

# Analiza funkcionalnosti kretanja djece sportskih penjača primjenom funkcionalnog testiranja

---

**Marović, Anamaria**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**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:221:071086>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Specijalistički diplomski studij kineziologije, Trener sportskog penjanja

**ANALIZA FUNKCIONALNOSTI KRETANJA DJECE -  
SPORTSKIH PENJAČA PRIMJENOM FUNKCIONALNOG  
TESTIRANJA**

( ZAVRŠNI RAD )

**Studentica:**

Anamaria Marović

**Mentor:**

izv. prof. dr. sc. Dražen Čular

**Komentor:**

dr. sc. Tea Bešlija

Split, listopad 2020.

# SADRŽAJ RADA

1. UVOD .....	4
1.1. Uvod u sportsko penjanje.....	4
1.2. Tehnika i biomehanika sportskog penjanja .....	7
1.2. Functional movement screening (FMS) .....	9
2. CILJ RADA.....	11
3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA .....	11
4. METODE RADA .....	14
4.1. Uzorak ispitanika.....	14
4.2. Uzorak varijabli.....	14
4.2.1. Duboki čučanj.....	15
4.2.3. Iskorak u liniji .....	17
4.2.4. Pokretljivost ramena.....	18
4.2.5. Aktivno podizanje pružene noge .....	19
4.2.6. Sklek.....	20
4.2.7. Rotacijska stabilnost.....	21
4.3. Metode obrade podataka .....	22
5. REZULTATI I RASPRAVA .....	22
6. ZAKLJUČAK.....	28
7. LITERATURA.....	29

## **SAŽETAK**

Cilj ovog rada je utvrđivanje postojanja asimetrije u opsegu i kvaliteti pokreta na uzorku od 22 ispitanika, sportska penjača mlađih dobnih kategorija članova SPK Marulianus.

Uz pomoć FMS testa dijagnosticirat ćemo ograničenja u mobilnosti i stabilnosti ispitanika te asimetrije određenih dijelova tijela. Provedbom analize funkcionalnosti kretanja uviđamo da li problemi, disfunkcije i kompenzacije u pokretima proizlaze iz ograničenja u zglobovima, aktivnoj rastezljivosti ili motoričkoj kontroli. Ciljani rezultat ovog istraživanja ne izražava se maksimalnim rezultatom, već a/simetrijom lijeve i desne strane tijela.

**Ključne riječi:** asimetrija, sportsko penjanje, kompenzacija, FMS

## **ABSTRACT**

The objective of this graduation thesis is to determine assymetries in range and quality of the movement based on the sample of 22 individuals who are sports climbers in younger age categories of SPK Marulianus. Using the FMS test, we will diagnose the limitations in mobility and stability of examinee so as the assymetries in certain body parts. By analising the functionality of the movements we will find out if the disfunction problems and compensation come from limitations in joint movements, tissue flexibility or motorical control. Targeted result of this research is not determined by maximal performance but with the simmetry of left and right side.

**Key words:** assymetries, sport climbing, compesation, FMS

# 1. UVOD

## 1.1. Uvod u sportsko penjanje

Sportsko penjanje je sport u kojemu penjač za napredovanje koristi snagu, izdržljivost tijela i poznavanje tehnike penjanja, dok mu tehnička sredstva isključivo služe za osiguranje od pada. (Hrestak, 2008.)

Sportsko penjanje kao sportska aktivnost definirano je u dvije kategorije. Jedna kategorija je natjecateljsko sportsko penjanje koje se odvija na umjetnim i prirodnim stijenama, na otvorenom ili u dvorani. Druga kategorija je penjanje sportsko penjačkih smjerova na prirodnim stijenama. Obe kategorije nose zajednički naziv sportsko penjanje. Tehniku penjanja u prirodi ili u dvorani karakterizira sličan oblik kretanja, a razlika je isključivo u uvjetima na kojima se provodi (Booth i sur. 1999). Dvoransko penjanje karakterizira kretanje po umjetnoj stijeni korištenjem umjetnih hvatišta (za ruke) i nožišta (za noge). Korištenje bilo kakve pomoći i opreme u svrhu napredovanja nije prihvatljivo u sportskom penjanju.

Sportsko penjanje je sport koji posljednjih godina doživljava ekspanziju. Sport koji se samo desetljeće ranije smatrao ekstremnim sportom, namjenjenim malom broju adrenalinskih ovisnika, posljednjih godina sve više dobija na popularnosti. Jedan od razloga brzog razvoja ovog sporta je izgradnja velikog broja penjačkih dvorana s umjetnim stijenama što je dovelo i do jednostavnije mogućnosti održavanja natjecanja, uvođenja trenažnog procesa i sustavnog rada sa svim starosnim kategorijama.

Benefit penjanja po umjetnim stijenama u zatvorenom prostoru je mogućnost pristupa stručno osposobljenom osoblju koje može pojedinca voditi kroz tehnike penjanja kao i mogućnosti treninga na različitim težinama penjačkih smjerova. Penjanje po stijenama je vježba cijelog tijela usmjerena na trbušne mišiće, mišiće ruku, nogu, leđa i kukova, čak i u treningu vrlo malog inteziteta. Rezultati studije učinjene na doprinosu energetskeg sustava tijekom penjanja na umjetne stijene pokazali su da su glavni energetskegi sustavi koji se koriste tijekom penjanja na stijene aerobni i anaerobni alaktički sustav (Bertuzzi, Franchini, Kokubun & Kiss 2007). To ukazuje na to da je penjanje sveobuhvatan trening koji koristi i anaerobni i aerobni sustav, ali još uvijek može zadovoljiti početnike, stoga je penjanje po umjetnim stijenama idealna rekreativna aktivnost. Sportsko penjanje je aktivnost koja zahtijeva izdržljivost, okretnost, ravnotežu i mentalnu odlučnost; te može udovoljiti širokom rasponu nivoa fitnesa.

Rekreacijsko penjanje osim na prirodnim stijenama, održava se i na umjetnim, najčešće u dvije discipline: boulder i težinsko.



*Slika 1. Boulder penjanje (osobni izvor)*

Boulder penjanje je svladavanje smjerova na stijenama manjih visina koji se sastoje od par težih pokreta. Prilikom penjanja takvih smjerova ključnu ulogu imaju anaerobni kapaciteti, uglavnom glikolitički (Hrestak, 2008.) Taj oblik penjanja kratkih i teški detalja stijene iziskuje veliku maksimalnu snagu gornjeg dijela tijela.



*Slika 2. Penjanje na prirodnoj stijeni – težinsko (osobni izvor)*

Težinsko penjanje je penjanje smjerova na visokim stijenama na kojima je penjač od pada osiguran pojasom, užetom i kompletima, a osigurava ga penjački partner. Smjerovi u prirodi mogu biti jednodužinski ili smjerovi od više dužina. Za penjanje mjerova ovih dužina potrebna je mnogo veća izdržljivost nego kod boulder smjerova.

Sportsko penjanje ima i svoj natjecateljski oblik, te se sportsko penjačka natjecanja mogu se održavati u slijedećim disciplinama:

- a) Težinska natjecanja
- b) Brzinska natjecanja
- c) Boulder natjecanja
- d) Kombinacijska natjecanja

Težinskim natjecanjima smatra se natjecanje u kojima natjecatelj penje u vodstvu (osim u kategorijama mlađi cicibani, cicibani i mlađi kadeti koji penju s osiguranjem odozgo - na top rope), svi kompleti moraju biti ukopčani po redu, te kod kojih dosegnuta visina (u slučaju traverze i stropa – najveća dosegnuta udaljenost u liniji protezanja smjera) predstavlja kriterij za određivanje pozicije natjecatelja u tom krugu natjecanja.



