

# Analiza razlika parametara brzine i udaljenosti šutiranja između ljevaka i dešnjaka u elitnom rukometu

---

Ivišić, Antonela Karmen

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:221:221669>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-01**



Repository / Repozitorij:

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



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET  
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ KINEZIOLOGIJE

**ANALIZA RAZLIKA PARAMETARA  
BRZINE I UDALJENOSTI ŠUTIRANJA  
IZMEĐU LJEVAKA I DEŠNJAKA U  
ELITNOM RUKOMETU**

(DIPLOMSKI RAD)

**Student:**

Antonela Karmen Ivišić

**Mentor:**

doc.dr.sc. Nikola Foretić

**Sumentor:**

doc.dr.sc. Šime Veršić

Split, 2024

## Sadržaj

1. UVOD.....	5
1.1. Ljevorukost u sportu .....	6
1.2. Ljevorukost u rukometu.....	6
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	8
3. CILJ RADA.....	10
4. HIPOTEZE .....	11
5. METODE RADA .....	12
5.1. Uzorak ispitanika .....	12
5.2. Uzorak varijabli .....	12
5.3. Metode obrade podataka.....	15
6. REZULTATI I RASPRAVA.....	16
<i>Ograničenja i prednosti</i> .....	21
7. ZAKLJUČAK.....	23
8. LITERATURA .....	24

## SAŽETAK

Dominantnost ruke može se promatrati kroz taktički aspekt geometrije rukometne utakmice. Stoga, cilj ovog istraživanja bio je ispitati asimetriju između brzine šuta i udaljenosti kod ljevaka i dešnjaka rukometaša. Također, utvrditi postojanost razlika između postignutih i promašenih šuteva. Analizirani su podaci rukometnih igrača, sudionika EHF Europskog prvenstva 2024., održanog u Njemačkoj. Analiza je uključivala 238 igrača, podijeljenih u dvije skupine (ljevoruki (N=112) i desnoruki igrači (N=126)). Prikupljeno je i analizirano 5710 šuteva igrača. Rezultati su pokazali da ljevoruki igrači imaju veći postotak postizanja pogotka (63,08%) nasprem dešnjaka (57,86%). Dešnjaci su pucali većom brzinom (101,38±18,00 km/h) u odnosu na ljevake (99,36±18,89 km/h). Slična razlika uočena je i u daljini šuta (7,61±2,23 m; odnosno 7,42±2,59 m). Nadalje, udaljenost šutiranja razlikuje se između postignutih i promašenih pogodaka (dešnjaci (p<0,00); ljevaci p<0,00). Navedeni rezultati upućuju na postojanje asimetrije kod ljevaka i dešnjaka u oba parametra. Također, veća učinkovitost desne strane rukometnog tima može dovesti do asimetrije u geometriji rukometne utakmice. Zaključno, podaci sugeriraju značajne razlike uz nisku primjenjivost rezultata.

Ključne riječi: rukomet, brzina, udaljenost, ljevaci, dešnjaci, elitni igrači

## ABSTRACT

Handedness dominance could be observed in the tactical aspect of a handball match geometry. Therefore, this study aimed to examine the asymmetry between shooting velocity and distance in left- and right-handed handball players. Also, to see if there is a difference between scored and missed shots. Data was obtained from players participating in the EHF European Championship 2024, held in Germany. Additionally, 238 players were analysed during the whole championship. They were divided into two groups (left (N=112) and right-handed players (N=126)). 5710 shots from players were collected and analysed. The results show that left-handed players have a higher score percentage (63.08%) than right-handed players (57.86%). Right-handed players shot at higher velocity (101.38±18.00 km/h) than left-handed players (99.36±18.89 km/h). A similar difference is observed in the distance of the shot (7.61±2.23 m; and 7.42±2.59 m, respectively). The distance of the shot differs between scored and missed shots (right-handed (p<0.00); left-handed p<0.00). Such findings suggest that

asymmetry in left- and right-handed players is present, in both parameters. Also, the higher efficiency of the right side of the handball team can lead to asymmetry in the geometry of the handball match. Finally, data suggest significance, low applicability is observed.

Keywords: handball, velocity, distance, left-handed, right-handed, elite players

## 1. UVOD

Rukomet je ranije definiran kao fizički, tehnički i taktički zahtjevna timska sportska igra (C. Karcher & M. Buchheit, 2017). Učinkovitost izvedbe ovisi o različitim individualnim vještinama i interakcijama između različitih igrača unutar tima (Shalfawi, Seiler, Tønnessen, & Haugen, 2014). U prethodnim istraživanjima, brzina šutiranja i preciznost šutiranja na gol, definirane su kao jedne od navažnijih čimbenika uspješnosti (Chelly, Hermassi, & Shephard, 2010; Granados, Izquierdo, IbÁÑez, Ruesta, & Gorostiaga, 2008). Nadalje, šutiranje u rukometu se dijeli u dvije skupine: šutiranje iz mjesta i šutiranje iz skoka (skok-šut). Prema Rousanoglou, Noutsos, Bayios, and Boudolos (2014) skok-šut je zastupljeniji oblik šutiranja u rukometu te je fizički i tehnički zahtjevniji od šutiranja iz mjesta. Također, neovisno o obliku šutiranja, brzina šutiranja se smatra najvažnijim aspektom kada je riječ o učinkovitosti šutiranja (Fleck et al., 1992; Rivilla-Garcia, Grande, Sampedro, & Van Den Tillaar, 2011).

U rukometu, za svaku momčad nastupa sedam igrača. Utakmice su podijeljene u dva poluvremena po 30 minuta te je glavni cilj postići više golova u odnosu na protivnika (Michalsik & Aagaard, 2015). Igračke pozicije dijele se na vratara, krilne igrače, vanjske igrače (lijevi, desni i srednji) i pivota. Također, geometrija igre ili linije šutiranja mogu se smatrati vrijednima u istraživanju šutiranja. Prema Rivilla-Garcia, Calvo, and Van den Tillaar (2016), napadači druge linije (vanjski igrači) šutiraju većom brzinom u odnosu na napadače prve linije (krilni igrači i pivot). Nadalje, autori zaključuju da antropometrijske karakteristike i zahtjevi igračkih pozicija definiraju razlike između napadačkih linija u brzini šutiranja. S druge strane, Zapartidis et al. (2009) nisu pronašli razlike u brzini šutiranja kod mladih rukometašica prema igračkim pozicijama. Međutim, potrebno je istaknuti kako se učinkovitost šutiranja u rukometu promatra kroz postotak postignutih šuteva.

