

UTJECAJ AKUTNOG UMORA NA ODABRANE MOTORIČKE SPOSOBNOSTI KOD RUKOMETASA ADOLESCENATA

Colić, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:408161>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-16**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Petar Colić

UTJECAJ AKUTNOG UMORA NA ODABRANE
MOTORIČKE SPOSOBNOSTI KOD
RUKOMETASA ADOLESCENATA

Diplomski rad

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Lidija Petrinović

Zagreb, travanj 2023.

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završena verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Lidija Petrinović

Student:

Petar Colić

Zahvala

Zahvaljujem se izv. prof. dr. sc. Lidiji Petrinović na usmjeravanju, susretljivosti i korekcijama koje su mi pomogle pri izradi ovog diplomskog rada.

Posveta

Ovaj diplomski posvećujem svojim roditeljima Marini i Nedjeljku Colić koji su mi omogućili bavljenjem sportom, usmjeravali me tijekom školovanja i omogućili da steknem potrebno znanje te svim svojim trenerima koji su mi prenijeli znanje i odgojili me u sportskom duhu.

UTJECAJ AKUTNOG UMORA NA ODABRANE MOTORIČKE SPOSOBNOSTI KOD RUKOMETAŠA ADOLESCENATA

SAŽETAK

Rukomet postavlja velike fizičke napore na rukometaše, pogotovo adolescente. U takvim uvjetima visokog intenziteta dolazi do pojave akutnog umora koji može narušiti motoričke, funkcionalne i kognitivne sposobnosti te potencijalno izazvati ozljedu. Cilj ovog rada bio je utvrditi postoji li utjecaj akutnog umora na odabrane motoričke sposobnosti procijenjenih preko općih i specifičnih testova kod rukometaša adolescenata. Sekundarni cilj bio je utvrditi hoće li postojati razlika u rezultatima motoričkih sposobnosti ovisno o poziciji. Uzorak varijabli za procjenu motoričkih sposobnosti sastajao se od tri opća testa: skok u dalj s mjesta (MESSDM) za procjenu eksplozivne snage, bacanje medicine s prsa iz stajanja (MESBMPST1) za procjenu eksplozivne snage tipa bacanje i test trčanje 40m (MES40M) za procjenu brzine te dva specifična rukometna testa: vođenje lopte oko stalaka (SITVRL) za procjenu agilnosti i test koraci u stranu (MAGKUS) za procjenu agilnosti. Rezultati su pokazali statistički značajne rezultate u testu eksplozivne snage tipa skok. Daljnjom analizom po pozicijama, vanjski igrači su imali statistički značajan rezultat samo u testu eksplozivne snage tipa bacanje dok su krilni i kružni igrači u eksplozivnoj snazi tipa skok.

Ključne riječi: rukomet, visoki intenziteti, umor, bazični testovi, specifični testovi, prevencija ozljeda,

ABSTRACT

Handball imposes significant physical demands on players, especially adolescents. Under such conditions of high intensity, acute fatigue occurs, which may compromise motor, functional, and cognitive abilities and potentially lead to injury. The aim of this study was to determine whether there is an impact of acute fatigue on selected motor skills assessed through general and specific tests among adolescent handball players. A secondary objective was to determine whether there would be differences in motor skills results based on player position. The sample of variables for assessing motor skills comprised three general tests: standing long jump (MESSDM) for assessing explosive power, standing medicine ball throw (MESBMPST1) for assessing explosive throwing-type power, and 40m sprint (MES40M) for assessing speed. Additionally, two specific handball tests were conducted: dribbling around cones (SITVRL) for assessing agility, and lateral steps test (MAGKUS) for assessing agility. The results indicated statistically significant outcomes in the explosive power test involving the standing long jump. Further analysis by positions revealed that wing players had a statistically significant result only in the explosive power throwing-type, while wings and pivots showed significant results in long jump test for explosive jumping power.

Keywords: handball, high intensity, fatigue, basic tests, specific tests, injury prevention.

SADRŽAJ

UVOD.....	7
DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANAJA	8
CILJEVI I HIPOTEZE	11
METODE ISTRAŽIVANJA	11
4.1 Uzorak ispitanika	11
4.2 Uzorak varijabli.....	11
4.3 Opis Protokola	12
4.4 Metode obrade podataka	13
REZULTATI I RASPRAVA	13
ZAKLJUČAK	20
LITERATURA	21
PRILOZI.....	23

UVOD

Adolescencija predstavlja kritičan period u razvoju mladih sportaša jer prolaze kroz brojne fizičke, psihološke i socijalne promjene. Sport bi trebao biti važan dio života svakog adolescenata jer sudjelovanje u sportu može doprinijeti razvoju fizičke kondicije, poboljšanju motoričkih sposobnosti, razvoju samopouzdanja i smanjenju stresa (Gonzalez-Boto i sur., 2019). Međutim, adolescentni sportaši su podložni različitim izazovima i rizicima koji mogu utjecati na njihovo zdravlje i budućnost u sportu. Stoga, razumjevanje specifičnosti adolescentnog doba i prilagođavanje treninga i natjecanja može biti ključno za razvoj uspješnih sportaša. Unutar ovog rada detaljnije će se govoriti upravo o adolescentima koji treniraju rukomet.

