SVEUČILIŠTE U SPLITU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

VLADIMIR POKRAJČIĆ

REAKTIVNA I NEREAKTIVNA AGILNOST U RUKOMETU; RAZVOJ I VALIDACIJA SPECIFIČNIH TEST PROCEDURA TE ANALIZA FAKTORA UTJECAJA

(DOKTORSKA DISERTACIJA)

Mentor:
Dr. sc. Nikola Foretić, izv.prof

Sumentor:
Dr. sc. Miran Pehar, izv.prof

Split, 2026

Sadržaj

Sažetak 3
Abstract 4
1. UVOD 7
1.1. Rukomet 7
1.2. Agilnost 11
1.3. Konstrukcija novog mjernog instrumenta 14
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA 21
2.1. Istraživanja sport-specifične agilnosti u timskim sportskim igrama 21
2.2. Istraživanja sport-specifične agilnosti u rukometu 24
3. PROBLEM ISTRAŽIVANJA 27
4. CILJ ISTRAŽIVANJA 28
5. HIPOTEZE 29
6. METODE RADA 30
6.1. Uzorak ispitanika 30
6.2. Uzorak varijabli 30
6.3. Metode obrade podataka 33
7. REZULTATI 35
8. DISKUSIJA 67
8.1. Rasprava uz H1: novokonstruirani testovi imat će zadovoljavajuću pouzdanost 68
8.2. Rasprava uz H2: novokonstruirani testovi imat će zadovoljavajuću konstruktnu valjanost 69
8.3. Rasprava uz H3: novokonstruirani testovi imat će dobru diskriminativnu valjanost 72
8.4. Rasprava uz H4: utvrdit će se statistički značajna povezanost antropometrijskih značajki s rezultatima novokonstruiranih testova 74
8.5. Rasprava uz H5: utvrdit će se statistički značajna povezanost specifičnih motoričkih sposobnosti s rezultatima novokonstruiranih testova 77
8.6. Integrirana interpretacija rezultata 79
9. OČEKIVANI ZNANSTVENI DOPRINOS 82
10. OČEKIVANI STRUČNI DOPRINOS 83
11. ZAKLJUČAK 84
12. LITERATURA 88

Sažetak

Rukomet je složena timska sportska igra koja zahtijeva visoku razinu razvijenosti kondicijskih, tehničko-taktičkih i perceptivno-kognitivnih sposobnosti. Posebno važnu sastavnicu rukometne uspješnosti predstavlja agilnost jer igrači tijekom utakmice učestalo ubrzavaju, usporavaju, mijenjaju smjer kretanja i reagiraju na nepredvidive situacije. Glavni cilj ovog istraživanja bio je razviti i evaluirati nove rukometno-specifične testove za procjenu reaktivne (HS-RAG) i unaprijed planirane agilnosti (HS-CODS). Dodatni ciljevi bili su utvrditi njihovu pouzdanost, konstruktnu i diskriminativnu valjanost te ispitati povezanost antropometrijskih značajki i specifičnih motoričkih sposobnosti s rezultatima novokonstruiranih testova.

U istraživanju je sudjelovalo 90 natjecateljski aktivnih rukometaša i rukometašica, od čega 62 rukometaša i 28 rukometašice u dobi od 15 do 41 godine. Broj sudionika uključenih u pojedine analize razlikovao se ovisno o dostupnosti podataka. Antropometrijskim mjerenjima procijenjeni su tjelesna visina, tjelesna masa i postotak masnog tkiva, dok su motoričke sposobnosti procijenjene testovima linearne brzine, promjene smjera, eksplozivne i reaktivne snage te brzine leta lopte pri šutu na gol. Novokonstruirani rukometno-specifični testovi uključivali su početno ubrzanje, promjenu smjera, pobiranje lopte, šut prema golu i povratak na početnu poziciju. U HS-CODS testu smjer kretanja bio je unaprijed poznat, dok je u HS-RAG testu bio određen nepoznatim vizualnim podražajem.

Za obradu podataka primijenjeni su deskriptivni statistički pokazatelji, testovi normalnosti distribucije, intraklasni koeficijent korelacije, standardna pogreška mjerenja, koeficijent varijacije, korelacijske i regresijske analize te postupci za utvrđivanje razlika između rukometaša i rukometašica i različitih igračkih pozicija. Pouzdanost pojedinačnog pokušaja HS-RAG testa bila je niska do granično umjerena (ICC(3,1) = 0,418), dok je pouzdanost rezultata dobivenog objedinjavanjem više pokušaja bila osjetno viša (ICC(3,k) = 0,742). Koeficijent varijacije iznosio je 7,39 %, a nije utvrđen statistički značajan sustavni učinak pokušaja, što upućuje na odsutnost izraženog učinka učenja, familiarizacije ili umora.

Rezultati HS-RAG i HS-CODS testova bili su statistički značajno povezani s teorijski relevantnim pokazateljima sprinta, generičke promjene smjera, eksplozivne snage i brzine lopte pri šutu, čime je potvrđena njihova zadovoljavajuća konstruktna valjanost. Međusobna povezanost HS-RAG i HS-CODS testova bila je umjerena, što pokazuje da procjenjuju

povezane, ali ne potpuno jednake komponente agilnosti. Rukometaši su u oba novokonstruirana testa ostvarili kraća, odnosno bolja vremena od rukometašica, pri čemu je sposobnost razlikovanja skupina bila izraženija kod HS-RAG testa. Razlike između igračkih pozicija bile su manje dosljedne, zbog čega je diskriminativna valjanost prema pozicijskoj ulozi potvrđena samo djelomično.

Od antropometrijskih značajki postotak masnog tkiva pokazao se kao najstabilnija varijabla povezana s izvedbom, pri čemu je veći postotak masnog tkiva bio povezan s duljim, odnosno slabijim rezultatima u oba novokonstruirana testa. Veća tjelesna visina bila je povezana s boljim rezultatom HS-RAG testa u ukupnom uzorku, dok tjelesna masa nije pokazala statistički značajnu povezanost s izvedbom.

Dobiveni rezultati pokazuju da HS-RAG i HS-CODS predstavljaju komplementarne pokazatelje rukometno-specifične agilnosti. HS-CODS u većoj mjeri procjenjuje sposobnost unaprijed planirane promjene smjera, dok HS-RAG dodatno uključuje opažanje podražaja i donošenje odluke. Njihova kombinirana primjena može omogućiti cjelovitiju procjenu agilnosti rukometaša i rukometašica, kvalitetnije praćenje trenažnih učinaka i precizniju individualizaciju treninga. Zbog ograničene stabilnosti pojedinačne izvedbe preporučuje se da se konačni rezultat HS-RAG testa temelji na objedinjenom rezultatu više pokušaja, uz prethodnu standardiziranu familiarizaciju.

Ključne riječi: timske sportske igre, promjena smjera kretanja, CODS, RAG, pouzdanost, valjanost, metrijske karakteristike

Abstract

Handball is a complex team sport that requires highly developed physical, technical-tactical, and perceptual-cognitive abilities. Agility represents an important component of handball performance because players repeatedly accelerate, decelerate, change direction, and respond to unpredictable situations during a match. The main aim of this study was to develop and evaluate new handball-specific tests for the assessment of reactive agility (HS-RAG) and pre-planned change-of-direction speed (HS-CODS). Additional aims were to determine their reliability, construct and discriminant validity, and to examine the associations of anthropometric characteristics and specific physical performance abilities with the results of the newly developed tests.

The study included 90 competitive handball players, comprising 62 male and 28 female handball players aged 15 to 41 years. The number of participants included in individual analyses varied depending on data availability. Anthropometric assessment included body height, body mass, and body fat percentage, while physical performance was evaluated using tests of linear sprint speed, change-of-direction speed, explosive and reactive strength, and ball velocity during standing and jump shots. The newly developed handball-specific tests included initial acceleration, a change of direction, ball retrieval, a shot at the goal, and a return to the starting position. In the HS-CODS test, the direction of movement was known in advance, whereas in the HS-RAG test it was determined by an unpredictable visual stimulus.

Data analysis included descriptive statistics, tests of distribution normality, intraclass correlation coefficients, standard error of measurement, coefficients of variation, correlation and regression analyses, and procedures for examining differences between male and female handball players and between playing positions. The reliability of a single HS-RAG trial was low to borderline moderate, with ICC(3,1) = 0.418, whereas the reliability of the aggregated result based on multiple trials was substantially higher, with ICC(3,k) = 0.742. The coefficient of variation was 7.39%, and no statistically significant systematic effect of trial was identified, indicating the absence of a pronounced learning, familiarisation, or fatigue effect.

The HS-RAG and HS-CODS results were significantly associated with theoretically relevant measures of sprint speed, generic change-of-direction ability, explosive strength, and ball velocity during shooting, supporting their construct validity. The association between the HS-RAG and HS-CODS tests was moderate, indicating that they assess related but not identical components of agility. Male handball players achieved shorter, and therefore better, completion times than female handball players in both newly developed tests, with greater discriminative ability observed for the HS-RAG test. Differences between playing positions were less consistent, and discriminant validity according to positional role was therefore only partially supported.

Among the anthropometric characteristics, body fat percentage emerged as the most consistent variable associated with performance, with higher body fat percentages being related to longer, and therefore poorer, completion times in both newly developed tests. Greater body height was associated with better HS-RAG performance in the total sample, whereas body mass was not significantly associated with either test.

The findings indicate that the HS-RAG and HS-CODS represent complementary measures of handball-specific agility. The HS-CODS primarily assesses the ability to perform a pre-planned change of direction, whereas the HS-RAG additionally includes stimulus perception and decision-making. Their combined application may provide a more comprehensive assessment of agility in male and female handball players, improve the monitoring of training effects, and support more precise individualisation of the training process. Due to the limited stability of a single HS-RAG trial, the final score should be based on an aggregated result from multiple trials following a standardised familiarisation procedure.

Keywords: team sports games, change of direction, CODS, RAG, reliability, validity, metric characteristics

1. UVOD

1.1. Rukomet

Rukomet je jedan od najpopularnijih momčadskih sportova u svijetu, posebice u Europi, s ukupno oko 25 milijuna igrača (Luig et al., 2018). To je brza i eksplozivna timska sportska igra u kojoj se dva tima sučeljavaju na terenu veličine 40 x 20 metara, a karakterizira je jasno definiran cilj: postići što više golova, a primiti što manje (Rogulj, 2003). Utakmice su podijeljene u dva poluvremena po 30 minuta, s tim da pauza između dva poluvremena ne može biti duža od 15 minuta. Iako je konačan ishod izražen brojem postignutih i primljenih pogodaka, uspješnost u rukometu rezultat je međudjelovanja tehničkih, taktičkih, kondicijskih, perceptivno-kognitivnih i psihosocijalnih obilježja igrača. Zbog toga se rukometna izvedba ne može objasniti jednom sposobnošću ili izoliranim tehničkim elementom, nego kvalitetom povezivanja individualnih postupaka s kolektivnim djelovanjem ekipe u napadu i obrani (Karcher & Buchheit, 2014; Wagner, Finkenzeller, Würth, & Von Duvillard, 2014)

Predstavlja sport koji uključuje brojne tjelesne kontakte i duele između protivnika te brojne tehničko-taktičke elemente koji služe nadmudrivanju protivnika, što ovaj sport čini vrlo atraktivnim za gledanje (Meier, Schreyer, & Jetzke, 2020). Ovu kompleksnu sportsku igru određuju individualne karakteristike svakog igrača, taktičke komponente i interakcije dvaju timova (Wagner et al., 2014), odnosno tehničke, taktičke, psihološko/socijalne i fizičke karakteristike igrača (Schwesig et al., 2016). Svi ovi elementi su od velike važnosti u rukometu te su usko međusobno povezani čineći ga posebno složenom vrstom sporta (Schwesig et al., 2016). Aktivnosti igrača karakteriziraju ponovljeni skokovi, sprintevi, kontakt tijela velikom brzinom, specifični tehnički obrasci kretanja i promjene smjera, koje se javljaju kao odgovor na različite taktičke situacije u igri (Karcher & Buchheit, 2014). Kao ključne motoričke sposobnosti za uspjeh rukometaša izdvajaju se: brzinska koordinacija, brzinsko-snažna izdržljivost i agilnost (Bojić-Ćaćić & Škorić, 2020). Promjene smjera prisutne su u svim fazama igre, pozicijskom i tranzicijskom napadu i obrani. Promjene smjera kretanja su također dio mnogih individualnih napadačkih tehničkih elemenata, kao što su fintiranje s loptom i fintiranje bez lopte. Individualna tehnika obrane također je nezamisliva bez promjene smjera. Elementi u kojima je to vidljivo su: bočni pokreti u plitkim obranama, kretanje naprijed-natrag u dubokim obranama, obrana čovjek na čovjeka ili prilikom krađe lopte. Sve te aktivnosti treba izvršiti što je brže moguće bez gubitka ravnoteže tijela ili kontrole kretanja.

Strukturu rukometne igre čine uzastopne izmjene posjeda lopte i prijelazi između napadačkih i obrambenih faza. U napadu se razlikuju protunapad, brzi napad i pozicijski napad protiv organizirane obrane, dok obrambeno djelovanje obuhvaća povratak u obranu, zaustavljanje protivničke tranzicije i organiziranu pozicijsku obranu. Svaka promjena posjeda u vrlo kratkom vremenu mijenja uloge igrača: igrač koji je završio napadačku akciju mora odmah reagirati na mogućnost protivničkog protunapada, dok obrambeni igrač nakon osvojene lopte prelazi u otvaranje prostora i podršku tranzicijskom napadu. Analiza elitnih europskih utakmica pokazuje da se napadačke sekvence razlikuju prema načinu započinjanja, trajanju, broju dodavanja, brojčanom odnosu i završnoj zoni, pri čemu je uspješnost povezana s mogućnošću napada na neorganiziranu obranu i stvaranjem kvalitetne završne situacije u blizini vratarevog prostora (Ferrari et al., 2022). Takva struktura igre nameće potrebu za brzim prepoznavanjem trenutka promjene faze, pravodobnim izborom smjera kretanja i neposrednom prilagodbom novom odnosu suigrača, protivnika, lopte i prostora.

U pozicijskom napadu igrači nastoje narušiti ravnotežu obrambenog sustava promjenom širine i dubine napada, križanjima, blokadama, utrčavanjima, promjenama mjesta te individualnim djelovanjem jedan na jedan. Tehnička izvedba dodavanja, hvatanja, vođenja, fintiranja, skoka i šuta pritom je neodvojiva od taktičke namjere i odluke donesene u odnosu na ponašanje obrane. Vanjski igrači često organiziraju napad i izvode prodore ili šutove s većih udaljenosti, krilni igrači koriste širinu igrališta i završavaju napade iz manjeg kuta ili nakon tranzicije, dok kružni napadači djeluju u prostoru neposredno uz obranu, sudjeluju u blokadama, otvaranju linija dodavanja i završnici pod izraženim tjelesnim kontaktom. U obrani se istodobno provode bočna, dijagonalna i kretanja naprijed-natrag, preuzimanja, iskakanja, zatvaranja prodora, blokiranje šuta i pomoć suigraču. Uspješna izvedba stoga ovisi o sposobnosti igrača da kontinuirano opaža relevantne informacije, anticipira razvoj situacije i usklađuje vlastito kretanje s kolektivnom taktikom ekipe (Wagner et al., 2014)

S kondicijskog stajališta rukomet je izrazito intervalna sportska igra. Tijekom utakmice izmjenjuju se stajanje, hodanje i lagano trčanje s kratkim, ali vrlo zahtjevnim akcijama kao što su ubrzanja, sprintovi, nagla zaustavljanja, promjene smjera, skokovi, doskoci, šutovi, blokade i tjelesni dueli. Nadalje, istraživači (Póvoas et al., 2012) pokazali su da elitna rukometna utakmica proizvodi visok fiziološki zahtjev unatoč tome što se velik dio ukupnog vremena provodi u aktivnostima nižeg intenziteta. Sličan obrazac utvrđen je i kod vrhunskih rukometašica, koje tijekom utakmice izvode više stotina promjena aktivnosti, uz visoko relativno opterećenje i povremena razdoblja dominantno anaerobnog rada (Lars Bojsen

Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2014). Sustavni pregled novijih istraživanja pokazuje da elitni igrači u prosjeku prelaze približno 3,7 kilometara po utakmici, ali ukupna udaljenost znatno varira ovisno o vremenu provedenom u igri, spolu, razini natjecanja i igračkoj poziciji (García-Sánchez, Navarro, Karcher, & de la Rubia, 2023). Zbog čestih zamjena i prekida igre, ukupna udaljenost sama po sebi ne opisuje cjelovito stvarni intenzitet i složenost rukometnog opterećenja.

Za razumijevanje specifičnih zahtjeva rukometa posebno su važne akcije ubrzavanja i usporavanja. Na relativno malom prostoru igrači rijetko postižu maksimalnu brzinu linearnog sprinta, ali vrlo često proizvode veliku silu pri početnom ubrzanju, kočenju i ponovnom pokretanju u drugom smjeru. Uz to, energetski i neuromuskularni zahtjev kontakta, guranja, zadržavanja pozicije i blokiranja protivnika nije moguće u potpunosti procijeniti samo analizom prijeđene udaljenosti. Istraživanja provedena lokalnim pozicijskim i inercijskim sustavima potvrđuju da broj i intenzitet ubrzanja, usporavanja, promjena smjera i sudara pružaju dodatne informacije o vanjskom opterećenju rukometaša (Font et al., 2021; Luteberget & Spencer, 2017). Bassek, Raabe, Memmert, and Rein (2023) dodatno naglašavaju da uključivanje ubrzanja i usporavanja preciznije opisuje kretanje u rukometu od tradicionalne podjele samo prema zonama brzine. Navedeno je osobito važno za agilnost jer kvaliteta promjene smjera ne ovisi samo o brzini dolaska u određenu točku, nego i o sposobnosti učinkovite deceleracije, održavanja ravnoteže i brzog ponovnog ubrzavanja.

Zahtjevi igre jasno se razlikuju između igračkih pozicija. Krilni igrači u pravilu prelaze veću udaljenost, postižu veće brzine i češće sudjeluju u protunapadu i povratku u obranu. Vanjski igrači izvode velik broj dodavanja, promjena smjera, prodora i šutova s udaljenosti te imaju važnu ulogu u organizaciji kolektivnog napada. Kružni napadači prelaze manju udaljenost, ali su izloženi većem broju tjelesnih kontakata, izometričkih naprezanja i borbi za položaj u ograničenom prostoru. Vratari imaju znatno drukčiji lokomotorni profil, no njihova izvedba zahtijeva brzu percepciju šuta, anticipaciju, eksplozivne reakcije, lateralna kretanja i učestalo zauzimanje optimalnog položaja u odnosu na loptu i napadača. Pozicijske razlike potvrđene su u više analiza elitnog rukometa, pri čemu se naglašava da ista ukupna vrijednost opterećenja može prikrivati bitno različite vrste aktivnosti i motoričke zahtjeve pojedinih uloga (Cardinale, Whiteley, Hosny, & Popovic, 2017; Font et al., 2021; Karcher & Buchheit, 2014; Lars Bojsen Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2015).

Razlike u strukturi opterećenja prisutne su i između muškog i ženskog rukometa. Usporedbe elitnih igrača i igračica pokazuju da muškarci u prosjeku izvode više visoko intenzivnih i snagom uvjetovanih akcija te su izloženi izraženijim tjelesnim kontaktima, dok igračice mogu ostvariti veću ukupnu udaljenost i visoko relativno fiziološko opterećenje (L Bojsen Michalsik & Aagaard, 2015). U ženskom rukometu također su utvrđene pozicijske razlike, pri čemu krilne igračice ostvaruju veći volumen kretanja i više aktivnosti visokog intenziteta u odnosu na vanjske igračice i kružne napadačice (Lars Bojsen Michalsik et al., 2014). Ovi nalazi upućuju na to da se kondicijska priprema, dijagnostika i interpretacija rezultata ne bi trebale temeljiti na jedinstvenom modelu za sve igrače, nego trebaju uvažavati spol, igračku poziciju, vrijeme provedeno u igri i dominantne tehničko-taktičke zadatke.

Fiziološki zahtjevi rukometa proizlaze iz kombinacije kontinuirane potrebe za oporavkom i ponavljanja kratkih akcija visokog intenziteta. Aerobni kapacitet omogućuje održavanje radnog intenziteta i brži oporavak između ponavljanih napadačkih i obrambenih akcija, dok anaerobni mehanizmi imaju važnu ulogu u sprintu, skoku, šutu, duelu i eksplozivnoj promjeni smjera. Póvoas et al. (2014) utvrdili su da se fiziološki zahtjevi razlikuju među pozicijama, što dodatno potvrđuje potrebu za specifičnim pristupom treningu. Istodobno, smanjenje količine aktivnosti visokog intenziteta u drugom poluvremenu, zabilježeno u istraživanjima muškog i ženskog elitnog rukometa, upućuje na pojavu umora koji može narušiti brzinu kretanja, tehničku preciznost i kvalitetu odlučivanja (L. Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2013; Lars Bojsen Michalsik et al., 2014). U natjecateljskim uvjetima nije dovoljno samo proizvesti brzu i snažnu akciju, nego ju je potrebno ponavljati uz zadržavanje kontrole tijela i pravodobnog taktičkog odgovora.

Iz svega navedenog vidljivo je da se u svim navedenim fazama rukometne igre promjena smjera pojavljuje kao sastavni dio uspješne izvedbe te da vrhunski rukometaši, na svim igračkim pozicijama, moraju biti okretni, odnosno imati dobro razvijene sposobnosti agilnosti (Rogulj, Foretić, Spasić, Burger, & Čavala, 2017). U napadu se očituje u fintiranju, prodoru, promjeni ritma, utrčavanju, izlasku iz blokade i stvaranju prostora za šut ili dodavanje. U obrani je prisutna pri bočnom kretanju, iskakanju prema napadaču, povratku prema liniji vratarevog prostora, preuzimanju, pomoći i reakciji na promjenu smjera protivnika. U tranziciji se promjena smjera povezuje s izborom putanje nakon osvojene ili izgubljene lopte, procjenom raspoloživog prostora i reakcijom na položaj suigrača i protivnika. Rukometaš zato rijetko mijenja smjer u potpuno unaprijed poznatim uvjetima; odluka se najčešće donosi pod vremenskim pritiskom i na temelju promjenjivog vizualnog podražaja. Upravo spoj brzog

opažanja, odlučivanja, kočenja, promjene smjera i ponovnog ubrzavanja objašnjava zašto agilnost predstavlja jednu od ključnih sposobnosti rukometne uspješnosti te zašto njezinu procjenu treba provoditi testovima koji u što većoj mjeri odražavaju stvarne zahtjeve rukometne igre.

1.2. Agilnost

Agilnost predstavlja važnu motoričku sposobnost u sportovima koji uključuju višesmjerne promjene smjera kao što su ragbi, nogomet, tenis, košarka, rukomet itd. (Chatzopoulos, Galazoulas, Patikas, & Kotzamanidis, 2014). Pregledom relevantne znanstvene literature može se pronaći veliki broj definicija agilnosti. Generalno, agilnost možemo definirati kao sposobnost brze promjene smjera kretanja (Ackland, Elliott, & Bloomfield, 2009; T. J. Gabbett, Kelly, & Sheppard, 2008; Jeffreys, 2011; Serpell, Ford, & Young, 2010).

Međutim, u stvarnim sportskim situacijama promjene smjera često se rade kao odgovor na nepredvidive podražaje (Serpell et al., 2010; J. Sheppard, Young, Doyle, Sheppard, & Newton, 2006) pa tako Sattler et al. (2015) agilnost definiraju kao sposobnost učinkovite promjene smjera (i/ili brzine) kretanja kao odgovor na akustične, taktilne i / ili vizualne podražaje.

Agilnost ovisi o čitavom nizu čimbenika (Beekhuizen, Davis, Kolber, & Cheng, 2009; Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar, & Sattler, 2013). Postoje dva relativno neovisna oblika agilnosti:

- nereaktivna ili unaprijed planirana agilnost (change of direction speed-CODS): karakterizira je promjena smjera kretanja koja je već unaprijed poznata; odnosno planira se i igrači ne trebaju reagirati na određeni podražaj. Ovaj oblik agilnosti uvelike ovisi o fizičkoj pripremljenosti, uključujući snagu, brzinu i koordinaciju, jer igrač mora izvoditi brze promjene smjera koje su unaprijed planirane, bez potrebe za reagiranjem na vanjske stimuluse (J. M. Sheppard & Young, 2006).
- reaktivna ili neplanirana agilnost (Reactive agility-RAG), koja uključuje kognitivnu komponentu, odnosno faktore promatranja i odlučivanja (T. Gabbett & Benton, 2009; Zeljko, Spasic, & Sekulic, 2020). Prema J. M. Sheppard and Young (2006), reaktivna agilnost zahtijeva visoku razinu kognitivnih sposobnosti, poput pažnje, predviđanja i odlučivanja. Ovaj oblik agilnosti ovisi o sposobnosti brze obrade informacija i donošenja odluka u realnom vremenu, uz istovremene fizičke zahtjeve za brzim

reakcijama na promjene u okolini, što uključuje reakcije na kretanje protivnika ili na promjene u situaciji na terenu.

Prema Pehar (2016) testove za procjenu ove motoričkih sposobnosti možemo svrstati u dvije skupine:

- testovi u kojima su smjer i kretnja unaprijed definirani (nereaktivna agilnost),
- testovi reaktivne agilnosti.

Većina testova agilnosti izvodi se iz „statičnog“ položaja. Međutim, Uchida, Demura, Nagayama, and Kitabayashi (2013) ističu kako bi procjenu agilnosti sportaša trebalo vršiti uz pomoć testova u kojima se promjena smjera kretanja izvodi kao reakcija na određeni podražaj, a izvedba započinje reakcijom na podražaj kojemu prethodi neko kretanje, što predstavlja prirodniju i specifičniju situaciju za većinu sportova, uključujući rukomet, koji je sam po sebi dinamičan sport.

U rukometu se agilnost pojavljuje u dva oblika ovisno o igračkim situacijama; nereaktivni – unaprijed planirana promjena smjera igrača koja nije uvjetovana reakcijom na vanjske faktore (protivničku akciju) i reaktivni – neplanirana promjena smjera koja je pod utjecajem protivničke akcije. Obje forme koje se pojavljuju s loptom ili bez nje od velike su važnosti za učinkovito igranje u rukometu. Testiranje agilnosti u rukometu imalo bi veću praktičnu primjenjivost ukoliko bi se igrač mogao testirati u sport-specifičnim uvjetima, osobito u situacijama koje simuliraju agilne pokrete koji se obično događaju tijekom igre.

Agilnost, kao ključna komponenta uspješnosti u rukometu, bila je predmet brojnih istraživanja koja su koristila različite testove u svrhu njezine kvantifikacije i evaluacije utjecaja trenažnih postupaka. Studija Khaleel (2022) istraživala je utjecaj SAQ (Speed, Agility, Quickness) vježbi na razvoj fizičkih i tehničkih sposobnosti mladih rukometaša. Rezultati su pokazali statistički značajna poboljšanja kod igrača iz eksperimentalne skupine, posebice u brzini, agilnosti i preciznosti šutiranja s različitih udaljenosti. Zaključeno je kako SAQ metoda ima pozitivan utjecaj na razvoj ključnih fizičkih i tehničkih sposobnosti mladih rukometaša. Pereira et al. (2018) istraživali su povezanost između brzine, snage i sposobnosti promjene smjera kod elitnih rukometaša i rukometašica, utvrdivši značajne korelacije između ovih sposobnosti, što sugerira važnost razvoja snage i brzine za poboljšanje agilnosti.