*Slika 3. Natjecanje u težinskom penjanju (osobni izvor)*

Brzinska natjecanja su natjecanja u kojima natjecatelji penju osiguravani odozgo (top-rope) i

kod kojih je kriterij određivanja pozicije natjecatelja vrijeme koje im je potrebno za ispravno savladavanje smjera.

Boulder natjecanja sastoje se od niza pojedinih smjerova ispod kojih se nalazi strunjača, a penjači ih savladavaju nenavezani te broj dosegnutih vrhova i zona određuje pozicije natjecatelja.



*Slika 4. Natjecanje u boulder penjanju (Osobni izvor)*

Kombinacijska natjecanja se sastoji od težinskih, brzinskih i boulder natjecanja te se provode prema pravilima propisanim za svaku pojedinu disciplinu, ukupni zbroj sva tri natjecanja određuje pozicije natjecatelja.

Razvoj natjecanja kroz sve tri discipline, izazvao je interes i u međunarodnoj olimpijskoj zajednici, dovelo do prilagodbe disciplina interesu šire publike kroz novonastalu disciplinu kombinacija (combine), te je sportsko penjanje uvršteno u program Olimpijskih igara.

## 1.2. Tehnika i biomehanika sportskog penjanja

Sportsko penjanje je polistrukturalni aciklički sport kod kojeg je kretna struktura takva da se koristi veliki broj pokreta/kretnji koje se ne ponavljaju, te ovisno o nagibu podloge (stijene) ili o hvatištu, a tijelo se stalno nalazi u različitom pokretu/položaju (Hrestak, 2008.)



Zbog vrlo složenog gibanja u sportskom penjanju i s obzirom da je za vrijeme aktivnosti angažiran velik broj mišića različitih funkcija nemoguće je napraviti klasičnu anatomsku analizu i podijeliti mišiće na agoniste, antagoniste, sinergiste i fiksatore.

Funkcionalne značajke sportskog penjanja nisu jednake za sve discipline, a uspješno sportsko penjanje ovisi o kompleksnoj interakciji tih fizioloških i mnogih drugih faktora (Gile, Rhodes, Tauton, 2006). Po Lisici (2007) sportsko penjanje je zahtjevna kineziološka aktivnost u kojoj se od penjača očekuje da posjeduje određene psihološko-motoričko-morfološke karakteristike, te visoki stupanj mentalne kontrole. Uspješan penjač također mora biti tehnički osposobljen i posjedovati visoku razinu fizičke sposobnosti i mentalne stabilnosti (Horst, 2001). Iz perspektive stjecanja vještina, sposobnost penjanja smjera zasniva se na tome koliko učinkovito pojedinci mogu koordinirati perceptivno-motoričko ponašanje kako bi udovoljili međusobnim ograničenjima izvedbe (koja se odnose na međusobno povezane zadatke, pojedince i čimbenike okoliša).

U sportskom penjanju uglavnom prevladavaju anaerobni energetske procesi, koji se razlikuju ovisno o disciplini sportskog penjanja. Proizvodnja anaerobnih energetskih procesa i nastanak mliječne kiseline nastaje kada mišići svojim kontrakcijama, pri svladavanju težeeg pokreta u penjačkom smjeru stisnu arterije koje raznose kisik i hranjive tvari.

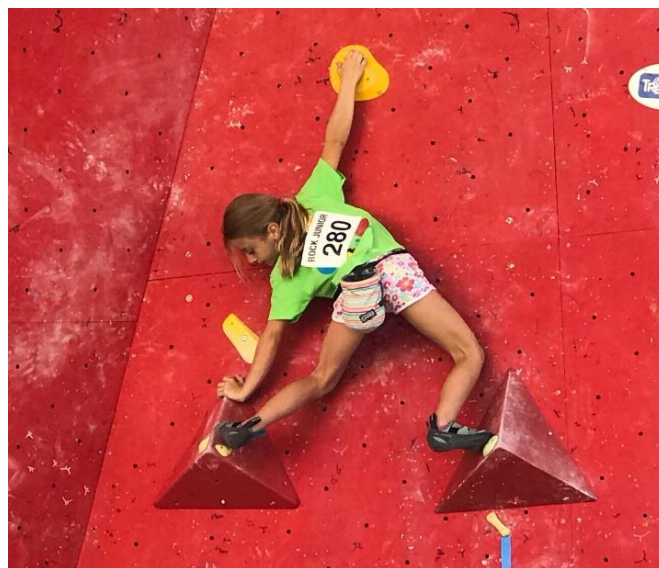
Biomehanički idealno kretanje penjača karakterizira što bolje postavljanje centra težišta tijela u odnosu na silu teže te održavanje konstantne srednje brzine kretanja sa što manje oscilacija u ritmu tijekom uspona (Kauer, Gebert, Werner, 1993). Sportsko penjanje informacijski vrlo zahtjevan, kompleksan i specifičan sport koji zahtjeva znatni intelektualni napor.

U studiji koja je ispitala karakteristike elitnih penjača, rezultati su pokazali da elitni penjači uglavnom imaju obilježja velike izdržljivosti ramenog pojasa, snage prstiju i fleksibilnosti kukova (Grant, Hynes, Whittaker i Aitchison, 1996). Drugo je istraživanje pokazalo da je fleksibilnost u kombinaciji sa specifičnim sportskim treningom ključna komponenta sportskog penjanja (Draper, Brent, Hodgson i Blackwell, 2009).

Sportsko penjanje zahtjeva povećan angažman ruku i ramenog pojasa, a pogotovo mišića fleksora prstiju (Gajewski, 2008). Fizički zahtjevi penjanja mogu varirati ovisno o smjeru i gradaciji njegove težine. Dok početnički smjerovi mogu biti relativno fizički nezahtjevni, teški smjerovi mogu imati visoke fizičke zahtjeve. Penjanje je fiziološki neobično zbog toga što zahtjeva naizmjenične i produžene izometričke mišićne kontrakcije (Sheel, 2004).

Penjući kratke boulder probleme, koji se otprilike sastoje od jednoga do četiri pokreta energija će se crpiti iz zaliha ATP-a i njegovog dobijanja pomoću ATP-CP sistema. Za duže boulder probleme i kraće smjerove od otprilike jedne do dvije minute trajanja, glavni izvor energije će biti onaj glikolitički. Na dugim i visokim smjerovima, gdje je intenzitet rada niži, glavni će se dio energije dobijati iz aerobnih izvora (Draper i dr., 2006).

Budući da sportsko penjanje zahtijeva visoku razinu pokretljivosti i tehničkih vještina, metoda Funkcionalnog testiranja (functional movement screening (FMS) mogla bi se koristiti kao ključni alat u procjeni asimetrija i slabosti u obrascima kretanja. Kao što je već spomenuto u Grant i sur. (1996), izdržljivost ramenog pojasa i fleksibilnost kukova važne su karakteristike penjača. FMS uključuje testove koji ne samo da procjenjuju ove atribute, već i neravnotežu pokreta cijelog tijela. FMS testiranje može sudionicima omogućiti da počnu poboljšavati svoje obrasce kretanja kako bi postali vještiji.



*Slika 5. Natjecanje u sportskom penjanju (osobni izvor)*

## 1.2. Functional movement screening (FMS)

Ovu metodu osmislili su 1995. godine Gray Cook i Lee Burton jer su smatrali da u klasičnim testiranjima vrlo često nedostaju temeljni ljudski pokreti preko kojih bi se na precizniji način mogli utvrditi mogući deficiti (Džeko i Milanović, 2010).