Rukomet spada u polustrukturalne sportove prilikom kojeg igrači izvode ciklične i acikličke kretnje. Rukomet kao i svaki drugi sport ima svoje specifične zahtjeve pa je tako potrebna visoka razina kondicijske pripremljenosti. Igrači moraju imati razvijene aerobne i anaerobne sposobnosti, a neke od najvažnijih motoričkih sposobnosti u rukometu su brzina, snaga, izdržljivost, agilnost i preciznost (Milanović, 2013). Gledajući dalje u dubinu može se primijetiti da konkretno na tehničko-taktičku izvedbu rukometaša najviše utječe njegova agilnost, eksplozivna snaga te koordinacija. Pozitivna korelacija je nađena između broja točnih dodavanja i agilnosti te eksplozivne snage i broja realiziranih udaraca na gol. Fleksibilnost, brzina i aerobna sposobnost nisu pokazali statistički značajnu povezanost s tehničko-taktičkom izvedbom (Pradas, Argudo, Ortega i Gómez, 2014). Zahtjevnost rukometa kao sporta s velikom varijabilnošću nije samo tjelesna već i psihološka. Ona se može očitovati u preciznosti udaraca na gol, dodavanju lopte i prilikom situacija gdje je potrebno brzo i efikasno donošenje odluka. Iz toga razloga psihološka zahtjevnost rukometa direktno je povezana s kognitivnim sposobnostima i crtama ličnosti pojedinca. (Kondrič, Zagatto, Sekulić i Zenić, 2013).

Utjecaj različitih faktora na izvedbu rukometaša je široko istraživao u znanstvenim krugovima, a jedan od čimbenika koji može značajno utjecati na njihovu izvedbu je akutni umor. Akutni umor se obično javlja nakon intenzivnih fizičkih aktivnosti i može dovesti do smanjenja kognitivnih sposobnosti, koordinacije pokreta i mišićne snage te pada drugih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti. Kako rukomet konstantno zahtijeva visok nivo tjelesne aktivnosti, moguće je da akutni umor ima negativan utjecaj na izvedbu rukometaša. U ovom radu se detaljnije analizira utjecaj akutnog umora na izvedbu rukometaša kod pojedinih testova

u svrhu unaprjeđenja samog planiranja i programiranja treninga, prevenciji ozljede, ali i postizanja najboljih rezultata na najvažnijim natjecanjima.

Za potrebe ovog rada koriste se opći i specifični testovi za procjenu motoričkih sposobnosti. Obje vrste testova generalno mogu testirati iste motoričke sposobnosti, ali na različite načine pa se tako opći testovi mogu koristiti za procjenu motoričkog, funkcionalnog i morfološkog statusa sportaša. Specifični testovi također se mogu koristiti za iste motoričke sposobnosti, ali su testovi namijenjeni specifično za pojedini sport pa će tako test sadržavati neke sličnosti s elementima rukometne igre u ovom slučaju (Sekulić, 2012).

Opći testovi koje se koriste u radu su: skok u dalj s mjesta (MESSDM) kao test za procjenu eksplozivne snage, test bacanje medicine s prsa iz stajanja (MESBMPST3) kao test za procjenu eksplozivne snage tipa bacanje i trčanje 40m (MES40M) kao test za procjenu brzine. Specifični rukometni testovi su: vođenje lopte oko stalaka (SITVRL) kao test za procjenu agilnosti i test koraci u stranu (MAGKUS) kao test za procjenu agilnosti.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANAJA

Akutni umor u kontekstu sporta je stanje koje se javlja nakon intenzivne fizičke aktivnosti ili sportskog natjecanja. To stanje karakterizira osjećaj umora, slabosti mišića, smanjene koncentracije i izdržljivosti. Uzroci akutnog umora u sportu su različiti, a neke od čestih su: povećan fizički napor poput intenzivnih treninga ili utakmica, neadekvatna prehrana koja dovodi do nedostataka hranjivih tvari i energije te može uzrokovati umor tijekom vježbanja ili natjecanja, dehidracija i nedovoljno sna koji također mogu dovesti do umora tijekom fizičke aktivnosti (Meeusen, 2014).

U istraživanju Smith, Taylor i Rogers (2002) procjenjuju utjecaj akutnog umora na izvedbu zadatka. Ispitanici su izvodili vježbe preciznosti i brzine nakon perioda umora, a zatim su uspoređeni s kontrolnom skupinom koja nije iskusila umor. Rezultati su pokazali da su ispitanici pod umorom bili manje precizni i sporiji u izvođenju zadataka.

Slične rezultate istraživanja dobili su Reilly, Edwards i Alcock (2003). Studija je uključivala mjerenje srčanih ritmova dvadeset profesionalnih nogometaša tijekom utakmice i usporedbu s razinama prije utakmice. Autori su utvrdili da su srčani ritmovi igrača značajno porasli tijekom utakmice, što ukazuje na to da su umorni. Autori su također koristili upitnik za

procjenu percipiranih razina umora igrača i utvrdili da su igrači prijavili veću razinu umora prema kraju utakmice.