Woszczek, Szczypiór-Piasecka, Antczak, and Mińko (2021) koristili su T-test za procjenu agilnosti kod mladih rukometaša, potvrdivši njegovu korisnost u procjeni multidirekcionalnog

kretanja i dinamičke stabilnosti. Hermassi, Fadhloun, Chelly, and Bensbaa (2011) analizirali su odnos između rezultata T-testa agilnosti i različitih mjera tjelesne spremnosti kod elitnih adolescentnih rukometaša, utvrdivši značajne korelacije koje potvrđuju važnost agilnosti u ukupnoj sportskoj izvedbi. Stamenković, Pavlović, Radenković, Lilić, and Nikolić (2023) istraživali su povezanost između linearne brzine, brzine promjene smjera i "dribble deficite" (deficita driblinga - razlika u vremenu između izvođenja testa s loptom i bez lopte) kod muških rukometaša, otkrivši da su sve tri sposobnosti međusobno povezane, što ukazuje na važnost integriranog pristupa u treningu agilnosti.

U istraživanju Gaamouri et al. (2023) ispitivan je utjecaj desetotjednog pliometrijskog trening programa na sportsku izvedbu kod mladih rukometašica. Program je uključivao dodatne pliometrijske vježbe dva puta tjedno tijekom deset tjedana, uz uobičajeni trenažni režim. Rezultati su pokazali značajna poboljšanja u sposobnostima relevantnim za igru, uključujući brzinu promjene smjera (COD), skakačku sposobnost, sposobnost ponavljanih sprinteva (RSA) i snagu. Ova poboljšanja ukazuju na to da dodatni pliometrijski trening može učinkovito unaprijediti agilnost i druge ključne fizičke sposobnosti kod mladih rukometašica, što je od posebne važnosti za sportove koji zahtijevaju brze i eksplozivne pokrete, poput rukometa. Puzi and Choo (2021) proveli su šestotjedni CoBAgi trening na adolescentnim rukometašima te su zabilježili značajna poboljšanja u koordinaciji, dinamičkoj ravnoteži i agilnosti.

Na razvoj agilnosti utječe i zrelost sportaša, razina natjecanja i kognitivne sposobnosti. Istraživanje Hammami et al. (2018) ističe važnost biološke zrelosti u kontekstu agilnosti kod mladih rukometaša. Rezultati njihova istraživanja pokazuju da stariji igrači, koji su prošli kroz različite morfološke promjene povezane s rastom i razvojem, postižu bolje rezultate u testovima agilnosti u usporedbi s mlađim sportašima. U istraživanju Rogulj, Foretić, and Brčić (2013) proučavao se razvoj specifičnih motoričkih sposobnosti kod rukometnih vratara različitih dobnih skupina, s naglaskom na lateralnu agilnost, brzinu reakcije i eksplozivnost. Agilnost se pokazala kao varijabla s velikim razvojnim potencijalom te da stariji vrhunski vratari ostvaruju bolje rezultate u većini motoričkih testova. Osim biološke zrelosti, važnu ulogu u razvoju agilnosti ima i razina natjecateljskog iskustva. Slične rezultate dobivaju i drugi autori koji su se bavili istraživanjem utjecaja biološke zrelosti na razvoj agilnosti i drugih motoričkih sposobnosti kod mladih rukometaša. Aouichaoui et al. (2024) zaključuju kako postpubertetski igrači ostvaruju bolje rezultate u agilnosti i aerobnoj izdržljivosti u odnosu na prepubertetske. Slično tome, istraživanje Živković et al. (2019) pokazalo je da rano zreli

adolescentni rukometaši imaju bolje motoričke sposobnosti u testovima eksplozivne snage, sprinta i promjene smjera.

Istraživanje Spasic, Krolo, Zenic, Delextrat, and Sekulic (2015) razvilo je specifične testove za rukomet koji su pokazali da RA i CODS dijele manje od 20% zajedničke varijance, naglašavajući potrebu za zasebnim treninzima za svaku sposobnost. Dodatno, istraživanje Pokrajčić, Marić, Foretić, and Uljević (2021) potvrdilo je pouzdanost novih testova specifičnih za rukomet, ističući važnost sport-specifičnih mjerenja u procjeni agilnosti. Ova istraživanja zajedno naglašavaju da, iako su RA i CODS povezane, one predstavljaju različite komponente agilnosti koje zahtijevaju različite pristupe u treningu i evaluaciji.

Istraživanja Henry, Dawson, Lay, and Young (2011) te Rogulj (2021) ukazuju na to da su kognitivni i perceptivni faktori, poput sposobnosti donošenja odluka i anticipacije, ključni za uspjeh u kompleksnim situacijama, dok fizička komponenta CODS sama po sebi nije dovoljna. Da uz tjelesne komponente, agilnost uključuje i kognitivne aspekte, dodatno potvrđuje istraživanje Spasic et al. (2015). Autori naglašavaju da je kognitivna pripremljenost – sposobnost brzog opažanja, odlučivanja i reagiranja – od iznimne važnosti za uspjeh u testovima agilnosti kod vrhunskih sportaša, poput rukometaša. Fasold, Braun, and Klatt (2023) analizirali su utjecaj lateralne dominacije i zahtjeva donošenja odluka na promjenu smjera kod rukometaša, otkrivši da reaktivne situacije smanjuju brzinu promjene smjera, a igrači su brži kada se kreću u smjeru svoje dominantne ruke.

Na temelju svih navedenih nalaza može se zaključiti da je za valjano testiranje agilnosti u rukometu nužno primijeniti kombinaciju testova koji pokrivaju različite aspekte – od osnovne brzine i promjene smjera, do perceptivno-kognitivnih sposobnosti koje simuliraju realne uvjete natjecanja. Time se omogućuje ne samo preciznija dijagnostika, već i ciljaniji razvoj agilnosti kroz trenažni proces.

1.3. Konstrukcija novog mjernog instrumenta

Mjerni instrument ili test predstavlja standardizirani postupak kojim se određena latentna sposobnost, osobina ili izvedbena kvaliteta prevodi u mjerljiv rezultat te se ispitanik pozicionira u odnosu na referentni sustav mjerenja (Dizdar, 2006). Konstrukcija novog testa započinje jasnim definiranjem predmeta mjerenja, nakon čega slijede odabir reprezentativnih zadataka,

precizno opisivanje protokola, standardizacija uvjeta provedbe te provjera metrijskih karakteristika (Pehar, 2016). U sportu taj proces ima dodatnu odgovornost jer se dobiveni rezultati često koriste za dijagnostiku sposobnosti, usmjeravanje treninga, praćenje napretka, selekciju igrača i procjenu povratka u natjecanje. Zbog toga novi test ne smije biti zanimljiv samo po svojoj izvedbenoj strukturi, nego mora imati jasno teorijsko opravdanje i dokazanu praktičnu vrijednost.

Kvaliteta mjernog instrumenta prvenstveno se procjenjuje kroz valjanost, pouzdanost i osjetljivost. Valjanost odgovara na pitanje mjeri li test doista sposobnost kojoj je namijenjen, pouzdanost pokazuje u kojoj se mjeri rezultat može ponoviti u jednakim uvjetima, dok osjetljivost označava sposobnost testa da registrira stvarne razlike između ispitanika ili promjene nastale treningom (Currell & Jeukendrup, 2008). Pri tome je važno razlikovati relativnu pouzdanost, odnosno stabilnost poretka ispitanika, od apsolutne pogreške mjerenja izražene, primjerice, standardnom pogreškom mjerenja i koeficijentom varijacije (Atkinson & Nevill, 1998; Hopkins, 2000). Test može imati visoku korelaciju između ponovljenih mjerenja, ali istodobno preveliku pogrešku da bi bio dovoljno osjetljiv na male, praktično važne promjene. Stoga se opravdanost primjene novog instrumenta ne može temeljiti na samo jednom statističkom pokazatelju.

Sekulić (2012) ističe kako u svrhu utvrđivanja razine razvijenosti pojedinih komponenti fitnesa možemo koristiti testove općeg karaktera i sport-specifične testove. Sport-specifični testovi imaju veću sadržajnu i pojavnu valjanost jer uključuju karakteristične obrasce kretanja, tehničke elemente i prostorno-vremenska ograničenja igre, ali njihova veća složenost može povećati varijabilnost rezultata i otežati utvrđivanje izvora pogreške (Currell & Jeukendrup, 2008; Sekulić, 2012). Ovi testovi daju bolji uvid u stanje razvijenosti onih sposobnosti koje su ključne za uspjeh u pojedinom sportu. Međutim, nije dovoljno da test vizualno podsjeća na igru. Potrebno je dokazati da odabrani zadatak reprezentira važan dio natjecateljske izvedbe, da rezultat nije dominantno određen slučajnošću ili nedovoljno usvojenom tehnikom te da se protokol može provesti na jednak način kod svih ispitanika. Poteškoća u primjeni sport-specifičnih testova može biti nedovoljna usvojenost sport specifičnih znanja, što može rezultirati potpuno krivom analizom stanja sposobnosti koje se procjenjuje kod ispitanika (Sekulić, 2012).

Konstrukcija pouzdanih i validnih sport-specifičnih testova agilnosti predstavlja kompleksan izazov, osobito u kontekstu timskih sportova kao što je rukomet. Jedan od glavnih problema

leži u činjenici da se u stvarnim sportskim situacijama izvedba ne odvija prema unaprijed poznatom obrascu, nego kao odgovor na kretanje suigrača, protivnika i lopte. U takvim uvjetima fizička i perceptivno-kognitivna komponenta djeluju istodobno, pa krajnji rezultat može ovisiti o brzini trčanja, sposobnosti kočenja i ponovnog ubrzavanja, tehnici promjene smjera, opažanju relevantnog podražaja, anticipaciji i brzini donošenja odluke (Jeffreys, Huggins, & Davies, 2018; Paul, Gabbett, & Nassis, 2016; Young, Dawson, & Henry, 2015). Sistematski pregled testova agilnosti u timskim sportovima pokazuje da se reaktivni testovi znatno razlikuju prema vrsti podražaja, broju mogućih odgovora i načinu mjerenja, zbog čega njihova pouzdanost i diskriminativna valjanost nisu jednake (Morral-Yepes, Moras, Bishop, & Gonzalo-Skok, 2022). Konstruktor testa zato mora unaprijed odrediti želi li mjeriti prvenstveno motoričku brzinu promjene smjera, cjelovitu reaktivnu agilnost ili sport-specifičnu izvedbu koja dodatno uključuje tehnički zadatak.

Posebno je složeno dizajnirati testove koji mjere reaktivnu agilnost, budući da većina postojećih testova stimulira samo jedan senzorno-motorni kanal (npr. vizualni), dok u stvarnim uvjetima sportaš istovremeno procesuira informacije iz više senzorskih sustava – vizualnog, auditivnog i proprioceptivnog (T. Gabbett & Benton, 2009; Scanlan, Humphries, Tucker, & Dalbo, 2014). U timskim sportovima agilnost se gotovo uvijek odvija višesmjerno i reaktivno, u uvjetima koji su promjenjivi i nepredvidivi, što dodatno otežava konstrukciju standardiziranih testova (Paul et al., 2016).

Poseban izazov u timskim sportskim igrama predstavljaju igračke pozicije. Igrači iste momčadi sudjeluju u istoj igri, ali se njihovi dominantni zadaci, prostori djelovanja i obrasci opterećenja mogu znatno razlikovati. Zbog toga jedan opći test može biti pouzdan za cijelu momčad, ali istodobno nedovoljno valjan za interpretaciju sposobnosti pojedine pozicije. Problem je vidljiv i u selekciji, gdje preveliko oslanjanje na opće motoričke testove može favorizirati trenutačno fizički razvijenije igrače, a podcijeniti specifične tehničko-taktičke kvalitete i razvojni potencijal. Djeca, primjerice, pokazuju visoku interindividualnu varijabilnost u razvoju motoričkih sposobnosti, kognitivne zrelosti i odgovoru na vanjske podražaje, što znatno utječe na interpretaciju rezultata testiranja (Faigenbaum & Myer, 2010; Lloyd et al., 2015). U razvojnim fazama, specifične sposobnosti poput agilnosti prolaze kroz osjetljive periode, te se standardni protokoli često moraju prilagoditi kako bi se izbjegla pogrešna procjena potencijala ili trenutnih sposobnosti sportaša (Philippaerts et al., 2006). Lidor et al. (2005) upravo su na primjeru rukometa upozorili na upitnost korištenja izoliranih motoričkih i fizičkih testova kao samostalnih pokazatelja talenta. Stoga bi testna baterija u timskim sportovima trebala

sadržavati zajedničke pokazatelje opće pripremljenosti, ali i zadatke koji uvažavaju zahtjeve uloge koju igrač obavlja. S druge strane, u seniorskom uzrastu pozicijska specijalizacija igra značajnu ulogu: igrači na različitim pozicijama imaju različite zahtjeve u pogledu brzine, snage, koordinacije i perceptivno-odlučivačkih sposobnosti (Wagner et al., 2014).

Rukomet je dobar primjer izražene pozicijske specijalizacije. Krilni igrači češće sudjeluju u prvoj fazi protunapada, postižu veće brzine kretanja i završavaju napade iz ograničenog kuta; vanjski igrači sudjeluju u većem broju organizacijskih i šuterskih akcija te često izvode promjene smjera i skok-šut preko obrambenog bloka; kružni napadači djeluju u prostoru velike gustoće igrača i izraženog tjelesnog kontakta; vratari izvode kratke, eksplozivne i višesmjerne reakcije koje se bitno razlikuju od lokomotorne strukture igrača u polju (Cardinale et al., 2017; Karcher & Buchheit, 2014; Póvoas et al., 2014). Novija istraživanja vanjskog opterećenja i sistematski pregledi dodatno potvrđuju da se ukupna udaljenost, broj ubrzanja, brzih trčanja, kontakata, šutova i protunapada razlikuju među pozicijama (Font et al., 2021; García-Sánchez et al., 2023). Razlike su prisutne i u morfološkim i fizičkim obilježjima, pri čemu su krila najčešće lakša i brža, kružni napadači masivniji i snažniji, a vanjski igrači viši i usmjereniji na šut s distance (Hermassi, Laudner, & Schwesig, 2019; Massuca, Branco, Miarka, & Fragoso, 2015; Schwesig et al., 2017) .

Primjer problema specifičnosti može se prikazati usporedbom skoka s prethodnim zamahom, odnosno CMJ testa, i skoka u dalj s mjesta. CMJ je standardiziran i pouzdan pokazatelj vertikalne eksplozivne snage donjih ekstremiteta, pa se može pretpostaviti da ima veću pojavnu bliskost s akcijama vanjskih igrača koji pri skok-šutu nastoje ostvariti dovoljnu visinu kako bi izbacili loptu iznad obrambenog bloka. Nasuprot tome, kod krilnog igrača odraz nakon zaleta često uključuje izraženiju horizontalnu komponentu, produljenje putanje leta i stvaranje povoljnijeg kuta za šut, zbog čega skok u dalj s mjesta može pružiti dodatnu informaciju o sposobnosti horizontalne propulzije. Ipak, ni jedan od ta dva testa ne predstavlja potpunu simulaciju rukometnog skoka: CMJ se izvodi sunožno i bez zaleta, dok se tipični šut s krila izvodi jednonožnim odrazom nakon zaleta, s loptom i rotacijom tijela u letu. (Karcher & Buchheit, 2017) nisu pronašli jasnu povezanost između trajanja leta u CMJ-u i trajanja leta tijekom specifičnog skok-šuta kod treniranih krilnih igrača, što dovodi u pitanje korištenje CMJ-a kao samostalnog pokazatelja rukometno-specifične sposobnosti skoka krila. Takav nalaz ne dokazuje automatski da je skok u dalj bolji test, nego pokazuje potrebu za kombiniranjem vertikalnih, horizontalnih i sport-specifičnih zadataka te njihovom empirijskom validacijom.

Navedeni primjer pokazuje da diskriminativna sposobnost testa ovisi o svrsi testiranja. Ako se želi procijeniti opća eksplozivna snaga cijele momčadi, CMJ je opravdan zajednički test jer omogućuje standardiziranu usporedbu svih igrača. Ako se, međutim, želi zaključivati o sposobnosti izvođenja skok-šuta s pojedine pozicije, samo vertikalna visina skoka može biti nedovoljna. U istraživanju elitnih rukometašica Vila et al. (2012) utvrdili su pozicijske razlike u antropometrijskim obilježjima, ali ne i u rezultatima vertikalnih skokova, što dodatno pokazuje da pouzdan opći test ne mora nužno razlikovati specifične uloge u igri. Slična je problematika zabilježena i u košarci, gdje su različiti testovi skokova imali različitu sposobnost razlikovanja igračkih pozicija i razina uspješnosti (Pehar et al., 2017). U praktičnoj interpretaciji stoga je opravdano koristiti pozicijski specifične norme, analizirati interakciju pozicije i rezultata te, kada je potrebno, razvijati zasebne protokole za izrazito različite uloge, osobito za vratare.

Kod konstrukcije testova reaktivne agilnosti posebno je važno odabrati prikladan podražaj. Svjetlosni signal omogućuje preciznu standardizaciju vremena i smjera podražaja, ali sadrži manje informacija od kretanja stvarnog protivnika. Videozapis ili živi demonstrator povećavaju ekološku valjanost jer igrač može koristiti posturalne i kinematičke informacije, ali otežavaju potpuno jednaku provedbu svakog pokušaja (Paul et al., 2016; J. M. Sheppard & Young, 2006). Prevelika nepredvidivost može smanjiti pouzdanost, dok prejednostavan i lako anticipiran signal može pretvoriti reaktivni zadatak u gotovo unaprijed planiranu promjenu smjera. Optimalan protokol zato treba sadržavati dovoljan broj mogućih odgovora i realističnu vremensku neizvjesnost, ali i jasno kontroliranu vjerojatnost pojavljivanja pojedinog smjera. Potrebno je spriječiti učenje redoslijeda, uravnotežiti lijevu i desnu stranu te zabilježiti pogrešne reakcije, a ne samo ukupno vrijeme.

Praktična konstrukcija novog mjernog instrumenta trebala bi započeti analizom natjecateljske aktivnosti i identifikacijom situacija u kojima se ciljana sposobnost najjasnije očituje. Slijedi stručna procjena sadržaja testa, pilot-ispitivanje razumljivosti i izvedivosti zadatka te definiranje svih elemenata standardizacije: početnog položaja, udaljenosti i kutova kretanja, vrste podražaja, načina rukovanja loptom, kriterija uspješnog pokušaja, broja ponavljanja, trajanja odmora i uvjeta prekida testa. Važno je provesti dovoljan broj pokušaja familiarizacije jer složeniji testovi mogu pokazivati izražen učinak učenja. Istodobno, prevelik broj pokušaja može izazvati umor i narušiti kvalitetu izvedbe. Redoslijed protokola treba randomizirati ili uravnotežiti, mjerna oprema mora imati dovoljnu vremensku preciznost, a upute i verbalno poticanje moraju biti jednaki za sve ispitanike.

Nakon pilot-faze slijedi provjera metrijskih karakteristika. Pouzdanost treba analizirati kroz stabilnost pojedinačnih i prosječnih rezultata, intraklasni koeficijent korelacije, standardnu pogrešku mjerenja i koeficijent varijacije. Sadržajna valjanost proizlazi iz povezanosti testnog zadatka sa stvarnim zahtjevima igre, konstruktna valjanost iz odnosa s teorijski srodnim i različitim sposobnostima, a diskriminativna valjanost iz mogućnosti razlikovanja igrača prema razini uspješnosti, spolu ili igračkoj poziciji. Rezultate sport-specifičnog testa opravdano je usporediti s općim testovima sprinta, promjene smjera i eksplozivne snage, ali niska ili umjerena povezanost ne mora nužno označavati slabost novog instrumenta. Ako je sport-specifični test konstruiran tako da uključuje perceptivno odlučivanje i tehničku izvedbu, očekivano je da neće biti potpuno objašnjen rezultatima općih motoričkih testova, što je pokazano i u istraživanjima specifične izvedbe u rukometu (Spasic et al., 2015; Wagner, Sperl, Bell, & Von Duvillard, 2019).

Znanstvena i praktična motivacija za razvoj novih mjernih instrumenata proizlazi upravo iz mogućnosti da standardni testovi daju nepotpunu ili čak pogrešno interpretiranu sliku igrača. Rukometaš može imati prosječan rezultat u linearnom sprintu ili CMJ-u, a istodobno biti izrazito učinkovit u prepoznavanju situacije, odabiru smjera, održavanju kontrole tijela i izvođenju tehničkog zadatka pod vremenskim pritiskom. Obrnuto, igrač s iznimnim općim fizičkim sposobnostima ne mora jednako uspješno prenositi te sposobnosti u uvjete igre. Zanimljivost sport-specifičnog testiranja stoga nije samo u tome da zadatak izgleda poput rukometa, nego u mogućnosti da se otkriju razlike između općeg motoričkog potencijala i njegove funkcionalne primjene u igri. Takve informacije mogu pomoći u individualizaciji treninga, određivanju pozicijskih potreba i preciznijem praćenju razvoja igrača.

U skladu s navedenim, novokonstruirani test u ovom istraživanju osmišljen je kao kontrolirana simulacija reakcije igrača nakon osvajanja lopte u tranzicijskom napadu. Protokol uključuje početno ubrzanje, opažanje poznatog ili nepoznatog signala, promjenu smjera, uzimanje lopte, šut prema golu i povratak, čime se u jedinstvenom zadatku povezuju motorička, perceptivno-kognitivna i tehnička komponenta rukometne izvedbe. Primjena reaktivne i nereaktivne varijante omogućuje razlikovanje doprinosa unaprijed planirane promjene smjera od dodatnog zahtjeva opažanja i odlučivanja. Iako je osnovni scenarij testa bio zamišljen tako da bude primjenjiv na različite igračke pozicije, analiza rezultata pokazala je da pozicijske razlike nisu bile jednako izražene u oba novokonstruirana testa. HS-RAG pokazao je veću osjetljivost na razlike među pozicijskim skupinama, dok HS-CODS nije omogućio njihovo jasno razlikovanje. Dobiveni nalazi upućuju na to da se testovi mogu primjenjivati kod rukometaša

u polju, ali rezultate treba interpretirati uz uvažavanje specifičnih zahtjeva pojedinih pozicija, dok je za vratare, zbog njihove bitno drukčije strukture kretanja i zadataka u igri, opravdano razmotriti zasebne norme ili poseban testni protokol.

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

S obzirom na nedostatak relevantnih znanstvenih istraživanja koja su se bavila problematikom sport-specifične i reaktivne agilnosti u rukometu, u ovom poglavlju razmatraju se istraživanja koja su se uz rukomet, bavila problematikom sport-specifične agilnosti u sportu. Iz tog razloga ovo poglavlje podijeljeno je u dvije cjeline:

- istraživanja sport-specifične agilnosti u timskim sportskim igrama
- istraživanja sport-specifične agilnosti u rukometu

2.1. Istraživanja sport-specifične agilnosti u timskim sportskim igrama

Agilnost, kao sposobnost brzog i učinkovitog mijenjanja smjera kretanja uz održavanje kontrole i ravnoteže, predstavlja jednu od ključnih sastavnica uspješnosti u većini timskih sportova. Njezin značaj prepoznat je kroz brojne znanstvene studije koje su usmjerene na razvoj i validaciju sport-specifičnih testova. U kontekstu nogometa, Hachana et al. (2013) konstruirali su modificiranu verziju Illinois testa agilnosti (MICODT) namijenjenu mlađim kategorijama, čime su ukazali na veću prikladnost tog protokola u odnosu na standardnu verziju testa. Sličnu inicijativu poduzeli su i Stewart, Turner, and Miller (2014), prilagodivši Illinois test zahtjevima elitnog nogometa, potvrđujući potrebu za testovima koji reflektiraju specifične okolnosti igre. Kutlu, Yapıcı, Yoncalık, and Çelik (2012) osmislili su test koji uključuje tehničke elemente igre poput udarca na gol, čime je omogućena istovremena procjena motoričkih i tehničkih sposobnosti. Test se pokazao pouzdanim alatom za identifikaciju igrača s većom izvedbenom kvalitetom. Altmann, Neumann, Ringhof, Rumpf, and Woll (2022) dodatno su doprinijeli ovom području razvojem i validacijom nogometno-specifičnog testa agilnosti koji kombinira unaprijed planirane i vizualno izazvane promjene smjera. Njihov test se pokazao pouzdanim i korisnim u diferencijaciji igrača prema razini natjecanja, ističući važnost uključivanja perceptivno-kognitivnih zahtjeva u testiranje agilnosti. Važan doprinos dali su i Sporis, Jukic, Milanovic, and Vucetic (2010). U svom istraživanju usporedili su šest testova agilnosti kod elitnih mladih nogometaša te utvrdili da su testovi koji uključuju složenije obrasce kretanja i višestruke promjene smjera, poput T-testa i testova s okretima za 180°, pokazali zadovoljavajuću pouzdanost i valjanost, kao i sposobnost razlikovanja igrača prema igračkim pozicijama.

Di Mascio, Ade, and Bradley (2015) razvili su nogometno-specifičan test reaktivnog ponavljanog sprinta koji uključuje kognitivne zahtjeve i simulira tipične situacije iz igre, a test je pokazao visoku pouzdanost, valjanost i osjetljivost u razlikovanju igrača viših natjecateljskih razina.

U području košarke Sekulic et al. (2017) ispitali su pouzdanost i diskriminativnu valjanost standardnog T-testa i četiriju novokonstruiranih košarkaško-specifičnih testova unaprijed planirane i reaktivne agilnosti. Rezultati su pokazali da su sport-specifični testovi pouzdani te primjenjivi u razlikovanju određenih igračkih pozicija i natjecateljskih razina, pri čemu su bekovi postizali bolje rezultate od centara, a reaktivni testovi pokazali su posebnu vrijednost u razlikovanju igrača različite razine uspješnosti. Dodatno, Pehar et al. (2017) utvrdili su snažnu povezanost između eksplozivne snage i brzine s rezultatima u testovima i preplanirane i reaktivne agilnosti, dok su antropometrijske karakteristike imale manji utjecaj. Slične nalaze iznijeli su Spiteri et al. (2014) koji su u svom istraživanju ispitali povezanost različitih oblika snage donjih ekstremiteta s izvedbom unaprijed planirane promjene smjera i reaktivne agilnosti kod elitnih košarkašica. Rezultati su pokazali da su maksimalna dinamička, izometrijska, koncentrična i ekscentrična snaga značajno povezane s rezultatima u testovima promjene smjera, pri čemu se ekscentrična snaga pokazala najvažnijim prediktorom uspješnosti. Nasuprot tome, reaktivna agilnost nije bila značajno povezana s ispitivanim pokazateljima snage, što dodatno potvrđuje da ona, osim fizičkih sposobnosti, ovisi i o perceptivno-kognitivnim čimbenicima. Nadalje, Nimphius, Callaghan, Bezodis, and Lockie (2018) naglašavaju da testovi agilnosti trebaju sadržavati obrasce kretanja i perceptivno-kognitivne zahtjeve koji odgovaraju specifičnostima sporta te uključivati reakciju na relevantan vanjski podražaj, kako bi se povećala njihova valjanost i povezanost sa stvarnim situacijama u igri.