## 1.1.Ljevorukost u sportu

Ljevorukost čini oko 10-12% opće populacije, s učestalijom disproporcijom u interaktivnim sportovima (Akpınar & Bicer, 2014). Također, u posljednja dva desetljeća, dominantnost ruke unutar sportske populacije postaje sve popularniji čimbenik u kontekstu istraživanja (Grouios, Tsorbatzoudis, Alexandris, & Barkoukis, 2000). Uz brojne hipoteze kojima je cilj objasniti dominaciju dešnjaka u općoj populaciji (Annett, 1972; Galaburda, LeMay, Kemper, & Geschwind, 1978; Ramaley, 1913), neki od autora svoju pozornost usmjerili su na ispitivanje zastupljenosti ljevaka u sportu. Uzimajući u obzir različite sportske zahtjeve, prethodno je istraživano i pitanje prednosti u kontekstu sportske izvedbe. Shodno tome, neki od autora su proučavali ljevorukost kao svojevrsnu prednost unutar tri sporta; kriket, tenis i nogomet (Wood & Aggleton, 1989). Drugi su pak proučavali postoji li smanjena razvijenost sport-specifične sposobnosti opažanja obrazaca kretanja lijevorukih igrača u tenisu usporedbi s obrascima desnorukih igrača (Hagemann, 2009). Također, Ziyagil, Gursoy, Dane, and Yuksel (2010) istraživali su ljevorukost elitnih hrvča.

## 1.2.Ljevorukost u rukometu

Zahtjevi rukometne igre u velikoj mjeri ovise o igračkim pozicijama, što objašnjava znatnu razliku u tehničkom, antropometrijskom i fizičkom profilu izvedbe igrača, reprezentativnih za pojedinu poziciju (Karcher & Buchheit, 2014). Za potrebe organizacije igre kao i za učinkovite cirkulacije lopte, na terenu su potrebna najmanje dva lijevoruka igrača za vrijeme utakmica (C. Karcher & M. J. S. Buchheit, 2017). U modernom rukometu lijevoruki igrači se postavljaju na desnu stranu tijekom napada i na lijevu stranu prilikom obrane zbog njihove prednosti na tim igračkim pozicijama. Štoviše, treneri češće postavljaju lijevoruke igrače na poziciju srednjeg vanjskog napadača zbog njihovih svojstvenih obrazaca kretanja, što rezultira ostvarivanjem taktičke prednosti. Imajući u vidu interaktivne dijelove rukometnih utakmica te poštivajući dosadašnja istraživanja, potrebno je istaknuti potrebu za istraživanjem dominantnosti ruke kao

utjecajnog faktora. Uza sve navedeno, zanimljiv trend dominacije ljevorukosti u rukometu implicira potrebu za detaljnijom analizom.



## 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Dosadašnja istraživanja brzinu šuta analizirali su temeljem antropometrijskih pokazatelja igrača (npr. tjelesna masa, tjelesna visina, veličina ruke i raspon ruku) (Debanne & Laffaye, 2011). Na uzorku vrhunskih rukometaša (n=42), autori prikazuju kako najvažniji prediktor brzine šutiranja predstavlja eksplozivna snaga gornjih ekstremiteta (bacanje medicine u dalj). Dok je u okviru antropometrijskih varijabli, tjelesna masa najvažniji prediktor za brzinu šutiranja.

Izuzev toga, Rivilla-Garcia et al. (2016) istraživali su igračke pozicije ili udaljenost od gola kao jedne od presudnih faktora izvođenja preciznog i brzog šutiranja kod rukometaša (n=94). Prethodno istraživanje navodi kako igrači druge linije (n=49) (vanjski i srednji igrači) šutiraju brže od igrača prve linije (n=45) (krila i pivot). Također, rezultati prikazuju kako neovisno o razini natjecanja, obrambeni igrači imaju negativan utjecaj na brzinu šutiranja. Točnije, veća brzina šutiranja je postignuta bez obrambenih igrača.

Nadalje, neka istraživanja čiji je cilj bio analizirati šutiranje u rukometu istraživala su biomehaničke aspekte izvođenja šuta. Preciznije, na uzorku rukometaša (n=24) podijeljenih u tri skupine (neiskusni n=8,iskusni n=8, elitni n=8), promatrana je brzina šutiranja u odnosu na prijenos momenta između proksimalnih i distalnih segmenata donjih ekstremiteta (Wagner, Pfusterschmied, Von Duvillard, & Müller, 2012). Istraživanje je pokazalo da u sve tri grupe kod izvođenja šutiranja dolazi do fleksije u laktu, prije no što se izvede unutarnja rotacija u ramenom zglobu.

Konačno, pregledom dosadašnje literaure primjetan je nedostatak istraživanja dominantnosti ruke u rukometu. Prethodni autori ispitivali su status zrelosti, antropometrijski profil i fizičku izvedbu mladih elitnih rukometaša usporedbom ljevaka i dešnjaka (n=74) (C. Karcher & M. J. S. Buchheit, 2017). Sukladno tome, rezultati istraživanja pokazali su na postojani trend dominacije dešnjaka mladih rukometaša u odnosu na ljevake, u svim promatranim varijablama.

Slično prethodnom istraživanju, Loffing, Sölter, Hagemann, and Strauss (2015), na uzorku rukometnih vratara (n=19) i ispitanika koji nemaju iskustva u rukometu (n=19) istraživali su predviđanje smjera šutiranja sedmeraca, izvođenih od ljevaka i dešnjaka. Nadalje, autori navode kako su rukometni vratari bili znatno precizniji prilikom obrane izvedbe sedmeraca od strane dešnjaka, te svoje rezultate objašnjavaju putem različitih sposobnosti interpretiranja vizualnih informacija koje pružaju lijeva i desna ruka.