Rukomet je sport koji zahtijeva brze promjene smjera, skokove, trčanje i udarce lopte te zahtijeva visok stupanj aerobne i anaerobne pripremljenosti. Zbog toga je rukomet posebno osjetljiv na utjecaj akutnog umora na motoričke sposobnosti igrača, posebno adolescenata koji su u procesu razvoja.

Prethodna istraživanja pokazala su da akutni umor može značajno smanjiti izvedbu rukometaša. U jednom takvom istraživanju provedenom na adolescentima koji se bave rukometom, Sargenti i suradnici (2021) ispitali su utjecaj akutnog umora na motoričke sposobnosti igrača. Istraživanje je uključivalo 16 rukometaša u dobi od 14 do 17 godina koji su igrali utakmicu prijateljskog karaktera. Igrači su izmjerili svoj subjektivni osjećaj umora prije i nakon utakmice, a zatim su testirani na brzinu reakcije, snagu ruku i agilnost. Rezultati su pokazali da je nakon utakmice došlo do značajnog porasta subjektivnog osjećaja umora kod igrača. Također, zabilježeno je značajno smanjenje brzine reakcije, snage ruku i agilnosti nakon utakmice. Ovi rezultati su u skladu s prethodnim istraživanjima koja su utvrdila da akutni umor može imati negativan utjecaj na motoričke sposobnosti rukometaša.

Hertzog, Rummel, Germann, Ludecke i von Duvillard (2017) provode istraživanje u kojem rezultati ukazuju da akutni umor može značajno smanjiti točnost bacanja i brzinu lopte kod rukometaša. Pad u izvedbi može se vidjeti i u istraživanju Slimani, Miarka, Del Vecchio, Chaabène i Chamari (2018) gdje rezultati ukazuju na značajan utjecaj umora na visinu skoka, agilnost i brzinu reakcije. Slični rezultati vide se kod testiranja rukometnog golmana koji ima niže kondicijske zahtjeve tijekom utakmice od igrača, ali svejedno dolazi do pada izvedbe u testovima za procjenu visine skoka i brzine reakcije (Tucher, Brunner, Kopp i Lorenzetti, 2018). S druge strane, u istraživanju Rogulj, Đurković i Šarabon (2015) dolaze do drukčijih rezultata. 16 muških rukometaša koji su igrali u prvoj hrvatskoj ligi sudjelovalo je u testiranju mišićne snage. Ispitanici su izvodili testove snage prije i nakon akutnog umora koju su izazvali jednosatnim treningom visokog intenziteta. Rezultati su pokazali statistički značajno smanjenje mišićne snage u testovima produžene izometričke kontrakcije nakon treninga. Međutim, nije bilo statistički značajnog utjecaja na druge parametre snage, kao što su kratkotrajne izometričke kontrakcije, brzi mišićni testovi ili testovi maksimalne snage. Ovi rezultati sugeriraju da akutni umor može imati negativan utjecaj na neke, ali ne i na sve, parametre mišićne snage kod vrhunskih hrvatskih rukometaša.

Mikulić, Pehar i Sarabon (2020) su utjecaj akutnog umora sagledali sa stajališta ravnoteže i stabilnosti te njihove povezanosti s prevencijom ozljeda. Rezultati istraživanja su pokazali da se nakon fizičkog napora značajno smanjila stabilnost rukometašica, što ukazuje na negativan utjecaj akutnog umora na njihove motoričke sposobnosti i potencijalno povećava rizik od ozljeda.

Utjecaj akutnog umora ne očituje se samo kod motoričke izvedbe već i kod psihološke izvedbe pa su tako rezultati istraživanja pokazali da je percepcija umora bila značajno veća nakon treninga, a da su se ocjene psihološkog stanja značajno pogoršale u odnosu na početne vrijednosti. Naročito se pokazalo da je nakon umora došlo do smanjenja razine samopouzdanja kod ispitanika. Ovi rezultati ukazuju na to da akutni umor negativno utječe na psihološke čimbenike kod mladih rukometaša, što može utjecati na njihovu izvedbu na terenu (Hećimović i Milanović, 2018).

Kargarfard, Samadi, Ghiasvand i Ghiasi (2017) istražuju vezu između akutnog umora i rizika od sportskih ozljeda. Proučavan je utjecaj akutnog umora na rizik od ozljeda u profesionalnih nogometaša tijekom pripremnog razdoblja. Rezultati su pokazali da su igrači s većim stupnjem umora imali veći rizik od ozljeda mišića, ligamenata i tetiva, u usporedbi s igračima koji nisu bili umorni.

Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg i Cholewicki (2007) ispituju vezu između neuromuskularne kontrole trupa i rizika od ozljeda koljena. Sudionici su bili 205 košarkaša i odbojkaša u srednjoj školi. Procjene neuromuskularne kontrole trupa obuhvaćale su testiranje aktivnosti mišića i senzomotoričkih zadataka, a rizik od ozljede koljena procijenjen je pomoću biomehaničkih mjerenja. Rezultati su pokazali da su sportaši s manjom neuromuskularnom kontrolom trupa imali veći rizik od ozljeda koljena.