U futsalu su Zeljko, Gilic, and Sekulic (2020) ispitali pouzdanost, valjanost i povezanost novokonstruiranih futsal-specifičnih testova unaprijed planirane i neplanirane agilnosti koji su uključivali tehnički element kontakta s loptom. Rezultati su pokazali zadovoljavajuću primjenjivost testova, dok su njihove povezanosti sa sprintom na 10 metara i skokom s pripremom ukazale na doprinos brzinsko-snažnih sposobnosti uspješnosti u specifičnim zadacima agilnosti. Sekulic et al. (2019) razvili su futsal-specifične testove promjene smjera i reaktivne agilnosti koji su se izvodili vođenjem ili dodirom lopte te utvrdili da su osobito testovi s vođenjem lopte pouzdani i valjani za razlikovanje igrača različitih razina natjecateljske uspješnosti.

Na metodološkoj razini, J. M. Sheppard and Young (2006) razvili su i evaluirali test reaktivne agilnosti koji je uključivao anticipaciju i donošenje odluke kao odgovor na kretanje testera. Test je pokazao zadovoljavajuću pouzdanost te je uspješno razlikovao igrače australskog nogometa različitih razina natjecateljske uspješnosti, dok razlike između skupina nisu utvrđene u testovima linearnog sprinta i unaprijed planirane promjene smjera. Farrow, Young, and Bruce (2005) primijenili su sličan pristup u netballu, koristeći interaktivni videozapis igrača koji započinje dodavanje kao podražaj za donošenje odluke. Njihov test pokazao je dobru pouzdanost i veću sposobnost razlikovanja igrača različitih razina vještine, čime je povećana ekološka valjanost procjene agilnosti. Knoop, Fernandez-Fernandez, and Ferrauti (2013) razvili su vratarski specifičan test reakcijske i akcijske brzine u nogometu koji je uključivao odgovor na vizualni signal te sprint, skok, obrambeno bacanje i promjenu smjera. Test je pokazao zadovoljavajuću pouzdanost i valjanost te je omogućio razlikovanje mladih nogometnih vratara prema dobi i razini uspješnosti.

Komparativno istraživanje Benvenuti, Minganti, Condello, Capranica, and Tessitore (2010), u kojem je reaktivna agilnost procjenjivana kod nogometašica i igračica futsala, pokazalo je da su igračice futsala ostvarile bolje rezultate u testu reaktivne agilnosti i kraće vrijeme donošenja odluke. Autori su navedene razlike povezali sa specifičnim zahtjevima futsala, koji se odvija na manjem prostoru i uključuje učestalije situacije koje zahtijevaju brzo opažanje, odlučivanje i reagiranje. U dječjoj populaciji Pavlinović (2022) konstruirao je i validirao trokutasti test reaktivne agilnosti – TRGA, koji je pokazao prihvatljivu pouzdanost, osjetljivost i homogenost te moguću primjenjivost u procjeni reaktivne agilnosti dječaka i djevojčica pubertetske dobi.

U tenisu su Sinkovic, Foretic, and Novak (2022) razvili i validirali sport-specifične testove za procjenu unaprijed planirane promjene smjera i reaktivne agilnosti kod mladih natjecatelja. Testovi su uključivali karakteristične elemente teniske izvedbe, poput početnog „split-stepa", lateralnog kretanja, reakcije na vizualni podražaj, izvođenja forhenda ili bekhenda te brzog povratka u početni položaj. Rezultati su pokazali zadovoljavajuću pouzdanost, valjanost i osjetljivost obaju testova, pri čemu je pouzdanost bila nešto viša u unaprijed planiranim nego u reaktivnim uvjetima. Dobiveni nalazi potvrđuju njihovu moguću primjenjivost u dijagnostici i praćenju razvoja specifične agilnosti mladih tenisača.

Postojeća znanstvena literatura upućuje na to da tradicionalni testovi agilnosti pružaju korisne informacije o općoj sposobnosti promjene smjera, ali ne obuhvaćaju u potpunosti perceptivno-kognitivne i tehničko-motoričke zahtjeve specifične za pojedinu sportsku disciplinu. Zbog toga

njihovu primjenu treba nadopuniti sport-specifičnim protokolima koji uključuju karakteristične obrasce kretanja, reakciju na relevantne podražaje i donošenje odluka. Kombinirana primjena generičkih i sport-specifičnih testova omogućuje preciznije profiliranje sportaša, kvalitetnije planiranje i individualizaciju treninga te pouzdaniju procjenu učinaka trenažnog procesa.

2.2. Istraživanja sport-specifične agilnosti u rukometu

Unatoč tome što rukomet karakteriziraju učestala ubrzavanja, zaustavljanja i promjene smjera kretanja u vremenski i prostorno ograničenim situacijama, broj istraživanja usmjerenih na valjanu procjenu sport-specifične agilnosti još je uvijek razmjerno malen. Agilnost se u rukometu ne može svesti isključivo na brzinu izvođenja unaprijed poznate promjene smjera jer se velik broj kretnih reakcija izvodi kao odgovor na položaj i kretanje suigrača, protivnika i lopte. Uspješna izvedba stoga podrazumijeva povezanost perceptivno-kognitivnih procesa, poput opažanja relevantnih podražaja, anticipacije i donošenja odluka, s odgovarajućim motoričkim odgovorom. Zbog toga se povećava potreba za razvojem testova koji će objediniti fizičke, perceptivne, kognitivne i tehničke zahtjeve rukometne igre.

Spasic et al. (2015) razvili su i evaluirali dva rukometno-specifična testa namijenjena procjeni reaktivne agilnosti i unaprijed planirane brzine promjene smjera. Testovi su se izvodili prema jednakom prostornom rasporedu i sličnom obrascu kretanja, pri čemu je u reaktivnoj varijanti smjer izvođenja bio određen vanjskim podražajem, dok je u nereaktivnoj varijanti bio unaprijed poznat. Oba testa pokazala su zadovoljavajuću pouzdanost, uz vrijednosti intraklasnog koeficijenta korelacije od 0,85 do 0,93 i koeficijenta varijacije od 2,4 do 4,8 %. Reaktivna agilnost i brzina promjene smjera dijelile su manje od 20 % zajedničke varijance, čime je potvrđeno da predstavljaju povezane, ali relativno neovisne sposobnosti koje je potrebno zasebno procjenjivati. Autori su također predložili indeks perceptivne i reaktivne komponente – P&RC, izračunan kao odnos rezultata reaktivne agilnosti i odgovarajućeg testa promjene smjera, kao dodatni pokazatelj rukometno-specifične reaktivne izvedbe.

U sličnom smjeru, Pokrajčić et al. (2021) ispitali su pouzdanost novokonstruiranih testova rukometno-specifične reaktivne agilnosti – HS-RAGL i brzine promjene smjera – HS-CODSL. Rezultati su pokazali odgovarajuću pouzdanost ponovljenih izvedbi, zbog čega su autori zaključili da bi se predloženi protokoli mogli upotrebljavati za procjenu dviju komponenti agilnosti u rukometu. Ipak, istraživanje je provedeno na samo šest seniora amaterske razine, pa

njegove rezultate treba promatrati kao preliminarne i ne generalizirati ih na rukometaše i rukometašice različitih dobnih, pozicijskih i natjecateljskih skupina. Sami autori naglasili su potrebu za daljnjim ispitivanjem diskriminativne valjanosti testova i njihove pouzdanosti na drugim kategorijama rukometaša.

Hornikova, Jeleň, and Zemkova (2021), analizirali su čimbenike povezane s rezultatom reaktivne agilnosti u testovima s različitim zahtjevima senzorne i motoričke komponente. Rukometaši su izvodili Y-test agilnosti, složeniji test reaktivne agilnosti, testove jednostavnog i izbornog vremena reakcije, sprintove na 5 i 20 metara, test 505 te testove eksplozivne i reaktivne snage. Rezultat Y-testa bio je značajno povezan sa sprintom na 20 metara, testom 505 i indeksom reaktivne snage, što upućuje na doprinos brzine, sposobnosti promjene smjera i brzinsko-snažnih svojstava izvedbi reaktivnog kretanja. Autori su istodobno naglasili važnost perceptivnih procesa i donošenja odluka te potrebu da se u treningu, osim unaprijed planiranih promjena smjera, primjenjuju i zadaci koji zahtijevaju reakciju na vizualne podražaje. Međutim, zbog izrazito malog uzorka od sedam rukometaša nalaze je potrebno interpretirati oprezno, kao preliminarne pokazatelje mogućih odrednica reaktivne agilnosti, a ne kao konačno potvrđene prediktore uspješnosti.

Wagner et al. (2019) usporedili su rezultate 72 rukometaša u rukometno-specifičnom testu izvedbe s rezultatima standardnih testova sprinta, skakačke sposobnosti, snage i aerobnog kapaciteta. Utvrđene su relativno niske povezanosti između sprinta na 30 metara i specifične agilnosti, između rezultata općeg i rukometno-specifičnog testa aerobne sposobnosti te između visine skoka u standardnom CMJ testu i visine ostvarene tijekom rukometnog skok-šuta. Umjerena povezanost pronađena je između rukometno-specifične aerobne izvedbe i specifične agilnosti unutar testa temeljenog na igri. Dobiveni rezultati upućuju na to da standardni i rukometno-specifični testovi ne procjenjuju potpuno jednake aspekte izvedbe te ih je prikladnije promatrati kao komplementarne, a ne međusobno zamjenjive dijagnostičke postupke.

Woszczek et al. (2021) primijenili su standardizirani T-test na uzorku od 23 mlada rukometaša kako bi procijenili dinamičku stabilnost i sposobnost višesmjernog kretanja te ispitali povezanost prethodnih ozljeda s rezultatom testa. Autori su zaključili da je T-test koristan za osnovnu procjenu višesmjernog kretanja u trenažnom procesu, dok prethodno zabilježene ozljede nisu bile značajno povezane s postignutim rezultatom. Međutim, u ovom istraživanju nije razvijen niti validiran rukometno-specifičan test, a njegovi rezultati ne predstavljaju

izravan dokaz potrebe za konstrukcijom novih mjernih instrumenata. Rad je stoga prikladnije navesti kao primjer primjene generičkog testa promjene smjera kod mladih rukometaša te kao podlogu za raspravu o informacijama koje takvi testovi mogu pružiti, ali i njihovim ograničenjima u procjeni perceptivno-kognitivnih i tehničkih zahtjeva igre.

Iako je nekoliko istraživanja razvilo ili evaluiralo specifične protokole za procjenu agilnosti u rukometu, ukupan broj takvih radova i dalje je ograničen, osobito u usporedbi s drugim timskim sportskim igrama. Dosadašnji nalazi potvrđuju da reaktivna agilnost i unaprijed planirana brzina promjene smjera imaju zajedničku motoričku osnovu, ali ne predstavljaju istu sposobnost. Poseban problem predstavlja činjenica da se velik dio postojećih protokola temelji na relativno jednostavnim svjetlosnim podražajima i jednom motoričkom odgovoru, dok su stvarne situacije u rukometu obilježene istodobnim praćenjem više izvora informacija, anticipacijom kretanja protivnika i suigrača, taktičkim odlučivanjem te izvođenjem tehničkih elemenata pod vremenskim pritiskom.

Zbog toga postoji opravdana potreba za dodatnom validacijom postojećih protokola i razvojem novih mjernih instrumenata koji će uz promjenu smjera uključivati relevantne vizualne podražaje, brzo opažanje i odlučivanje te rukometno-specifičnu tehničku izvedbu. Pritom je potrebno postići ravnotežu između sport-specifičnosti testa i njegove standardiziranosti, jer povećavanje složenosti zadatka može povećati sličnost sa stvarnom igrom, ali istodobno smanjiti stabilnost i pouzdanost mjerenja. Takvi bi testovi omogućili precizniju procjenu reaktivne agilnosti i brzine promjene smjera kod rukometaša i rukometašica različitih igračkih pozicija i natjecateljskih razina te bi imali veću praktičnu vrijednost u dijagnostici, selekciji, individualizaciji treninga i praćenju učinaka trenažnog procesa.

3. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Osnovni problem ovog istraživanja proizlazi iz nedostatka pouzdanih, valjanih i sport-specifičnih testova za procjenu reaktivne i nereaktivne agilnosti u rukometu. Postojeći testovi često ne obuhvaćaju istodobno perceptivno-kognitivne zahtjeve, brzu promjenu smjera i specifične motoričke obrasce karakteristične za stvarne situacije u igri. Polazeći od navedenog problema, u ovom su istraživanju razvijeni i evaluirani novi mjerni instrumenti za procjenu reaktivne i nereaktivne agilnosti rukometaša i rukometašica.

4. CILJ ISTRAŽIVANJA

Glavni cilj istraživanja bio je razvoj novih sportsko specifičnih testova za procjenu reaktivne i ne reaktivne agilnosti kod rukometašica i rukometaša seniorskog uzrasta. U skladu s navedenim novokonstruiranim testovima utvrdile su se valjanost i pouzdanost te su ispitani faktori utjecaja na rezultate ispitanika u novim testovima.

Parcijalni ciljevi rada bili su:

- utvrditi pouzdanost novokonstruiranih testova
- utvrditi konstruktnu valjanost novokonstruiranih testova
- utvrditi diskriminativnu valjanost novokonstruiranih testova
- utvrditi povezanost antropometrijskih značajki sa rezultatima novokonstruiranih testova
- utvrditi povezanost specifičnih motoričkih sposobnosti sa rezultatima novokonstruiranih testova

5. HIPOTEZE

S obzirom na navedene ciljeve postavljene su sljedeće hipoteze istraživanja:

H1: novokonstruirani testovi imat će zadovoljavajuću pouzdanost

H2: novokonstruirani testovi imat će zadovoljavajuću konstruktnu valjanost

H3: novokonstruirani testovi imat će zadovoljavajuću diskriminativnu valjanost

H4: utvrdit će se statistički značajna povezanost antropometrijskih značajki sa rezultatima novokonstruiranih testova

H5: utvrdit će se statistički značajna povezanost specifičnih motoričkih sposobnosti sa rezultatima novokonstruiranih testova

6. METODE RADA

6.1. Uzorak ispitanika

Ovo istraživanje provedeno je na uzorku 90 vrhunskih rukometaša (n=62) i rukometašica (n=28) koji nastupaju u državnim natjecanjima u Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini.

6.2. Uzorak varijabli

Istraživanjem su analizirane varijable za procjenu antropometrijskih obilježja (AN) te motoričkih sposobnosti (MS).

Uzorak AN varijabli se sastoji od 3 varijable: Tjelesna visina (TV) koja je mjerena visinomjerom SECA (seca GmbH & Co. KG, Njemačka), tjelesna masa (TM) koja je mjerena digitalnom vagom (Xiaomi Mi Body Composition Scale 2, Xiaomi, Kina) i postotak potkožnog masnog tkiva (PMT), čiji su rezultati biti dobiveni kaliperom (Harpenden Skinfold Caliper, Baty International, Ujedinjeno Kraljevstvo).

Testovi motoričkih sposobnosti uključivali su testove za procjenu brzine trčanja (BT), agilnosti (AG), eksplozivne snage (ES) i reaktivne snage (RS). Za procjenu BT i ES koristili su se prethodno standardizirani testovi (ST). Za procjenu AG osim ST testova koristili su se i novokonstruirani (NK) testovi.

((BT; 2ST) (AG; 2ST + 1NK) (ES; 2ST), (RS; 1ST)).

ST ES (1): CMJ – Counter movement jump - Ispitanik stoji u uspravnom položaju s rukama na bokovima te se odražava maksimalno u zrak. Rezultat testa je vrijeme provedeno u zraku, a testiranje se provelo pomoću sustava OptoGait (Microgate, Bolzano, Italija)

ST ES (2): SDM – Skok u dalj s mjesta– Ispitanik sunožnim odrazom pokušava skočiti što je moguće dalje. Kao rezultat se uzimao najbolji skok. Testiranje se provelo na mjernoj podlozi za skok u dalj s mjesta proizvođača Merco, Češka Republika.

ST ES (3): BU - Brzina udarca – ispitanik šutira na gol maksimalnom snagom s udaljenosti od 9m, iz trokoraka, prvo šutom s podloge (BUP), a zatim skok šutom (BUS). Brzina udarca mjerila se džepnim radarom Pocket Radar - Football Long Snap Speed (Kalifornija, SAD), koji je bio postavljen u unutrašnjosti gola. Kao konačni rezultat uzimali su se najbolji udarci postignuti šutom s podloge te skok šutom.

ST RS: DROPJ – Drop jump - Ispitanik sa povišenja (30 cm) izvede saskok nakon čega, u što kraćoj jedinici vremena, mora napraviti što viši skok. Rezultat testa je odnos visine skoka i vremena provedenog u kontaktu s podlogom. Testiranje se provelo pomoću sustava OptoGait (Microgate, Bolzano, Italija)

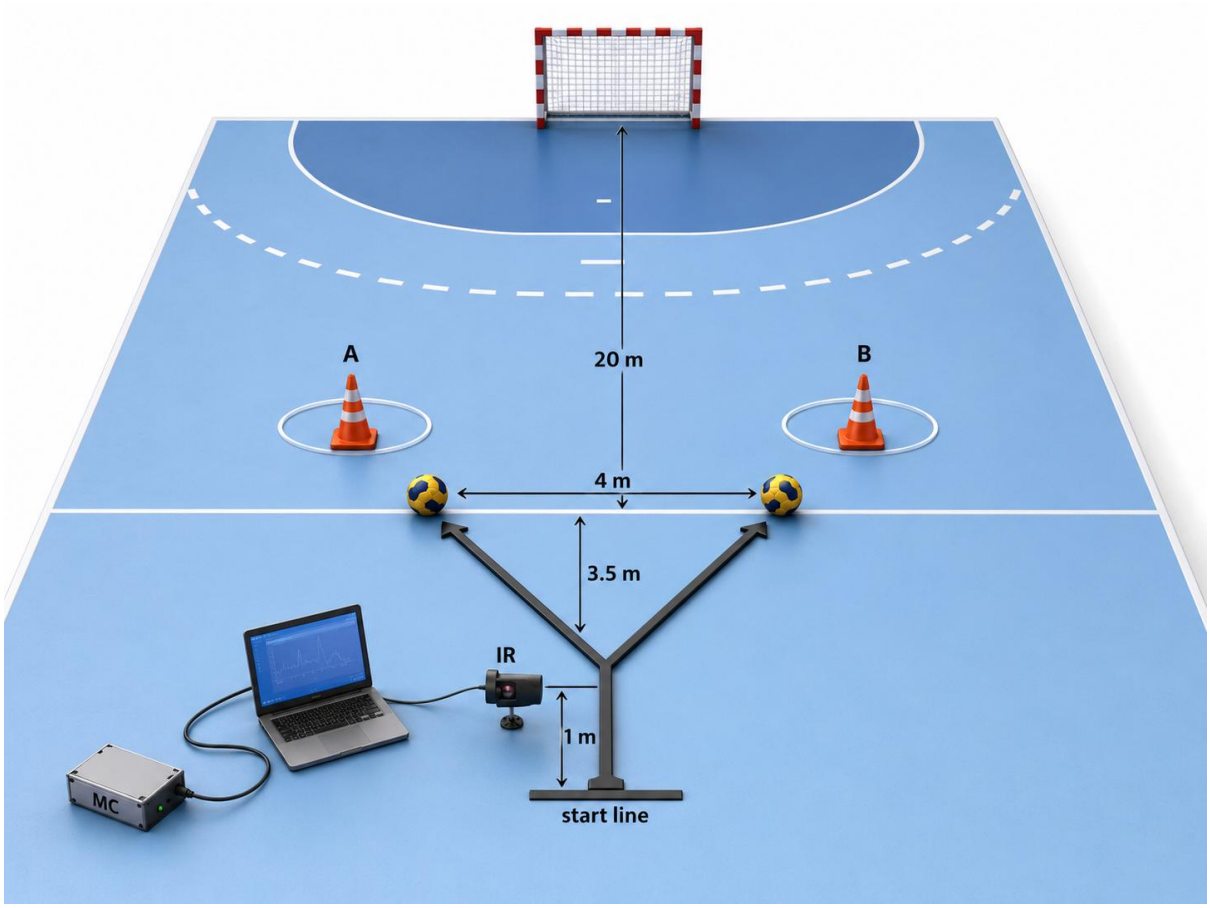
ST BT (1): S10 – Sprint na 10m – Ispitanik polazi pola metra iza startne linije koju presijeca lasersko svijetlo. Kad prođe kroz taj infracrveni snop aktivira mjerenje vremena. Vrijeme se mjerilo na 10 metara gdje se nalazila foto ćelija i gdje završava test. Kao rezultat na testu uzimao se najbolji rezultat postignut iz tri mjerenja.

ST BT (2): S20 – Sprint na 20m – Ispitanik polazi pola metra iza startne linije koju presijeca lasersko svijetlo. Kad prođe kroz taj infracrveni snop aktivira mjerenje vremena. Vrijeme se mjerilo na 20 metara gdje se nalazila foto ćelija i gdje završava test. Kao rezultat na testu uzimao se najbolji rezultat postignut iz tri mjerenja.

ST AG (1 i 2): 10Y i 20Y – 10 yardi i 20 yardi – Postavljene su tri oznake na tlu na udaljenosti od 5yd (4,57m) jedna od druge. Na srednju oznaku postavljena je foto ćelija odakle je ispitanik polazio. Iz bočnog položaja radi okret i prvo ide u jednu stranu koju sam izabere, trči maksimalno do oznake na podlozi, dotakne je nogom te se okreće i maksimalno trči do oznake na drugoj strani, dotakne je nogom i vraća se prema sredini gdje je postavljena foto ćelija i gdje završava test na 20Y. Test se izvodio maksimalnom brzinom i kao rezultat na 20Y uzimao se najbolji od tri pokušaja, dok se kao rezultat na 20Y uzimao najbolji prolaz na 10yd.

Testovi brzine (sprint na 10m i 20m) te testovi agilnosti (10 yardi i 20 yardi) mjerili su se fotoćelijama Brower timing system (Salt Lake City, UT, USA).

NK AG: - Ovaj test je osmišljen kako bi se simulirala reakcija igrača u tranzicijskom napadu prilikom osvajanja lopte (neovisno o igračkoj poziciji). Koncept testa se temeljio na već postojećem testu (Sekulic et al., 2017) kojim je simulirana sport specifična kretnja košarkaša u fazi obrane. Novokonstruirani test za procjenu reaktivne agilnosti kod rukometaša prikazan je na Slici 1. Koncept testa temelji se na postojećem „Y" testu. Mjerenje je provedeno primjenom hardverskog sustava temeljenog na mikrokontroleru ATMEL AT89C51RE2 (ATMEL Corp., San Jose, CA, Sjedinjene Američke Države), koji je činio jezgru mjernog sustava. Sustav se prethodno primjenjivao u nogometno-specifičnim testovima reaktivne agilnosti i brzine promjene smjera, pri čemu su testni protokoli provedeni njegovom uporabom pokazali zadovoljavajuću pouzdanost i valjanost (Krolo et al., 2020). Test započinje kretnjom igrača sa startne linije, a mjerenje vremena počinje kada prijeđe infracrveni signal (model E18-D80NK) koji se nalazi na udaljenosti od 1 metar. U trenutku presjecanja infracrvenog signala hardverski modul (mikrokontroler – MC) aktivira jednu od dvije LED diode smještene unutar čunja visine 30cm (označenih kao A i B). Igrač je morao procijeniti koji je čunj upaljen, trčati do čunja, pokupiti loptu postavljenu ispred čunja, šutirati na gol (na udaljenosti od 20m) i vratiti se do startne linije što je brže moguće. Morao se postići pogodak na način da lopta ne dodirne tlo ispred vratarevog prostora (linija 6 metara). Kada je igrač ponovno prešao infracrveni signal na povratku, mjerenje vremena prestaje. Test se izvodio po unaprijed poznatom (nereaktivna) i nepoznatom protokolu (reaktivna komponenta). Testiranje reaktivne agilnosti provodilo se u tri protokola, a sudionici nisu imali prethodno znanje o scenariju testa. Protokol se izvodio nasumičnim redoslijedom. Kao konačan rezultat za svakog ispitanika uzimao se najbolji rezultat za svaki od tri protokola. Razdoblje odmora između pokušaja bilo je 10-15 sekundi, a vrijeme oporavka između protokola iznosilo je 3 minute. Testiranje nereaktivne agilnosti bilo je slično testiranju reaktivne agilnosti, međutim, sudionik je imao prethodno znanje o tome koji će čunj biti osvijetljen, a provodio se samo jedan protokol koji se sastojao od pet pokušaja (scenarij: A-B-A-B-A). Najbolji postignuti rezultat je ujedno i konačni rezultat za svakog sudionika.



Slika 1. Novokonstruirani test agilnosti

6.3. Metode obrade podataka

Deskriptivna statistička analiza izračunata je za sve parametre, a uključivala je: aritmetičku sredinu, standardnu devijaciju, minimum i maksimum rezultata. Normalitet distribucija pojedinih varijabli utvrđen je Kolmogorov-Smirnovljevim testom.

Pouzdanost testova utvrdila se izračunavanjem intraklasnog koeficijenta (ICC) i koeficijenta varijacije (CV). Navedeni izračuni služili su za provjeru H1 hipoteze.

Konstruktna valjanost testova provjerena je korelacijskom analizama kojima se utvrdila povezanost između novokonstruiranih testova. Na ovaj način se odgovorilo na hipotezu H2.

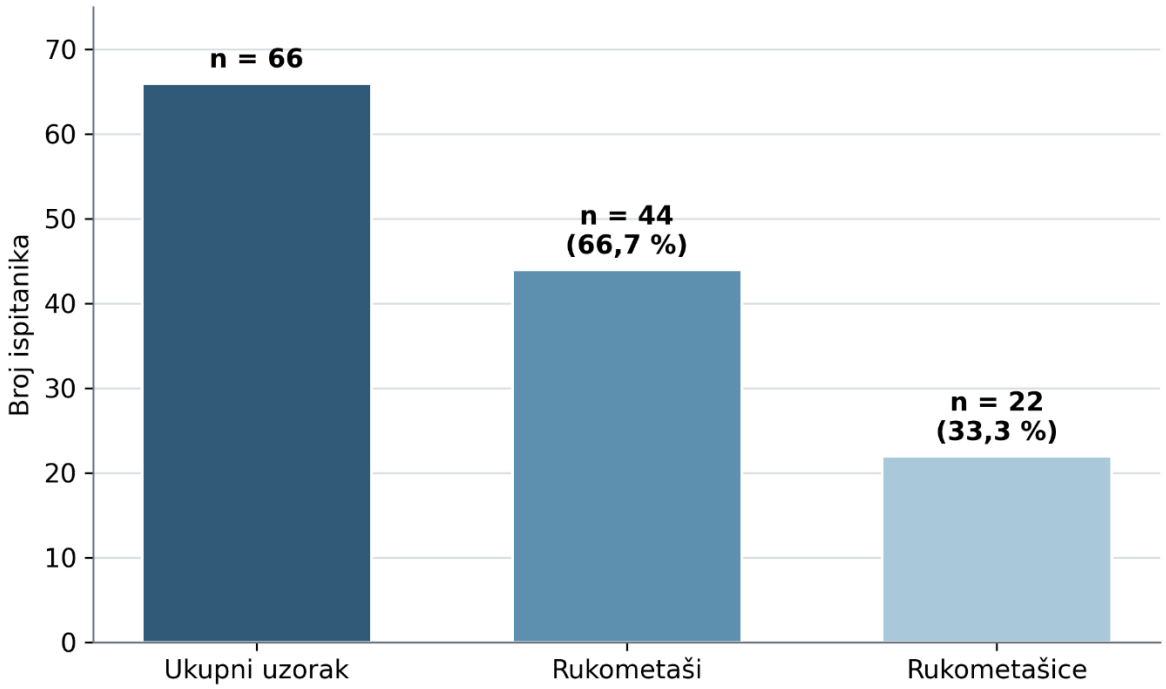
Diskriminativna valjanost se utvrdila analizom varijance kojom su se analizirale razlike između dobnih kategorija (seniori-juniori), između spolova (igračice-igrači) te između 4 tipične

igračke pozicije (vratar-krilni igrač-kružni napadač-vanjski igrač). Ove analiza daje odgovor na hipotezu H3.