Dok su neka dosadašnja istraživanja analizirala brzinu šuta temeljem antropometrijskih pokazatelja igrača drugi pak istražuju igračke pozicije ili udaljenost od gola kao značajne faktore preciznosti i brzine rukometnog šutiranja. Također, neki autori su za cilj imali istraživati biomehaniku izvođenja šuta. No, pregledom literature u domeni rukometne igre zamjećena su istraživanja statusa zrelosti, antropometrijskog profila i fizičke izvedbe u usporedbi ljevaka i dešnjaka kao i analiziranje predviđenih šutiranja sedmeraca ljevaka i dešnjaka. Uza sve navedeno, bitno je istaknuti potrebu za daljnjim istraživanjem utjecaja dominantnosti ruke u rukometu zbog značajnog manjka dosadašnjih istraživanja.

### **3. CILJ RADA**

Slijedom svega navedenog, može se uočiti utjecaj različitih čimbenika na šutiranje u rukometu. Izuzev biomehaničkih i antropometrijskih gledišta na pojedine čimbenike u rukometu, dominantnost ruke u okviru ostvarivanja tehničko-taktičke prednosti predstavlja važan parametar kada je riječ o učinkovitosti.

Osim toga, prilikom pregleda literature evidentiran je nedostatak istraživanja asimetrije ljevaka i dešnjaka u šutiranju u rukometu. Stoga je cilj ovog istraživanja ispitati asimetriju između brzine šutiranja i udaljenosti kod ljevaka i dešnjaka. Također, ispitati postoji li razlika između postignutih i promašenih šuteva.

#### **4. HIPOTEZE**

Sukladno postavljenom cilju, postavljene su sljedeće hipoteze:

H1 – ljevac i dešnjaci se značajno razlikuju u varijabli brzina šutiranja

H2 – ljevac i dešnjaci se značajno razlikuju u varijabli udaljenosti šutiranja

H3 – postignuti i promašeni šutevi se značajno razlikuju u varijablama brzini i udaljenosti u obje skupine

## 5. METODE RADA

### 5.1. Uzorak ispitanika

Za potrebe ovog istraživanja, uzorak su sačinjavali elitni rukometni igrači, sudionici EHF (Europski rukometni savez) Europskog prvenstva 2024., održanog u Njemačkoj. Tijekom cijelog prvenstva analizirano je 238 igrača. Kronološka dob sudionika bila je  $27,11 \pm 4,47$  godina, tjelesna visina  $190,95 \pm 6,67$ , a tjelesna masa  $91,18 \pm 9,36$  kg te navedeni podaci predstavljaju službene statističke podatke EHF-a.

Ispitanici su bili podijeljeni u dvije skupine (ljevoruki (N=112) i desnoruki igrači (N=126)). Igrači koji su igrali na pozicijama srednjeg vanjskog, pivota i vratara bili su isključeni iz istraživanja (N=214).

### 5.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli uključivao je antropometrijske karakteristike, brzinu i udaljenost šutiranja.

Brzina i udaljenost šutiranja izvedene su iz sustava praćenja razvijenog za rukomet (Kinexon: München, Njemačka; Select Sport. Glostrup, Danska). Lopta je praćena iBall (SELECT, Danska) sustavom.

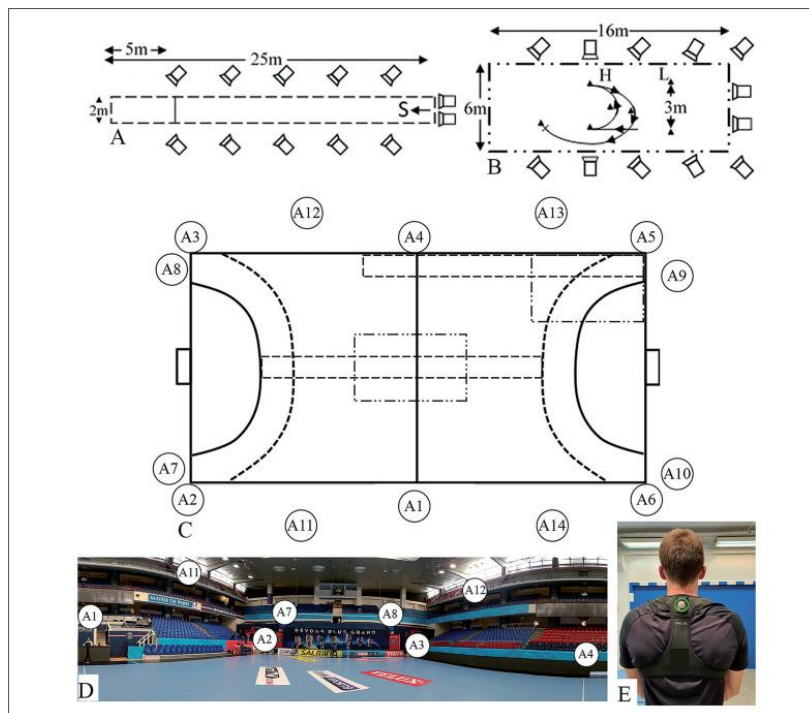


Slika 1. iBall sustav praćenja lopte (izvor: <https://www.eurohandball.com/en/news/en/ehf-select-kinexon-bring-iball-and-ball-tracking-to-velux-ehf-final4/>)

Oba parametra promatrana su prilikom svakog šutiranja te su šutevi podijeljeni na postignute i promašene šuteve.