Sva navedena istraživanja ukazuju da akutni umor može igrati značajnu ulogu u ostvarivanju rezultata bilo to u testovima ili na utakmicama. Stoga treba uvažavati mogućnosti svakog igrača jer pojava umora može povećati šanse ozljede. Također treba imati na umu da svaka osoba donekle drugačije percipira umor pa tako Boullosa, Abreu, Varela-Sanz, Mujika i Lupo (2015) proučavaju utjecaj tjelesne kondicije na percepciju umora tijekom treninga u rukometu. Rezultati ukazuju na to da su sportaši s višom tjelesnom kondicijom imali manju percepciju umora tijekom treninga. Ponekad bolje igrače treba poštediti ako je došlo do pojave pretjeranog akutnog umora jer oni sami radi visoke tolerancije na umor i bol ne percipiraju stvarnu razinu što može dovesti do potencijalne ozljede.

CILJEVI I HIPOTEZE

Primarni cilj ovog rada je utvrditi postoji li razlika u postignutim rezultatima općih i specifičnih motoričkih sposobnosti koje su mjerene prije i nakon utakmice, odnosno u uvjetima odmora i uvjetima umora kod rukometaša dobi od 14 do 15 godina.

Sekundarni cilj je utvrdi postoji li razlika u rezultatima motoričkih sposobnosti ovisno o poziciji.

H1: Provedena rukometna utakmica statistički će značajno narušiti praćene bazične i specifične motoričke sposobnosti rukometaša adolescenata

H2: Utjecaj umora na praćene motoričke sposobnosti neće se značajno razlikovati u odnosu na igračku poziciju.

METODE ISTRAŽIVANJA

4.1 Uzorak ispitanika

U istraživanju sudjeluje 14 dječaka rukometaša dobi 14 do 15 godina, koji treniraju više od 2 mjeseca redovito, minimalno 3 puta tjedno. Ispitani rukometaši treniraju u Rukometnom klubu Trsat.

4.2 Uzorak varijabli

Uzorak varijabli za procjenu motoričkih sposobnosti sastojati će se od tri opća i dva specifična rukometna testa.

Opći testovi su:

- Test skok u dalj s mjesta (MESSDM) kao test za procjenu eksplozivne snage, izraženo u centimetrima.

Opis testa: Ispitanik stoji iza centimetarske vrpce u paralelnom stavu i na znak mjerioca izvodi počučanj te zamahom ruku i sunožnim odrazom skače naprijed. Nakon doskoka kao rezultat se uzima duljina skoka odnosno mjesto gdje su pete dotakle pod.

- Test bacanje medicinke s prsa iz stajanja (MESBMPST1) kao test za procjenu eksplozivne snage tipa bacanje, izraženo u metrima.

Opis testa: ispitanik stoji iza centimetarske vrpce s medicinkom na prsima, nakon znaka izvodi potisak rukama te medicinku baca prema naprijed ne prelazeći preko linije. Kao rezultat testa se uzima mjesto gdje je pala medicinka.

- Test trčanje 40m (MES40M) kao test za procjenu brzine, izraženo u sekundama.

Opis testa: ispitanik stoji iza startne linije u poziciji visokog starta, na znak mjerioca izvodi start i maksimalno brzo trči do cilja. Kao rezultat se uzima vrijeme potrebno od starta do cilja.

Specifični rukometni testovi su:

- Vođenje lopte oko stalaka (SITVRL) kao test za procjenu agilnosti, izraženo u sekundama.

Opis testa: ispitanik stoji iza startne linije u poziciji visokog starta s loptom u ruci na znak mjerioca maksimalno brzo vodi loptu oko stalaka do cilja. Kao rezultat se uzima vrijeme potrebno od starta do cilja.

- Test koraci u stranu (MAGKUS) kao test za procjenu agilnosti, izraženo u sekundama.

Opis testa: Ispitanik stoji u paralelnom stavu bokom okrenut prema startnoj liniji na znak mjerioca izvodi bočno kretanje do označene linije i nazad tu radnju ponavlja 3 puta. Kao rezultat uzima se vrijeme potrebno da se obavi zadatak.

4.3 Opis Protokola

Protokol započinje kratkim zagrijavanjem cijelog tijela nakon čega slijedi inicijalno testiranje ispitanika i njihovih sposobnosti. Završetkom inicijalnog testiranja ispitanici igraju

rukometnu utakmicu koja izaziva umor kod igrača i potencijalno utječe na njihove sposobnosti. Netom nakon odigrane utakmice, ispitanici provode finalno testiranje na isti način kao i inicijalno. Završetkom testiranja vrši se prikupljanje i obrada podataka nakon čega se dobiva uvid u razlike u rezultatima između inicijalnog i završnog testiranja koji će pokazati koliki je utjecaj akutni umor imao na odabrane sposobnosti. Nakon uvida o utjecaju umora na sposobnosti, bilo bi poželjno planirati i programirati buduće treninge sukladno rezultatima kako bi se postigli najbolji sportski rezultati i kako bi se ozljede svele na minimum.