Povezanost prediktora i kriterijskih varijabli utvrdila se korelacijskim analizama i multiplim regresijskim analizama. Ovim analizama se odgovorilo na hipoteze H4 i H5.

7. REZULTATI

Grafikon 1. Broj ispitanika



Na Grafikonu 1 može se vidjeti da je ukupni uzorak činilo 66 sudionika, od čega 44 rukometaša (66,7 %) i 22 rukometašice (33,3 %).

Tablica 1. Prikazuje deskriptivne karakteristike uzorka i rezultati svih četiriju pokušaja rukometno-specifičnih testova reaktivne agilnosti (HS-RAG) za ukupni uzorak te odvojeno za rukometaše i rukometašice prikazani su u Tablici 1. Ukupni uzorak činilo je 66 rukometaša i rukometašica, od čega 44 rukometaša i 22 rukometašice. Rukometaši su bili u prosjeku stariji, viši i teži od rukometašica. U pogledu izvedbe HS-RAG testa, rukometaši su u svim pokušajima postizali niža vremena, odnosno bolje rezultate od rukometašica. U ukupnom uzorku srednje vrijednosti HS-RAG testa kretale su se od 3,34 ± 0,28 s u prvom pokušaju do 3,45 ± 0,49 s u četvrtom pokušaju. U rukometaša su srednje vrijednosti varirale od 3,25 ± 0,24 s do 3,34 ± 0,52 s, dok su u rukometašica bile više i kretale se od 3,53 ± 0,27 s do 3,68 ± 0,32 s. Također je vidljivo da je varijabilnost rezultata bila izraženija u kasnijim pokušajima, osobito u četvrtom pokušaju ukupnog uzorka i kod rukometaša.

Tablica 1. Deskriptivna statistika za ukupni uzorak i prema spolu

	UKUPNO (n=66)				RUKOMETAŠI (n=44)				RUKOMETAŠICE (n=22)			
	MIN	**MAX**	**AS**	**SD**	**MIN**	**MAX**	**AS**	**SD**	**MIN**	**MAX**	**AS**	**SD**
DOB	15	41	20,47	5,01	17,00	41,00	21,86	5,80	15,00	31,00	19,00	3,59
TV	156,2	204,0	181,64	11,26	169,50	204,00	187,50	7,96	156,20	180,00	169,92	6,84
TM	43,40	114,80	80,36	15,60	64,10	114,80	87,11	13,20	43,40	97,70	67,47	11,17
HS-RAG_1	2,68	4,24	3,34	0,28	2,68	4,03	3,25	0,24	3,03	4,24	3,53	0,27
HS-RAG_2	2,74	5,23	3,40	0,38	2,74	4,06	3,26	0,28	3,29	5,23	3,67	0,42
HS-RAG_3	2,96	4,34	3,43	0,31	2,96	3,93	3,31	0,26	3,31	4,34	3,67	0,27
HS-RAG_4	2,85	5,85	3,45	0,49	2,85	5,85	3,34	0,52	3,21	4,55	3,68	0,32

LEGENDA: DOB – dob (godine); TV – tjelesna visina (cm); TM – tjelesna masa (kg); HS-RAG_1–HS-RAG_4 – rezultati prvoga do četvrtoga pokušaja rukometno-specifičnog testa reaktivne agilnosti (s); MIN – minimalna vrijednost; MAX – maksimalna vrijednost; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; n – broj rukometaša i rukometašica u skupini.

Rezultati Shapiro–Wilkova testa normalnosti distribucije za sva četiri pokušaja HS-RAG testa prikazani su u Tablici 2. Prvi pokušaj nije značajno odstupao od normalne distribucije ($W = 0,970$; $p = 0,112$), dok su drugi ($W = 0,884$; $p < 0,001$) i četvrti pokušaj ($W = 0,796$; $p < 0,001$) pokazali jasno odstupanje od normalnosti. Treći pokušaj bio je granično značajan ($W = 0,963$; $p = 0,045$). Ovakav obrazac upućuje na to da distribucijska svojstva rezultata nisu bila potpuno stabilna između pokušaja, što dodatno opravdava višedimenzionalnu procjenu pouzdanosti, odnosno istodobno razmatranje relativnih i apsolutnih pokazatelja pouzdanosti, a ne oslanjanje na jedan statistički indikator.

Tablica 2. Rezultati Shapiro-Wilkova testa normalnosti distribucije za HS-RAG testove

	W	**df**	**Sig.**
HS-RAG_1	0,970	66	0,112
HS-RAG_2	0,884	66	0,000
HS-RAG_3	0,963	66	0,045
HS-RAG_4	0,796	66	0,000

LEGENDA: HS-RAG_1–HS-RAG_4 – prvi do četvrti pokušaj rukometno-specifičnog testa reaktivne agilnosti; W – vrijednost Shapiro–Wilkova testa; df – stupnjevi slobode; Sig. – razina statističke značajnosti (p-vrijednost). Vrijednost $p < 0,05$ označava statistički značajno odstupanje od normalne distribucije.

Relativna i apsolutna pouzdanost HS-RAG testa za ukupni uzorak i prema spolu prikazana je u Tablici 3. Za ukupni uzorak prosječni rezultat testa iznosio je 3,41 ± 0,37 s. Relativna pouzdanost pojedinačnog pokušaja, izražena ICC-om(3,1), bila je 0,418 (95% CI: 0,293–0,550), što upućuje na nisku do granično umjerenu pouzdanost pojedinačne izvedbe. Nasuprot tome, pouzdanost rezultata temeljenog na više pokušaja bila je osjetno viša, pri čemu je ICC(3,k) iznosio 0,742 (95% CI: 0,623–0,830). Inter-item korelacija iznosila je 0,47, standardna pogreška mjerenja 0,26 s, a koeficijent varijacije 7,39%, što ukazuje na razmjerno prihvatljivu apsolutnu stabilnost rezultata. Kada se rezultati promatraju odvojeno prema spolu, kod rukometaša prosječni rezultat iznosio je 3,29 ± 0,38 s, uz ICC(3,1) = 0,277 (95% CI: 0,130–0,450) i ICC(3,k) = 0,606 (95% CI: 0,374–0,766). Kod rukometašica prosječni rezultat bio je 3,64 ± 0,32 s, uz ICC(3,1) = 0,296 (95% CI: 0,095–0,546) i ICC(3,k) = 0,627 (95% CI: 0,295–0,828). U obje podskupine relativna pouzdanost pojedinačnog pokušaja bila je niska, dok se pouzdanost poboljšavala pri agregiranju više pokušaja. Istodobno, apsolutni pokazatelji pogreške bili su povoljniji nego što sugeriraju ICC vrijednosti, sa SEM = 0,18 s i CV = 5,36% u rukometaša te SEM = 0,19 s i CV = 4,95% u rukometašica. Ovakav obrazac pokazuje da HS-RAG test ima ograničenu sposobnost stabilnog rangiranja ispitanika na temelju jednog pokušaja, ali istodobno pokazuje relativno prihvatljivu veličinu slučajne pogreške mjerenja u apsolutnim jedinicama.

Tablica 3. Relativna i apsolutna pouzdanost HS-RAG testa

Uzorak	AS ± SD(s)	ICC (3,1) (95% CI)	ICC (3,k) (95% CI)	IIR	SEM (s)	CV (%)
UKUPNO (n=66)	3,41 ± 0,37	0,418 (0,293-0,550)	0,742 (0,623-0,830)	0,47	0,26	7,39
RUKOMETAŠI (n=44)	3,29 ± 0,38	0,277 (0,130-0,450)	0,606 (0,374-0,766)	0,38	0,18	5,36
RUKOMETAŠICE (n=22)	3,64 ± 0,32	0,296 (0,095-0,546)	0,627 (0,295-0,828)	0,35	0,19	4,95

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; s – sekunde; ICC(3,1) – intraklasni koeficijent korelacije za pojedinačni pokušaj; ICC(3,k) – intraklasni koeficijent korelacije za prosjek k pokušaja; 95% CI – 95-postotni interval pouzdanosti; IIR – prosječna međučestična korelacija; SEM – standardna pogreška mjerenja; CV – koeficijent varijacije; n – broj rukometaša i rukometašica u skupini.

Rezultati analize varijance za ponovljena mjerenja, kojom je ispitan učinak pokušaja na izvedbu HS-RAG testa, prikazani su u Tablici 4. U ukupnom uzorku nije utvrđen statistički značajan učinak pokušaja ($F = 1,79$; $p = 0,15$; $\eta^2p = 0,03$). Slično tome, ni u rukometaša nije

zabilježen značajan učinak pokušaja (F = 0,94; p = 0,42; η^2p = 0,02), što upućuje na odsutnost sustavne promjene rezultata kroz četiri uzastopna izvođenja testa. U rukometašica također nije pronađen statistički značajan učinak pokušaja (F = 1,98; p = 0,16), iako je veličina učinka bila veća (η^2p = 0,28), što može upućivati na potencijalno praktično relevantan obrazac promjene koji nije dosegnuo razinu statističke značajnosti.

Promatrano zajedno, rezultati iz Tablice 3 i Tablice 4 sugeriraju da glavno ograničenje HS-RAG testa u ovom uzorku nije bilo povezano s izraženom sustavnom pogreškom između pokušaja, nego prije svega s ograničenom relativnom pouzdanošću pojedinačnih izvedbi. Drugim riječima, iako nije potvrđen jasan efekt familiarizacije, učenja ili umora kroz četiri pokušaja, jedan izolirani pokušaj nije pokazao dovoljnu stabilnost za precizno razlikovanje individualnih razlika među ispitanicima. Nasuprot tome, viši ICC(3,k) u odnosu na ICC(3,1), uz umjerene vrijednosti SEM i CV, pokazuje da se mjerno svojstvo testa poboljšava kada se rezultat temelji na više pokušaja, a ne na jednom pojedinačnom mjerenju.

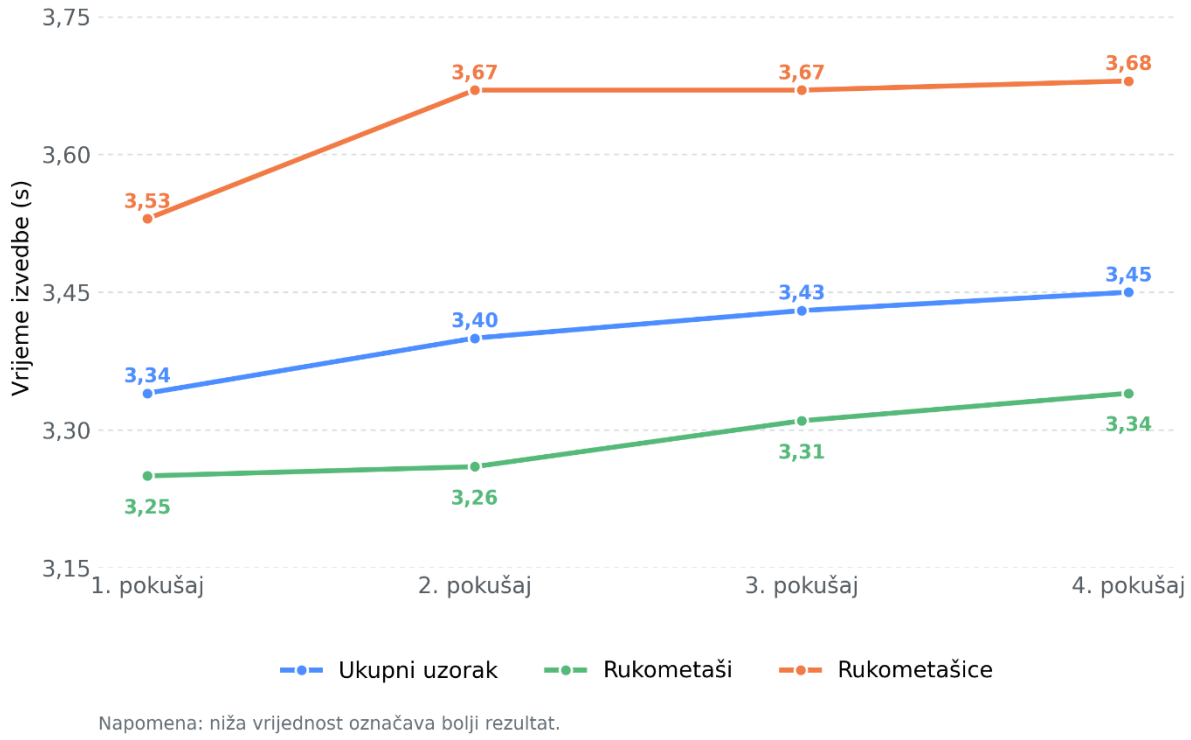
U cjelini, rezultati ukazuju da HS-RAG test pokazuje djelomično zadovoljavajuću unutar-sesijsku pouzdanost. Apsolutni pokazatelji pogreške mjerenja bili su u praktično prihvatljivom rasponu, dok su pokazatelji relativne pouzdanosti bili skromniji, osobito za pojedinačni pokušaj. Stoga rezultati podupiru korištenje agregiranog rezultata više pokušaja kao metodološki prikladnijeg pokazatelja izvedbe u daljnjim analizama i praktičnoj primjeni

Tablica 4. Analiza varijance za ponovljena mjerenja i veličine učinka za učinak pokušaja na izvedbu reaktivne agilnosti

	UKUPNO			RUKOMETAŠI			RUKOMETAŠICE		
Učinak	**F**	**p**	**η^2_p**	**F**	**p**	**η^2_p**	**F**	**p**	**η^2_p**
Pokušaj	1,79	0,15	0,03	0,94	0,42	0,02	1,98	0,16	0,28

LEGENDA: F – vrijednost F-testa u analizi varijance za ponovljena mjerenja; p – razina statističke značajnosti; η^2_p – parcijalni eta-kvadrat, odnosno veličina učinka. Statistička značajnost utvrđena je na razini p < 0,05.

Grafikon 2. Prosječni rezultati pokušaja HS-RAG testa u ukupnom uzorku i prema spolu



Napomena: niža vrijednost označava bolji rezultat.

Na Grafikonu 2 može se vidjeti da su rukometaši u sva četiri pokušaja HS-RAG testa ostvarili niža, odnosno bolja prosječna vremena od rukometašica, dok je u ukupnom uzorku i u obje skupine prisutan blagi porast vremena izvedbe kroz uzastopne pokušaje.

Deskriptivne karakteristike uzorka i svih promatranih varijabli za ukupni uzorak te odvojeno za rukometaše i rukometašice prikazane su u Tablici 5. Ukupni uzorak obuhvatio je 90 rukometaša i rukometašica, od čega 62 rukometaša i 28 rukometašica. Rukometaši su bili u prosjeku stariji, viši i teži od rukometašica te su ujedno postizali bolje rezultate u većini motoričkih i sport-specifičnih varijabli. Konkretno, rukometaši su ostvarili niža vremena u sprintu na 10 m i 20 m te bolje rezultate u AG10Y i AG20Y testovima, više vrijednosti CMJ-a i RSI-ja, veću brzinu lopte u šutu iz mjesta i skok-šutu, kao i niže vrijednosti u rukometno-specifičnim testovima agilnosti (HS-CODS) i HS-RAG testovima. Takav obrazac upućuje na dosljedne spolne razlike u općim i sport-specifičnim sposobnostima relevantnima za agilnost i reaktivnu agilnost.

Tablica 5. Deskriptivna statistika uzorka i svih promatranih varijabli za ukupni uzorak te odvojeno za rukometaše i rukometašice

	UKUPNO (n=90)				RUKOMETAŠI (n=62)				RUKOMETAŠICE (n=28)			
	MIN	**MAX**	**AS**	**SD**	**MIN**	**MAX**	**AS**	**SD**	**MIN**	**MAX**	**AS**	**SD**
DOB	15,00	41,00	20,67	4,96	15,00	41,00	21,56	5,39	15,00	32,00	19,56	4,19
TV	156,20	204,00	182,60	10,88	169,50	204,00	188,09	7,49	156,20	182,00	170,63	6,70
TM	43,40	114,80	81,04	15,45	64,10	114,80	87,67	12,68	43,40	97,70	67,08	10,82
S10M	1,13	2,36	1,89	0,20	1,52	2,13	1,82	0,14	1,13	2,36	2,03	0,21
S20M	2,28	3,96	3,25	0,31	2,28	3,55	3,09	0,23	3,21	3,96	3,56	0,20
AG10Y	2,12	3,05	2,48	0,22	2,12	2,68	2,36	0,14	2,30	3,05	2,69	0,16
AG20Y	4,09	5,77	4,72	0,41	4,09	5,28	4,49	0,24	4,55	5,77	5,14	0,30
CMJ	20,90	47,30	34,49	6,36	25,50	47,30	37,98	4,35	20,90	38,00	28,01	3,94
RSI	0,79	2,77	1,51	0,38	0,83	2,77	1,61	0,37	0,79	2,19	1,33	0,33
BUP	60,00	111,00	91,39	13,74	80,00	111,00	99,45	7,45	60,00	89,00	75,54	8,32
BUS	64,00	119,00	88,39	10,24	79,00	119,00	93,78	6,99	64,00	90,00	77,79	6,71
HS-CODS	2,54	3,80	3,12	0,27	2,57	3,80	3,09	0,26	2,54	3,65	3,26	0,29
HS-RAG	2,68	3,85	3,23	0,24	2,68	3,68	3,15	0,21	3,03	3,85	3,42	0,21

LEGENDA: DOB – dob (godine); TV – tjelesna visina (cm); TM – tjelesna masa (kg); S10M – sprint na 10 m (s); S20M – sprint na 20 m (s); AG10Y – test agilnosti na 10 yardi (s); AG20Y – test agilnosti na 20 yardi (s); CMJ – skok s pripremom (cm); RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla (km/h); BUS – brzina lopte pri skok-šutu (km/h); HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja (s); HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti (s); MIN – minimalna vrijednost; MAX – maksimalna vrijednost; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; n – broj rukometaša i rukometašica u skupini.

Bivarijatne povezanosti između HS-RAG, HS-CODS i odabranih motoričkih varijabli prikazane su u Tablici 6. U ukupnom uzorku HS-RAG je pokazao statistički značajne pozitivne korelacije sa S10M ($\rho = 0,35$; $p < 0,001$), S20M ($\rho = 0,48$; $p < 0,001$), AG10Y ($\rho = 0,53$; $p < 0,001$) i AG20Y ($\rho = 0,55$; $p < 0,001$), što ukazuje da su lošiji rezultati u linearnom sprintu i generičkoj agilnosti bili povezani s lošijom izvedbom u rukometno-specifičnom testu reaktivne agilnosti. Istodobno, HS-RAG je bio negativno povezan s CMJ-om ($\rho = -0,42$; $p < 0,001$), BUP-om ($\rho = -0,37$; $p < 0,001$) i BUS-om ($\rho = -0,40$; $p < 0,001$), što znači da su bolja eksplozivna snaga donjih ekstremiteta i veća brzina lopte pri šutu bile povezane s boljom izvedbom u HS-RAG testu. Povezanost s RSI-jem nije bila statistički značajna ($\rho = -0,15$; $p = 0,18$). Sličan, ali ne potpuno identičan obrazac utvrđen je i za HS-CODS u ukupnom uzorku (Tablica 6). HS-CODS je bio statistički značajno pozitivno povezan sa S10M ($\rho = 0,43$; $p < 0,001$), S20M ($\rho = 0,44$; $p < 0,001$), AG10Y ($\rho = 0,54$; $p < 0,001$) i AG20Y ($\rho = 0,56$; $p < 0,001$), dok su negativne korelacije utvrđene s CMJ-om ($\rho = -0,43$; $p < 0,001$), BUP-om ($\rho = -$

0,27; p = 0,02) i BUS-om (ρ = -0,25; p = 0,04). Povezanost s RSI-jem ponovno nije bila značajna (ρ = -0,09; p = 0,45). Ovi nalazi pokazuju da HS-CODS, kao unaprijed planirani rukometno-specifični test agilnosti, u velikoj mjeri dijeli motoričku osnovu s generičkim pokazateljima brzine i promjene smjera, ali je istodobno povezan i s pojedinim pokazateljima eksplozivnosti i sport-specifične izvedbe. Međusobna povezanost HS-RAG i HS-CODS, također prikazana u Tablici 6, bila je umjerena do umjereno visoka u ukupnom uzorku (ρ = 0,50; p < 0,001), kod rukometaša (ρ = 0,40; p < 0,001) i kod rukometašica (ρ = 0,53; p = 0,04). Ovakav nalaz upućuje na to da dva novokonstruirana testa mjere srodne, ali ne identične aspekte agilnosti. Drugim riječima, dijele određenu količinu zajedničke varijance, ali nisu međusobno redundantni, što je teorijski u skladu s razlikovanjem između unaprijed planirane agilnosti i reaktivne agilnosti, sposobnosti koja dodatno uključuje perceptivno-odlučivačku komponentu.

Kada su korelacijski rezultati analizirani odvojeno prema spolu (Tablica 6), kod rukometaša HS-RAG pokazuje statistički značajne povezanosti s AG10Y (ρ = 0,36; p = 0,01), AG20Y (ρ = 0,38; p = 0,01) i HS-CODS (ρ = 0,40; p < 0,001), dok povezanosti sa sprintom, CMJ-om, RSI-jem i šuterskim varijablama nisu dosegnule statističku značajnost. U istoj skupini HS-CODS je bio značajno povezan sa S10M (ρ = 0,36; p = 0,01), S20M (ρ = 0,38; p < 0,001), AG10Y (ρ = 0,50; p < 0,001), AG20Y (ρ = 0,56; p < 0,001), CMJ-om (ρ = -0,37; p = 0,01) te HS-RAG-om (ρ = 0,40; p < 0,001). Kod rukometašica je broj značajnih povezanosti bio manji: HS-RAG je bio značajno povezan samo s HS-CODS-om (ρ = 0,53; p = 0,04), dok je HS-CODS pokazao značajnu povezanost s AG10Y (ρ = 0,57; p = 0,03) i HS-RAG-om (ρ = 0,53; p = 0,04). Iako su neke dodatne korelacije kod rukometašica bile umjerene po veličini, nisu dosegnule razinu statističke značajnosti, što se vjerojatno barem djelomično može pripisati manjoj veličini ženskog uzorka.

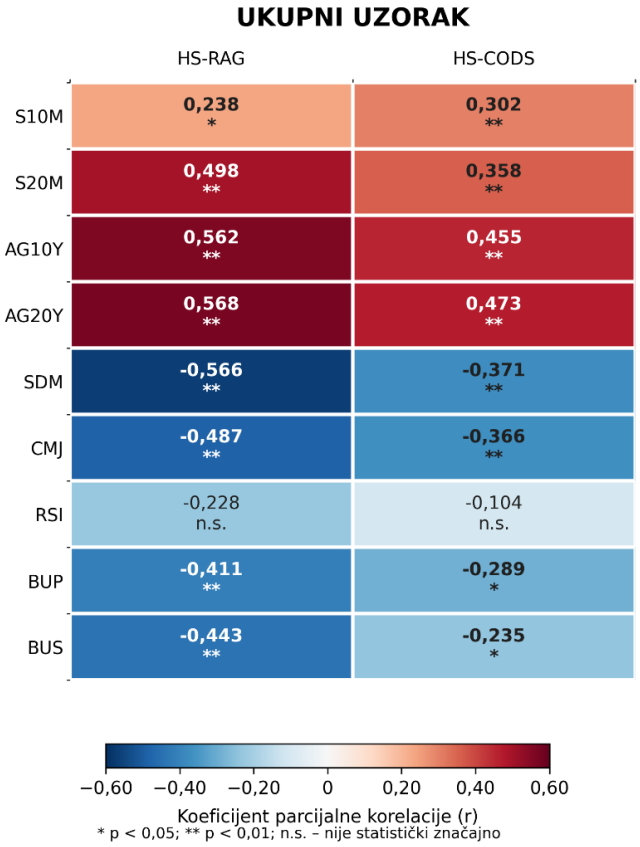
Tablica 6. Spearmanov koeficijent korelacije

	UKUPNO		RUKOMETAŠI		RUKOMETAŠICE	
Varijabla	**HS-RAG**	**HS-CODS**	**HS-RAG**	**HS-CODS**	**HS-RAG**	**HS-CODS**
S10M	0,35(0,00)	0,43(0,00)	0,10(0,50)	0,36(0,01)	0,03(0,89)	0,21(0,46)
S20M	0,48(0,00)	0,44(0,00)	0,14(0,32)	0,38 (0,00)	0,29(0,15)	0,23(0,40)
AG10Y	0,53(0,00)	0,54(0,00)	0,36 (0,01)	0,50 (0,00)	0,10(0,61)	0,57(0,03)
AG20Y	0,55(0,00)	0,56(0,00)	0,38(0,01)	0,56 (0,00)	0,16(0,44)	0,48(0,07)
CMJ	-0,42(0,00)	-0,43(0,00)	-0,08(0,56)	-0,37(0,01)	-0,23(0,27)	-0,16(0,56)
RSI	-0,15(0,18)	-0,09(0,45)	0,09(0,51)	-0,07(0,61)	-0,26(0,19)	0,13(0,66)

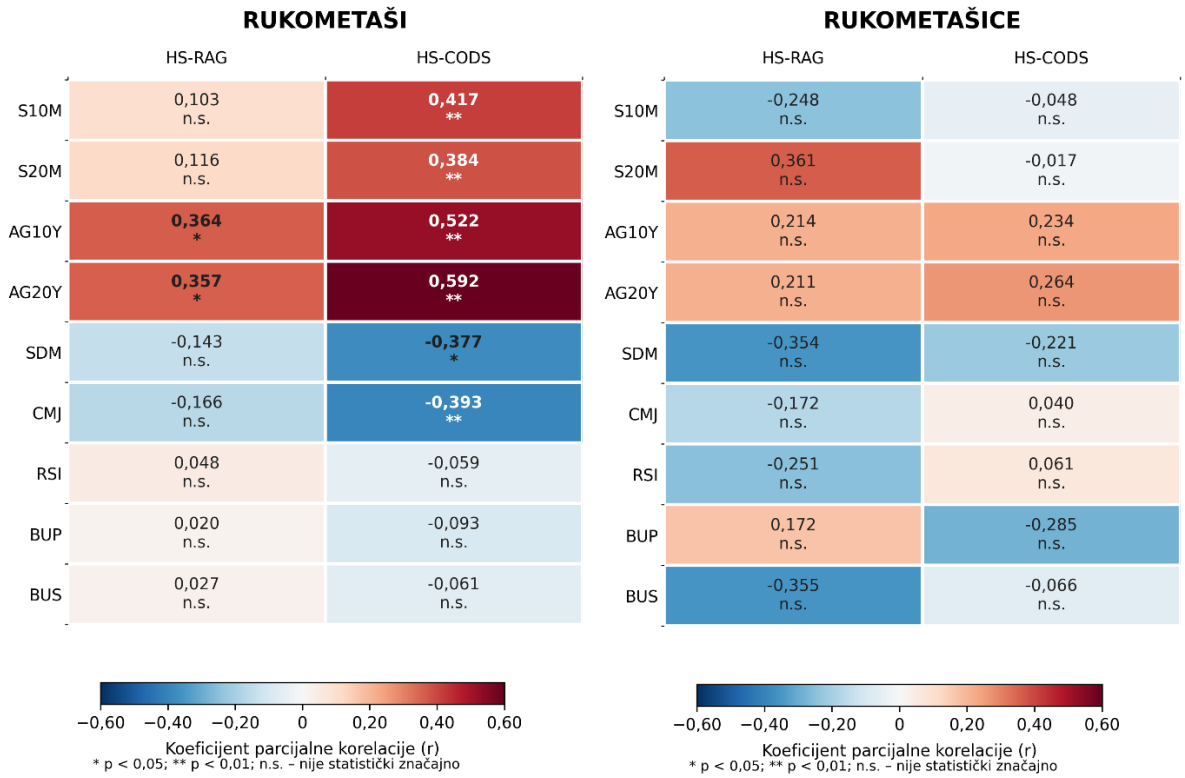
	UKUPNO		RUKOMETAŠI		RUKOMETAŠICE	
Varijabla	**HS-RAG**	**HS-CODS**	**HS-RAG**	**HS-CODS**	**HS-RAG**	**HS-CODS**
BUP	-0,37(0,00)	-0,27(0,02)	0,07(0,62)	-0,09(0,54)	0,21(0,30)	-0,28(0,31)
BUS	-0,40(0,00)	-0,25(0,04)	0,08(0,57)	-0,05(0,70)	-0,30(0,13)	-0,44(0,10)
HS-CODS	0,50(0,00)	1,00	0,40(0,00)	1,00	0,53(0,04)	1,00
HS-RAG	1,00	0,50(0,00)	1,00	0,40(0,00)	1,00	0,53(0,04)

LEGENDA: Vrijednosti su prikazane kao ρ(p), pri čemu je ρ – Spearmanov koeficijent korelacije ranga, a p – razina statističke značajnosti; S10M – sprint na 10 m; S20M – sprint na 20 m; AG10Y – test agilnosti na 10 yardi; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; CMJ – skok s pripremom; RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla; BUS – brzina lopte pri skok-šutu; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti. Pozitivna povezanost vremenskih varijabli označava da su dulja vremena u jednom testu povezana s duljim vremenima u drugom testu. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Grafikon 3. Parcijalne korelacije specifičnih motoričkih varijabli s rezultatima HS-RAG i HS-CODS uz kontrolu dobi za ukupni uzorak



Grafikon 4. Parcijalne korelacije specifičnih motoričkih varijabli s rezultatima HS-RAG i HS-CODS uz kontrolu dobi za rukometaše i rukometašice



Na Grafikonu 3 može se vidjeti da su u ukupnom uzorku rezultati HS-RAG i HS-CODS testova statistički značajno povezani s gotovo svim promatranim motoričkim varijablama, osim s indeksom reaktivne snage, pri čemu su bolji rezultati sprinta, promjene smjera, skokova i brzine šuta bili povezani s kraćim vremenom izvedbe testova. Na Grafikonu 4. vidljivo je da su kod rukometaša značajne povezanosti izraženije, osobito između HS-CODS-a i sprinta, agilnosti te eksplozivne snage, dok kod rukometašica nijedna povezanost nije dosegnula statističku značajnost.