Filozofija FMS-a zagovara tezu da svaki mišić i zglobni sustav mora obavljati svoju temeljnu funkciju, kako bi tijelo kao cjelina funkcioniralo na učinkovit način (Cook, 2003). Također, ljudski lokomotorni sustav nije moguće tretirati kao skup nezavisnih dijelova, nego kao povezan i međusobno ovisan sustav koji u cijelosti ovisi o svakom svojem dijelu pa tako i najmanjemu (Myers, 2001). Princip zglob po zglob zagovara tezu kako svaki zglobni sustav mora obavljati svoju temeljnu specifičnu funkciju kako bi tijelo kao cjelina funkcioniralo na učinkovit način (Cook, 2003.). Jednako tako, ljudski lokomotorni sustav nije moguće tretirati kao skup nezavisnih dijelova, nego kao sustav međusobno povezanih i ovisnih dijelova (Myers, 2001.). Upravo zbog toga vrlo često se događa da problem nije na mjestu gdje se javlja bol, nego je najčešće bolno mjesto samo posljedica nekog drugog disbalansa u stabilnosti ili mobilnosti.

Testovi se koriste u svrhu funkcionalnosti pokreta, rehabilitaciju, kao pokazatelj nastanka ozljeda i za utvrđivanje razvoja nestabilnosti, smanjene pokretljivosti i asimetrije.

Ako je u sportaša postignuta dobra postura (držanje tijela), osigurana ravnomjerno razvijena jakost mišića i fleksibilnost (bez većih razlika između lijeve i desne strane tijela te dobar omjer između prednje i stražnje strane tijela) te dovoljno razvijena ravnoteža, onda se to može smatrati tijelom koje može podnijeti intenzivan trening u vrhunskom sportu.

## 2. CILJ RADA

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi asimetrije u opsegu i kvaliteti pokreta na uzorku od 20 ispitanika - sportskih penjača mladih dobnih kategorija članovi SPK Marulianus.

## 3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

S obzirom na relativno kratku povijest sportskog penjanja i činjenicu da je sportsko penjanje, unatoč sve većoj popularnosti dugo smatran ekstremnim sportom, postoji relativno mali broj istraživanja vezanih uz sport.

Važno naglasiti da bavljenje sportskim penjanjem ima pozitivan učinak kod pravilnog razvoja djece i mladih, a postoje i nalazi koju govore o psihoterapeutskom učinku kod određenih psihičkih poremećaja. Sve više se osoba uključuje u penjanje upravo zbog njegovog terapijskog djelovanja, a bavljenje penjanjem se također pokazalo kao dobra terapija kod bolova u leđima (Heitkamp, H.C., Warner C., Harstman T., 2005).

Chambers, C., Elder, A., Robertson, E. I sur, 2018. radili su studiju s pretpostavkom da će postojati snažna veza između rezultata na FMS testu i varijabli vremena penjanja do vrha penjačkog smjera na umjetnoj stijeni i opažanog napora prilikom penjanja. Prikupljanjem podataka i analizom otkrili su da nije pronađena značajna veza prilikom usporedbe rezultata FMS testa s RPE rezultatima, međutim, pronađena je značajna veza između vremena uspona na umjetnu stijenu i testa - Prednoženja ležeći na leđima (Active straight leg raise) i Skleka (Trunk stability push up) u FMS testu. Stoga je zaključeno da su ti testovi možda povezani sa sposobnošću penjanja. Zaključuju kako FMS testiranje može biti dobar sportski test za sportsko penjanje, ali studija bi trebala biti reproducirana u većem opsegu kako bi podržala rezultate.

Grant, Hynes, Whittaker i Aitchison (1996) su proveli istraživanja koja su pokazala da je fleksibilnost kukova bila važna karakteristika elitnih penjača

Draper, Brent, Hodgson i Blackwell (2009) napravili su studiju koja je sugerirala da je fleksibilnost bila ključna odrednica uspješnosti penjanja. Ukazuju da je fleksibilnost povezana s performansama, a penjači većih sposobnosti imaju bolju razinu fleksibilnosti, mjereno kroz testove koje su provodili. Test fleksibilnosti opterećenja stopala valjana je i pouzdana mjera

koja procjenjuje sposobnost penjača da koristi ekstremni raspon fleksije kuka. Predlažu test kao laboratorijsku mjeru pomoću uređaja za ispitivanje kao što je daska climbaflex.

Giles i sur. (2006) su u svom radu istaknuli da je dugotrajna mišićna izdržljivost, posebno izometrička te izdržljivost u ramenima i rukama od značajne važnosti kada govorimo o penjačkim sposobnostima. Nadalje, utvrđeno je kako fleksibilnost povezana sa specifičkim penjačkim pokretima (visoko podizanje noge i sl.) može biti korisna u poboljšanju penjačkih sposobnosti. Ovakva se saznanja poklapaju sa prijašnjim radom koji su proveli Grant i sur. (1996) koji su predložili snagu prstiju, ramenog obruča, izdržljivost te fleksibilnost kukova kao važne značajke u penjačkom treningu.

Watts (2004) je istraživao fiziološki odgovor organizma na penjanje. Dobio je podatke da je primitak kisika od 20 do 25 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> sa najvišim primitkom kisika od preko 30 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> što je jednako potrošnji energije od 10kcal/min<sup>-1</sup>. Zanimljivo je da su Watts & Drobish (1998) otkrili da povećanje nagiba u sportskom penjanju ima malo učinka na VO<sub>2</sub> ali je utjecalo na povećanje srčane frekvencije.

Grant i sur. (1996, 2001) su mjerili sile koje penjači proizvode sa prstima tako što su konstruirali specifičan dinamometar u kojem ruka stoji tako da su sva četiri prsta osim palca postavljena na ploči za mjerenje a lakat je pozicioniran i stabiliziran ispod ploče. ispitanici su tada maksimalnom snagom pritiskali ploču prema palcu, a mjerene su sile generirane od strane prstiju penjača izuzev palca. Koristeći ovu tehnologiju dobiveni su podaci da penjači mogu razviri veću silu od nepenjača ali nije pronađena razlika između vrhunskih penjača i rekreativaca.

Kauer, Gebert i Werner (1999) su proučavali tehniku penjača na natjecateljskom smjeru. Zanimalo ih je da li će svi penjači koristiti istu tehniku prilikom penjanja smjera. Otkrili su da put centra težišta penjača u frontalnoj i sagitalnoj ravini varira među ispitanicima što znači da postoje različita tehnička rješenja za jedan penjački pokret.

U dosadašnjim istraživanjima je utvrđeno da se treningom nedominantne strane tijela (Čular i sur., 2010) mogu ostvariti pozitivni učinci u pogledu razvoja nedominantne strane tijela te da se sistemom treninga koji kvantitativno jednako opterećuje dominantnu i nedominantnu stranu

tijela (Teixeira i sur., 2003) njihova razlika može smanjiti. Većina istraživanja asimetrije u sportu je provedena u području tenisa i to na temu morfološke asimetrije tenisača.

Čular, D. , Kolak, I. i sur. (2015) provode istraživanje asimetrije vezano uz sportsko penjanje i konstruiraju mjerni instrument za procjenu razlika u tehnici dohvata lijevom i desnom stranom tijela u sportskom penjanju, te provode validaciju istog. Dobiveni rezultati su potvrdili postavljenu hipotezu tako da novokonstruirani specifični mjerni instrument (Test) ima zadovoljavajuće metrijske karakteristike i može se koristiti za procjenu određivanja stupnja asimetrije u izvođenju tehnike dohvata između lijeve i desne strane tijela u sportskom penjanju.

