraživanja, ali je moguće i da FMS jednostavno ne može dati konzistentne rezultate.

4. ZAKLJUČAK

Dostupna literatura pokazuje opći nedostatak konzistentnosti između ukupnog zbroja vrijednosti svih FMS testova i rizika od ozljeda, dovodeći u pitanje njegovu korisnost za ovu svrhu. Međutim, postoji mogućnost primjene pojedinih komponenti FMS-a kao mogućeg alata za predviđanje ozljeda s obzirom na promjene u asimetrijama ili kompenzacijsko kretanje. Iako se FMS smatra alatom za probir, studije izvješćuju o niskoj do srednjoj osjetljivosti i većoj specifičnosti; što je problematično jer održivi alati pokazuju suprotne karakteristike. Ako ništa drugo, FMS može utvrditi čimbenike koji su ukazivali na moguću ozljedu i stoga bi ih trebalo smatrati više procjenom nego alatom za probir. Drugo, nedostaci u unutarnjoj i vanjskoj valjanosti FMS-a dovode u pitanje pravilnost bodovanja. Iako FMS pokazuje dobru pouzdanost u pogledu ukupnog bodovanja, malo je studija ispitalo pouzdanost pojedinih podskupina i onih koje su pokazale sukobljene rezultate (Bonazza i sur., 2017). Većina FMS istraživanja pokazuje da ukupni rezultati ne koreliraju s predviđanjem ozljeda (Bushman i sur., 2015; Dorrel i sur., 2015; Moran i sur., 2017). Kao što je ranije spomenuto, to može biti zbog varijabilnosti metodologije koja se koristi u FMS studijama ili se može odnositi na komponente FMS-a koje nisu u korelaciji s potrebama pojedinih sportova. Međutim, kada se FMS koristio s jednim sportom ili njegovom pojedinačnom komponentom, većina rezultata pokazuje bolju povezanost s budućom ozljedom (Alemany i sur., 2017). Na temelju sukobljenih dokaza daje se zaključiti da stručnjaci za rehabilitaciju i kondiciju trebaju bi biti oprezni prilikom upotrebe FMS-a za predviđanje ozljeda sportaša. FMS se bolje opisuje kao procjena kvalitete ljudskog kretanja, nego kao alat za procjenu rizika. Ukoliko je opravdano, praktičari bi trebali razmotriti korištenje FMS-a za procjenu specifičnih brzih funkcionalnih pokreta kako bi se olakšalo propisivanje odgovarajućih intervencija za obnavljanje učinkovitih obrazaca kretanja.

5. LITERATURA

1. Alemany, J. A., Bushman, T. T., Grier, T., Anderson, M. K., Canham-Chervak, M., North, W. J., & Jones, B. H. (2017). Functional Movement Screen: Pain versus composite score and injury risk. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, 40–44.
2. Almeida, G., & Silveira, P. (2013). Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 22, 602–607.
3. Azzam, M. G., Throckmorton, T. W., Smith, R. A., Graham, D., Scholler, J., & Azar, F. M. (2015). The Functional Movement Screen as a predictor of injury in professional basketball players. *Current Orthopaedic Practice*, 26, 619–623.
4. Baechle, T., Earle, R., & Wathen, D. (2008). Principles of test selection and administration. Essentials of Strength Training and Conditioning (Treće izdanje). Champaign, IL: *Human Kinetics*.
5. 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 FMStm be used as a predictor of injury? *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10, 303–308.
6. Beardsley, C., & Contreras, B. (2014). The functional movement screen: A review. *Strength & Conditioning Journal*, 36, 72–80.
7. Bonazza, N. A., Smuin, D., Onks, C. A., Silvis, M. L., & Dhawan, A. (2017). Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement

- screen: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 45, 725–732.
8. Boyle, M., Verstegen, M., & Cosgrove, A. (2010). *Advances in functional training: Training techniques for coaches, personal trainers and athletes*. Mumbai, *On Target Publications*.
 9. Bushman, T., Grier, M., & Canham-Chervak, M. (2015). The Functional Movement Screen and Injury Risk: Association and Predictive Value in Active Men. *The American Journal of Sports Medicine*, 44, 297–304.
 10. Butler, C. D., & McMichael, A. J. (2010). Population health: Where demography, environment and equity converge. *Journal of Public Health*, 32, 157–158.
 11. Butler, R. (2013). Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work*, 46, 11–17.
 12. 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. *NAJSPT*, 5, 47.
 13. Cook, G. (2003). *Athletic body in balance*. Champaign, IL: *Human Kinetics*.
 14. Cook, G. (2010). *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment, corrective strategies*. Mumbai, *On Target Publications*.
 15. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *NAJSPT*, 1, 62–72.