Rezultati višestruke linearne regresije za predikciju HS-RAG u ukupnom uzorku prikazani su u Tablici 7. Model koji je uključivao AG20Y i HS-CODS ($R = 0,55$; $R^2 = 0,30$; korigirani $R^2 = 0,28$), pri čemu je samo HS-CODS bio statistički značajan neovisni prediktor HS-RAG-a ($B = 0,32$; $\beta = 0,43$; $p < 0,001$), dok AG20Y nije dosegnuo statističku značajnost ($B = 0,10$; $\beta = 0,18$; $p = 0,15$). Vrijednosti tolerancije i VIF-a nisu ukazivale na problematičnu multikolinearnost. Ovakav obrazac sugerira da, iako je generička agilnost bivarijatno povezana s HS-RAG-om, njezin doprinos više nije neovisan kada se u model uključi sport-specifični HS-CODS.

Tablica 7. Model višestruke linearne regresije za ukupni uzorak za prediktore rukometno-specifične izvedbe reaktivne agilnosti (HS-RAG)

Prediktor	B	SE(B)	β	95% CI za B	t	p	Tolerance	VIF
AG20Y	0,10	0,07	0,18	(-0,03 - 0,23)	1,47	0,15	0,72	1,396
HS-CODS	0,32	0,09	0,43	(0,14 - 0,50)	3,46	0,00	0,72	1,396

LEGENDA: B – nestandardizirani regresijski koeficijent; SE(B) – standardna pogreška nestandardiziranoga koeficijenta; β – standardizirani regresijski koeficijent; 95% CI – 95-postotni interval pouzdanosti za B; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Tolerance – tolerancija; VIF – faktor inflacije varijance; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; R – koeficijent multiple korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; korigirani R^2 – korigirani koeficijent determinacije. Sažetak modela: R = 0,55; R^2 = 0,30; korigirani R^2 = 0,28. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Analogni regresijski modeli za rukometaše i rukometašice prikazani su u Tablicama 8 i 9. Kod rukometaša model za HS-RAG imao je R = 0,48 i R^2 = 0,23, a jedini statistički značajan prediktor ponovno je bio HS-CODS (B = 0,35; β = 0,44; p = 0,01), dok AG20Y nije bio značajan (p = 0,69). Kod rukometašica model je pokazao nešto veći udio objašnjene varijance (R = 0,63; R^2 = 0,40; korigirani R^2 = 0,30), pri čemu je HS-CODS također bio jedini značajan prediktor HS-RAG-a (B = 0,30; β = 0,60; p = 0,04), dok AG20Y ponovno nije bio značajan (p = 0,78). Time se kroz sve tri analizirane skupine dosljedno pokazalo da je sport-specifična unaprijed planirana agilnost snažniji i stabilniji prediktor reaktivne agilnosti nego generička agilnost procijenjena AG20Y testom.

Tablica 8. Model višestruke linearne regresije za rukometaše za prediktore rukometno-specifične izvedbe reaktivne agilnosti (HS-RAG)

Prediktor	B	SE(B)	β	95% CI za B	t	p	Tolerance	VIF
AG20Y	0,06	0,14	0,06	(-0,22 - 0,34)	0,40	0,69	0,65	1,53
HS-CODS	0,35	0,13	0,44	(0,10 - 0,60)	2,78	0,01	0,65	1,53

LEGENDA: B – nestandardizirani regresijski koeficijent; SE(B) – standardna pogreška nestandardiziranoga koeficijenta; β – standardizirani regresijski koeficijent; 95% CI – 95-postotni interval pouzdanosti za B; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Tolerance – tolerancija; VIF – faktor inflacije varijance; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; R – koeficijent multiple korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; korigirani R^2 – korigirani koeficijent determinacije. Sažetak modela: R = 0,48; R^2 = 0,23; korigirani R^2 = 0,19. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Tablica 9. Model višestruke linearne regresije za rukometašice za prediktore rukometno-specifične izvedbe reaktivne agilnosti (HS-RAG)

Prediktor	B	SE(B)	β	95% CI za B	t	p	Tolerance	VIF
AG20Y	0,04	0,15	0,07	(-0,28 - 0,37)	0,29	0,78	0,78	1,29
HS-CODS	0,30	0,13	0,60	(0,02 - 0,58)	2,35	0,04	0,78	1,29

LEGENDA: B – nestandardizirani regresijski koeficijent; SE(B) – standardna pogreška nestandardiziranoga koeficijenta; β – standardizirani regresijski koeficijent; 95% CI – 95-postotni interval pouzdanosti za B; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Tolerance – tolerancija; VIF – faktor inflacije varijance; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; R – koeficijent multiple korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; korigirani R^2 – korigirani koeficijent determinacije. Sažetak modela: R = 0,63; R^2 = 0,40; korigirani R^2 = 0,30. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Rezultati višestruke linearne regresije za predikciju HS-CODS u ukupnom uzorku prikazani su u Tablici 10. Model koji je uključivao AG20Y i HS-RAG pokazao je relativno dobru objašnjenu varijancu (R = 0,63; R^2 = 0,40; korigirani R^2 = 0,38). Oba prediktora bila su statistički značajna: AG20Y (B = 0,27; β = 0,38; $p < 0,001$) i HS-RAG (B = 0,50; β = 0,37; $p < 0,001$). To znači da se izvedba u HS-CODS testu u ukupnom uzorku može objasniti i generičkom sposobnošću promjene smjera i izvedbom u sport-specifičnom testu reaktivne agilnosti. Drugim riječima, HS-CODS u ovom uzorku zadržava i generičku motoričku i sport-specifičnu komponentu.

Tablica 10. Model višestruke linearne regresije za ukupni uzorak za prediktore rukometno-specifičnog testa agilnosti (HS-CODS)

Prediktor	B	SE(B)	β	95% CI za B	t	p	Tolerance	VIF
AG20Y	0,27	0,08	0,38	(0,12 - 0,42)	3,54	0,00	0,83	1,21
HS-RAG	0,50	0,14	0,37	(0,21 - 0,79)	3,46	0,00	0,83	1,21

LEGENDA: B – nestandardizirani regresijski koeficijent; SE(B) – standardna pogreška nestandardiziranoga koeficijenta; β – standardizirani regresijski koeficijent; 95% CI – 95-postotni interval pouzdanosti za B; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Tolerance – tolerancija; VIF – faktor inflacije varijance; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; R – koeficijent multiple korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; korigirani R^2 – korigirani koeficijent determinacije. Sažetak modela: R = 0,63; R^2 = 0,40; korigirani R^2 = 0,38. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Rezultati za spolne podskupine prikazani su u Tablicama 11 i 12. U skupini rukometaša model za HS-CODS pokazao je najveću objašnjenu varijancu među rukometašima (R = 0,66; R^2 = 0,44; korigirani R^2 = 0,41), pri čemu su i AG20Y (B = 0,54; β = 0,49; $p < 0,001$) i HS-RAG (B = 0,40; β = 0,32; p = 0,01) bili statistički značajni prediktori. Kod rukometašica model je također bio relativno informativan (R = 0,68; R^2 = 0,47; korigirani R^2 = 0,38), no samo je HS-

RAG bio statistički značajan prediktor HS-CODS-a (B = 1,05; β = 0,53; p = 0,04), dok AG20Y nije bio značajan (p = 0,23). Ovaj nalaz sugerira da kod rukometašica HS-CODS više dijeli zajedničku varijancu s HS-RAG-om nego s generičkom agilnošću, iako takvu interpretaciju treba donositi oprezno zbog manjeg uzorka i širih intervala pouzdanosti.

Promatrano zajedno, nalazi iz Tablica 6–12 pružaju smislenu i višerazinsku potporu konstruktnoj valjanosti novokonstruiranih testova HS-RAG i HS-CODS. Oba testa pokazala su teorijski očekivane povezanosti s pokazateljima linearne brzine, generičke agilnosti, eksplozivne snage i sport-specifične izvedbe šuta, pri čemu su povezanosti bile snažnije i konzistentnije u ukupnom uzorku nego unutar spolnih podskupina. Istodobno, umjerena međusobna povezanost HS-RAG-a i HS-CODS-a, zajedno s nalazima regresijske analize, upućuje na to da testovi zahvaćaju srodne, ali ne i potpuno identične aspekte rukometno-specifične agilnosti.

Tablica 11. Model višestruke linearne regresije za rukometaše za prediktore rukometno-specifičnog testa agilnosti (HS-CODS)

Prediktor	B	SE(B)	β	95% CI za B	t	p	Tolerance	VIF
AG20Y	0,54	0,13	0,49	(0,29 - 0,80)	4,25	0,00	0,90	1,11
HS-RAG	0,40	0,14	0,32	(0,11 - 0,69)	2,78	0,01	0,90	1,11

LEGENDA: B – nestandardizirani regresijski koeficijent; SE(B) – standardna pogreška nestandardiziranoga koeficijenta; β – standardizirani regresijski koeficijent; 95% CI – 95-postotni interval pouzdanosti za B; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Tolerance – tolerancija; VIF – faktor inflacije varijance; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; R – koeficijent multiple korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; korigirani R^2 – korigirani koeficijent determinacije. Sažetak modela: R = 0,66; R^2 = 0,44; korigirani R^2 = 0,41. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Tablica 12. Model višestruke linearne regresije za rukometašice za prediktore rukometno-specifičnog testa agilnosti (HS-CODS)

Prediktor	B	SE(B)	β	95% CI za B	t	p	Tolerance	VIF
AG20Y	0,33	0,26	0,29	(-0,24 - 0,90)	1,27	0,23	0,87	1,14
HS-RAG	1,05	0,45	0,53	(0,07 - 2,02)	2,35	0,04	0,87	1,14

LEGENDA: B – nestandardizirani regresijski koeficijent; SE(B) – standardna pogreška nestandardiziranoga koeficijenta; β – standardizirani regresijski koeficijent; 95% CI – 95-postotni interval pouzdanosti za B; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Tolerance – tolerancija; VIF – faktor inflacije varijance; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; R – koeficijent multiple korelacije; R^2 – koeficijent determinacije; korigirani R^2 – korigirani koeficijent determinacije. Sažetak modela: R = 0,68; R^2 = 0,47; korigirani R^2 = 0,38. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Diskriminativna valjanost novo-razvijenih rukometno-specifičnih testova agilnosti prema spolu prikazana je u Tablici 13. U obje promatrane varijable rukometaši su ostvarili bolje rezultate, odnosno niža vremena izvedbe od rukometašica. Za HS-CODS rukometaši su postigli prosječni rezultat 3,09 ± 0,26 s, a rukometašice 3,26 ± 0,29 s, pri čemu je razlika bila statistički značajna (t = -2,26; p = 0,03) uz umjerenu veličinu učinka (d = 0,64). Još izraženija razlika utvrđena je za HS-RAG, gdje su rukometaši ostvarili prosječno 3,15 ± 0,21 s, a rukometašice 3,42 ± 0,21 s, uz visoku statističku značajnost (t = -5,55; p < 0,001) i veliku veličinu učinka (d = 1,29). Leveneov test nije ukazivao na narušenu homogenost varijanci ni za jedan test. Ovi nalazi upućuju na to da oba novokonstruirana testa, a osobito HS-RAG, uspješno razlikuju rukometaše i rukometašice, što pruža jasnu potporu njihovoj diskriminativnoj valjanosti prema spolu.

Tablica 13. Diskriminativna valjanost novo razvijenih rukometno-specifičnih testova agilnosti prema spolu.

Varijabla	RUKOMETAŠI AS ± SD	RUKOMETAŠICE AS ± SD	t-value	df	p	Levene F	Levene p	Cohen's d
HS-CODS	3,09±0,26	3,26±0,29	-2,26	71	0,03	1,25	0,54	0,64
HS-RAG	3,15±0,21	3,42±0,21	-5,55	82	0,00	1,01	0,95	1,29

LEGENDA: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; t-value – vrijednost t-testa za nezavisne uzorke; df – stupnjevi slobode; p – razina statističke značajnosti; Levene F – vrijednost Leveneova testa homogenosti varijanci; Levene p – razina značajnosti Leveneova testa; Cohenov d – veličina učinka; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti. Statistička značajnost utvrđena je na razini p < 0,05.

Rezultati diskriminativne valjanosti prema igračkoj poziciji u ukupnom uzorku prikazani su u Tablici 14. Za HS-CODS bekovi su postigli prosječno 3,08 ± 0,26 s, a linijski igrači 3,17 ± 0,30 s, no ta razlika nije bila statistički značajna (t = -1,23; p = 0,22), uz mali učinak (d = 0,32). Nasuprot tome, za HS-RAG utvrđena je statistički značajna razlika između pozicijskih skupina: bekovi su ostvarili prosječno 3,17 ± 0,21 s, a linijski igrači 3,29 ± 0,25 s (t = -2,17; p = 0,03), uz umjerenu veličinu učinka (d = 0,53). Homogenost varijanci bila je zadovoljena i u ovim usporedbama. Takav obrazac ukazuje da je diskriminativna sposobnost prema igračkoj poziciji izraženija za HS-RAG nego za HS-CODS, što sugerira da reaktivna komponenta agilnosti vjerojatno bolje odražava funkcionalne razlike između širih pozicijskih skupina u rukometu.

Tablica 14. Diskriminativna valjanost novo razvijenih rukometno-specifičnih testova agilnosti prema igračkoj poziciji na ukupnom uzorku.

Varijabla	B AS ± SD	L AS ± SD	t-value	df	p	Levene F	Levene p	Cohen's d
HS-CODS	3,08±0,26	3,17±0,30	-1,23	65	0,22	0,30	0,58	0,32
HS-RAG	3,17±0,21	3,29±0,25	-2,17	74	0,03	2,69	0,11	0,53

LEGENDA: B – bekovske pozicije; L – linijske pozicije; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; t-value – vrijednost t-testa za nezavisne uzorke; df – stupnjevi slobode; p – razina statističke značajnosti; Levene F – vrijednost Leveneova testa homogenosti varijanci; Levene p – razina značajnosti Leveneova testa; Cohenov d – veličina učinka; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Diskriminativna valjanost prema igračkoj poziciji kod rukometaša prikazana je u Tablici 15. Iako su bekovi i u ovoj analizi pokazali nešto bolje prosječne rezultate od linijskih igrača na oba testa, nijedna razlika nije dosegnula statističku značajnost. Za HS-CODS rukometaši su na bekovskim pozicijama ostvarili 3,04 ± 0,26 s, a linijski igrači 3,13 ± 0,28 s ($t = -1,22$; $p = 0,23$), uz mali do umjeren učinak ($d = 0,34$). Za HS-RAG bekovi su postigli 3,12 ± 0,20 s, a linijski igrači 3,18 ± 0,23 s ($t = -1,01$; $p = 0,32$), uz mali učinak ($d = 0,28$). Ovi nalazi ne pružaju uvjerljivu potporu diskriminativnoj valjanosti testova prema igračkoj poziciji unutar muškog uzorka. Istodobno, smjer razlika ostaje konzistentan s nalazima ukupnog uzorka, što upućuje da odsutnost statističke značajnosti može barem djelomično biti posljedica manje izraženih razlika između pozicijskih skupina nakon isključivanja uzorka rukometašica.

Tablica 15. Diskriminativna valjanost novo razvijenih rukometno-specifičnih testova agilnosti prema igračkoj poziciji kod rukometaša.

Varijabla	B AS ± SD	L AS ± SD	t-value	df	p	Levene F	Levene p	Cohen's d
HS-CODS	3,04±0,26	3,13±0,28	-1,22	51	0,23	0,19	0,67	0,34
HS-RAG	3,12±0,20	3,18±0,23	-1,01	51	0,32	1,37	0,25	0,28

LEGENDA: B – bekovske pozicije; L – linijske pozicije; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; t-value – vrijednost t-testa za nezavisne uzorke; df – stupnjevi slobode; p – razina statističke značajnosti; Levene F – vrijednost Leveneova testa homogenosti varijanci; Levene p – razina značajnosti Leveneova testa; Cohenov d – veličina učinka; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti. Statistička značajnost utvrđena je na razini $p < 0,05$.

Rezultati diskriminativne valjanosti novokonstruiranih rukometno-specifičnih testova agilnosti prema igračkoj poziciji kod rukometašica prikazani su u Tablici 16. Za HS-CODS nisu utvrđene značajne razlike između bekova (3,24 ± 0,25 s) i linijskih igračica (3,27 ± 0,36 s) (t = -0,13; p = 0,899), uz zanemariv učinak (d = 0,10). Nasuprot tome, za HS-RAG bekovi su ostvarili niže prosječno vrijeme (3,32 ± 0,19 s) od linijskih igračica (3,46 ± 0,18 s), pri čemu razlika nije bila statistički značajna (p = 0,08), ali je bila praćena umjereno velikom veličinom učinka (d = 0,76). Iako formalno neznačajan, ovaj nalaz sugerira da HS-RAG može imati određeni potencijal za razlikovanje pozicijskih skupina u rukometašica, no takva mogućnost u ovom uzorku nije potvrđena na razini statističke značajnosti.

Promatrano zajedno, nalazi iz Tablica 13–16 pokazuju da je diskriminativna valjanost novokonstruiranih rukometno-specifičnih testova najjače potvrđena prema spolu, pri čemu HS-RAG pokazuje osobito izraženu sposobnost razlikovanja rukometaša i rukometašica. Diskriminativna valjanost prema igračkoj poziciji znatno je skromnija i selektivnija. U ukupnom uzorku određena razina razlikovne sposobnosti uočena je samo za HS-RAG, dok HS-CODS nije razlikovao pozicijske skupine. Kada su analize provedene zasebno unutar podskupina rukometaša i rukometašica, dokazi diskriminativne valjanosti prema poziciji dodatno su oslabjeli. Kod rukometaša razlike nisu bile značajne ni za jedan test, dok je kod rukometašica za HS-RAG opažena razlika umjereno velike veličine učinka, ali bez dosezanja konvencionalne razine statističke značajnosti.

Tablica 16. Diskriminativna valjanost novo razvijenih rukometno-specifičnih testova agilnosti prema igračkoj poziciji kod rukometašica.

Variable	B AS ± SD	L AS ± SD	t-value	df	p	Levene F	Levene p	Cohen's d
HS-CODS	3,24±0,25	3,27±0,36	-0,13	12	0,899	0,28	0,62	0,10
HS-RAG	3,32±0,19	3,46±0,18	-1,82	21	0,08	0,04	0,85	0,76

LEGENDA: B – bekovske pozicije; L – linijske pozicije; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; t-value – vrijednost t-testa za nezavisne uzorke; df – stupnjevi slobode; p – razina statističke značajnosti; Levene F – vrijednost Leveneova testa homogenosti varijanci; Levene p – razina značajnosti Leveneova testa; Cohenov d – veličina učinka; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti. Statistička značajnost utvrđena je na razini p < 0,05.

Deskriptivni pokazatelji antropometrijskih varijabli i rezultata novokonstruiranih testova HS-RAG i HS-CODS za ukupni uzorak te odvojeno za rukometaše i rukometašice prikazani su u Tablici 17. U ukupnom uzorku analizirane su tjelesna visina (TV), tjelesna masa (TM), postotak masnog tkiva (PMT) te rezultati HS-RAG i HS-CODS testova.

Rukometaši su bili u prosjeku viši, teži i imali su niži postotak masnog tkiva od rukometašica. Ujedno su ostvarivali kraća, odnosno bolja vremena u oba novokonstruirana testa, pri čemu je prosječni rezultat iznosio 3,147 s u HS-RAG testu i 3,086 s u HS-CODS testu, dok su kod rukometašica odgovarajuće vrijednosti iznosile 3,417 s i 3,220 s.

Tablica 17. Deskriptivna statistika analiziranih varijabli za ukupni uzorak i prema spolu

Varijabla	**UKUPNO (n=90)**			**RUKOMETAŠI (n= 62)**			**RUKOMETAŠICE (n= 28)**		
	N	**AS**	**SD**	**N**	**AS**	**SD**	**N**	**AS**	**SD**
TV (cm)	86	182,61	10,88	59	188,09	7,49	27	170,63	6,70
TM (kg)	87	81,04	15,45	59	87,67	12,68	28	67,08	10,82
PMT (%)	69	20,29	7,55	42	15,64	4,12	27	27,53	5,75
HS-RAG (s)	84	3,231	0,240	58	3,147	0,205	26	3,417	0,206
HS-CODS (s)	84	3,128	0,256	58	3,086	0,258	26	3,220	0,230

LEGENDA: TV – tjelesna visina (cm); TM – tjelesna masa (kg); PMT – postotak masnog tkiva (%); HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti (s); HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja (s); N – broj rukometaša i rukometašica s dostupnim podatcima; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija.

Rezultati Shapiro–Wilkova testa normalnosti distribucije za antropometrijske varijable i novokonstruirane testove prikazani su u Tablici 18. U ukupnom uzorku PMT je statistički značajno odstupao od normalne distribucije ($p = 0,002$), dok je kod rukometaša od normalnosti odstupao rezultat HS-RAG testa ($p = 0,028$). Kod rukometašica sve varijable zadovoljile su pretpostavku normalnosti.

Tablica 18. Rezultati Shapiro–Wilkova testa normalnosti distribucije prema skupinama

Varijabla	**UKUPNO**				**RUKOMETAŠI**				**RUKOMETAŠICE**			
	N	**W**	**p**	**Norm.**	**N**	**W**	**p**	**Norm.**	**N**	**W**	**p**	**Norm.**
TV	86	0,986	0,496	Da	59	0,988	0,823	Da	27	0,949	0,198	Da
TM	87	0,980	0,182	Da	59	0,971	0,169	Da	28	0,958	0,313	Da

Varijabla	UKUPNO				RUKOMETAŠI				RUKOMETAŠICE			
	N	W	p	Norm.	N	W	p	Norm.	N	W	p	Norm.
PMT	69	0,937	0,002	Ne†	42	0,958	0,126	Da	27	0,935	0,094	Da
HS-RAG	84	0,973	0,072	Da	58	0,954	0,028	Ne†	26	0,974	0,730	Da
HS-CODS	84	0,988	0,662	Da	58	0,984	0,631	Da	26	0,933	0,093	Da

LEGENDA: TV – tjelesna visina; TM – tjelesna masa; PMT – postotak masnog tkiva; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; N – broj rukometaša i rukometašica s dostupnim podatcima; W – vrijednost Shapiro–Wilkove test-statistike; p – razina statističke značajnosti; Norm. – procjena normalnosti distribucije; † $p < 0,05$ – distribucija statistički značajno odstupa od normalne distribucije.

Korelacijska analiza između antropometrijskih varijabli i rezultata HS-RAG i HS-CODS testova prikazana je u Tablici 19. U ukupnom uzorku statistički značajne povezanosti utvrđene su za TV i HS-RAG ($\rho = -0,400$; $p < 0,001$), PMT i HS-RAG ($\rho = 0,596$; $p < 0,001$) te PMT i HS-CODS ($\rho = 0,457$; $p < 0,001$). Tjelesna masa nije bila statistički značajno povezana ni s jednim novokonstruiranim testom.

Kod rukometaša (N = 41–56 po paru) statistički značajna povezanost utvrđena je samo između PMT-a i HS-RAG testa ($\rho = 0,320$; $p = 0,042$). Povezanost između TM-a i HS-RAG testa bila je granična, ali nije dosegnula razinu statističke značajnosti ($\rho = 0,258$; $p = 0,055$). Kod rukometašica (N = 25–26 po paru) nijedna antropometrijska varijabla nije bila statistički značajno povezana s rezultatima HS-RAG i HS-CODS testova.