Rezultati ovog istraživanja otvaraju mogućnost daljnjih istraživanja u području asimetrije u sportskom penjanju, a za izvođenje preciznijih i kvalitetnijih zaključaka buduća istraživanja bi se trebala provoditi na većem broju ispitanika različitih uzrasta.

## 4. METODE RADA

### 4.1. Uzorak ispitanika

Ispitivanje je provedeno nad natjecateljima mlađih uzrasnih kategorija. Sudjelovalo je 20 ispitanika od kojih 4 dječaka i 16 djevojčica dobi od 9 godina do 14 godina. Uvjet sudjelovanja na testiranju je bio da se sportskim penjanjem bave duže od godinu dana i da su redoviti na treningu ( $\geq 3$  puta tjedno). Među sudionicima podjednako su uključeni natjecatelji i rekreativci.

### 4.2. Uzorak varijabli

#### **Identifikacijske varijable**

1. **IIP** – ime i prezime ispitanika
2. **SPO** – Spol ispitanika; (1- muški; 2- ženski)
3. **DOB** – Dob ispitanika izražena u godinama

#### **Varijable antropometrijskih karakteristika**

1. **ATV** – Tjelesna visina (cm)
2. **ATT** – Tjelesna težina (kg)

#### **Varijable funkcionalne procjene pokreta (FMS)**

Funkcionalna procjena pokreta (FMS) je dijagnostička metoda za procjenu učinkovitosti lokomotornog sustava, koja se ponajviše odnosi na procjenu stabilnosti i mobilnosti različitih dijelova tijela, zasebno i u cjelini (Cook, 2011.; Džeko, 2010). FMS se bazira na sedam osnovnih podtestova pomoću kojih se dijagnosticiraju ograničenja u mobilnosti i stabilnosti ispitanika te različite asimetrije kako slijedi:

1. Duboki čučanj ( Deep squat )
2. Prekorak preko prepone ( Hurdle step )
3. Prednji iskorak u liniji ( In line lounge )
4. Mobilnost ramena ( Shoulder mobility )
5. Prednoženje ležeći na leđima ( Active straight leg raise )
6. Sklek ( Trunk stability push up )
7. Rotacijska stabilnost ( Rotary stability )

Svaki ispitanik je upućen u način izvođenja vježbe, teorijski i demonstracijom. Svaki ispitanik je imao pravo na tri pokušaja, a u analizi je korišten najbolje ocjenjen pokušaj. Ocjene i komentari sportaša bilježili se u tablici. Ocjene za svaki pojedinačni test su 1 do 3. U slučaju bolova u bilo kojem dijelu tijela tijekom izvođenja, test se ocjenjuje ocjenom nula.

U unilateralnim ili kontralateralnim testovima, (izvode se jednom rukom, odnosno nogom) ocjenjuju se obe strane tijela, a za ukupan rezultat uzima se najniži broj.

#### 4.2.1. Duboki čučanj

Duboki čučanj je osnovni pokret u većini atletskih disciplina. Početni je položaj za većinu pokreta snage koji uključuju donje ekstremitete. Duboki čučanj, kad se pravilno izvodi, aktivira kompletan lokomotorni sustav, zahtjeva posturalnu kontrolu kukova i zdjelice te optimalnu pokretljivost kukova i ramena. Koristi se za testiranje bilateralne, simetrične pokretljivosti kukova, koljena i gležnja te procjenjuje obostranu simetričnu pokretljivost skapularne regije, ramena te torakalne kralježnice.



*Slika 6. Čučanj (osobni izvor)*

**Opis:** Ispitanik zauzima početni položaj postavljanjem stopala približno širini ramena i poravnavanjem stopala u sagitalnoj ravnini. Stopala ne smiju biti u poziciji vanjske rotacije. Ispitanik postavlja palicu na vrh glave te postavlja palicu na način da su ruke u laktovima flektirane pod kutem od 90 stupnjeva. Nakon toga ispitanik ekstendira laktove odnosno ispruža



ruke prema gore sa pozicijom dovodi ramena u fleksiji, a lakat u potpunu ekstenziji s palicom iznad glave. Tada se ispitanik upućuje da se polako spusti u čučanj. Ispravan položaj u čučanju treba zauzeti da su pete na podu, glava i prsa okrenuta naprijed s palicom visoko iznad glave. Koljena trebaju biti položena u ravninu sa stopalima bez valgus pozicije tijekom izvođenja pokreta. Mogu se izvesti čak tri ponavljanja. Ako kriterij za ocjenu nije postignut, sportaš se zatim traži da test izvede s blokom 2x6 ispod peta. Ako je prisutna bol koja onemogućava izvođenja testa ocjena je nula.

#### 4.2.2. Prekorak preko prepone

Prekorak preko prepone osmišljen je da izazove ispravnu mehaniku koraka tijela tijekom koračnog pokreta. Pokret zahtijeva pravilnu koordinaciju i stabilnost između kukova i trupa, kao i stabilnost u položaju na jednoj nozi. Prekorak preko prepone procjenjuje bilateralnu funkcionalnu stabilnost i pokretljivost gležnja, koljena i kukova. Test također procjenjuje unilateranu kontrolu i stabilnost trupa i zdjelice te ističe funkcionalne nedostatke u simetričnosti.



*Slika 7. Prekorak preko prepone (osobni izvor)*

**Opis:** Za potrebe ovog testa potrebno je izmjeriti dužinu tibije na način da uputimo ispitanika da se postavi bočno u odnosu na instrument gdje se nalazi oznaka s centimetarskom skalom.

Nakon toga konopac se postavlja u razini tuberositasa tibije na jednoj i drugoj strani instrumenta. Ispitanik zauzima početni položaj tako da prvo postavi stopala zajedno i poravna prste dodirujući podnožje prepreke. Palica se postavlja preko ramena, iza vrata. Zatim se od ispitanika traži da napravi prekorak preko prepone te nogom u ispruženom položaju dodirne petom tlo. Zatim nogu u pokretu vraća u početni položaj. Test prekorak preko prepone izvodi se sporim tempom i pod kontrolom. Ako je prisutna bol tijekom izvođenja testa ocjena je nula.

#### 4.2.3. Iskorak u liniji

Iskorak u liniji pokušava postaviti tijelo u položaj koji će se usredotočiti na naprezanja simulirana tijekom rotacijskih, usporavajućih i bočnih pokreta. Iskorak u liniji, pokret gdje su donji ekstremiteti postavljeni suprotno od gornjih, primjer je recipročnog uzorka pokreta. Kako se test izvodi na uskoj bazi, izvedba zahtjeva dobru dinamičku kontrolu trupa i zdjelice s kukovima koji su u asimetričnoj poziciji te je potrebno da se odupru rotaciji i održe pravilno poravnanje. Ovim se testom procjenjuju pokretljivost i stabilnost kukova i gležnja, fleksibilnost kvadricepsa i stabilnost koljena.



*Slika 7. Iskorak u liniji (osobni izvor)*

**Opis:** Prilikom određivanja početne pozicije koju ispitanik treba zauzeti, potrebno je ponovo iskoristiti podatak o dužini tibije izmjerene u prošlom testu. S obzirom na dužinu tibije, petu prednje noge treba postaviti na centimetarsku skalu na mjesto koja odgovara dužini tibije.