4.4 Metode obrade podataka

Podaci su obrađeni u programskom paketu Statistica for Windows. Za svaku varijablu prikazani su deskriptivni parametri. Razlike u rezultatima početnog i završnog testiranja izražene su t- testom za zavisne uzorke. Mjere raspršenosti i mjere središnje tendencije također su obrađene u programu Statistica i interpretirani putem tablica u Excelu.

REZULTATI I RASPRAVA

Provedeno istraživanje odvijalo se po planu, sudjelovalo je svih četrnaest igrača. Tijek istraživanja proveden je bez smetnji, zastoja i ozljeda. Rezultati su u nekim dijelovima očekivani, dok su u drugim pak neočekivani. Prilikom interpretacije rezultata mora se uzeti u obzir da se radi o malom broju ispitanika koji su u razdoblju adolescencije.

Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji rezultata u testovima općih i specifičnih motoričkih sposobnosti kod grupe rukometaša.

Varijable	Valid N	Mean	Minimum	Maksimum	Std.Dv.
MESSDM	14	210,42	168,00	248,00	22,16
MESBMPST1	14	12,96	10,35	14,47	1,38
MES40	14	5,98	5,40	6,50	0,38
SITVRL	14	12,65	10,40	14,37	1,25
MAGKUS	14	8,82	7,94	10,34	0,70
MESSDM (2)	14	201,57	169,00	231,00	22,16

MESBMPST1 (2)	14	12,59	10,31	14,12	1,19
MES40 (2)	14	6,40	5,59	8,71	0,96
SITVRL (2)	14	12,04	10,36	13,21	0,97
MAGKUS (2)	14	8,79	7,95	9,78	0,57

Legenda: Valid N – broj ispitanika; Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; (2) – drugo mjerenje; MESSDM – skok u dalj s mjesta; MESBMPST1 – bacanje medicine s prsa iz stajanja; MES40 – trčanje 40 metara; SITVRL – vođenje lopte oko stalaka; MAGKUS – koraci u stranu

Tablica 1. prikazuje deskriptivne pokazatelje aritmetičke sredine, minimuma, maksimuma i standardne devijacije za sve inicijalne i finalne testove kod svih četrnaest igrača.

Tablica 2. razlika između prvog i drugog testiranja za bazični test eksplozivne snage tipa skočnosti izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Varijable	Mean	Std.Dv.	N	T	p
MESSDM	210,4286	22,16621			
MESSDM(2)	201,5714	22,16621	14	3,527057	0,003716

Legenda: Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; N – broj ispitanika; t – t vrijednost; p – procijenjena vjerojatnost; (2) – drugo mjerenje; MESSDM – skok u dalj s mjesta

Tablica 2. pokazuje da postoji odstupanje od skoro 9 cm u prosjeku između prvog i drugog testiranja. Što govori da je utjecaj umora statistički značajan uz statističku pogrešku ($p = 0,003$).

Tablica 3. razlika između prvog i drugog testiranja za bazični test eksplozivne snage tipa bacanje izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Varijable	Mean	Std.Dv.	N	t	P
MESBMPST1	12,96286	1,383888			
MESBMPST1 (2)	12,59286	1,191711	14	2,024250	0,063995

Legenda: Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; N – broj ispitanika; t – t vrijednost; p – procijenjena vjerojatnost; (2) – drugo mjerenje; MESBMPST1 – bacanje medicine s prsa iz stajanja

Tablica 3. pokazuje da, kada je u pitanju eksplozivna snaga tipa bacanje, iako su prosječni rezultati prvog testiranja bolji od rezultata drugog testiranja, ta hipoteza nije statistički značajna uz statističku pogrešku ($p = 0,006$).

Tablica 4. razlika između prvog i drugog testiranja za bazični test brzine izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Varijable	Mean	Std.Dv.	N	t	p
MES40M	5,985000	0,380116			
MES40M(2)	6,406429	0,961630	14	-1,50296	0,156749

Legenda: Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; N – broj ispitanika; t – t vrijednost; p – procijenjena vjerojatnost; (2) – drugo mjerenje; MES40 – trčanje 40 metara

Iz tablice 4. može se iščitati sličan zaključak kao i u prethodnom testu. Rezultati bazičnog testa brzine prvog testiranja bolji su od rezultata drugog testiranja, ali rezultati analize nisu statistički značajni uz statističku pogrešku ($p = 0,156$).

Tablica 5. razlika između prvog i drugog testiranja za specifični test agilnosti izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Varijable	Mean	Std.Dv.	N	t	p
SITVRL	12,65571	1,257615			
SITVRL (2)	12,04429	0,978985	14	2,519327	0,025637

Legenda: Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; N – broj ispitanika; t – t vrijednost; p – procijenjena vjerojatnost; (2) – drugo mjerenje; SITVRL – vođenje lopte oko stalaka

Tablica 5. prikazuje kako umor nije jedini faktor koji utječe na rezultate u ovom istraživanju. Rezultati specifičnog testa agilnosti pokazuju da su rezultati prvog testiranja lošiji od rezultata drugog testiranja i to statistički značajno lošiji ($p = 0,025$).