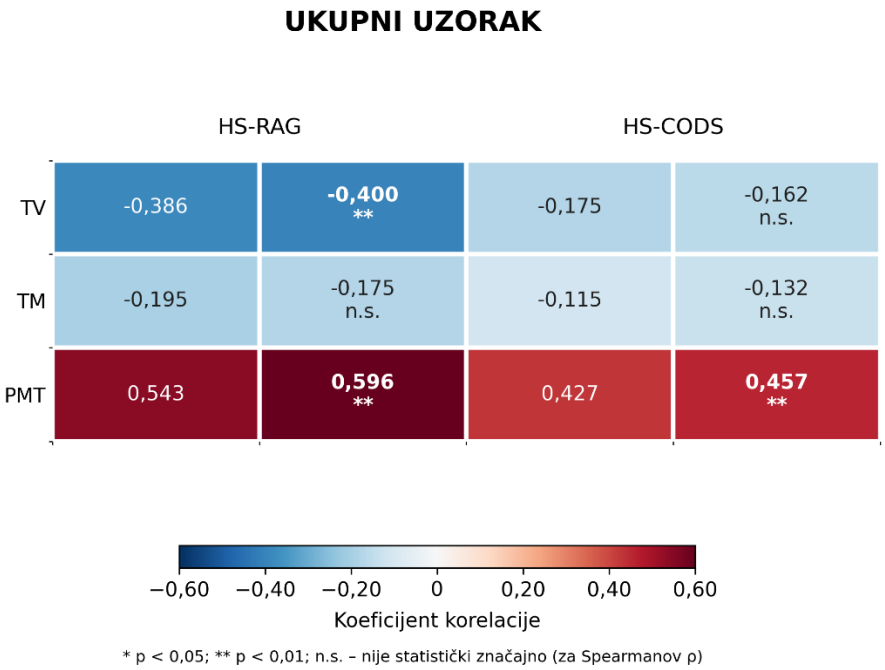
Tablica 19. Pearsonovi (r) i Spearmanovi (ρ) koeficijenti korelacije između antropometrijskih varijabli i rezultata HS-RAG i HS-CODS testova

Antrop. varijabl.	Test	N	r	ρ	p (ρ)	Sig.	95% CI (r)
UKUPNI UZORAK (n=90, dostupni n = 66–82 po paru)							
TV	HS-RAG	81	-0,386	-0,400	< 0,001	**	[-0,557; -0,183]
TV	HS-CODS	81	-0,175	-0,162	0,148	n.s.	[-0,379; 0,045]
TM	HS-RAG	82	-0,195	-0,175	0,117	n.s.	[-0,395; 0,023]
TM	HS-CODS	82	-0,115	-0,132	0,238	n.s.	[-0,324; 0,104]
PMT	HS-RAG	66	0,543	0,596	< 0,001	**	[0,346; 0,694]

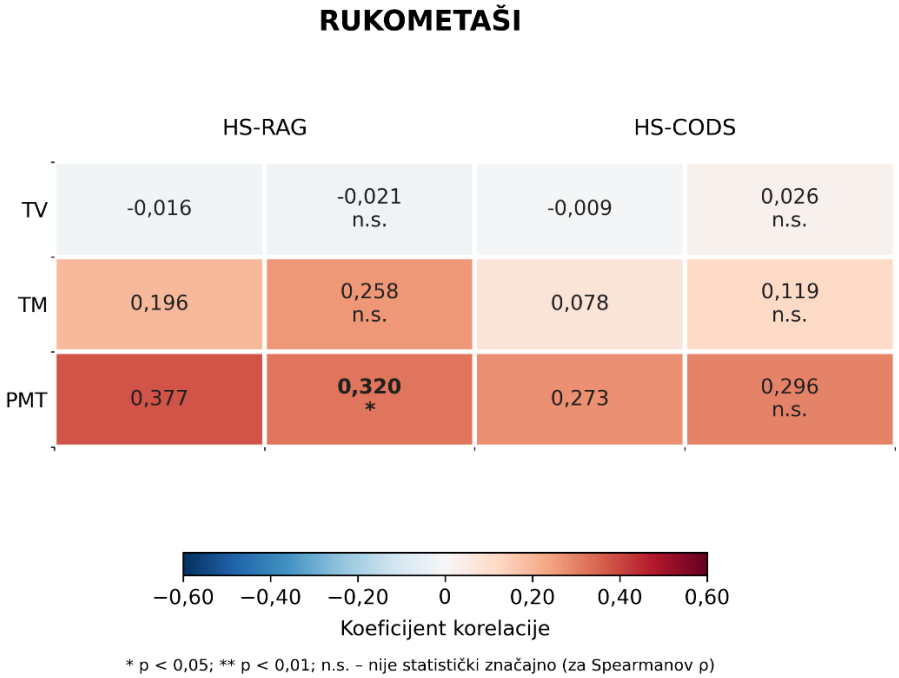
Antrop. varijabl.	Test	N	r	ρ	p (ρ)	Sig.	95% CI (r)
PMT	HS-CODS	66	0,427	0,457	< 0,001	**	[0,206; 0,606]
RUKOMETAŠI (n= 62, dostupni n= 41–56 po paru)							
TV	HS-RAG	56	-0,016	-0,021	0,880	n.s.	[-0,277; 0,248]
TV	HS-CODS	56	-0,009	0,026	0,852	n.s.	[-0,272; 0,254]
TM	HS-RAG	56	0,196	0,258	0,055	n.s.	[-0,070; 0,437]
TM	HS-CODS	56	0,078	0,119	0,381	n.s.	[-0,189; 0,334]
PMT	HS-RAG	41	0,377	0,320	0,042	*	[0,079; 0,614]
PMT	HS-CODS	41	0,273	0,296	0,060	n.s.	[-0,038; 0,536]
RUKOMETAŠICE (n = 28, dostupni n = 25–26 po paru)							
TV	HS-RAG	25	0,037	0,039	0,854	n.s.	[-0,363; 0,426]
TV	HS-CODS	25	-0,068	-0,096	0,649	n.s.	[-0,451; 0,337]
TM	HS-RAG	26	0,097	0,095	0,645	n.s.	[-0,301; 0,467]
TM	HS-CODS	26	-0,123	-0,080	0,698	n.s.	[-0,487; 0,278]
PMT	HS-RAG	25	-0,210	-0,240	0,248	n.s.	[-0,559; 0,202]
PMT	HS-CODS	25	0,178	0,338	0,098	n.s.	[-0,234; 0,535]

LEGENDA: TV – tjelesna visina; TM – tjelesna masa; PMT – postotak masnog tkiva; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; N – broj rukometaša i rukometašica za pojedini par varijabli; r – Pearsonov koeficijent korelacije; ρ – Spearmanov koeficijent korelacije ranga; p(ρ) – p-vrijednost Spearmanova koeficijenta; Sig. – statistička značajnost; 95% CI(r) – 95-postotni interval pouzdanosti Pearsonova koeficijenta. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s. – nije statistički značajno. Negativan predznak označava povezanost veće vrijednosti antropometrijske varijable s kraćim vremenom, a pozitivan predznak povezanost s duljim vremenom testa.

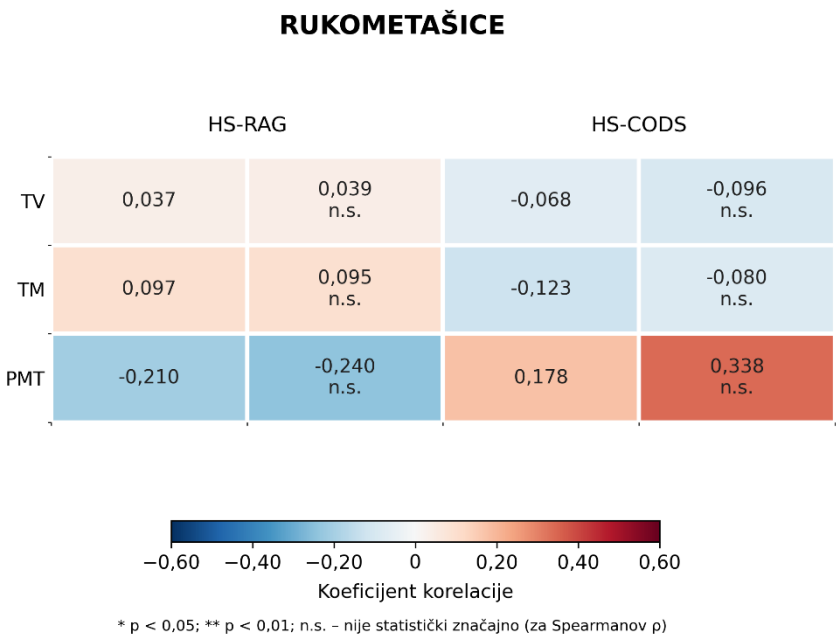
Grafikon 5. Parcijalne korelacije antropometrijskih varijabli s rezultatima HS-RAG i HS-CODS za ukupni uzorak



Grafikon 6. Parcijalne korelacije antropometrijskih varijabli s rezultatima HS-RAG i HS-CODS za rukometaše



Grafikon 7 Parcijalne korelacije antropometrijskih varijabli s rezultatima HS-RAG i HS-CODS za rukometašice



Na Grafikonu 5. može se vidjeti da je u ukupnom uzorku veća tjelesna visina bila povezana s kraćim, odnosno boljim rezultatom HS-RAG testa, dok je veći postotak masnog tkiva bio povezan s duljim, odnosno slabijim rezultatima u HS-RAG i HS-CODS testovima, a tjelesna masa nije pokazala značajnu povezanost. Grafikoni 6. i 7. pokazuju da je kod rukometaša jedina statistički značajna povezanost utvrđena između postotka masnog tkiva i HS-RAG testa, dok kod rukometašica nijedna antropometrijska varijabla nije bila statistički značajno povezana s rezultatima novokonstruiranih testova.

Suplementarno korelacijskoj analizi provedena je višestruka regresijska analiza metodom simultanog unosa zasebno za svaku skupinu. Za regresijsku analizu primijenjen je listwise pristup (kompletni slučajevi): ukupni uzorak N = 64, rukometaši N = 39, rukometašice N = 25. Uz tri prediktora, omjer ispitanika po prediktoru iznosi 21:1 za ukupni uzorak, 13:1 za rukometaše i 8:1 za rukometašice, što za zadnje dvije podskupine upućuje na ograničenu statističku snagu. Rezultati pretpostavki: VIF vrijednosti < 3 (multikolinearnost prihvatljiva), reziduali normalno distribuirani i homoskedastični za sve modele, uz iznimku reziduala HS-CODS modela za rukometašice (SW p = 0,010) koji upućuje na oprez pri interpretaciji tog modela.

Rezultati višestruke regresijske analize prikazani su u Tablici 20. U ukupnom uzorku oba regresijska modela bila su statistički značajna. Model za HS-RAG objašnjavao je 36,5 % varijance rezultata, pri čemu su statistički značajni prediktori bili TV (β* = -0,429; p = 0,014)

i PMT (β* = 0,382; p = 0,002). Model za HS-CODS objašnjava R^2 = 0,189 varijance rezultata, a jedini statistički značajan prediktor bio je PMT (β* = 0,361; p = 0,010).

Kod rukometaša model za HS-RAG bio je statistički značajan (F(3,35) = 3,580; p = 0,023; R^2 = 0,235), no nijedan individualni prediktor nije dosegnuo razinu statističke značajnosti. Model za HS-CODS kod rukometaša nije bio statistički značajan. Kod rukometašica nijedan regresijski model nije bio statistički značajan (p > 0,35).

Na temelju prikazanih nalaza hipoteza H4 djelomično je potvrđena. Statistički značajne povezanosti utvrđene su u ukupnom uzorku i djelomično u skupini rukometaša, pri čemu se PMT pokazao kao najstabilnija antropometrijska varijabla povezana s rezultatima novokonstruiranih testova.

Tablica 20. Rezultati višestruke regresijske analize za kriterije HS-RAG i HS-CODS prema skupinama

Prediktor	Kriterij	B	β*	t	p	Sig.
UKUPNI UZORAK (N = 64 kompletnih slučajeva)						
Kriterij: HS-RAG R^2 = 0,365 | R^2koreg = 0,333 | F(3, 60) = 11,488 | p < 0,001						
Konstanta	HS-RAG	4,4205	-	7,461	< 0,001	**
TV		-0,0093	-0,429	-2,521	0,014	*
TM		0,0033	0,200	1,302	0,198	n.s.
PMT		0,0124	0,382	3,194	0,002	**
Kriterij: HS-CODS R^2 = 0,189 | R^2koreg = 0,149 | F(3, 60) = 4,672 | p = 0,005						
Konstanta	HS-CODS	3,4023	-	5,189	< 0,001	**
TV		-0,0033	-0,152	-0,793	0,431	n.s.
TM		0,0008	0,049	0,282	0,779	n.s.
PMT		0,0115	0,361	2,669	0,010	**
RUKOMETAŠI (N = 39 kompletnih slučajeva)						
Kriterij: HS-RAG R^2 = 0,235 | R^2koreg = 0,169 | F(3, 35) = 3,580 | p = 0,023						
Konstanta	HS-RAG	2,5855	-	1,877	0,069	n.s.
TV		-0,0064	-0,261	-1,601	0,119	n.s.
TM		0,0046	0,302	1,627	0,113	n.s.
PMT		0,0146	0,298	1,678	0,102	n.s.
Kriterij: HS-CODS R^2 = 0,122 | R^2koreg = 0,046 | F(3, 35) = 1,613 | p = 0,204						
Konstanta	HS-CODS	2,9266	-	1,974	0,056	n.s.

Prediktor	Kriterij	B	β*	t	p	Sig.
TV		-0,0047	-0,164	-0,939	0,354	n.s.
TM		0,0023	0,129	0,647	0,522	n.s.
PMT		0,0165	0,289	1,517	0,138	n.s.
RUKOMETAŠICE (N = 25 kompletnih slučajeva) - ograničena statistička snaga						
Kriterij: HS-RAG R^2 = 0,140 | R^2koreg = 0,018 | F(3, 21) = 1,144 | p = 0,355						
Konstanta	HS-RAG	4,5476	-	2,779	0,011	*
TV		-0,0047	-0,155	-0,524	0,606	n.s.
TM		0,0088	0,470	1,414	0,172	n.s.
PMT		-0,0161	-0,418	-1,705	0,103	n.s.
Kriterij: HS-CODS R^2 = 0,119 | R^2koreg = -0,007 | F(3, 21) = 0,943 | p = 0,438						
Konstanta	HS-CODS	3,8000	-	2,306	0,031	*
TV		0,0036	0,106	0,356	0,726	n.s.
TM		-0,0091	-0,426	-1,266	0,220	n.s.
PMT		0,0165	0,378	1,525	0,142	n.s.

LEGENDA: B – nestandardizirani regresijski koeficijent; β* – standardizirani regresijski koeficijent; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Sig. – oznaka statističke značajnosti; R^2 – koeficijent determinacije; R^2koreg – korigirani koeficijent determinacije; F – vrijednost F-testa regresijskog modela; N – broj kompletnih slučajeva; TV – tjelesna visina; TM – tjelesna masa; PMT – postotak masnog tkiva; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja. ** p < 0,01; * p < 0,05; n.s. – nije statistički značajno.

Deskriptivni pokazatelji specifičnih motoričkih varijabli i rezultata novokonstruiranih testova HS-RAG i HS-CODS za ukupni uzorak te odvojeno za rukometaše i rukometašice prikazani su u Tablici 21.

Rukometaši su ostvarivali bolje rezultate u gotovo svim motoričkim testovima: viši CMJ (M = 37,98 cm vs. 28,01 cm), duži SDM (M = 2,44 m vs. 1,93 m), viši BUP (M = 99,46 km/h vs. 75,54 km/h) i BUS (M = 93,78 km/h vs. 77,79 km/h), te kraća vremena u sprintu, agilnosti i oba novokonstruirana testa (HS-RAG: 3,147 s vs. 3,417 s; HS-CODS: 3,086 s vs. 3,220 s), što je sukladno poznatim spolnim razlikama u motoričkim sposobnostima.

Tablica 21. Deskriptivna statistika specifičnih motoričkih varijabli i rezultata HS-RAG i HS-CODS za ukupni uzorak i prema spolu

Varijabla	UKUPNO (n=90)			RUKOMETAŠI (n= 62)			RUKOMETAŠICE (n= 28)		
	N	AS	SD	N	AS	SD	N	AS	SD
S10M (s)	80	1,892	0,197	52	1,818	0,143	28	2,029	0,213
S20M (s)	80	3,252	0,313	52	3,086	0,226	28	3,560	0,198
AG10Y (s)	79	2,477	0,217	51	2,359	0,139	28	2,691	0,165
AG20Y (s)	79	4,720	0,407	51	4,490	0,242	28	5,139	0,297
SDM (m)	65	2,218	0,304	37	2,439	0,174	28	1,925	0,148
CMJ (cm)	80	34,489	6,356	52	37,975	4,353	28	28,014	3,941
RSI	80	1,512	0,382	52	1,612	0,373	28	1,328	0,331
BUP (km/h)	83	91,386	13,739	55	99,455	7,448	28	75,536	8,315
BUS (km/h)	83	88,386	10,241	55	93,782	6,986	28	77,786	6,713
HS-RAG (s)	84	3,231	0,240	58	3,147	0,205	26	3,417	0,206
HS-CODS (s)	84	3,128	0,256	58	3,086	0,258	26	3,220	0,230

LEGENDA: S10M – sprint na 10 m (s); S20M – sprint na 20 m (s); AG10Y – test agilnosti na 10 yardi (s); AG20Y – test agilnosti na 20 yardi (s); SDM – skok u dalj s mjesta (m); CMJ – skok s pripremom (cm); RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla (km/h); BUS – brzina lopte pri skok-šutu (km/h); HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti (s); HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja (s); N – broj rukometaša i rukometašica s dostupnim podatcima; AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija.

Rezultati Shapiro-Wilkovog testa normalnosti distribucije prema skupinama prikazani su u tablici 22.

U ukupnom uzorku statistički značajna odstupanja od normalnosti utvrđena su za *AG20Y* (p = 0,014) i *BUP* (p = 0,001). U skupini rukometaša od normalnosti odstupaju *S20M* (p = 0,024), *AG20Y* (p = 0,036), *BUP* (p = 0,017) i *RAG* (p = 0,028). U skupini rukometašica od normalnosti odstupa *S10M* (p < 0,001). Prisutnost odstupanja od normalnosti u svim trima skupinama opravdava primarnu primjenu Spearmanovog koeficijenta korelacije.

Tablica 22. Rezultati Shapiro–Wilkova testa normalnosti distribucije prema skupinama

Varijabla	UKUPNO				RUKOMETAŠI				RUKOMETAŠICE			
	N	W	P	Norm.	N	W	p	Norm.	N	W	p	Norm.
S10M	80	0,9695	0,053	Da	52	0,9783	0,454	Da	28	0,7327	< 0,001	Ne†

Varijabla	UKUPNO				RUKOMETAŠI				RUKOMETAŠICE			
	N	W	P	Norm.	N	W	p	Norm.	N	W	p	Norm.
S20M	80	0,9859	0,530	Da	52	0,9479	0,024	Ne†	28	0,9813	0,881	Da
AG10Y	79	0,9705	0,064	Da	51	0,9805	0,559	Da	28	0,9739	0,688	Da
AG20Y	79	0,9600	0,014	Ne†	51	0,9515	0,036	Ne†	28	0,9848	0,945	Da
SDM	65	0,9676	0,087	Da	37	0,9806	0,751	Da	28	0,9761	0,748	Da
CMJ	80	0,9742	0,105	Da	52	0,9869	0,834	Da	28	0,9568	0,292	Da
RSI	80	0,9787	0,202	Da	52	0,9771	0,412	Da	28	0,9644	0,441	Da
BUP	83	0,9393	0,001	Ne†	55	0,9472	0,017	Ne†	28	0,9541	0,251	Da
BUS	83	0,9804	0,235	Da	55	0,9590	0,058	Da	28	0,9623	0,395	Da
HS-RAG	84	0,9728	0,072	Da	58	0,9541	0,028	Ne†	26	0,9741	0,730	Da
HS-CODS	84	0,9884	0,662	Da	58	0,9838	0,631	Da	26	0,9334	0,093	Da

LEGENDA: S10M – sprint na 10 m; S20M – sprint na 20 m; AG10Y – test agilnosti na 10 yardi; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; SDM – skok u dalj s mjesta; CMJ – skok s pripremom; RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla; BUS – brzina lopte pri skok-šutu; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; N – broj rukometaša i rukometašica s dostupnim podatcima; W – vrijednost Shapiro–Wilkove test-statistike; p – razina statističke značajnosti; Norm. – procjena normalnosti distribucije; † $p < 0,05$ – distribucija statistički značajno odstupa od normalne distribucije.

Povezanosti specifičnih motoričkih varijabli s rezultatom HS-RAG testa prikazane su u Tablici 23. U ukupnom uzorku statistički značajne povezanosti s HS-RAG testom utvrđene su za osam od devet analiziranih motoričkih varijabli. Sve četiri vremenske motoričke varijable pokazale su statistički visoko značajne pozitivne povezanosti: *AG20Y* ($\rho = 0,549$, $p < 0,001$, $N = 77$; velika), *AG10Y* ($\rho = 0,526$, $p < 0,001$, $N = 77$; velika), *S20M* ($\rho = 0,479$, $p < 0,001$, $N = 78$; umjerena) i *S10M* ($\rho = 0,349$, $p = 0,002$, $N = 78$; umjerena do velika). Varijabla *SDM* pokazala je najveću negativnu povezanost ($\rho = -0,551$, $p < 0,001$, $N = 63$; velika), praćenu s *BUS* ($\rho = -0,395$, $p < 0,001$, $N = 81$; umjerena), *CMJ* ($\rho = -0,422$, $p < 0,001$, $N = 78$; umjerena) i *BUP* ($\rho = -0,370$, $p = 0,001$, $N = 81$; umjerena). Jedina varijabla bez statistički značajne povezanosti bila je *RSI* ($\rho = -0,152$, $p = 0,185$, $N = 78$).

U skupini rukometaša statistički značajne poveznosti s HS-RAG testom utvrđene su isključivo za *AG10Y* ($\rho = 0,358$, $p = 0,010$, $N = 51$; umjerena) i *AG20Y* ($\rho = 0,384$, $p = 0,005$, $N = 51$; umjerena). Sve ostale motoričke varijable – uključujući sprint, eksplozivnu jakost i brzinu

udarca – nisu pokazale statistički značajne povezanosti s HS-RAG testom (sve p > 0,40). Ovaj nalaz može se dijelom pripisati smanjenoj statističkoj snazi pri spolnoj stratifikaciji, no i drugačijoj unutarskupinskoj varijabilnosti motoričkih sposobnosti u homogenijoj skupini rukometaša.

U skupini rukometašica nijedna od devet motoričkih varijabli nije pokazala statistički značajnu povezanost s HS-RAG testom (sve p > 0,13). Koeficijenti korelacije kretali su se između ρ = −0,302 (*BUS*) i ρ = 0,291 (*S20M*). Napominje se da je statistička snaga analize pri N ≈ 26 ograničena za detekciju umjerenih povezanosti, te da odsutnost statističke značajnosti ne može biti pouzdano interpretirana kao odsutnost stvarne povezanosti u populaciji.

Tablica 23. Spearmanovi (ρ) koeficijenti korelacije između specifičnih motoričkih varijabli i rezultata RAG testa – pairwise pristup

Motorička varijabla	N	ρ	r	p	Sig.
UKUPNO (n=90)					
S10M	78	0,349	–	0,002	**
S20M	78	0,479	–	< 0,001	**
AG10Y	77	0,526	–	< 0,001	**
AG20Y	77	0,549	–	< 0,001	**
SDM	63	-0,551	–	< 0,001	**
CMJ	78	-0,422	–	< 0,001	**
RSI	78	-0,152	–	0,185	n.s.
BUP	81	-0,370	–	0,001	**
BUS	81	-0,395	–	< 0,001	**
RUKOMETAŠI (n= 62)					
S10M	52	0,096	–	0,499	n.s.
S20M	52	0,140	–	0,324	n.s.
AG10Y	51	0,358	–	0,010	**
AG20Y	51	0,384	–	0,005	**
SDM	37	-0,137	–	0,420	n.s.

Motorička varijabla	N	ρ	r	p	Sig.
CMJ	52	-0,083	–	0,557	n.s.
RSI	52	0,093	–	0,511	n.s.
BUP	55	0,068	–	0,620	n.s.
BUS	55	0,079	–	0,567	n.s.
RUKOMETAŠICE (n= 28)					
S10M	26	0,029	–	0,890	n.s.
S20M	26	0,291	–	0,150	n.s.
AG10Y	26	0,104	–	0,612	n.s.
AG20Y	26	0,158	–	0,440	n.s.
SDM	26	-0,274	–	0,176	n.s.
CMJ	26	-0,226	–	0,266	n.s.
RSI	26	-0,264	–	0,192	n.s.
BUP	26	0,213	–	0,297	n.s.
BUS	26	-0,302	–	0,133	n.s.

LEGENDA: S10M – sprint na 10 m; S20M – sprint na 20 m; AG10Y – test agilnosti na 10 yardi; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; SDM – skok u dalj s mjesta; CMJ – skok s pripremom; RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla; BUS – brzina lopte pri skok-šutu; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; N – broj rukometaša i rukometašica za pojedini par varijabli; ρ – Spearmanov koeficijent korelacije ranga; r – Pearsonov koeficijent korelacije; p – razina statističke značajnosti; Sig. – oznaka statističke značajnosti. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s. – nije statistički značajno. Pozitivne korelacije vremenskih varijabli označavaju povezanost duljih vremena s duljim vremenom HS-RAG testa, dok negativne korelacije rezultata SDM-a, CMJ-a, BUP-a i BUS-a označavaju povezanost boljih motoričkih rezultata s kraćim vremenom HS-RAG testa.

Povezanosti specifičnih motoričkih varijabli s rezultatom HS-CODS testa prikazane su u Tablici 24. U ukupnom uzorku statistički značajne povezanosti s HS-CODS testom utvrđene su za osam od devet motoričkih varijabli, s obrazacem sukladnim nalazima za HS-RAG test. Najveće povezanosti utvrđene su za agilnosne varijable: *AG20Y* ($\rho = 0,500$, $p < 0,001$, $N = 77$; umjerena do velika), *AG10Y* ($\rho = 0,477$, $p < 0,001$, $N = 77$; umjerena), *S20M* ($\rho = 0,392$, $p < 0,001$, $N = 78$; umjerena), *S10M* ($\rho = 0,341$, $p = 0,002$, $N = 78$; umjerena), *SDM* ($\rho = -0,402$, $p = 0,001$, $N = 63$; umjerena), *CMJ* ($\rho = -0,392$, $p < 0,001$, $N = 78$; umjerena), *BUP* ($\rho =$

−0,287, p = 0,009, N = 81; mala do umjerena) i *BUS* (ρ = −0,252, p = 0,023, N = 81; mala). *RSI* i u HS-CODS analizi nije statistički značajan (ρ = −0,060, p = 0,605).

U skupini rukometaša povezanosti s HS-CODS testom bile su konzistentnije i snažnije nego one s HS-RAG testom. Statistički značajne pozitivne povezanosti utvrđene su za *AG20Y* (ρ = 0,562, p < 0,001, N = 51; velika), *AG10Y* (ρ = 0,501, p < 0,001, N = 51; velika), *S20M* (ρ = 0,384, p = 0,005, N = 52; umjerena) i *S10M* (ρ = 0,358, p = 0,009, N = 52; umjerena), te negativne povezanosti za *CMJ* (ρ = −0,370, p = 0,007, N = 52; umjerena) i *SDM* (ρ = −0,383, p = 0,019, N = 37; umjerena). Varijable *RSI*, *BUP* i *BUS* nisu statistički značajne (sve p > 0,50).