Stopala se postavljaju u paralelnu poziciju u odnosu na bočne strane instrumenta pazeći da nisu u vanjskoj ili unutarnjoj rotaciji. Palica se postavlja iza leđa na način da ruka koja se nalazi suprotno od prednje noge pridržava palicu kod cervikalnog dijela, točnije kod cervikalne lordoze dok druga ruka koja je u ekstenziji, unutarnjoj rotaciji i adukciji pridržava palicu pored lumbalnog dijela kralježnice. Palica se postavlja tako da istovremeno dodiruje glavu, torakalni dio kralježnice i sakrum i treba zadržati vertikalnu poziciju tijekom izvođenja pokreta. Ispitanik se treba spustiti u poziciju iskoraka tako da koljenom dotakne instrument te se zadržavajući ravnotežu i kontrolirajući amplitudu pokreta vrati u početnu poziciju. Ako je prisutna bol tijekom izvođenja testa ocjena je nula.

#### 4.2.4. Pokretljivost ramena

Test pokretljivosti ramena procjenjuje bilateralni i recipročni opseg pokretljivosti ramena kombinirajući unutarnju rotaciju s adukcijom jednog ramena i vanjsku rotaciju s abdukcijom drugog te kontrolu skapularno-torakalne regije, torakalne kralježnice i skapulo-humeralnog kompleksa. Test također zahtijeva normalnu pokretljivost lopatice i ekstenziju prsne kralježnice.



*Slika 8. Pokretljivosti ramena (osobni izvor)*

Opis: Ispitivač prvo određuje duljinu ruke mjerenjem udaljenosti od distalnog nabora zapešća do vrha treće znamenke u inčima. Ispitanik se zatim upućuje da stisne obe šake, stavljajući palac unutar šake. Zatim se traži da zauzme maksimalno aduktirani, produženi i unutarnje rotirani položaj s jednim ramenom, a maksimalno abduktirani, savijeni i vanjsko rotirani

položaj s drugim. Tijekom testa ruke bi trebale ostati u šaci i trebale bi biti postavljene na leđa u jednom glatkom pokretu. Zatim ispitivač mjeri udaljenost između dvije najbliže koštane izbočine. Ako je prisutna bol tijekom izvođenja testa ocjena je nula.

#### 4.2.5. Aktivno podizanje pružene noge

Aktivno podizanje pružene noge testira aktivnu kontrolu trupa i pokretljivost kukova. Osim aktivne fleksiju kukova, pokret također zahtjeva i optimalnu ekstenziju kontralateralnog kuka. Test procjenjuje aktivnu disocijacije donjih ekstremiteta, te fleksibilnost tetive i gastrocnemiusa i soleusa noge kojom se pokret izvodi, te optimalnu fleksibilnost mišića psoasa majora, iliacusa te rectusa femoris nepomične noge.



*Slika 9. Aktivno podizanje pružene noge (osobni izvor)*

**Opis:** Nakon što ispitanik zauzme početni položaj u ležećem položaju s rukama u anatomskom položaju i s glavom ravno na podu, ispitivač identificira srednju točku između anatomske točke spine iliace anterior superior na zdjelici i centar koljenog zgloba i na taj položaj okomito na tlo postavlja palicu. Zatim se upućuje ispitanika da podigne ispitnu nogu s ispruženim koljenom i dorzifleksiranim gležnjem. Tijekom testa suprotno koljeno treba ostati u dodiru s tlom, nožni prsti trebaju ostati usmjereni prema gore, a glava ostaje ravna na tlu. Kad ispitanik podigne nogu do najviše pozicije, bilježi se pozicija maleola. Ukoliko je maleol prešao palicu, bilježi se ocjena tri. Ako je prisutna bol tijekom izvođenja testa ocjena je nula.

#### 4.2.6. Sklek

Sklek testira sposobnost refleksne stabilizacije trupa u sagitalnoj ravnini tijekom simetričnog kretanja gornjih ekstremiteta, odnosno stabiliziranja kralježnice u prednjoj i stražnjoj ravnini tijekom pokreta zatvorenog lanca gornjeg dijela tijela. Loše performanse tijekom ovog testa mogu se pripisati lošoj stabilnosti stabilizatora trupa. Rotacija trupa i ekstenzija dvije su najčešće strategije kompenzacije koje ukazuju da se pokret izvodi prvo voljnim mišićima prije uključivanja mišića stabilizatora. Ako trup tijekom tih aktivnosti nema odgovarajuću stabilnost, kinetička energija će se raspršiti i dovesti do loših funkcionalnih performansi, kao i potencijala za mikrotraumatične ozljede.



*Slika 10. Sklek (osobni izvor)*

**Opis:** Ispitanik zauzima položaj u proniranoj poziciji sa skupljenim stopalima, te rukama postavljenim na dlanove u širini. Koljena su u potpunosti ispružena, a gležnjevi dorzifleksirani. Tijekom ovog testa muškarci i žene imaju različite početne položaje ruku. Početna pozicija dlanova za muškarce je u razini čela rukama razmaknutim na način da čini 90 stupnjeva u fleksiji lakta. Početna pozicija dlanova za žene je u širini brade, a laktovi se postavljaju na isti način kao i kod muškaraca. Od ispitanika se traži da izvede jedan sklek u ovom položaju. Tijelo treba podići kao jedinicu na način da se kukovi i trup u ravnomjerno podižu od tla.; prilikom izvođenja ovog skleka ne smije doći do "zaostajanja" u lumbalnoj kralježnici. Ako ispitanik ne može izvesti test iz prve pozicije, dlanovi se pomiču u olakšanu poziciju. Ocjena tri se daje

ukoliko je test uspješno izveden s dlanovima u razini čela (muškarci) ili brade (žene). Ocjena dva se daje ukoliko ispitanik uspješno izvede test s dlanovima u razini brade (muškarci) ili u razini ramena (žene). Ukoliko ispitanik neuspješno izvede sklek za ocjenu dva, dodjeljuje se ocjena jedan. Ako je prisutna bol tijekom izvođenja testa ocjena je nula.

#### 4.2.7. Rotacijska stabilnost

Test rotacijske stabilnosti složen je pokret koji zahtijeva pravilnu neuromuskularnu koordinaciju i prijenos energije iz jednog segmenta tijela u drugi kroz trup. Test rotacijske stabilnosti procjenjuje stabilnost trupa više ravnina tijekom kombiniranog kretanja gornjih i donjih ekstremiteta, zahtjeva optimalnu pokretljivost, stabilnost i koordinaciju trupa u skladu s ekstremitetima (Cook i sur 2014).



*Slika 11. Rotacijska stabilnost (osobni izvor)*

**Opis:** Ispitanik zauzima početni položaj upora četveronoške s ramenima i bokovima na 90 stupnjeva u odnosu na trup s instrumentom između ruku i nogu. Koljena su postavljena na 90 stupnjeva, a gležnjevi trebaju biti dorsifleksirani. Potom ispitanik radi fleksiju u ramenu i podiže nogu na istoj strani opružajući je unatrag do visine kuka. Ispitanik treba simultano flektirati rame i ekstenirati kuk i koljeno te nakon te pozicije dotaknuti laktom koljeno zadržavajući tijelo u liniji s instrumentom koji se nalazi ispod trupa, paralelno s tijelom. Da bi se mogao izvesti pokret i na kraju dodirnuti laktom koljeno. u ovom testu dozvoljena je fleksija. Test se izvodi obostrano.

### 4.3. Metode obrade podataka

Podaci za istraživanje su prikupljeni u sportsko-penjačkom centru SPK Marulianus. Mjerenja su proveli kineziolozi, a procjenu FMS testa iskusni ocjenjivač s titulom doktora znanosti u području kineziologije. Za analizu deskriptivnih pokazatelja korišten je program Statistica for Windows 7.0, a Aplikacija Microsoft Excel je korištena za grafički prikaz dobivenih rezultata.