Lokalni sustav za pozicioniranje (LPS) je „ultra wide-band“ (UWB) lokalni sustav za pozicioniranje koji procjenjuje specifične kretnje u rukometu (Fleureau, Lacombe, Buchheit, Couturier, & Rabita, 2020). Sustav korišten u ovom istraživanju sastojao se od 14 antena postavljenih oko rukometnog igrališta na tri različite visine. Oznaka je postavljena na sredinu gornjeg dijela leđa igrača pomoću pojasa. Podaci su prikupljeni na 20 Hz i obrađeni putem specifičnog Kinexon softvera. Signali su do antena odašiljani UWB tehnologijom u frekvencijskom rasponu od 4,25–7,25 GHz. Položaj polja oznake izračunava se vlastitim algoritmom koji se temelji na kombinaciji različitih metoda, kao što su vremenska razlika dolaska, dvosmjerno rangiranje i kut dolaska (Blauburger, Marzilger, & Lames, 2021). Vicon sustav za analizu kretanja s 12 kamera (Vicon Nexus T40, Vicon Motion Systems, Oxford Metrics, UK) implementiran je u dvije konfiguracije. Podaci su prikupljeni na 250 Hz. Samo jedan reflektirajući marker od 14 mm (B&L Engineering, Santa Ana, SAD) postavljen je na Kinexon oznaku. Podaci dobiveni iz položaja trodimenzionalnog markera koriste se za daljnju analizu. Gubitak signala markera nikada nije dulji od 25 uzastopnih slika (tj. 0,1 s) i automatski

se ekstrapolira pomoću softvera Vicon 3D putem položaja markera neposredno prije i nakon gubitka. Prosječna Vicon pogreška kalibracije (pogreška slike i svijeta) je 0,09 i 0,17 mm za podatke prikupljene u središtu terena, te 0,08 i 0,16 mm za one prikupljene na bočnoj strani terena. Izvorni skupovi podataka iz Kinexona su preuzorkovani od 20 do 250 Hz za kasniju finu sinkronizaciju s Vicon podacima. Signali iz oba sustava filtriraju se korištenjem niskopropusnog Butterworthovog filtra 3. reda s pomakom nulte faze s prekidom od 10 Hz. Svaki par skupova podataka Kinexon i Vicon za svako ponavljanje pokreta ručno se sinkronizira kako bi se odredio zajednički početak i kraj. Prijedni put se tada izračunava kao zbroj trenutnih položaja u vodoravnoj ravnini (x, y). Podaci o brzini i ubrzanju dobiveni su uzastopnom derivacijom i niskopropusnim filtriranjem (10 Hz, Butterworthov filter s pomakom nulte faze 3. reda). Vršne vrijednosti brzine, ubrzanja i usporavanja izračunavaju se iz neobrađenih podataka i koriste za analizu, te su ujedno situacijske izvedbe snage u vrhunskom rukometu izračunate kao maksimalna srednja brzina, ubrzanje i usporavanje tijekom prozora od 500 ms (Aughey, 2011; Buchheit & Simpson, 2017).



Slika 2. Kinexon lokalni sustav za pozicioniranje u rukometu (izvor: Fleureau, i sur., 2020.)

Antropometrijske karakteristike pokazuju da su dešnjaci teži ( $92,38 \pm 9,69$  kg) i viši ( $192,22 \pm 6,99$  cm) u odnosu na ljevakе ( $89,83 \pm 8,83$  kg, odnosno  $189,53 \pm 6,01$  cm). Također, prikupljeno je i analizirano 5710 šuteva igrača.

### 5.3. Metode obrade podataka

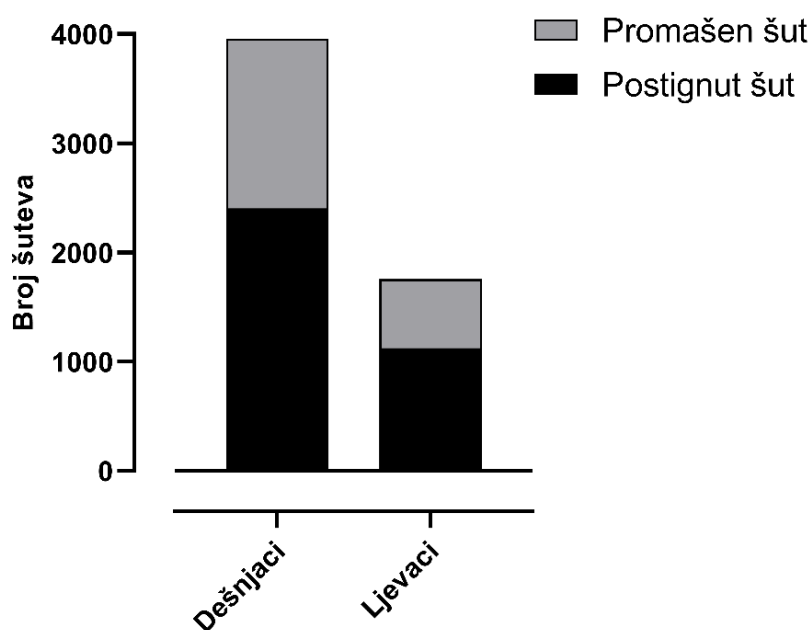
Statistička analiza uključivala je deskriptivnu statistiku kako bi se procijenile aritmetičke sredine i standardne devijacije (SD) svih mjerenih varijabli. Za određivanje normalne distribucije podataka korišten je K–S (Kolmogorov–Smirnov) test za normalitet. Također, za procjenu razlika između desnorukih i ljevorukih igrača korišten je T-test. Kako bi se utvrdila valjanost statističke značajnosti korišten je Cohen's D effect size (ES) test (beznačajni ES,  $<0,2$ ; mali ES,  $0,21-0,60$ ; umjereni ES,  $0,61-1,20$ ; veliki ES,  $1,21-1,99$ ; vrlo veliki ES,  $>2,0$ ).

Izračun svih analiza obrađen je u statističkom paketu Statistica ver. 13,5 (Tibco Inc., Palo Alto, Ca, SAD), uz primjenu p-vrijednosti od 0,05.