U skupini rukometašica nijedna motorička varijabla nije pokazala statistički značajnu povezanost s HS-CODS testom (sve p > 0,07). Varijabla *AG10Y* (ρ = 0,356, p = 0,074, N = 26) pokazuje trend koji ne dostiže prag statističke značajnosti pri aktualnom N, ali bi mogao biti interpretabilan u uzorku veće statističke snage. Rezultati za rukometašice zahtijevaju opreznu interpretaciju analogno nalazima za HS-RAG test.

Tablica 24. Spearmanovi (ρ) koeficijenti korelacije između specifičnih motoričkih varijabli i rezultata CODS testa – pairwise pristup

Motorička varijabla	N	ρ	r	p	Sig.
UKUPNO (n=90)					
S10M	78	0,341	–	0,002	**
S20M	78	0,392	–	< 0,001	**
AG10Y	77	0,477	–	< 0,001	**
AG20Y	77	0,500	–	< 0,001	**
SDM	63	-0,402	–	0,001	**
CMJ	78	-0,392	–	< 0,001	**
RSI	78	-0,060	–	0,605	n.s.
BUP	81	-0,287	–	0,009	**
BUS	81	-0,252	–	0,023	*
RUKOMETAŠI (n= 62)					
S10M	52	0,358	–	0,009	**

Motorička varijabla	N	ρ	r	p	Sig.
S20M	52	0,384	–	0,005	**
AG10Y	51	0,501	–	< 0,001	**
AG20Y	51	0,562	–	< 0,001	**
SDM	37	-0,383	–	0,019	*
CMJ	52	-0,370	–	0,007	**
RSI	52	-0,072	–	0,614	n.s.
BUP	55	-0,085	–	0,536	n.s.
BUS	55	-0,054	–	0,695	n.s.
RUKOMETAŠICE (n= 28)					
S10M	26	-0,076	–	0,713	n.s.
S20M	26	0,005	–	0,980	n.s.
AG10Y	26	0,356	–	0,074	n.s.
AG20Y	26	0,285	–	0,158	n.s.
SDM	26	-0,225	–	0,270	n.s.
CMJ	26	-0,101	–	0,623	n.s.
RSI	26	0,219	–	0,284	n.s.
BUP	26	-0,217	–	0,287	n.s.
BUS	26	-0,024	–	0,908	n.s.

LEGENDA: S10M – sprint na 10 m; S20M – sprint na 20 m; AG10Y – test agilnosti na 10 yardi; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; SDM – skok u dalj s mjesta; CMJ – skok s pripremom; RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla; BUS – brzina lopte pri skok-šutu; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; N – broj rukometaša i rukometašica za pojedini par varijabli; ρ – Spearmanov koeficijent korelacije ranga; r – Pearsonov koeficijent korelacije; p – razina statističke značajnosti; Sig. – oznaka statističke značajnosti. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s. – nije statistički značajno. Pozitivne korelacije vremenskih varijabli označavaju povezanost duljih vremena s duljim vremenom HS-CODS testa, dok negativne korelacije rezultata SDM-a, CMJ-a, BUP-a i BUS-a označavaju povezanost boljih motoričkih rezultata s kraćim vremenom HS-CODS testa.

Radi provjere robusnosti bivarijatnih nalaza provedene su parcijalne korelacije uz kontrolu dobi kao kovarijate (Tablica 25). Analiza je sekundarna i ne zamjenjuje primarne Spearmanove koeficijente.

Parcijalne korelacije uz kontrolu dobi u velikoj su mjeri konzistentne s bivarijatnim nalazima. U ukupnom uzorku svi statistički značajni bivarijatni parovi ostaju statistički značajni i nakon kontrole dobi, uz neznatne promjene koeficijenata. U skupini rukometaša AG10Y ($r = 0,364$, $p = 0,011$) i AG20Y ($r = 0,357$, $p = 0,013$) postaju statistički značajni i za HS-RAG test, što je konzistentno s bivarijatnim trendom za tu skupinu. U skupini rukometašica parcijalne korelacije ostaju neznačajne za sve parove, što potvrđuje bivarijatne nalaze. Robusnost obrazaca povezanosti prema kontroli dobi govori u prilog valjanosti primarne korelacijske analize.

Tablica 25. Parcijalne korelacije specifičnih motoričkih varijabli s rezultatima HS-RAG i HS-CODS uz kontrolu dobi

Varijabla	UKUPNO – HS-RAG		UKUPNO – HS-CODS		RUKOMETAŠI – HS-RAG		RUKOMETAŠI – HS-CODS		RUKOMETAŠICE – HS-RAG		RUKOMETAŠICE – HS-CODS	
	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.	r	Sig.
S10M	0,238	*	0,302	**	0,103	n.s.	0,417	**	-0,248	n.s.	-0,048	n.s.
S20M	0,498	**	0,358	**	0,116	n.s.	0,384	**	0,361	n.s.	-0,017	n.s.
AG10Y	0,562	**	0,455	**	0,364	*	0,522	**	0,214	n.s.	0,234	n.s.
AG20Y	0,568	**	0,473	**	0,357	*	0,592	**	0,211	n.s.	0,264	n.s.
SDM	-0,566	**	-0,371	**	-0,143	n.s.	-0,377	*	-0,354	n.s.	-0,221	n.s.
CMJ	-0,487	**	-0,366	**	-0,166	n.s.	-0,393	**	-0,172	n.s.	0,040	n.s.
RSI	-0,228	n.s.	-0,104	n.s.	0,048	n.s.	-0,059	n.s.	-0,251	n.s.	0,061	n.s.
BUP	-0,411	**	-0,289	*	0,020	n.s.	-0,093	n.s.	0,172	n.s.	-0,285	n.s.
BUS	-0,443	**	-0,235	*	0,027	n.s.	-0,061	n.s.	-0,355	n.s.	-0,066	n.s.

LEGENDA: r – parcijalni Pearsonov koeficijent korelacije uz kontrolu dobi; Sig. – oznaka statističke značajnosti; S10M – sprint na 10 m; S20M – sprint na 20 m; AG10Y – test agilnosti na 10 yardi; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; SDM – skok u dalj s mjesta; CMJ – skok s pripremom; RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla; BUS – brzina lopte pri skok-šutu; HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; n – broj rukometaša i rukometašica, koji varira ovisno o paru varijabli. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s. – nije statistički značajno.

Rezultati višestruke regresijske analize za kriterij HS-RAG prikazani su u Tablici 26. Višestruka regresijska analiza provedena je kao suplementarna analiza isključivo za ukupni uzorak (N = 61 kompletnih slučajeva, listwise). Omjer N/prediktori iznosi 6,8:1, što je ispod preporučene razine od ≥ 10:1, zbog čega se rezultati interpretiraju s oprezom. Za skupinu rukometaša (N = 35, omjer 3,9:1) i rukometašica (N = 26, omjer 2,9:1) puna višestruka regresija s devet prediktora nije provedena kao nepouzdana. Model višestruke regresije za HS-RAG statistički je značajan u cjelini ($F(9, 51) = 4{,}511$, $p < 0{,}001$), objašnjavajući $R^2 = 0{,}443$ (44,3 %) ukupne varijance HS-RAG rezultata ($R^2\text{koreg} = 0{,}345$). No, *AG10Y* (VIF = 11,18) i *AG20Y* (VIF = 12,63) prelaze kritičnu razinu multikolinearnosti (VIF > 10), što narušava pouzdanost individualnih β koeficijenata i objašnjava izostanak statistički značajnih individualnih prediktora (sve $p > 0{,}05$). Prediktor *SDM* ($\beta^* = -0{,}533$, $p = 0{,}057$) i *BUP* ($\beta^* = 0{,}500$, $p = 0{,}070$) granično su neznačajni, što je sukladno bivarijatnim nalazima.

Tablica 26. Rezultati višestruke regresijske analize – kriterij HS-RAG (ukupni uzorak)

Kriterij: HS-RAG n = 61 | $R^2 = 0{,}443$ | $R^2\text{koreg} = 0{,}345$ | $F(9, 51) = 4{,}511$ | $p = < 0{,}001$						
Prediktor	B	β*	t	p	Sig.	VIF
S10M	-0,167	-0,122	-0,908	0,368	n.s.	1,66
S20M	0,259	0,313	1,436	0,157	n.s.	4,34
AG10Y	-0,232	-0,198	-0,566	0,574	n.s.	11,18
AG20Y	0,383	0,629	1,694	0,096	n.s.	12,63
SDM	-0,416	-0,533	-1,950	0,057	n.s.	6,84
CMJ	0,011	0,316	1,203	0,234	n.s.	6,30
RSI	0,067	0,099	0,703	0,485	n.s.	1,82
BUP	0,009	0,500	1,852	0,070	n.s.	6,68
BUS	-0,007	-0,293	-1,138	0,260	n.s.	6,05

LEGENDA: HS-RAG – rukometno-specifični test reaktivne agilnosti; S10M – sprint na 10 m; S20M – sprint na 20 m; AG10Y – test agilnosti na 10 yardi; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; SDM – skok u dalj s mjesta; CMJ – skok s pripremom; RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla; BUS – brzina lopte pri skok-šutu; n – broj kompletnih slučajeva; B – nestandardizirani regresijski koeficijent; β* – standardizirani regresijski koeficijent; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Sig. – oznaka statističke značajnosti; VIF – faktor inflacije varijance; R^2 – koeficijent determinacije; $R^2\text{koreg}$ – korigirani koeficijent determinacije; F – vrijednost F-testa regresijskog modela. ** $p < 0{,}01$; * $p < 0{,}05$; n.s. – nije statistički značajno.

Rezultati višestruke regresijske analize za kriterij HS-CODS prikazani su u Tablici 27. Model je također bio statistički značajan ($F(9, 51) = 2,285$, $p = 0,031$; $R^2 = 0,287$; $R^2koreg = 0,162$), ali je objašnjavao manji udio varijance rezultata u odnosu na model za HS-RAG ($R^2 = 0,287$; $R^2koreg = 0,162$). Kao i kod prethodnog modela, individualni koeficijenti potrebno je interpretirati s oprezom zbog multikolinearnosti pojedinih prediktora.

Tablica 27. Rezultati višestruke regresijske analize – kriterij HS-CODS (ukupni uzorak)

Kriterij: HS-CODS n = 61 | $R^2 = 0,287$ | $R^2koreg = 0,162$ | $F(9, 51) = 2,285$ | p = 0,031						
Prediktor	B	β*	t	p	Sig.	VIF
S10M	0,261	0,182	1,195	0,238	n.s.	1,66
S20M	0,166	0,191	0,775	0,442	n.s.	4,34
AG10Y	-0,314	-0,254	-0,644	0,522	n.s.	11,18
AG20Y	0,463	0,723	1,721	0,091	n.s.	12,63
SDM	-0,198	-0,241	-0,781	0,438	n.s.	6,84
CMJ	0,012	0,312	1,050	0,299	n.s.	6,30
RSI	0,170	0,241	1,507	0,138	n.s.	1,82
BUP	0,000	0,023	0,077	0,939	n.s.	6,68
BUS	0,001	0,061	0,210	0,835	n.s.	6,05

LEGENDA: HS-CODS – rukometno-specifični test brzine promjene smjera kretanja; S10M – sprint na 10 m; S20M – sprint na 20 m; AG10Y – test agilnosti na 10 yardi; AG20Y – test agilnosti na 20 yardi; SDM – skok u dalj s mjesta; CMJ – skok s pripremom; RSI – indeks reaktivne snage; BUP – brzina lopte pri šutu s tla; BUS – brzina lopte pri skok-šutu; n – broj kompletnih slučajeva; B – nestandardizirani regresijski koeficijent; β* – standardizirani regresijski koeficijent; t – vrijednost t-testa; p – razina statističke značajnosti; Sig. – oznaka statističke značajnosti; VIF – faktor inflacije varijance; R^2 – koeficijent determinacije; R^2koreg – korigirani koeficijent determinacije; F – vrijednost F-testa regresijskog modela. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; n.s. – nije statistički značajno.

Promatrano zajedno, u ukupnom uzorku statistički značajne povezanosti utvrđene su za 8 od 9 motoričkih varijabli s HS-RAG testom i 8 od 9 motoričkih varijabli s HS-CODS testom. U skupini rukometaša hipoteza je djelomično potvrđena, dok u skupini rukometašica nije

statistički potvrđena (sve $p > 0,07$), uz oprez u interpretaciji zbog manjeg broja ispitanica ($N = 26$ po paru).

Smjer svih statistički značajnih povezanosti konzistentan je s teorijskim očekivanjima: varijable brže agilnosti i sprinta asocirane su s kraćim (boljim) vremenima u HS-RAG i HS-CODS testovima, a varijable više eksplozivne i balistične sposobnosti (SDM, CMJ, BUP, BUS) s kraćim vremenima u oba testa. Suplementarna regresijska analiza potvrđuje statistički značajne modele za oba testa u ukupnom uzorku (R^2HS-RAG = 0,443; R^2HS-CODS = 0,287), no individualni prediktivni doprinosi nisu interpretabilni zbog multikolinearnosti prediktora AG10Y i AG20Y.

Budući da su statistički značajne povezanosti utvrđene za veliku većinu motoričkih varijabli u ukupnom uzorku (16 od 18 testiranih parova), zaključuje se da je hipoteza H5 potvrđena na razini ukupnog uzorka. Na razini spolno stratificiranih analiza, hipoteza je djelomično potvrđena za rukometaše (8 od 18 parova statistički značajno) te nije statistički potvrđena za rukometašice, pri čemu ograničenost nalaza za rukometašice treba pripisati nedostatnoj statističkoj snazi ($N = 26$) više nego stvarnoj odsutnosti povezanosti u populaciji.

8. DISKUSIJA

Temeljni cilj ovog istraživanja bio je razviti i evaluirati novokonstruirane rukometno-specifične testove za procjenu nereaktivne agilnosti, odnosno brzine promjene smjera kretanja (HS-CODS), i reaktivne agilnosti (HS-RAG), te ispitati čimbenike koji su povezani s izvedbom u tim testovima. Polazište istraživanja bilo je da rukomet, kao kompleksna sportska igra, ne zahtijeva samo razvijenu linearnu brzinu ili sposobnost unaprijed planirane promjene smjera, nego i sposobnost brzog opažanja, donošenja odluke i motoričkog odgovora u uvjetima promjenjive igre. Upravo zato je bilo važno konstruirati i analizirati test koji u većoj mjeri odražava stvarne zahtjeve igre: promjenu smjera, reakciju na vizualni podražaj, manipulaciju loptom, šut i povratak u početnu zonu.

Dobiveni rezultati u cjelini potvrđuju da novokonstruirani testovi imaju znanstvenu i praktičnu vrijednost, ali se njihova vrijednost ne može jednako interpretirati kroz sve hipoteze. Najjasniji dokazi dobiveni su za konstruktnu valjanost i diskriminativnu valjanost prema spolu, dok su nalazi za pouzdanost pojedinačnog pokušaja i diskriminaciju prema igračkoj poziciji bili skromniji. Takav obrazac nije iznenađujući jer se radi o kompleksnim testovima, osobito o HS-RAG testu, u kojem rezultat ovisi o istodobnoj integraciji motoričkih, tehničkih i perceptivno-kognitivnih komponenti. Prema J. M. Sheppard and Young (2006), agilnost u sportskim igrama treba promatrati kao sposobnost promjene brzine ili smjera kretanja kao odgovor na podražaj, što znači da se ne može svesti samo na unaprijed planiranu promjenu smjera. Slično navode Young et al. (2015), koji naglašavaju da su agilnost i brzina promjene smjera povezane, ali ne i identične sposobnosti.

Rezultati ovog istraživanja uklapaju se u suvremene spoznaje o testiranju agilnosti u timskim sportovima. Paul et al. (2016) u sustavnom pregledu naglašavaju da valjani testovi agilnosti moraju uključivati zahtjeve koji su relevantni za konkretnu sportsku igru, dok Nimphius et al. (2018) upozoravaju da tradicionalni COD testovi često mjere dominantno vrijeme kretanja, ali nedovoljno zahvaćaju perceptivno-odlučivačke zahtjeve. U tom smislu, HS-RAG ima veću ekološku vrijednost od generičkih testova jer uključuje rukometno-specifičan zadatak i reakciju na podražaj. Istodobno, upravo ta složenost povećava varijabilnost rezultata i zahtijeva oprez pri interpretaciji pojedinačnih pokušaja.

Posebna vrijednost ovog istraživanja proizlazi iz činjenice da je broj radova o reaktivnoj i sport-specifičnoj agilnosti u rukometu još uvijek razmjerno ograničen. Spasic et al. (2015) razvili su

jedan od rijetkih sport-specifičnih protokola za procjenu reaktivne agilnosti u rukometu i pokazali da RA i CODS nisu iste sposobnosti. Novija istraživanja, poput rada Hornikova et al. (2021) dodatno potvrđuju da doprinos motoričkih i senzornih komponenti ovisi o samoj strukturi testa. Stoga dobiveni rezultati ne predstavljaju samo provjeru novih testova, nego i doprinos razumijevanju toga koji se čimbenici uključuju kada se agilnost procjenjuje u rukometno-specifičnom kontekstu.

8.1. Rasprava uz H1: novokonstruirani testovi imat će zadovoljavajuću pouzdanost

Prva hipoteza odnosila se na pouzdanost novokonstruiranih testova. U dostupnim rezultatima pouzdanost je detaljno analizirana za HS-RAG test kroz četiri uzastopna pokušaja. Najvažniji nalaz jest razlika između pouzdanosti pojedinačnog pokušaja i pouzdanosti rezultata dobivenog agregiranjem više pokušaja. U ukupnom uzorku ICC(3,1) iznosio je 0,418, što upućuje na nisku do granično umjerenu relativnu pouzdanost pojedinačne izvedbe. Suprotno tome, ICC(3,k) iznosio je 0,742, što pokazuje da se stabilnost rezultata znatno poboljšava kada se rezultat temelji na prosjeku više pokušaja. U rukometaša i rukometašica uočen je isti obrazac: pojedinačni pokušaji imali su nisku relativnu pouzdanost, dok je agregirani rezultat pokazivao znatno bolju stabilnost.

Ovakav nalaz nije neočekivan za test reaktivne agilnosti. Za razliku od jednostavnijih testova brzine ili unaprijed planirane promjene smjera, HS-RAG uključuje vizualni podražaj, odluku o smjeru kretanja, promjenu smjera, manipulaciju loptom, šut na gol i povratak u startnu zonu. Time se u jednom mjernom postupku spajaju perceptivna, kognitivna, motorička i tehnička komponenta. Svaka od tih komponenti može povećati slučajnu pogrešku između pokušaja. Drugim riječima, ispitanik u jednom pokušaju može reagirati vrlo brzo na podražaj, ali nešto slabije izvesti šut ili promjenu smjera; u drugom pokušaju može biti motorički bolji, ali sporiji u odluci. Takva struktura testa prirodno smanjuje stabilnost pojedinačnog pokušaja, ali ne mora nužno umanjiti vrijednost testa kada se koristi prosjek više izvedbi.

S metodološkog aspekta, dobiveni rezultati potvrđuju važnost istodobnog promatranja relativnih i apsolutnih pokazatelja pouzdanosti. Atkinson and Nevill (1998) te Hopkins (2000) naglašavaju da se pouzdanost sportskih testova ne smije zaključivati na temelju jednog pokazatelja jer ICC snažno ovisi o varijabilnosti uzorka, dok SEM i CV daju izravniji uvid u

apsolutnu pogrešku mjerenja. U ovom istraživanju CV je iznosio 7,39 % u ukupnom uzorku, 5,36 % u rukometaša i 4,95 % u rukometašica, što je praktično prihvatljivo za kompleksan terenski test koji uključuje reaktivnu i tehničku komponentu. Koo and Li (2016) također ističu da se pri izvještavanju ICC-a mora jasno navesti model i interpretirati ga u kontekstu dizajna istraživanja, što je posebno važno u ovakvim protokolima.

Važno je naglasiti da analiza varijance za ponovljena mjerenja nije pokazala statistički značajan učinak pokušaja ni u ukupnom uzorku ni u spolnim podskupinama. U ukupnom uzorku učinak pokušaja iznosio je $F = 1,79$; $p = 0,15$; $\eta^2p = 0,03$, u rukometaša $F = 0,94$; $p = 0,42$; $\eta^2p = 0,02$, a u žena $F = 1,98$; $p = 0,16$; $\eta^2p = 0,28$. Time nije potvrđena izražena sustavna pogreška u obliku učenja, familiarizacije ili umora kroz četiri pokušaja. Ovaj nalaz je pozitivan jer pokazuje da protokol ne proizvodi jasnu sustavnu promjenu rezultata kroz pokušaje. Glavni problem pouzdanosti stoga nije bio u sustavnom pogoršanju ili poboljšanju, nego u relativnoj nestabilnosti pojedinačne izvedbe.

Usporedba s istraživanjem Spasic et al. (2015) pokazuje da rukometno-specifični testovi reaktivne agilnosti mogu biti korisni i validni, ali se njihova metrijska svojstva moraju promatrati u odnosu na složenost zadatka. Sličan zaključak proizlazi i iz rada Altmann et al. (2022) u nogometu, gdje autori pokazuju da se u sport-specifičnim testovima ukupni rezultat sastoji od više komponenti, pri čemu vrijeme kretanja često ima veći doprinos ukupnom rezultatu od same odluke, ali kognitivni element ipak povećava relevantnost testa za igru. Dakle, niža stabilnost pojedinačnog pokušaja nije nužno dokaz slabog testa, nego odraz toga da se mjeri kompleksna izvedba koja je bliža realnom sportskom kontekstu.

Na temelju dobivenih rezultata H1 se može prihvatiti djelomično. HS-RAG test pokazuje djelomično zadovoljavajuću unutar-sesijsku pouzdanost, osobito kada se koristi prosjek više pokušaja. Pojedinačni pokušaj nije dovoljno stabilan za precizno rangiranje ispitanika, ali odsutnost sustavnog učinka pokušaja, prihvatljive vrijednosti CV-a i viši ICC(3,k) podupiru korištenje agregiranog rezultata u znanstvenoj i praktičnoj primjeni. Za buduću primjenu preporučuje se da se rezultat HS-RAG testa temelji na prosjeku ili najboljoj vrijednosti više pokušaja, uz prethodnu standardiziranu familiarizaciju.

8.2. Rasprava uz H2: novokonstruirani testovi imat će zadovoljavajuću konstruktnu valjanost

Druga hipoteza odnosila se na konstruktnu valjanost novokonstruiranih HS-RAG i HS-CODS testova. Rezultati u velikoj mjeri podupiru ovu hipotezu jer su oba testa pokazala teorijski očekivane povezanosti s relevantnim motoričkim i sport-specifičnim varijablama. U ukupnom uzorku HS-RAG je bio statistički značajno povezan sa sprintom na 10 m ($\rho = 0,35$), sprintom na 20 m ($\rho = 0,48$), AG10Y ($\rho = 0,53$), AG20Y ($\rho = 0,55$), CMJ-om ($\rho = -0,42$), BUP-om ($\rho = -0,37$), BUS-om ($\rho = -0,40$) i HS-CODS-om ($\rho = 0,50$). Sličan obrazac dobiven je i za HS-CODS, koji je bio značajno povezan sa S10M ($\rho = 0,43$), S20M ($\rho = 0,44$), AG10Y ($\rho = 0,54$), AG20Y ($\rho = 0,56$), CMJ-om ($\rho = -0,43$), BUP-om ($\rho = -0,27$), BUS-om ($\rho = -0,25$) i HS-RAG-om ($\rho = 0,50$).

Pozitivne korelacije HS-RAG i HS-CODS testova sa S10M, S20M, AG10Y i AG20Y logične su jer su sve navedene varijable izražene vremenski: dulja vremena u sprintu i generičkim agility testovima povezana su s duljim, odnosno lošijim vremenima u novokonstruiranim testovima. Najizraženije korelacije s AG10Y i AG20Y pokazuju da oba nova testa dijele relevantnu motoričku osnovu s generičkom sposobnošću promjene smjera. To je u skladu s pregledom Brughelli, Cronin, Levin, and Chaouachi (2008), koji navode da COD izvedba ovisi o sposobnosti ubrzanja, kočenja, ponovnog ubrzanja, snazi donjih ekstremiteta i tehničkoj izvedbi promjene smjera. Međutim, korelacije nisu bile toliko visoke da bi upućivale na redundantnost testova, što je važno za njihovu konstruktnu valjanost.

Povezanost s CMJ-om, BUP-om i BUS-om dodatno potvrđuje konvergentnu valjanost testova. Negativne korelacije znače da sportaši s većom eksplozivnom snagom donjih ekstremiteta i većom brzinom lopte postižu kraća vremena u HS-RAG i HS-CODS testovima. To upućuje na zajedničku neuromuskularnu osnovu izvedbe: sposobnost brze proizvodnje sile doprinosi učinkovitom ubrzanju, kočenju i ponovnom ubrzanju, ali je istodobno povezana i s kvalitetom šuta. Pereira et al. (2018) pokazali su da su različite brzinsko-snažne kvalitete značajno povezane s izvedbom u COD zadacima kod elitnih rukometaša i rukometašica. Wagner et al. (2014) u pregledu rukometne izvedbe također naglašavaju da uspješnost u rukometu proizlazi iz integracije motoričkih, tehničkih i taktičkih sposobnosti, a ne iz izolirane razvijenosti jedne sposobnosti.

Zanimljiv je nalaz da RSI nije bio statistički značajno povezan s HS-RAG i HS-CODS testovima u ukupnom uzorku. Na prvi pogled to može djelovati neočekivano, jer se reaktivna jakost često povezuje s brzim ekscentrično-koncentričnim prijelazima. Međutim, HS-RAG i HS-CODS nisu izolirani skokovni ili pliometrijski zadaci, nego uključuju kretanje u prostoru,

promjenu smjera, tehnički zadatak i u slučaju HS-RAG-a reakciju na podražaj. RSI iz drop jump testa može biti vrlo osjetljiv pokazatelj sposobnosti brzog korištenja ciklusa istezanja i skraćivanja, ali ne mora izravno objašnjavati izvedbu u kompleksnom rukometno-specifičnom obrascu. Hornikova et al. (2021) pokazali su da doprinos RSI-ja i drugih motoričkih varijabli ovisi o strukturi samog testa: Y-test agilnosti bio je više povezan sa sprintom, CODS-om i RSI-jem, dok je kompleksniji reaktivni test pokazivao drukčiji obrazac povezanosti i veći utjecaj strukture zadatka.

Regresijski rezultati dodatno podupiru konstruktnu valjanost. U modelu za predikciju HS-RAG-a u ukupnom uzorku, HS-CODS je bio jedini statistički značajan neovisni prediktor ($B = 0,32$; $\beta = 0,43$; $p < 0,001$), dok AG20Y nije dosegnuo statističku značajnost. To znači da sport-specifična promjena smjera objašnjava reaktivnu agilnost bolje od generičkog agility testa kada se promatraju u istom modelu. U modelu za HS-CODS u ukupnom uzorku značajni prediktori bili su AG20Y i HS-RAG, što pokazuje da HS-CODS zadržava generičku motoričku komponentu, ali je povezan i sa sport-specifičnom reaktivnom izvedbom.

Međusobna povezanost HS-RAG-a i HS-CODS-a bila je umjerena, što je teorijski vrlo važan nalaz. Da je povezanost bila vrlo niska, moglo bi se postaviti pitanje mjere li testovi isti širi konstrukt agilnosti. Da je povezanost bila vrlo visoka, moglo bi se tvrditi da HS-RAG ne dodaje bitnu informaciju u odnosu na HS-CODS. Umjerena povezanost upravo je očekivana: oba testa uključuju sličnu sport-specifičnu motoričku osnovu, ali HS-RAG dodatno uključuje perceptivno-odlučivačku komponentu. To je u skladu sa Spasic et al. (2015), koji su pokazali da reaktivna agilnost i CODS u rukometu dijele samo dio zajedničke varijance, te s radom Young et al. (2015), prema kojem se agilnost i CODS trebaju trenirati i procjenjivati kao srodne, ali odvojene sposobnosti.