## 5. REZULTATI I RASPRAVA

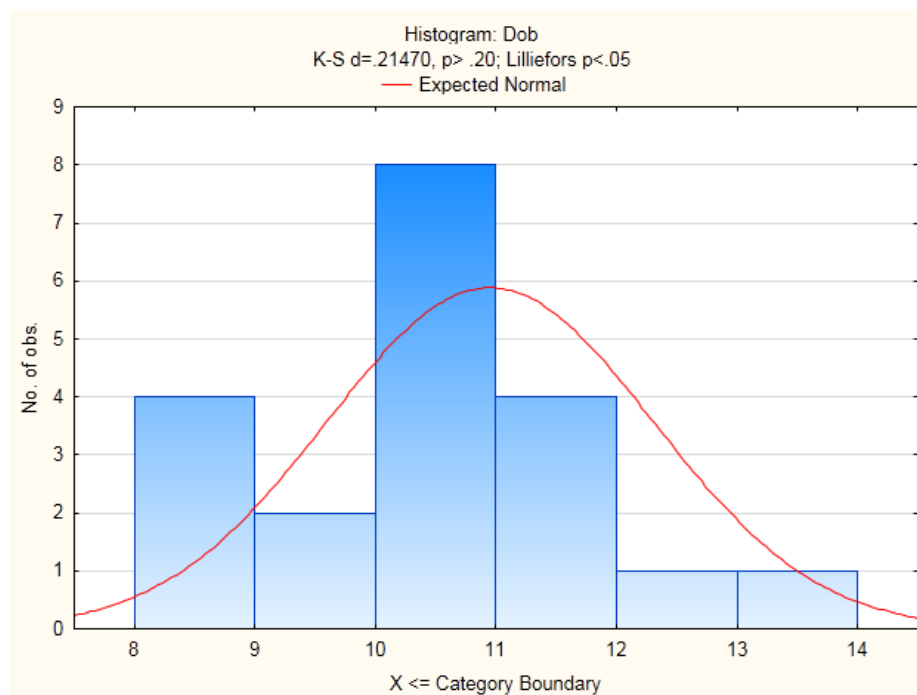
Tablica 1. Deskriptivna statistika uzorka

**Tablica 1.** Deskriptivni statistički pokazatelji morfoloških varijabli, aritmetičke sredine (AS), minimum (MIN), maksimum (MAX), standardne devijacije (SD), skewness (SKEW), kurtosis (KURT), Kolmogorov Smirnov test (KS). (n=20).

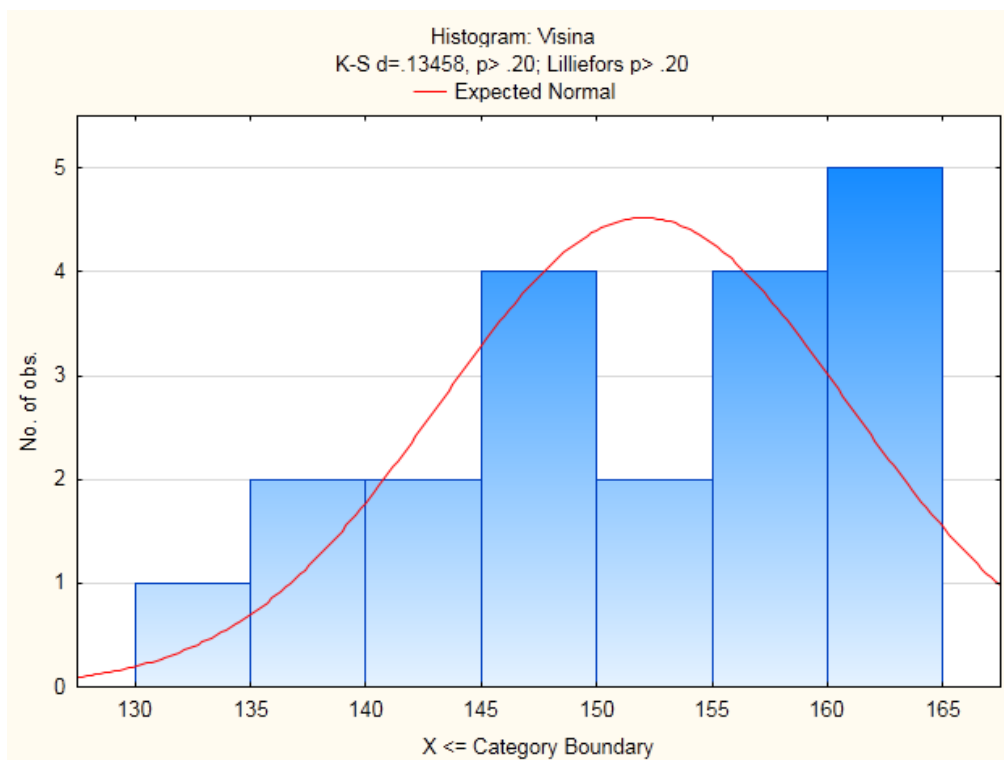
	AS±SD	MIN	MAX	SKEW.	KURT.	KS
<b>DOB</b>	10,95±1,35	9,00	14,00	0,24	0,05	0,21
<b>ATV</b>	152,05±8,82	134,00	163,00	-0,46	-0,86	0,13
<b>ATT</b>	41,43±6,93	30,00	55,00	0,50	-0,30	0,10

**Legenda :** **DOB** – Dob ispitanika izražena u godinama, **ATV**- tjelesna visina (cm), **ATT** - tjelesna težina (Kg), **ATT** – tjelesna težina (cm)

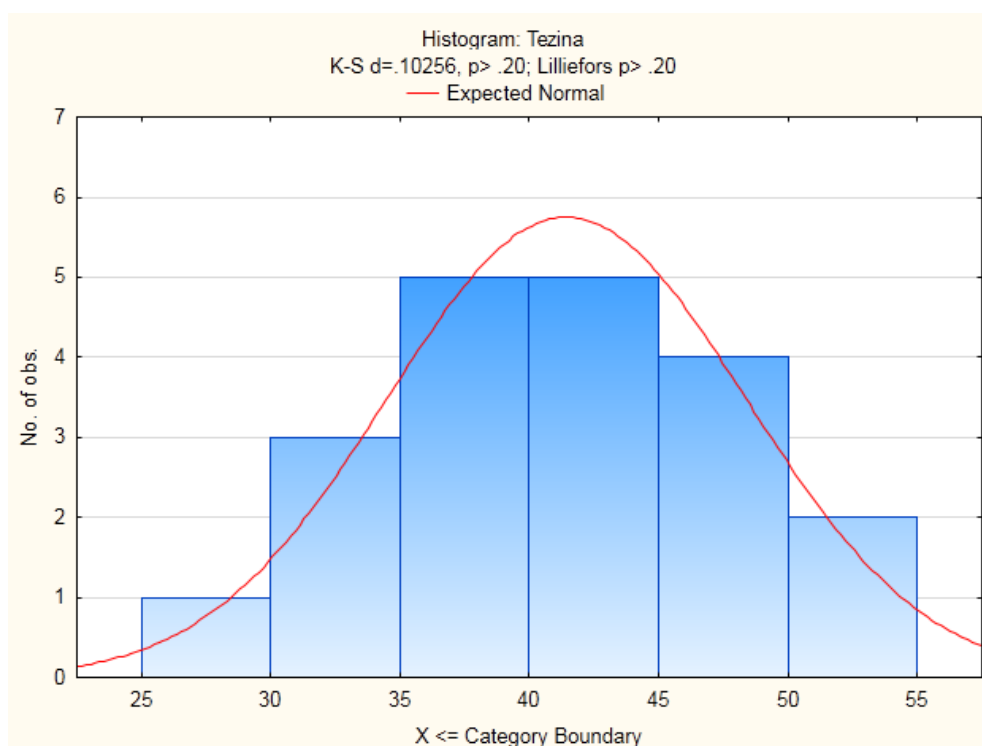
#### Grafički prikaz 1 varijabla DOB (u godinama)