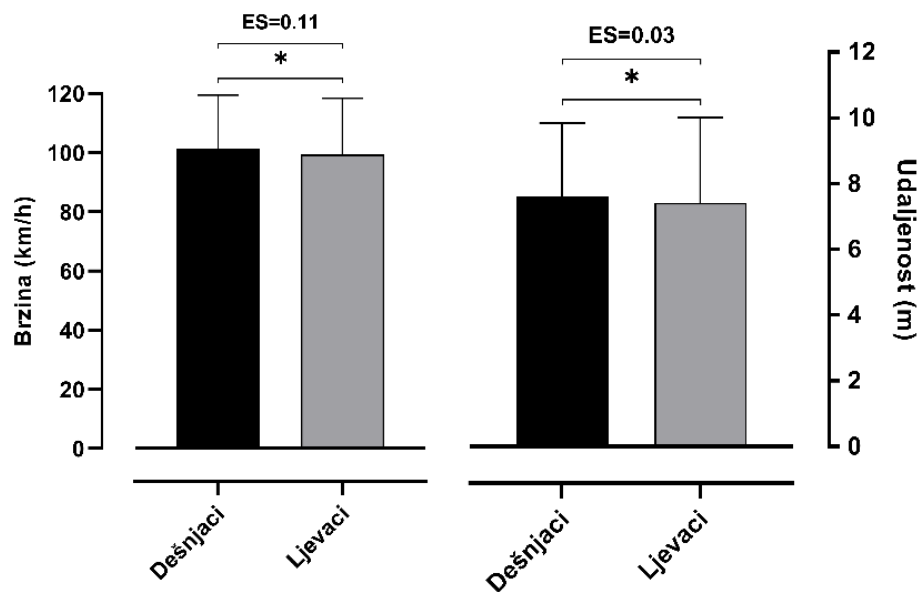
## 6. REZULTATI I RASPRAVA

Graf 1 predstavlja broj postignutih i promašenih šuteva između desnorukih i ljevorukih igrača. Rezultati pokazuju da ljevoruki igrači imaju veći postotak postignutih šuteva (63,08%) u odnosu na dešnjake (57,86%). Međutim, desnoruki češće šutiraju (3955), i postižu više pogodaka (2385), u odnosu na ljevoruke igrača (1755; 1107).



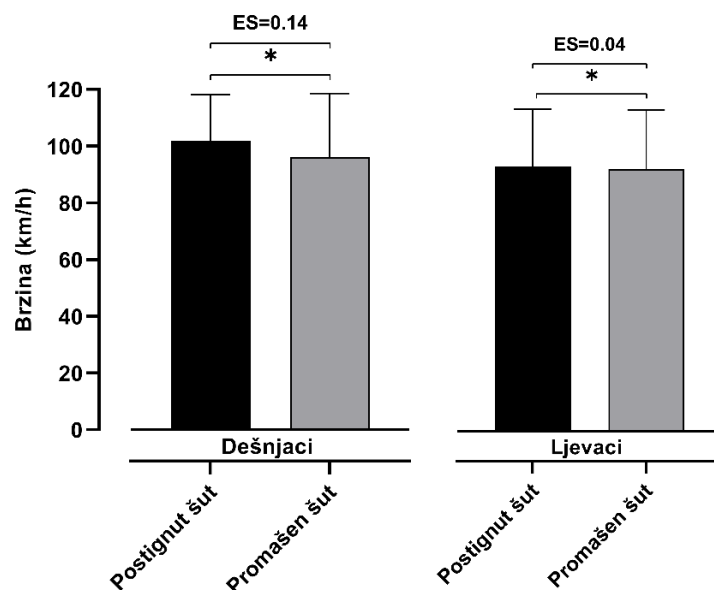
Graf 1. Broj postignutih i promašenih šuteva između desnorukih i ljevorukih igrača.

Razlike u brzini i udaljenosti šutiranja između desnorukih i ljevorukih igrača mogu se uočiti na grafu 2. Analiza pokazuje značajnu razliku u brzini ( $p < 0,00$ ) i udaljenosti ( $p < 0,00$ ). Naime, dešnjaci su šutirali većom brzinom ( $101,38 \pm 18,00$  km/h) u odnosu na ljevake ( $99,36 \pm 18,89$  km/h). Slična razlika uočena je i u promatranj udaljenosti šutiranja ( $7,61 \pm 2,23$  m; odnosno  $7,42 \pm 2,59$  m). Nadalje, analiza veličine učinka pokazuje male vrijednosti između obje varijable. Točnije, 0,11 za brzinu šutiranja i 0,03 za udaljenost šutiranja između desnorukih i ljevorukih igrača.

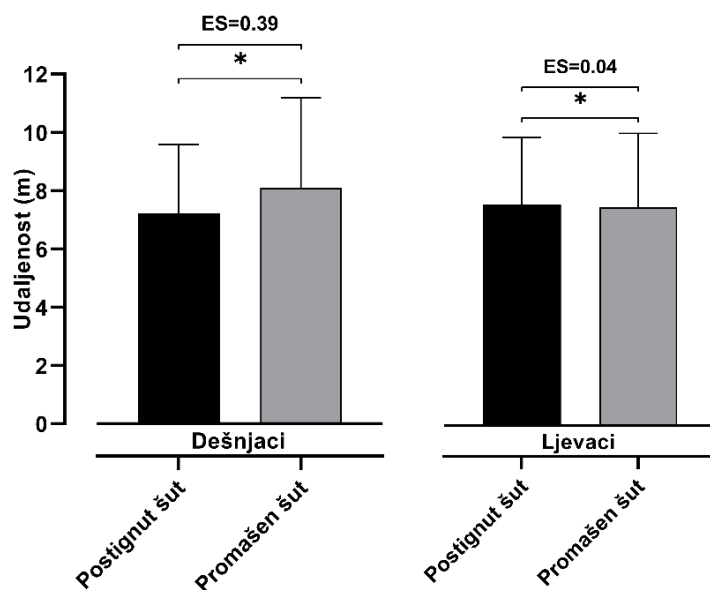


Graf 2. Razlike između ljevaka i dešnjaka u brzini i udaljenosti šutiranja, s p-vrijednosti < 0,05 označenom s\*.

Grafovi 3 i 4 pokazuju razlike između postignutih i promašenih šuteva u brzini i udaljenosti šutiranja, kod dešnjaka i kod ljevaka. Rezultati pokazuju da je brzina postignutih šuteva značajno veća od promašenih šuteva kod dešnjaka ( $p < 0,00$ ) i ljevaka ( $p = 0,04$ ). Slično tome, udaljenost šutiranja razlikuje se između postignutih i promašenih šuteva (dešnjaci ( $p < 0,00$ ); ljevaci  $p < 0,00$ ). Nadalje, veličina učinka pokazuju mali utjecaj uzorka i na udaljenost i na brzinu, u usporedbi postignutih i promašenih šuteva.