16. Dallinga, J. M., Benjaminse, A., & Lemmink, K. A. (2012). Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports? *Sports Medicine*, 42, 791–815.
17. Dorrel, B. S., Long, T., Shaffer, S., & Myer, G. D. (2015). Evaluation of the Functional Movement Screen as an Injury Prediction Tool Among Active Adult Populations: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7, 532–537.
18. 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. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 58, 421–427.
19. Duke, S.-A. S., Colagiuri, S., & Colagiuri, R. (2009). Individual patient education for people with type 2 diabetes mellitus. Cochrane Database of Systematic Reviews, 1. Hoboken, New Jersey.
20. Džeko, D. (2010). Milanović M. Funkcionalna Procjena Pokreta. *Kondicijski Trening*, 8, 23–27.
21. Foran, B. (Ed.). (2001). High-performance sports conditioning. Human Kinetics.
22. Frohm, A., Heijne, A., Kowalski, J., Svensson, P., & Myklebust, G. (2012). A nine-test screening battery for athletes: A reliability study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22, 306–315.
23. Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2015a). FMS Scores Change With Performers' Knowledge of the Grading Criteria—Are General Whole-Body Movement Screens Capturing “Dysfunction”? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29, 3037–3044.

24. Frost, D. M., Beach, T. A., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2015). The influence of load and speed on individuals' movement behavior. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29, 2417–2425.
25. Garrison, M., Westrick, R., Johnson, M. R., & Benenson, J. (2015). Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10, 21–28.
26. Gribble, P. A., Brigle, J., Pietrosimone, B. G., Pfile, K. R., & Webster, K. A. (2013). Intrarater reliability of the functional movement screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27, 978–981.
27. Kale, M., Asçi, A., Bayrak, C., & Açıkada, C. (2009). Relationships among jumping performances and sprint parameters during maximum speed phase in sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, 2272–2279.
28. Karros, D. J. (1997). Statistical methodology: II. Reliability and validity assessment in study design, Part B. *Academic Emergency Medicine*, 4, 144–147.
29. Kazman, J. B., Galecki, J. M., Lisman, P., Deuster, P. A., & O'Connor, F. G. (2014). Factor structure of the functional movement screen in marine officer candidates. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28, 672–678.
30. Kiesel, K., Plisky, P. J., & Voight, M. L. (2007). Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *NAJSPT*, 2, 147.
31. Leeder, J., Horsley, I. G., & Herrington, L. C. (2016). The inter-rater reliability of the functional movement screen within an athletic population using untrained raters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30, 2591–2599.

32. Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Radnor, J. M., Rhodes, B. C., Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2015). Relationships between functional movement screen scores, maturation and physical performance in young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33, 11–19.
33. 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, 479–486.
34. Mokha, M., Sprague, P., & Gatens, D. (2016). Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes From Asymmetries and Individual-Test Versus Composite Functional Movement Screen Scores. *Journal of athletic training*, 51, 276–282.
35. Monaco, J.-T., & Schoenfeld, B. J. (2019). A Review of the Current Literature on the Utility of the Functional Movement Screen as a Screening Tool to Identify Athletes' Risk for Injury. *Strength and Conditioning Journal*, 41, 17–23.
36. Moran, R. W., Schneiders, A. G., Mason, J., & Sullivan, S. J. (2017). Do Functional Movement Screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 1661–1669.
37. 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, 408–415.

38. Parenteau-G, E., Gaudreault, N., Chambers, S., Boisvert, C., Grenier, A., Gagné, G., & Balg, F. (2014). Functional movement screen test: A reliable screening test for young elite ice hockey players. *Physical Therapy in Sport*, 15, 169–175.
39. Schneiders, A. G., Davidsson, AA, Hörman, E., & Sullivan, S. J. (2011). Functional movement screen™ normative values in a young, active population. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6, 75.
40. 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. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 21, 355–360.
41. Shultz, R., Anderson, S. C., Matheson, G. O., Marcello, B., & Besier, T. (2013). Test-retest and interrater reliability of the functional movement screen. *Journal of Athletic Training*, 48, 331–336.
42. Slodownik, R., Gonowska-Slodownik, A., & Morgulec-Adamowicz, N. (2018). Functional Movement Screen™ and history of injury in the assessment of potential risk of injury among team handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58, 1281–1286.
43. Smith, C. A., Chimera, N. J., Wright, N. J., & Warren, M. (2013). Interrater and intrarater reliability of the functional movement screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27, 982–987.
44. Sprague, P. A., Mokha, G. M., & Gatens, D. R. (2014). Changes in Functional Movement Screen Scores Over a Season in Collegiate Soccer and Volleyball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28, 3155–3163.

45. Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorensen, C. L., Halfpap, J. P., Donofry, D. F., Walker, M. J., Dugan, J. L., & Childs, J. D. (2012). The functional movement screen: A reliability study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42, 530–540.
46. Warren, M., Smith, C. A., & Chimera, N. J. (2015). Association of the Functional Movement Screen With Injuries in Division I Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24, 163–170.