## Grafički prikaz 2 varijable ATV – tjelesna visina (cm)



## Grafički prikaz 3 varijabla ATT – tjelesna težina (kg)



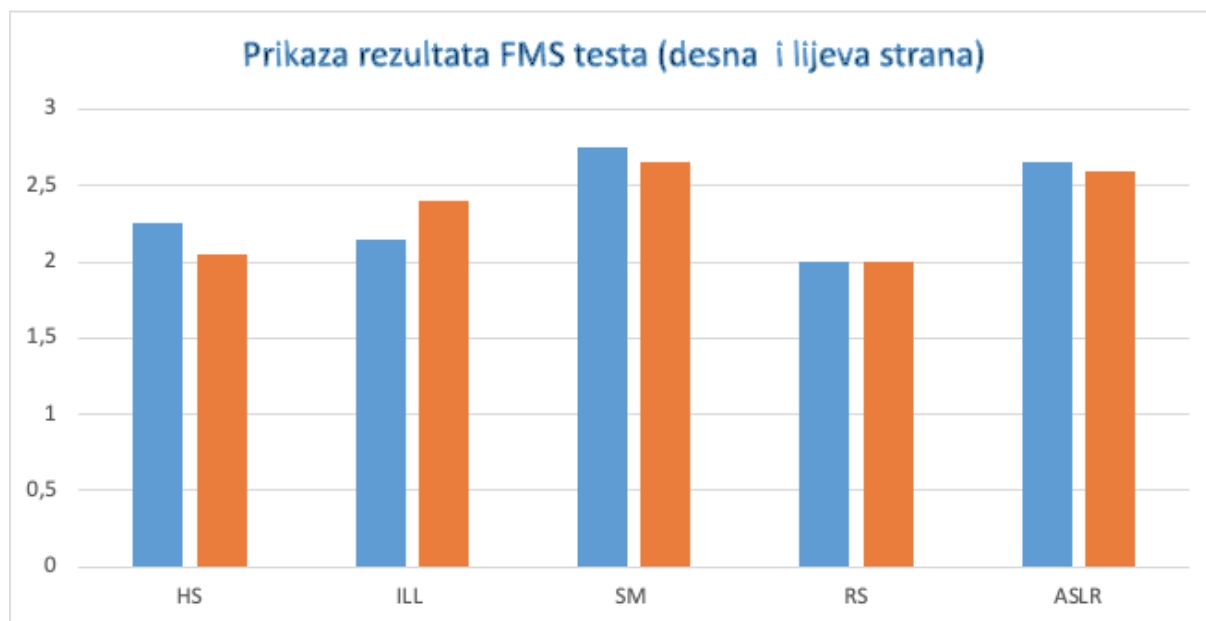


**Tablica 2. Rezultati FMS testa**

br.	Prekorak		Iskorak u liniji		Mobilnost ramena		Rotacijska stabilnost		Prednoženje ležeći		Čučanj	Sklek
	HSd	HSI	ILLd	ILLI	SMD	SMI	RSd	RSI	ASLRd	ASLRI	DS	PU
1.	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2
2.	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2
3.	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2
4.	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2
5.	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2
6.	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
7.	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	1
8.	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2
9.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10.	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2
11.	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2
12.	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2
13.	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3
14.	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
15.	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
16.	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2
17.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18.	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3
19.	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2
20.	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2

**Legenda:** **HSd** - prekorak desnom nogom , **HSI** -prekorak lijevom nogom, **ILLd** – iskorak u liniji desnom nogom, **ILLI** - iskorak u liniji lijevom nogom, **SMD** - mobilnost desnog ramena, **SMI**- mobilnost lijevog ramena, **RSd** – rotacijska stabilnost desna, **RSI** – rotacijska stabilnost lijeva, **ASLRd** - Prednoženje ležeći desna, **ASLRI** - Prednoženje ležeći lijeva, **DS** – čučanj, **PU** - sklek

#### Grafički prikaz 4. Rezultati asimetrije lijeve i desne strane mjereni FMS testom



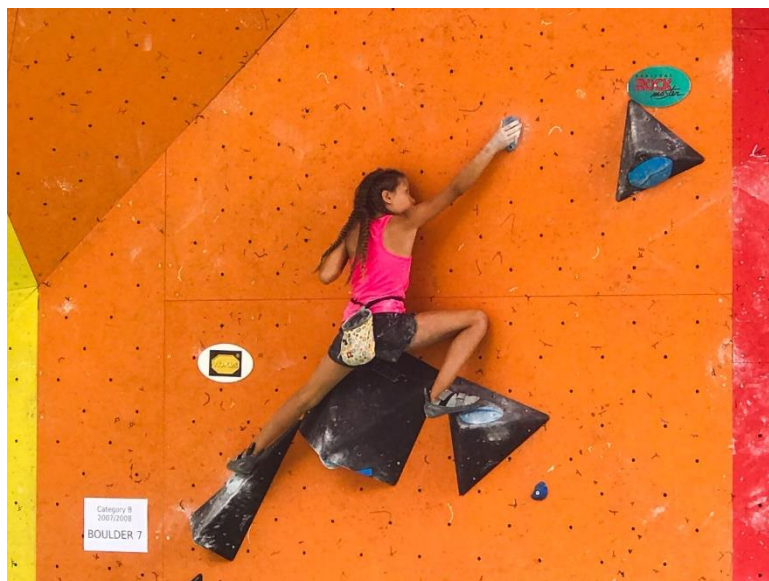
**Legenda:** **HS** - prekorak nogom, **ILL** – iskorak u liniji, **SM** - mobilnost ramena, **RSd** – rotacijska stabilnost, **ASLR** - Prednoženje ležeći

**Tablica 4. Prikaz asimetrije po testovima**

	HS	ILL	SM	RS	ASLR
Vrijednosti u %	20 D	25 L	20 D	0	5 D

**Legenda:** HS - prekorak, ILL - iskorak u liniji, SM - mobilnost ramena, RS - rotacijska stabilnost, ASLR - prednoženje ležeći

Iz Grafičkog prikaza 4. možemo vidjeti da se od pet testova koji procjenjuju obje strane tijela asimetrija pojavljuje u 4 testa. Najveće lateralna asimetrija je u testu In line lounge (iskorak u liniji), a ona je prisutna u 25% ispitanika. Ovim se testom procjenjuju pokretljivost i stabilnost kukova i gležnja, fleksibilnost kvadricepsa i stabilnost koljena što je jako specifična kretnja u sportskom penjanju, a koja se u praktičnoj primjeni može vidjeti na slici 12.



*Slika 12. Primjer iskoraka u liniji i rotacijske stabilnosti (osobni izvor)*

Dvadeset posto ispitanika pokazalo je asimetriju u testu Hurdle step (prekorak) koji prikazuje procjenu unilaterne stabilnosti i kontrole zdjelice i trupa iz koje se mogu vidjeti funkcionalni nedostaci u simetričnosti. Isti postotak pokazali su ispitanici u testu Shoulder mobility (mobilnost ramena), koji prikazuje mobilnost u ramenom zglobu prilikom izvođenja kretnji vanjske i unutrašnje rotacije zgloba ramena.