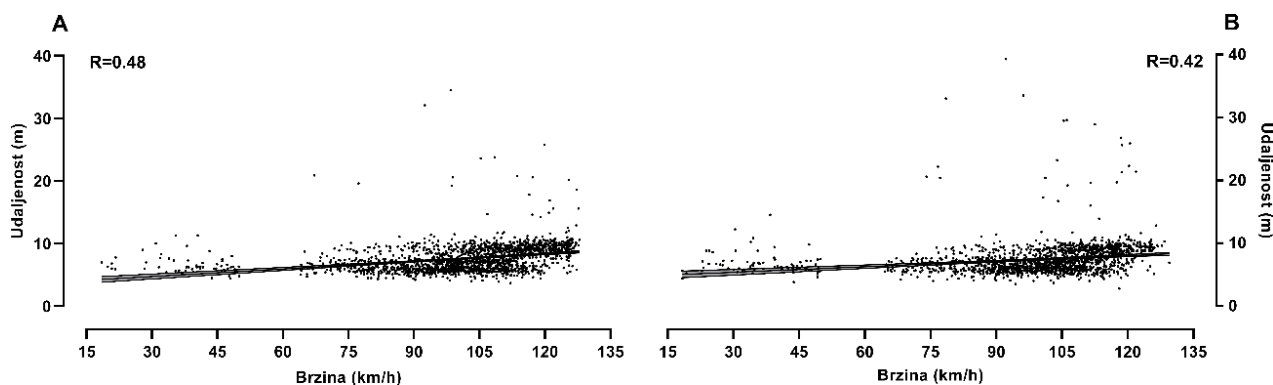


Graf 3. Razlike između postignutih i promašenih šuteva obzirom na brzinu, kod ljevaka i dešnjaka, s  $p$ -vrijednosti  $< 0,05$  označenom s\*.



Graf 4. Razlike između postignutih i promašenih šuteva obzirom na udaljenost šutiranja, kod ljevaka i dešnjaka, s  $p$ -vrijednosti  $< 0,05$  označenom s\*.

Također, graf 5 pokazuje korelacije između brzine i udaljenosti šutiranja za ljevake i dešnjake. Rezultati pokazuju statistički značajnu korelaciju od 0,48 kod dešnjaka i 0,42 kod ljevaka.



Graf 5. Analiza korelacije između brzine i udaljenosti kod desnorukih (A) i ljevorukih igrača (B).

Iako je glavni cilj ovog istraživanja bio analiza razlika između ljevaka i dešnjaka u rukometu, rezultati ukazuju na nekoliko važnih nalaza. (i) Ljevoruki igrači imaju veći postotak pogodaka; (ii) desnoruki igrači šutiraju s veće udaljenosti većom brzinom; (iii) obje grupe šutiraju većom brzinom na većim udaljenostima.

Prema sadašnjoj analizi postotka postignutih šuteva, rezultati pokazuju veće vrijednosti kod ljevorukih igrača u odnosu na desnoruke igrače. Neki su autori ranije istaknuli neuobičajeno visok udio ljevorukih igrača među vrhunskim sportašima (Grouios et al., 2000). Ipak, drugi su predložili da prednosti ljevorukih sportaša uglavnom ovisi o nekim višim lateraliziranim procesima (npr. prostorna orijentacija i pažnja, brže prisjećanje na podražaj, - u desnoj moždanoj hemisferi koja kontrolira lijevu ruku) (Bisiacchi, Ripoll, Stein, Simonet, & Azemar, 1985). Štoviše, Dane and Erzurumluoglu (2003) sugeriraju da ljevoruki rukometaši imaju intrinzičnu neurološku prednost u testu vremena vizualne reakcije. Sukladno navedenom, kada se radi o taktičkim i strateškim komponentama u rukometnim utakmicama, ljevoruki igrači mogu imati prednost u nepoznatim situacijama. Drugim riječima, obrambeni igrači su uglavnom upoznati s desnorukim igračima zbog opće dominacije desne ruke. Suprotno tome, ljevoruki igrači ne moraju mijenjati svoju uobičajenu strategiju kada igraju napadački dio utakmice. Jedna od tipičnih taktičkih upotreba ove prednosti od strane rukometnih trenera je odabir ljevorukih igrača za šutiranje sedmeraca. Većinu šutiranja izvode desni krilni igrači koji šutiraj lijevom rukom te imaju kombinaciju neobičnog obrasca kretanja i vrlo učinkovite i

precizne rukometne tehnike. Stoga, prethodno navedene karakteristike predstavljaju krilna šutiranja zahtjevnijim za vratare.

Veća udaljenost i veća brzina šutiranja u rezultatima uočena je kod desnorukih rukometaša, te se isti mogu protumačiti antropometrijskim karakteristikama sportaša. Prema prethodno navedenom, desnoruki igrači imaju veću tjelesnu masu u usporedbi s lijevorukim igračima. Dakle, veća tjelesna masa može biti razlog veće brzine šutiranja. Također, prethodna istraživanja ukazuju na tjelesnu masu kao najutjecajniji faktor na brzinu šutiranja kod rukometaša (Debanne & Laffaye, 2011). Nadalje, rukometaši s većom tjelesnom masom imaju veću mišićnu masu (Debanne & Laffaye, 2011), ujedno najvažniji čimbenik snage i izvedene snage (Fitts, McDonald, & Schluter, 1991). Zbog općenito veće tjelesne visine obrambenih igrača, veća tjelesna visina ima utjecaj na izvođenja napada s velikih udaljenosti tijekom rukometne igre. Prema Hatzimanouil (2019), niža tjelesna visina utječe na manju udaljenost šutiranja. Sukladno, prethodno istraživanje navodi da vrijednost tjelesne visine vanjskih igrača, rukometaša elitnog ranga, iznosi 192,6 i 193 cm (Ghobadi, Rajabi, Farzad, Bayati, & Jeffreys, 2013; Krüger, Pilat, Ückert, Frech, & Mooren, 2014). Niže igrače karakterizira brže trčanje prilikom izvedbe tranzicije u napad te većinu šutiranja izvode bez značajnijeg kontakta s drugim igračima, iskorištavajući brzinu i agilnost za izvedbu šutiranja (Milanese, Piscitelli, Lampis, & Zancanaro, 2011). S druge strane, viši igrači imaju tendenciju šutirati s veće udaljenosti zbog igračke pozicije i zahtjeva utakmice (Milanese et al., 2011).