Tablica 6. razlika između prvog i drugog testiranja za specifični test agilnosti izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Varijable	Mean	Std.Dv.	N	t	p
MAGKUS	8,827143	0,702944			
MAGKUS(2)	8,792143	0,573588	14	0,208415	0,838135

Legenda: Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; N – broj ispitanika; t – t vrijednost; p – procijenjena vjerojatnost; (2) – drugo mjerenje; MAGKUS – koraci u stranu

U zadnjem specifičnom testu agilnosti rezultati iz tablice 6. pokazuju da su, isto kao i u prethodnom testu agilnosti, rezultati prvog testiranja lošiji od drugog testiranja. U ovom pak slučaju ta razlika nije statistički značajna ($p = 0,838$).

Interpretacijom rezultata svih igrača u testovima odabranih motoričkih sposobnosti može se uočiti da akutni umor potencijalno čini statistički značajnu razliku samo u općem testu skok u dalj s mjesta (MEESDM) kao testu za procjenu eksplozivne snage tipa skok. Ostala dva opća testa nemaju statistički značajnu razliku. Razlog tome najvjerojatnije je činjenica da se radi o testovima eksplozivne snage i brzine koji pretežno koriste anaerobne izvore energije, a poznato je da je za potpuni oporavak kod takvih testova potrebno otprilike 4 do 5 minuta ako nije prethodno napravljen preveliki broj ponavljanja. Odgovor na pitanje zašto onda vidimo statistički značajnu razliku u testu skok u dalj, a ne u bacanju medicine s prsa iako su oba testa za procjenu eksplozivne snage, može potencijalno ležati u tome da su tijekom rukometne utakmice mišići nogu stalno aktivni dok mišići ruku pretežno rade samo u trenutku kada igrač posjeduje loptu. Iz tog razloga test skok u dalj možda ima statistički značajnu razliku jer upravo taj test koristi najviše mišića nogu. Ova pretpostavka nije potvrđena u ovom radu jer se radi o samo dva testa te za detaljniji uvid u ovu teoriju bilo bi potrebno više različitih testova za eksplozivnu snagu ruku i nogu. Rezultati specifičnih testova ukazuju da umor nema nikakav utjecaj na rezultate, čak pokazuju upravo suprotno jer u oba specifična testa rezultati prvog testiranja su slabiji od drugog testa. Razlog tome najvjerojatnije je kompleksnost specifičnih testova agilnosti koji zahtijevaju visoku razinu koordinacije i samo poznavanje motoričkog zadatka. Pošto su ispitanici adolescenti koji konstanto prolaze kroz promjene te nisu antropološki skroz razvijeni njihova koordinacija je dijelom narušena što znatno utječe na

njihovu izvedbu (Neljak, 2013). Također, u razgovoru s ispitanicima utvrđeno je da dosada nisu puno puta provodili slične zadatke što ukazuje na to da je njihovo poznavanje motoričkog zadatka u fazi usvajanja ili usavršavanja. Vjerojatno su iz ta dva razloga rezultati drugog testiranja bolji od rezultata prvog testiranja kod specifičnih testova. Nadalje, još jedan potencijalni razlog ovakvih rezultata u specifičnim testovima je dolaska do post akcijske potencije (PAP) koja omogućava brži razvoj mišićne sile i snažniju mišićnu kontrakciju nakon maksimalne voljne izometričke i dinamičke kontrakcije te na kraju i bolju izvedbu testova za procjenu motoričkih sposobnosti. Kako bi dobili preciznije rezultate u specifičnim testovima agilnosti, potrebno je testiranje provoditi u kasnijoj životnoj dobi kada neće više biti konstantnih antropoloških promjena te će koordinacija biti stabilizirana, a motoričko znanje u fazi stabilizacije ili automatizacije.

Tablica 7. razlika između prvog i drugog testiranja za sve odabrane motoričke sposobnosti kod vanjskih igrača izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Varijable	Mean	Std.Dv.	N	t	p
MESSDM	219,1667	21,57236			
MESSDM(2)	209,8333	24,50646	6	2,4224	0,059936
MESBMPST1	13,9750	0,57001			
MESBMPST1 (2)	13,1717	0,81384	6	4,5202	0,006282
MES40M	5,8900	0,31755			
MES40M(2)	5,9367	0,25516	6	-0,3068	0,771334
SITVRL	12,4783	0,90535			
SITVRL (2)	11,7867	0,94697	6	1,7355	0,143181
MAGKUS	8,6200	0,64097			
MAGKUS(2)	8,6250	0,59916	6	-0,0156	0,988169

Legenda: Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; N – broj ispitanika; t – t vrijednost; p – procijenjena vjerojatnost; (2) – drugo mjerenje; MESSDM – skok u dalj s mjesta; MESBMPST1 – bacanje medicinke s prsa iz stajanja; MES40 – trčanje 40 metara; SITVRL – vođenje lopte oko stalaka; MAGKUS – koraci u stranu

Iz tablice 7. može se vidjeti da vanjski igrači imaju statistički značajan pad samo u bazičnom testu eksplozivne snage tipa bacanje gdje se vidi pad rezultata u prosjeku za nešto manje od metar uz statističku pogrešku ($p = 0,006$). U svim ostalim testovima rezultati nisu statistički značajni.