*Slika 13. Primjer potrebe pokretljivosti ramena u sportskom penjanju (osobni izvor)*

Test za procjenu fleksibilnosti stražnje strane natkoljenice Active straight leg raise (aktivno podizanje ispružene noge) usporedbom rezultata pokazao je asimetriju od 5%. Među ispitanicima nije bilo asimetrijskih vrijednosti u testu Rotary stability.



*Slika 14. Primjer aktivnog podizanja ispružene noge u sportskom penjanju (osobni izvor)*

Ono što je zanimljivo je činjenica da je ukupno 40% ispitanika ima asimetriju u samo jednom testu, dok 5% ispitanika ima asimetriju u dva testa. Rezultati nisu pokazali da u uzorku ima ispitanika koji su pokazali tri i više asimetrija što je jako interesntno obziorm da se radi o uzorku koji pripada sportu koji zahtjeva simtričan razvoj obiju strana tijela.

## 6. ZAKLJUČAK

Provedbom analize funkcionalnosti kretanja uviđamo da li problemi, disfunkcije i kompenzacije u pokretima proizlaze iz ograničenja u zglobovima, tkivnoj rastezljivosti ili motoričkoj kontroli. Ciljani rezultat ovog istraživanja/testa ne izražava se maksimalnim rezultatom, već simetrijom odnosno asimetrijom lijeve i desne strane tijela. Dobiveni rezultati su inicijalni pokazatelj trenerima kako bi individualiziranim pristupom dizajnirali trenažne procese s ciljem povećanja simetrije odnosno smanjenja asimetrije čije se postojanje pokazalo u ovom istraživanju. U budućim istraživanjima bilo bi zanimljivo vidjeti postoji li veza između asimetrije tijela mjerene FMS testom i testa razlike u tehnici dohvata koji su konstruirali Čular i sur. 2018. god.

## 7. LITERATURA

1. Bertuzzi, R. M., Franchini, E., Kokubun, E., Kiss, M. M. (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European Journal Of Applied Physiology*, 101(3), 293-300.
2. Bompa, T.O. (2000). *Cjelokupan trening za mlade pobjednike*. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez, Udruga hrvatskih košarkaških trenera Zagreb.
3. Bompa, T.O. (2000). *Periodizacija, teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Hrvatski košarkaški savez, Udruga hrvatskih košarkaških trenera Zagreb.
4. Booth, J., F. Marino, C. Hill, T. Gwinn. (1999). Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *British Journal of Sports Medicine*, 33, 14-18.
5. Brent, S., Draper, N., Hodgson, C., & Blackwell, G. (2009). Development of a performance assessment tool for rock climbers. *European Journal Of Sport Science*, 9(3), 159-167.
6. Chambers, C., Elder, A., Robertson, E. (2018). *Relationship Between Functional Movement Screening Scores and Climbing Performance while Rock Climbing Indoors*
7. Cook G. (2010) *Movement. Functional Movement Systems: Screening, Assessment and Corrective Strategies*. Aptos: On Target Publications.
8. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 2006; 1(3):132-139.
9. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 1(2): 62-72.
10. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B.J., Voight, M., (2014.) Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2
11. Čular, D., Dhahbi, W., Kolak, I., Iacono, A. D., Bešlija, T., Laffaye, G., & Padulo, J. (2018). Reliability, sensitivity, and minimal detectable change of a new specific climbing test for assessing asymmetry in reach technique. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1.
12. Čular, D., Miletić, Đ., Miletić, A. (2010). Influence of dominant and non-dominant bodside on specific performance in taekwondo. *Kinesiology*, 42(2), 184-193.7.
13. Delavier, F. (2001). *Strength training anatomy*. Champaign, IL: Human Kinetics.
14. Draper, N., Bird, L.E, Coleman, I., Hodgson, C. (2006). *Effects of Active Recovery on Lactate Concentration, Heart Rate and RPE in Climbing*
15. Draper, N., Brent, S., Hodgson, C. I. and Blackwell, G. (2009) Flexibility assessment and the role of flexibility as a determinant of performance in rock climbing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9 (1). pp. 67-89.
16. Džeko D, Milanović L. Funkcionalna procjena pokreta. *Kondicijski trening*. 2010;8(2):23-27.
17. Ferguson R.A., Brown M.D. (1997). *Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects*

18. Gajewski, J., Jarosiewicz, B. (2008). Post-exercise decrease in handgrip force following a single training session in male and female climbers. *Human movement*. 9 (2), 121-123.
19. Gile, L.V., Rhodes, E.C. i Taunton, J.E. (2006). *The physiology of rock climbing*. Sports Med 36:529–545
20. Grant, S, Hasler, T, Davies, C, Aitchison, TC, Wilson, J i Whitaker, A. (2001). A comparison of the anthropometric, strength, endurance, and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *Journal of Sport Sciences* 19: 499-505.
21. Grant, S., Hynes, V., Whittaker, A., & Aitchison, T. (1996). Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of sports sciences*, 14(4), 301-309.
22. Heitkamp HC, Worner C, Horstmann T. (2005). Sport climbing with adolescents: effect on spine stabilising muscle strength. *Sportverletzung Sportschaden* 19(1):28-32
23. Hochholzer T., Schoeffl V. (2003). *One move too many...*
24. Horst, Eric J. (2001). *Training for Climbing: The Definitive Guide for Improving Your Climbing Performance*. Guilford, CT: Falcon Press.
25. Hrestak, S. (2008). *Prevenција ozljeda u sportskom penjanju. Diplomski rad*. Zagreb: Društveno veleučilište u Zagrebu, Odjel za izobrazbu trenera, pri Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.
26. Hrestak, S., Janković, D. (2008), Sportsko penjanje
27. Janot, J. M., Steffen, J. P., Porcari, J. P., & Maher, M. A. (2000). Heart rate responses and perceived exertion for beginner and recreational sport climbers during indoor climbing. *Journal of Exercise Physiology Online*, 3(1).
28. Kauer, B., W. Gebert, I. Werner. (1999). Three-dimensional analysis of rock climbing techniques. U: *First International Conference on Science and Technology in Climbing and Mountaineering*, Leeds, UK
29. Kolak, I. (2015.) *Konstrukcija i validacija testa za procjenu razlika u tehnici dohvata lijevom i desnom stranom tijela u sportskom penjanju. Magistarski rad*.
30. Lambson, R. B., Barnhill, B. S., & Higgins, R. W. (1996). Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: a three-year prospective study. *The American journal of sports medicine*, 24(2), 155-159.
31. Lisica, I. (2007). *Prepoznavanje nadarenosti i selekcija u sportskom penjanju. Diplomski rad*. Split: Fakultet prirodoslovno matematičkih znanosti i odgojnih područja u Splitu, Zavod za kineziologiju.
32. Milanović, D. (1997). *Priručnik za sportske trenere*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
33. Milanović, D., Šalaj, S., Gregov, C. (2011.). *Nove tehnologije u dijagnostici pripremljenosti sportaša*
34. Nelson, H. L., & Sahrman, S. A. (2014). On "The human movement system: our professional identity..." Sahrman SA. *Phys Ther*. 2014; 94: 1034-1042/Author Response. *Physical therapy*, 94(11), 1676.
35. *Pravilnik o natjecanjima u sportskom penjanju u HPS-u*, [www.hps.hr](http://www.hps.hr)

36. Sheel, A.W. (2004) Physiology of sport rock climbing. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 355-359
37. Teixeira, L. A., M. V. M. Silva, M. A. Carvalho (2003). Reduction of lateral asymmetries in dribbling: The role of bilateral practice. *Laterality* 8 (1): 53-65.
38. Watts P.B., Newbury V., Sulentic J. (1996). *Acute changes in handgrip*
39. Watts, P.B. (2004) Physiology of difficult rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 361-372.