Naposljetku, rezultati brzine šuta i učinkovitosti pokazuju da obje grupe šutiraju većom brzinom na većim udaljenostima. Slično rezultatima ovog istraživanja, neki autori ističu znatno više golova postignutih s udaljenosti manjih od 9 metara (Hatzimanouil, 2019). Navedeni rezultati ukazuju na to da brzi i rapidni proboji obrambenih linija povećavaju mogućnost postizanja pogodaka. Štoviše, brzina šuta značajno se razlikuje između postignutih i promašenih šuteva. Međutim, analiza veličine učinka pokazala je nisku primjenjivost dobivenih razlika. Uzimajući u obzir igračke pozicije, slične srednje vrijednosti brzine mogu se objasniti zbog toga što obje grupe, ljevac i dešnjaci, igraju na sličnim pozicijama (tj. krilni i vanjski igrači).

Analiza veličine učinka pokazala je niske vrijednosti u rezultatima značajnosti između ljevaka i dešnjaka te postignutih i promašenih šuteva. Nadalje, rezultati impliciraju nisku praktičnu primjenu uočenih razlika. Točnije, dešnjaci šutiraju 2,02km/h većom brzinom. Kada je riječ o trenažnom opterećenju, rezultat veće brzine nema doprinos na učinkovitosti izvedbe te isti nemaju praktične implikacije u režimu treninga. Također, dobiveni rezultat veće vrijednosti vjerojatno neće biti determinanta kod učinkovitosti šutiranja u rukometnim utakmicama.

Razlika u udaljenosti je veća za 0,19m kod dešnjaka. Slično prethodnim rezultatima u brzini, tako mala razlika od 0,19 m nije značajna ni u taktičkom ni u strateškom dijelu rukometnog treninga. Pretpostavlja se da rezultat prikazane udaljenosti nije od ključne važnosti za učinkovitost rukometne igre, pa ga iz tog razloga ne treba razmatrati u domeni praktične primjene u trenažnom opterećenju. Štoviše, nedostatak praktičnih primjena rezultata ovog istraživanja navodi na razmišljanje o daljnjim istraživanjima o dominantnosti ruke u rukometu. Stoga, potrebno je analizirati i razlike u dominantnosti ruke obzirom na igračke pozicije i situacijske čimebnike rukometne igre. Naime, izuzev detaljnijega uvid u spomenutu problematiku, takva analiza podataka bi omogućila više praktičnih informacija u kontekstu trenažnog opterećenja, taktičkim aspektima i selekcioniranju igrača za pojedinu poziciju u rukometu.

### *Ograničenja i prednosti*

Ovo istraživanje ima nekoliko ograničenja. Prvo, iako su rezultati pokazali značajne razlike između dvije skupine, ljevaka i dešnjaka, postignutih i promašenih šuteva, veličina učinka pokazala je male vrijednosti zbog velikog uzorka ispitanika. Drugo, igračke pozicije rukometaša koje bi bolje objasnile rezultate promatranih varijabli nisu bile uključene u istraživanje. Treće, kazneni udarci (sedmerci) nisu izdvojeni iz uzorka.

Nasuprot tome, istraživanje je obuhvatilo veliki uzorak elitnih rukometaša. Prije svega provedena je analiza na svim važnim parametrima učinkovitosti rukometne igre. Štoviše, u istraživanje je uključen sličan broj ljevorukih i desnorukih igrača. Osim toga, prikupljeni su

podaci sa svih utakmica EHF Europskog prvenstva 2024. te su analizirani podaci o svim izvedenim šutevima (tj. postignutim i promašenim).

## 7. ZAKLJUČAK

Kao što je ranije spomenuto, dominantnost ruke u sportu smatra se zanimljivim područjem istraživanja. Slijedom toga, takav se trend može uočiti i u taktičkom aspektu geometrije rukometne utakmice. Stoga je cilj ovog istraživanje bio ispitati asimetriju između brzine i udaljenosti šuteva kod ljevorukih i desnorukih rukometaš te analiza postojanosti razlika između postignutih i promašenih šuteva.

Štoviše, rezultati su pokazali da ljevoruki igrači imaju veću učinkovitost šuta. Nadalje, dešnjaci šutiraju s veće udaljenosti s većom brzinom te imaju više postignutih šuteva (golova). Dodatno, postignuti šutevi se postižu manjim brzinama, sa manjih udaljenosti. Međutim, veličina učinka pokazuju niske vrijednosti u promatranim razlikama.

Zaključno, rezultati istraživanja ukazuju na prisutnost asimetrija kod ljevorukih i desnorukih rukometaša, u oba parametra. Također, veća učinkovitost lijeve strane rukometnog tima može dovesti do asimetrije u geometriji rukometne utakmice. Iako podaci ovog istraživanja ukazuju na značajnosti, veličina učinka prikazala je nisku primjenjivost dobivenih rezultata. Stoga se značajne razlike trebaju uzeti s oprezom.

Smjernice za daljnja istraživanja uključuju uzorak ispitanika svih rukometnih igračkih pozicija te analiza razlika između igračkih pozicija. Također, detaljniju opservaciju šuteva sedmeraca kao i različitih segmenata prvenstava (grupna faza, eliminacijska faza, završnica).