Tablica 8. razlika između prvog i drugog testiranja za sve odabrane motoričke sposobnosti kod krilnih i kružnih igrača izračunata T-testom za zavisne uzorke

Varijable	Mean	Std.Dv.	N	t	p
MESSDM	201,6667	25,06525			
MESSDM(2)	194,8333	21,02776	6	3,0275	0,029165
MESBMPST1	12,5467	1,29092			
MESBMPST1 (2)	12,2667	1,41598	6	1,1319	0,309025
MES40M	6,0117	0,49434			
MES40M(2)	6,6133	1,10968	6	-1,0693	0,333835
SITVRL	12,3717	1,54595			
SITVRL (2)	12,0117	1,10043	6	0,8815	0,418383
MAGKUS	8,9833	0,85554			
MAGKUS(2)	8,8700	0,48629	6	0,4687	0,658996

Legenda: Mean – aritmetička sredina; Std.Dv. – standardna devijacija; N – broj ispitanika; t – t vrijednost; p – procijenjena vjerojatnost; (2) – drugo mjerenje; MESSDM – skok u dalj s mjesta; MESBMPST1 – bacanje medicinke s prsa iz stajanja; MES40 – trčanje 40 metara; SITVRL – vođenje lopte oko stalaka; MAGKUS – koraci u stranu

Unutar tablice 8. jedino statistički značajna razlika između prvog i drugo testiranja krilnih i kružnih igrača je u testu eksplozivne snage tipa skok. Rezultati drugog testiranja su u prosjeku slabiji za skoro 7 cm uz statističku pogrešku ($p = 0,029$). Ostali testovi nemaju statistički značajno odstupanje u rezultatima.

Na temelju rezultata svih igrača, da se naslutiti da umor igra statistički značajniju ulogu kad je u pitanju eksplozivna snaga tipa skok nego kod eksplozivne snage tipa bacanje. Ta teorija je dodatno testirana na način da su testovi grupirani s obzirom na poziciju. Rezultati su pokazali

da su krilni i kružni igrači i dalje imali statistički značajno odstupanje u testu eksplozivne snage tipa skok, ali ne i u testu bacanja. S druge strane, vanjski igrači nisu imali statistički značajnu razliku u testu eksplozivne snage tipa skok makar je $p=0,059$ vrlo blizu statistički značajnom rezultatom, dok rezultati u drugom testu pokazuju da postoji statistički značajna razlika u testu eksplozivne snage tipa bacanje.

U jednom istraživanju provedeno na rukometašicama može se vidjeti da su vanjske igračice puno češće u kontaktu s loptom u napadu te u obrani puno češće ulaze u prekršaj, a krilne igračice pretežno nemaju kontakt s loptom i ne ulaze u prekršaj u istoj mjeri kao i vanjske igračice, ali istrčavaju veći broj metara i češće trče u kontru (Michalisk, Aagaard, Madsen, 2015). Potencijalno rezultati istraživanja na rukometašicama mogu nam dati uvid da svaka pozicija ima svoje zahtjeve koje postavlja na igrača pa tako utjecaj akutnog umora može biti veći na određene mišićne regije ovisno o poziciji. Vanjski igrači više opterećuju ruke, dok krilni igrači više opterećuju noge. Rezultati istraživanja na rukometašicama potencijalno mogu objasniti zašto u ovom istraživanju akutni umor značajno djeluje na eksplozivnu snagu tipa bacanje kod vanjskih igrača, a na eksplozivnu snagu tipa skok kod krilnih igrača.

U ostalim testovima ne postoji statistički značajna razlika za vanjske, krilne i kružne igrače. Kod specifičnih testova s obzirom na pozicije, situacija ukazuje na, jednako kao i na ukupne rezultate u specifičnim testovima, nedovoljno poznavanje motoričkog gibanje, nedovoljno stabilizirane koordinacije i mogućeg dolaska do post akcijske potencije.

ZAKLJUČAK

Tijekom ovog istraživanja testiran je utjecaj akutnog umora na eksplozivnu snagu, brzinu i agilnost kroz tri opća testa i dva specifična testa. Rezultati pokazuju statistički značajan utjecaj samo u jednom motoričkoj sposobnosti, a to je eksplozivna snaga tipa skok . Daljnjom analizom po pozicijama rezultati također pokazuju statistički značajnu razliku u eksplozivnoj snazi tipa skok kod krilnih igrača i eksplozivne snage tipa bacanje kod vanjskih igrača. Ostali testovi nisu pokazali utjecaj umora na izvedbu. Treba napomenuti da su specifični testovi agilnosti pokazali bolje rezultate u drugom testiranju nego u prvom što potencijalno ukazuje na to da takvi testovi nisu dobar odabir za procjenu akutnog umora jer zbog njihove motoričke složenosti nisu primijenjeni za adolescente. Takve bi testove bilo prikladnije koristiti kod starijih uzrasta ukoliko su već upoznati sa motoričkim gibanjem te je njihova koordinacija stabilizirana. Dobiveni rezultati također pokazuju da se najveći umor pojavljuje kod mišića nogu i ruku. Ovi se rezultati mogu iskoristi u planiranju i programiranju treninga ne samo kako bi se unaprijedila izvedba igrača, već i kako bi se prevenirale ozljede. Naime, upravo su nagli eksplozivni pokreti u nogama i ramenom pojasu najčešći uzrok ozljeda u rukometu.