## 8. LITERATURA

1. Akpınar, S., & Bicer, B. (2014). Why Left-handers/footers are overrepresented in some sports? *Montenegrin Journal of Sports Science & Medicine*, 3(2).
2. Annett, M. (1972). THE DISTRIBUTION OF MANUAL ASYMMETRY. *British Journal of Psychology*, 63(3), 343-358. doi:<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1972.tb01282.x>
3. Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS Technologies to Field Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295-310. doi:10.1123/ijsp.6.3.295
4. Bisiacchi, P. S., Ripoll, H., Stein, J. F., Simonet, P., & Azemar, G. (1985). Left-Handedness in Fencers: An Attentional Advantage? *Perceptual and Motor Skills*, 61(2), 507-513. doi:10.2466/pms.1985.61.2.507
5. Blauburger, P., Marzilger, R., & Lames, M. (2021). Validation of Player and Ball Tracking with a Local Positioning System. *Sensors*, 21(4). doi:10.3390/s21041465
6. Buchheit, M., & Simpson, B. M. (2017). Player-Tracking Technology: Half-Full or Half-Empty Glass? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-S35-S32-41. doi:10.1123/ijsp.2016-0499
7. Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2010). Relationships between Power and Strength of the Upper and Lower Limb Muscles and Throwing Velocity in Male Handball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6).
8. Dane, S., & Erzurumluoglu, A. L. I. (2003). SEX AND HANDEDNESS DIFFERENCES IN EYE-HAND VISUAL REACTION TIMES IN HANDBALL PLAYERS. *International Journal of Neuroscience*, 113(7), 923-929. doi:10.1080/00207450390220367
9. Debanne, T., & Laffaye, G. (2011). Predicting the throwing velocity of the ball in handball with anthropometric variables and isotonic tests. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 705-713. doi:10.1080/02640414.2011.552112
10. Fitts, R. H., McDonald, K. S., & Schluter, J. M. (1991). The determinants of skeletal muscle force and power: Their adaptability with changes in activity pattern. *Journal of Biomechanics*, 24, 111-122. doi:[https://doi.org/10.1016/0021-9290\(91\)90382-W](https://doi.org/10.1016/0021-9290(91)90382-W)
11. Fleck, S. J., Smith, S. L., Craib, M. W., Denahan, T., Snow, R. E., & Mitchell, M. L. (1992). Upper Extremity Isokinetic Torque and Throwing Velocity in Team Handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(2).

12. Fleureau, A., Lacombe, M., Buchheit, M., Couturier, A., & Rabita, G. (2020). Validity of an ultra-wideband local positioning system to assess specific movements in handball. *Biology of Sport*, 37(4), 351-357. doi:10.5114/biolsport.2020.96850
13. Galaburda, A. M., LeMay, M., Kemper, T. L., & Geschwind, N. J. S. (1978). Right-Left Asymmetries in the Brain: Structural differences between the hemispheres may underlie cerebral dominance. *199(4331)*, 852-856.
14. Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of World-Class Elite Handball Players According to the Playing Position: Reports From Men's Handball World Championship 2013. *Journal of human kinetics*, 39, 213-220. doi:10.2478/hukin-2013-0084
15. Granados, C., Izquierdo, M., IbÁÑEZ, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2008). Effects of an Entire Season on Physical Fitness in Elite Female Handball Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2).
16. Grouios, G., Tsorbatzoudis, H., Alexandris, K., & Barkoukis, V. (2000). Do Left-Handed Competitors Have an Innate Superiority in Sports? *Perceptual and Motor Skills*, 90(3\_suppl), 1273-1282. doi:10.2466/pms.2000.90.3c.1273
17. Hagemann, N. (2009). The advantage of being left-handed in interactive sports. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71(7), 1641-1648. doi:10.3758/APP.71.7.1641
18. Hatzimanouil, D. (2019). Throwing effectiveness per throwing area and playing position among high level handball players. *6(1)*, 13-20.
19. Karcher, C., & Buchheit, M. (2017). Shooting Performance and Fly Time in Highly Trained Wing Handball Players: Not Everything Is as It Seems. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), 322-328. doi:10.1123/ijsp.2016-0055
20. Karcher, C., & Buchheit, M. J. S. (2017). Anthropometric and physical performance requirements to be selected in elite handball academies: Is being left-handed an advantage. *9*, 1-2.
21. Karcher, C., & Buchheit, M. J. S. m. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *44*, 797-814.
22. Krüger, K., Pilat, C., Ückert, K., Frech, T., & Mooren, F. C. (2014). Physical Performance Profile of Handball Players Is Related to Playing Position and Playing Class. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1).
23. Loffing, F., Sölter, F., Hagemann, N., & Strauss, B. J. F. i. p. (2015). Accuracy of outcome anticipation, but not gaze behavior, differs against left-and right-handed penalties in team-handball goalkeeping. *6*, 163229.

24. Michalsik, L. B., & Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(9), 878-891.
25. Milanese, C., Piscitelli, F., Lampis, C., & Zancanaro, C. (2011). Anthropometry and body composition of female handball players according to competitive level or the playing position. 29(12), 1301-1309.
26. Ramaley, F. (1913). Inheritance of left-handedness. 47(564), 730-738.
27. Rivilla-Garcia, J., Calvo, J. L., & Van den Tillaar, R. (2016). COMPARISON OF THROWING VELOCITY BETWEEN FIRST AND SECOND OFFENSIVE LINE HANDBALL PLAYERS. *Kinesiologia Slovenica*, 22(3).
28. Rivilla-Garcia, J., Grande, I., Sampedro, J., & Van Den Tillaar, R. (2011). Influence of opposition on ball velocity in the handball jump throw. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(3), 534-539.
29. Rousanoglou, E., Noutsos, K., Bayios, I., & Boudolos, K. (2014). Ground reaction forces and throwing performance in elite and novice players in two types of handball shot. *Journal of human kinetics*, 40, 49-55. doi:10.2478/hukin-2014-0006
30. Shalfawi, S. A., Seiler, S., Tønnessen, E., & Haugen, T. A. (2014). Shooting velocity aspects in Norwegian elite team handball. *Serb J Sports Sci*, 8, 33-40.
31. Wagner, H., Pfusterschmied, J., Von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2012). Skill-dependent proximal-to-distal sequence in team-handball throwing. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 21-29. doi:10.1080/02640414.2011.617773
32. Wood, C., & Aggleton, J. J. B. j. o. p. (1989). Handedness in 'fast ball'sports: Do lefthanders have an innate advantage? , 80(2), 227-240.
33. Zapartidis, I., Skoufas, D., Varelziz, I., Christodoulidis, T., Toganidis, T., & Kororos, P. (2009). Factors influencing ball throwing velocity in young female handball players. *The Open Sports Medicine Journal*, 3(1).
34. Ziyagil, M. A., Gursoy, R., Dane, Ş., & Yuksel, R. (2010). Left-handed wrestlers are more successful. *III(1)*, 65-70.