Završno treba napomenuti da je ovo istraživanje provedeno na malom uzorku ispitanika te da bi za bolji uvid o utjecaju akutnog umora bilo potrebno provesti istraživanje na većem broju ispitanika s većim brojem testova kako bi se dobili značajniji rezultati.

LITERATURA

- Boullosa, D. A., Abreu, L., Varela-Sanz, A., Mujika, I., Lupo, C. (2015). Influence of physical fitness on perceived exertion during game-specific activities in handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 1004-1012.
- Gonzalez-Boto, R., Salinero, J.J., Abian-Vicen, J., Areces, F., Gonzalez-Rave, J.M., Gallo-Salazar, C., Ruiz-Vicente, D., Lara, B., Del Coso, J. (2019). Sport Practice and Physical Fitness in Healthy Adolescents. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2161-2167.
- Hećimović, I., Milanović, D. (2018). Utjecaj akutnog umora na psihološke čimbenike kod mladih rukometaša. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 33(1), 15-21.
- Hertzog, M., Rummel, J., Germann, U., Ludecke, K., von Duvillard, S. P. (2017). Effects of fatigue on throwing accuracy and ball velocity in male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3054-3060.
- Kargarfard, M., Samadi, H., Ghiasvand, F., Ghiasi, A. (2017). The relationship between acute fatigue and sport injury in male football players. *Asian journal of sports medicine*, 8(4).
- Kondrič, M., Zagatto, A. M., Sekulić, D., Zenić, N. (2013). The physiological demands of handball. *Sports Medicine*, 43(7), 619-642.
- Meeusen, R. (2014). Exercise, fatigue and the immune system. *Psychiatry*, 7(11), 462-466.
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., Madsen, K. (2015). Tehnical Activity and Influence of Body Anthropometry on Playing Performance in Female Elite Team Handball. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 29(4):p 1126-1138.
- Mikulić, P., Pehar, M., Sarabon, N. (2020). Utjecaj akutnog umora na parametre ravnoteže kod rukometašica. *Sport Science*, 13(1), 7-12.
- Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
- Neljak, B. (2013). *Kineziološka metodika u osnovnom i srednjem školstvu*. Zagreb: Gopal.
- Pradas, F., Argudo, F. M., Ortega, E., Gómez, M. A. (2014). Relationships between technical-tactical performance and motor abilities in team-handball. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 129-137.

- Reilly, T., Edwards, B., Alcock, A. (2003). Monitoring of fatigue during a soccer match. In *Science and Football IV* (pp. 24-28). Routledge.
- Rogulj, N., Đurković, M., Šarabon, N. (2015). Utjecaj akutnog umora na mišićnu snagu kod vrhunskih hrvatskih rukometaša. *Kineziologija*, 47(2), 239-246.
- Sargenti, L., Affinita, A., Silvestri, M., De Ioris, M., Gargiulo, G., Vittori, C., D'Auria, E. (2021). Acute fatigue and motor performance in adolescent handball players. *Sports*, 9(3), 41.
- Sekulić, D. (2012). *Testiranje u sportu*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Slimani, M., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., Chaabène, H., Chamari, K. (2018). Acute effects of fatigue on jump height, reaction time, and agility in handball players. *Sports*, 6(2), 39.
- Smith, A., Taylor, E., Rogers, R. (2002). Effects of fatigue on cognitive and motor skills. *Psychoneuroendocrinology*, 27(7), 839-844.
- Tucher, G., Brunner, F., Kopp, M., Lorenzetti, S. (2018). The effect of fatigue on handball goalkeeper's jump ability and reaction time. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(2), 233-240.
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123-1130.

PRILOZI

TABLICE

Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji rezultata u testovima općih i specifičnih motoričkih sposobnosti kod grupe rukometaša.

Tablica 2. Razlika između prvog i drugog testiranja za bazični test eksplozivne snage izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Tablica 3. Razlika između prvog i drugog testiranja za bazični test eksplozivne snage tipa bacanje izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Tablica 4. Razlika između prvog i drugog testiranja za bazični test brzine izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Tablica 5. Razlika između prvog i drugog testiranja za specifični test agilnosti izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Tablica 6. Razlika između prvog i drugog testiranja za specifični test agilnosti izračunata T-testom za zavisne uzorke.

Tablica 7. Razlika između prvog i drugog testiranja za sve odabrane motoričke sposobnosti kod vanjskih igrača izračunata T-testom za zavisne uzorke