Kada su rezultati analizirani prema spolu, povezanosti su bile snažnije i konzistentnije u ukupnom uzorku nego u spolnim podskupinama. U rukometaša je HS-RAG bio značajno povezan s AG10Y, AG20Y i HS-CODS-om, dok je HS-CODS bio povezan sa sprintom, generičkom agilnošću, CMJ-om i HS-RAG-om. U žena je HS-RAG bio značajno povezan samo s HS-CODS-om, dok je HS-CODS bio povezan s AG10Y i HS-RAG-om. Ovakav obrazac vjerojatno je posljedica manjeg broja ispitanica, smanjene statističke snage i moguće homogenosti unutar skupine rukometašica. Ipak, smjerovi povezanosti uglavnom ostaju teorijski smisleni, što podupire zaključak da testovi zahvaćaju relevantne dimenzije rukometno-specifične agilnosti.

Na temelju korelacijskih i regresijskih rezultata H2 se može prihvatiti. HS-RAG i HS-CODS pokazuju zadovoljavajuću konstruktnu valjanost jer su povezani s varijablama s kojima bi, prema teoriji i prethodnim istraživanjima, trebali biti povezani. Istodobno, njihova međusobna povezanost nije toliko visoka da bi testovi bili redundantni, što potvrđuje opravdanost zasebne procjene reaktivne i nereaktivne komponente agilnosti u rukometu.

8.3. Rasprava uz H3: novokonstruirani testovi imat će dobru diskriminativnu valjanost

Treća hipoteza odnosila se na diskriminativnu valjanost novokonstruiranih testova, odnosno na njihovu sposobnost razlikovanja skupina ispitanika za koje se teorijski očekuje da se razlikuju u promatranoj sposobnosti. U ovom istraživanju analizirane su razlike prema spolu i prema igračkoj poziciji. Rezultati pokazuju da je diskriminativna valjanost najjasnije potvrđena prema spolu, dok je razlikovanje prema igračkoj poziciji bilo skromnije i selektivnije. Takav obrazac je metodološki i praktično razumljiv, jer su spolne razlike u brzinsko-snažnim sposobnostima i tjelesnoj građi obično izraženije nego razlike između široko definiranih pozicijskih skupina unutar istog spola.

Razlike prema spolu bile su izražene u oba testa. U HS-CODS testu rukometaši su ostvarili 3,09 ± 0,26 s, a žene 3,26 ± 0,29 s, pri čemu je razlika bila statistički značajna ($t = -2,26$; $p = 0,03$) uz umjerenu veličinu učinka ($d = 0,64$). U HS-RAG testu razlika je bila još izraženija: rukometaši su ostvarili 3,15 ± 0,21 s, a žene 3,42 ± 0,21 s, uz visoku statističku značajnost ($t = -5,55$; $p < 0,001$) i veliku veličinu učinka ($d = 1,29$). Ovi rezultati jasno pokazuju da oba testa razlikuju rukometaše i rukometašice, pri čemu HS-RAG ima osobito izraženu diskriminativnu sposobnost. Veća veličina učinka u HS-RAG testu može se objasniti time što reaktivni test uz motoričku komponentu uključuje i brzinu obrade podražaja, odluku, stabilnost izvedbe i tehnički zadatak.

Dobiveni spolni obrazac u skladu je s ranijim istraživanjima rukometne izvedbe. Pereira et al. (2018) pokazali su da se brzinsko-snažne sposobnosti i COD izvedba razlikuju između muških i ženskih elitnih rukometaša. Sličan obrazac može se objasniti razlikama u apsolutnoj i relativnoj snazi, mišićnoj masi, antropometrijskom profilu i dugoročnim adaptacijama na trening. Chaouachi et al. (2009) opisali su kako morfološke i izvedbene karakteristike rukometaša variraju prema razini i poziciji, dok Ghobadi, Rajabi, Farzad, Bayati, and Jeffreys

(2013) pokazuju da antropometrijski profil ima jasnu ulogu u rukometu na najvišoj razini. Stoga je očekivano da testovi koji uključuju ubrzanje, kočenje, promjenu smjera i tehnički zadatak budu osjetljivi na razlike između rukometaša i rukometašica.

Diskriminativna valjanost prema igračkoj poziciji bila je slabije izražena. U ukupnom uzorku HS-CODS nije statistički značajno razlikovao bekove i linijske igrače: bekovi su ostvarili 3,08 ± 0,26 s, a linijski igrači 3,17 ± 0,30 s ($t = -1,23$; $p = 0,22$; $d = 0,32$). Nasuprot tome, HS-RAG je pokazao statistički značajnu razliku između pozicijskih skupina: bekovi su ostvarili 3,17 ± 0,21 s, a linijski igrači 3,29 ± 0,25 s ($t = -2,17$; $p = 0,03$), uz umjerenu veličinu učinka ($d = 0,53$). Ovaj nalaz sugerira da reaktivna komponenta agilnosti bolje razlikuje šire pozicijske skupine od unaprijed planirane promjene smjera. Drugim riječima, same motoričke sposobnosti ubrzanja i promjene smjera možda nisu dovoljne za pozicijsku diferencijaciju, dok uključivanje reakcije i odlučivanja povećava osjetljivost testa.

Kada su analize provedene zasebno prema spolu, pozicijska diskriminativnost dodatno je oslabjela. U skupini rukometaša bekovi su imali nešto bolje prosječne rezultate od linijskih igrača u oba testa, ali razlike nisu bile statistički značajne: za HS-CODS 3,04 ± 0,26 s prema 3,13 ± 0,28 s ($t = -1,22$; $p = 0,23$; $d = 0,34$), a za HS-RAG 3,12 ± 0,20 s prema 3,18 ± 0,23 s ($t = -1,01$; $p = 0,32$; $d = 0,28$). U skupini rukometašica HS-CODS gotovo uopće nije razlikovao bekove i linijske igračice (3,24 ± 0,25 s prema 3,27 ± 0,36 s; $t = -0,13$; $p = 0,899$; $d = 0,10$), dok je HS-RAG pokazao trend u korist bekova (3,32 ± 0,19 s prema 3,46 ± 0,18 s; $t = -1,82$; $p = 0,08$) uz umjereno veliku veličinu učinka ($d = 0,76$). Iako ovaj nalaz nije dosegnuo konvencionalnu statističku značajnost, njegova veličina učinka upućuje na moguću praktičnu važnost koja bi mogla biti potvrđena u većem ženskom uzorku.

Pozicijske rezultate treba interpretirati u kontekstu stvarnih zahtjeva rukometne igre i načina grupiranja pozicija. Karcher and Buchheit (2014) pokazuju da se fizički i tehnički zahtjevi elitnog rukometa razlikuju prema pozicijama, pri čemu krila, vanjski igrači, pivoti i vratari imaju različite obrasce kretanja, kontakte, prostore djelovanja i taktičke uloge. Međutim, u ovom istraživanju pozicije su grupirane u dvije šire skupine: bekovi i linijski igrači. Takvo grupiranje povećava statističku praktičnost, ali može smanjiti osjetljivost za finije pozicijske razlike. Primjerice, krilo i pivot mogu biti u istoj široj skupini, iako se njihovi zahtjevi u igri znatno razlikuju. Zbog toga je moguće da stvarne pozicijske specifičnosti nisu u potpunosti zahvaćene u analizi.

Nalazi se dobro uklapaju u literaturu o pozicijskim razlikama u rukometu. Hermassi et al. (2019) pokazali su da se igrači razlikuju prema pozicijama u tjelesnim i izvedbenim karakteristikama, pri čemu su pivoti često snažniji i masivniji, a krila brža i eksplozivnija. Schwesig et al. (2017) također navode da se antropometrijske i fizičke karakteristike profesionalnih rukometaša razlikuju prema poziciji. Leuciuc, Petrariu, Pricop, Rohozneanu, and Popovici (2022) dodatno potvrđuju da se antropometrijski obrasci elitnih rukometaša razlikuju ovisno o pozicijskoj ulozi. Ovi nalazi sugeriraju da bi buduća istraživanja diskriminativne valjanosti trebala analizirati veći uzorak i odvojene pozicije, a ne samo dvije široke skupine.

Usporedba s radom Sekulic et al. (2017) u košarci dodatno objašnjava ove rezultate. Autori su pokazali da sport-specifični testovi agilnosti mogu razlikovati igračke pozicije i razine kvalitete, ali njihova diskriminativna vrijednost ovisi o tome koliko protokol odražava stvarne zahtjeve igre. U ovom istraživanju HS-RAG je prema poziciji pokazao bolju osjetljivost od HS-CODS-a, što je u skladu s tvrdnjom da testovi s reaktivnom komponentom i sport-specifičnim zadatkom mogu bolje diferencirati funkcionalne sposobnosti igrača nego testovi koji se temelje samo na unaprijed planiranoj kretnji.

Na temelju svega navedenog H3 se može prihvatiti djelomično. Diskriminativna valjanost prema spolu jasno je potvrđena, osobito za HS-RAG. Diskriminativna valjanost prema igračkoj poziciji potvrđena je samo djelomično, i to prvenstveno za HS-RAG u ukupnom uzorku, dok HS-CODS nije pokazao dovoljnu osjetljivost za razlikovanje pozicijskih skupina. Ovakav rezultat ne umanjuje vrijednost testova, nego upućuje na to da se njihova razlikovna sposobnost mijenja ovisno o kriteriju razlikovanja. Za spolne razlike testovi su vrlo osjetljivi, dok je za pozicijske razlike potrebno koristiti veće uzorke i precizniju pozicijsku klasifikaciju.

8.4. Rasprava uz H4: utvrdit će se statistički značajna povezanost antropometrijskih značajki s rezultatima novokonstruiranih testova

Četvrta hipoteza odnosila se na povezanost antropometrijskih varijabli s rezultatima HS-RAG i HS-CODS testova. U ukupnom uzorku statistički značajne povezanosti utvrđene su za TV i HS-RAG ($\rho = -0{,}400$; $p < 0{,}001$), PMT i HS-RAG ($\rho = 0{,}596$; $p < 0{,}001$) te PMT i HS-CODS ($\rho = 0{,}457$; $p < 0{,}001$). Tjelesna masa nije bila statistički značajno povezana ni s jednim novokonstruiranim testom. Ovakav obrazac pokazuje da antropometrijske značajke jesu

povezane s izvedbom u novokonstruiranim testovima, ali ne jednako snažno niti jednako dosljedno za sve antropometrijske pokazatelje.

Negativna povezanost TV i HS-RAG u ukupnom uzorku znači da su viši ispitanici ostvarivali kraća, odnosno bolja vremena u reaktivnom testu. Ovaj rezultat treba interpretirati oprezno jer je ukupni uzorak spolno heterogen: rukometaši su bili viši i istodobno bolji u većini motoričkih testova, što može povećati povezanost visine s izvedbom na razini ukupnog uzorka. Kada se rezultati promatraju unutar spolnih podskupina, TV više nije bila značajno povezana s HS-RAG ili HS-CODS testovima. To upućuje da visina sama po sebi vjerojatno nije presudan čimbenik izvedbe u ovim testovima, nego djeluje u kombinaciji sa spolom, razinom snage, tehničkom izvedbom i iskustvom.

Najvažniji nalaz H4 odnosi se na PMT. U ukupnom uzorku veći PMT bio je povezan s lošijim rezultatima u HS-RAG i HS-CODS testovima. PMT je kod rukometaša također bio značajno povezan s HS-RAG testom ($\rho = 0{,}320$; $p = 0{,}042$), dok je povezanost s HS-CODS-om bila blizu granice značajnosti ($\rho = 0{,}296$; $p = 0{,}060$). Kod rukometašica nijedna antropometrijska varijabla nije bila značajno povezana s rezultatima testova. Ovakav obrazac sugerira da sastav tijela, osobito udio masnog tkiva, ima veću praktičnu važnost za izvedbu u agilnim zadacima od same tjelesne mase.

Nalaz da je PMT povezan s lošijom izvedbom logičan je s biomehaničkog i fiziološkog aspekta. Promjena smjera zahtijeva brzo kočenje, ekscentričnu kontrolu, stabilizaciju tijela i ponovno ubrzanje. Veći udio masnog tkiva predstavlja dodatno opterećenje koje ne doprinosi proizvodnji sile, ali povećava ukupnu masu koju sportaš mora usporiti i ponovno ubrzati. To može biti osobito važno u HS-RAG testu, jer sportaš mora reagirati, promijeniti smjer, uzeti loptu, izvesti šut i vratiti se na početnu liniju. Stoga je očekivano da PMT bude izraženije povezan s HS-RAG-om nego s jednostavnijim ili kraćim testovima.

Dobiveni nalaz u skladu je s istraživanjima koja ističu važnost tjelesne kompozicije u rukometu. Chaouachi et al. (2009) opisali su antropometrijske, fiziološke i izvedbene karakteristike elitnih rukometaša te pokazali da se morfološki profil mora promatrati zajedno s izvedbenim sposobnostima. Ghobadi et al. (2013) na uzorku sudionika Svjetskog prvenstva u rukometu pokazali su da se antropometrijske karakteristike razlikuju prema razini uspješnosti i poziciji. Leuciuc et al. (2022) također ističu da elitni rukomet ima pozicijski specifične antropometrijske obrasce. Ipak, ova istraživanja ne sugeriraju da je veća masa uvijek prednost;

prednost ovisi o tome proizlazi li masa iz funkcionalne mišićne mase ili iz suvišnog masnog tkiva.

Posebno je važno što TM nije bila značajno povezana s HS-RAG i HS-CODS rezultatima. To je logično jer tjelesna masa u sportaša može predstavljati vrlo različite komponente: mišićnu masu, masno tkivo, koštanu masu i tjelesnu vodu. Dva sportaša iste tjelesne mase mogu imati potpuno različit funkcionalni profil. U rukometu veća masa može biti korisna u kontakt igri, blokiranju i duelima, osobito za pivote i obrambene igrače, ali može biti nepovoljna ako nije povezana s odgovarajućom razinom snage i sposobnošću brzog kretanja. Zbog toga PMT predstavlja precizniji pokazatelj mogućeg negativnog utjecaja morfologije na agilnu izvedbu nego TM.

Regresijski rezultati dodatno potvrđuju važnost PMT-a. U ukupnom uzorku model za HS-RAG objašnjavao je 36,5 % varijance rezultata, pri čemu su statistički značajni prediktori bili TV (β = -0,429; p = 0,014) i PMT (β = 0,382; p = 0,002). Model za HS-CODS objašnjavao je 18,9 % varijance, a jedini statistički značajan prediktor bio je PMT (β = 0,361; p = 0,010). Ovakav obrazac pokazuje da je antropometrijski doprinos izraženiji za HS-RAG nego za HS-CODS, što može biti posljedica veće kompleksnosti reaktivnog testa i veće ukupne motoričke zahtjevnosti zadatka.

Izostanak značajnih antropometrijskih povezanosti kod rukometašica treba interpretirati oprezno. Broj ispitanica bio je relativno malen, što smanjuje statističku snagu analize. Osim toga, moguće je da su u skupini rukometašica razlike u motoričkim i tehničkim sposobnostima bile važnije od same morfologije, ili da je raspon antropometrijskih vrijednosti bio nedovoljan za detekciju povezanosti. Popowczak, Cichy, Rokita, and Domaradzki (2021) u istraživanju profesionalnih košarkašica i rukometašica pokazuju da antropometrijske varijable mogu biti povezane s CODS i RA izvedbom, ali da se ti odnosi mijenjaju ovisno o sportu, testu i strukturi uzorka. To dodatno potvrđuje da se antropometrijski nalazi moraju interpretirati u kontekstu spola, razine natjecanja i specifičnosti testa.

Na temelju prikazanih nalaza H4 se može prihvatiti djelomično. Statistički značajne povezanosti antropometrijskih varijabli s rezultatima novokonstruiranih testova utvrđene su u ukupnom uzorku i djelomično u kod rukometaša, pri čemu se PMT pokazao kao najstabilnija antropometrijska varijabla povezana s izvedbom. Tjelesna masa sama po sebi nije bila značajan pokazatelj izvedbe, što potvrđuje da je u rukometu potrebno razlikovati ukupnu masu od kvalitete tjelesnog sastava.

8.5. Rasprava uz H5: utvrdit će se statistički značajna povezanost specifičnih motoričkih sposobnosti s rezultatima novokonstruiranih testova

Peta hipoteza odnosila se na povezanost specifičnih motoričkih sposobnosti s rezultatima HS-RAG i HS-CODS testova. Rezultati su na razini ukupnog uzorka vrlo snažno poduprli ovu hipotezu. S HS-RAG testom statistički značajne povezanosti utvrđene su za osam od devet motoričkih varijabli, a isti obrazac vrijedio je i za HS-CODS. Jedina varijabla koja nije bila značajno povezana ni s jednim testom bila je RSI. Time se potvrđuje da novokonstruirani testovi imaju jasnu motoričku osnovu i da njihova izvedba ovisi o brzini, generičkoj agilnosti, eksplozivnoj snazi i sport-specifičnoj izvedbi šuta.

Kod HS-RAG testa najveće pozitivne povezanosti u ukupnom uzorku utvrđene su s AG20Y ($\rho = 0,549$), AG10Y ($\rho = 0,526$), S20M ($\rho = 0,479$) i S10M ($\rho = 0,349$). Budući da su sve navedene varijable izražene u sekundama, pozitivan smjer znači da su sporiji ispitanici u sprintu i generičkoj agilnosti ostvarivali lošije rezultate u HS-RAG testu. Najveća negativna povezanost utvrđena je sa SDM-om ($\rho = -0,551$), zatim s CMJ-om ($\rho = -0,422$), BUS-om ($\rho = -0,395$) i BUP-om ($\rho = -0,370$). To znači da su ispitanici s boljom horizontalnom i vertikalnom eksplozivnom snagom te većom brzinom lopte ostvarivali bolje rezultate u reaktivnom testu.

Za HS-CODS obrazac je bio vrlo sličan: značajne povezanosti dobivene su s AG20Y ($\rho = 0,500$), AG10Y ($\rho = 0,477$), S20M ($\rho = 0,392$), S10M ($\rho = 0,341$), SDM-om ($\rho = -0,402$), CMJ-om ($\rho = -0,392$), BUP-om ($\rho = -0,287$) i BUS-om ($\rho = -0,252$). Ovakav obrazac jasno potvrđuje da HS-CODS, kao test unaprijed poznate promjene smjera, ima snažnu vezu s generičkim testovima agilnosti i eksplozivnom snagom. To je u skladu s Pereira et al. (2018), koji su pokazali da su sprint, snaga i različite COD izvedbe značajno povezane kod elitnih rukometaša i rukometašica. Stamenković et al. (2023) također su potvrdili povezanost linearne brzine, brzine promjene smjera i izvedbe s loptom kod rukometaša.

Iako su HS-RAG i HS-CODS oba povezana s motoričkim sposobnostima, njihova interpretacija nije ista. HS-CODS u većoj mjeri odražava unaprijed planiranu promjenu smjera i generičku motoričku efikasnost, dok HS-RAG uključuje dodatni sloj percepcije i odluke. Upravo zbog toga je važno da se u oba testa dobivaju slične, ali ne identične povezanosti. To potvrđuje da reaktivna agilnost nije samo sporija verzija CODS-a, nego sposobnost u kojoj se

motorički kapacitet mora aktivirati u skladu s informacijom iz okoline. J. M. Sheppard and Young (2006) te Young et al. (2015) upravo u tome vide temeljnu razliku između agilnosti i CODS-a.

Rezultati prema spolu dodatno su informativni. Kod rukometaša HS-RAG je bio značajno povezan samo s AG10Y i AG20Y, dok veze sa sprintom, skokovima i šuterskim varijablama nisu bile značajne. Nasuprot tome, HS-CODS je kod rukometaša bio povezan sa S10M, S20M, AG10Y, AG20Y, SDM-om i CMJ-om. Ovaj obrazac pokazuje da je u skupini rukometaša HS-CODS jače vezan uz klasične motoričke sposobnosti, dok je HS-RAG vjerojatno pod većim utjecajem specifičnosti zadatka, odluke i tehničke izvedbe. Time se ponovno potvrđuje da HS-RAG zahvaća složeniji konstrukt od same promjene smjera.

Kod rukometašica nijedna od devet motoričkih varijabli nije pokazala statistički značajnu povezanost s HS-RAG, a ni s HS-CODS. Ipak, pojedini koeficijenti bili su umjereni po veličini, primjerice povezanost BUS-a s HS-RAG-om i AG10Y s HS-CODS-om, ali nisu dosegnuli statističku značajnost. Ove nalaze treba interpretirati oprezno zbog manjeg uzorka. Manji broj ispitanica smanjuje mogućnost detekcije stvarnih umjerenih povezanosti, osobito kada se radi o performansnim varijablama koje su same po sebi varijabilne. Stoga izostanak statističke značajnosti kod rukometašica ne znači nužno da motoričke sposobnosti nisu važne, nego da ih u ovom uzorku nije bilo moguće dovoljno precizno potvrditi.

Parcijalne korelacije uz kontrolu dobi uglavnom su potvrdile bivarijatne nalaze. U ukupnom uzorku značajne povezanosti većinom su ostale značajne i nakon kontrole dobi, što upućuje da obrasci povezanosti nisu samo posljedica dobnih razlika. U skupini rukometaša AG10Y i AG20Y ostali su značajno povezani s HS-RAG, a više motoričkih varijabli ostalo je povezano s HS-CODS. U skupini rukometašica povezanosti su i nakon kontrole dobi ostale neznačajne. Ovaj nalaz dodatno potvrđuje stabilnost rezultata za ukupni i uzorak i uzorak rukometaša, ali i potrebu opreza u interpretaciji uzorka rukometašica.

Suplementarne regresijske analize H5 pokazale su da model za HS-RAG u ukupnom uzorku statistički značajno objašnjava 44,3 % varijance rezultata, dok model za HS-CODS objašnjava 28,7 % varijance. Međutim, zbog multikolinearnosti između pojedinih prediktora, osobito AG10Y i AG20Y, individualne β koeficijente treba interpretirati s oprezom. Ovakav rezultat je metodološki očekivan jer su sprint, generička agilnost, skokovi i sport-specifični zadaci međusobno povezani. Drugim riječima, pojedini prediktori mogu zajednički objašnjavati

izvedbu, ali je teško precizno izdvojiti njihov samostalni doprinos kada se svi uključe u isti model.

Izvedbeno gledano, najvažniji nalaz H5 jest da HS-RAG i HS-CODS nisu izolirani testovi, nego kompleksni pokazatelji rukometno-specifične izvedbe. Oni su povezani s brzinom, promjenom smjera, eksplozivnom snagom i šuterskom sposobnošću, što potvrđuje njihovu praktičnu vrijednost. Trenerima ovi testovi mogu pružiti integrirani uvid u to koliko igrač može motoričke kapacitete pretvoriti u specifičan rukometni zadatak. To je u skladu s Karcher and Buchheit (2014), koji naglašavaju da rukomet uključuje ponavljane sprinteve, skokove, kontakte i specifične tehničke akcije, te s Wagner et al. (2014), koji rukometnu izvedbu opisuju kao integraciju više sposobnosti.

Na temelju prikazanih rezultata H5 se može prihvatiti na razini ukupnog uzorka, djelomično kod rukometaša, dok kod rukometašica nije potvrđena na razini statističke značajnosti. Ukupni obrazac rezultata jasno pokazuje da su specifične motoričke sposobnosti povezane s rezultatima novokonstruiranih testova, pri čemu su veze najsnažnije s generičkom agilnošću, sprintom i eksplozivnom snagom. Izostanak povezanosti s RSI-jem i slabiji rezultati u spolnim podskupinama pokazuju da se testovi moraju interpretirati višedimenzionalno, a ne kao jednostavan odraz jedne izolirane motoričke sposobnosti.

8.6. Integrirana interpretacija rezultata

Kada se rezultati svih hipoteza promatraju zajedno, može se zaključiti da HS-RAG i HS-CODS predstavljaju korisne, ali različite mjere rukometno-specifične agilnosti. HS-CODS u većoj mjeri odražava planiranu promjenu smjera i povezan je s generičkim COD testovima, sprintom i eksplozivnom snagom. HS-RAG, s druge strane, uključuje dodatnu perceptivno-odlučivačku komponentu, što ga čini bližim realnim zahtjevima igre, ali i varijabilnijim u pojedinačnoj izvedbi. Upravo ta kombinacija objašnjava zašto HS-RAG pokazuje veću diskriminativnu vrijednost prema spolu i poziciji u ukupnom uzorku, ali i skromniju pouzdanost pojedinačnog pokušaja.

Nalazi ovog istraživanja podupiru suvremeni pristup prema kojem se agilnost u sportskim igrama ne smije svesti na unaprijed planiranu promjenu smjera. Testovi poput T-testa, 505 testa, AG10Y ili AG20Y imaju svoju vrijednost jer pružaju informacije o bazičnoj brzini i

sposobnosti promjene smjera. Međutim, oni ne uključuju neizvjesnost, percepciju, odlučivanje i tehničku izvedbu. Stoga se u dijagnostici rukometaša preporučuje kombinacija generičkih i sport-specifičnih testova: generički testovi objašnjavaju motoričku osnovu, dok sport-specifični testovi daju uvid u funkcionalnu primjenu tih sposobnosti u kontekstu igre.

Praktična vrijednost istraživanja ogleda se u mogućnosti bolje trenažne dijagnostike. Ako igrač ima dobar rezultat u HS-CODS-u, ali slabiji u HS-RAG-u, moguće je da problem nije u samoj sposobnosti promjene smjera, nego u reakciji, donošenju odluke, čitanju podražaja ili stabilnosti tehničke izvedbe pod vremenskim pritiskom. Ako je slabiji u oba testa, vjerojatnije je da je ograničenje općenitije motoričke prirode. Ako ima visok PMT i lošiju agilnost, trening bi trebao uključiti i optimizaciju tjelesne kompozicije. Ako su slabosti povezane s generičkim agility testovima i skokovima, naglasak treba biti na ubrzanju, kočenju, ekscentričnoj snazi, horizontalnoj sili i tehnici promjene smjera.

Znanstveni doprinos rada posebno je važan jer se sport-specifična reaktivna agilnost u rukometu još uvijek relativno rijetko istražuje. Većina postojećih istraživanja koristi opće testove agilnosti ili CODS protokole, dok manji broj radova uključuje rukometno-specifične situacije. Ovo istraživanje doprinosi upravo tom području jer kombinira konstrukciju novog testa, provjeru pouzdanosti, konstruktnu i diskriminativnu valjanost te analizu antropometrijskih i motoričkih čimbenika. Time se dobiva šira slika ne samo o tome je li test primjenjiv, nego i o tome koje sposobnosti i karakteristike stoje u pozadini izvedbe.

Unatoč navedenim doprinosima, potrebno je istaknuti i ograničenja. Prvo, pouzdanost je detaljno analizirana za HS-RAG, dok bi buduća istraživanja trebala jednako detaljno analizirati i HS-CODS kroz više pokušaja. Drugo, uzorak rukometašica bio je manji, što ograničava statističku snagu i može objasniti slabije potvrđene povezanosti u toj podskupini. Treće, pozicijske skupine bile su široko definirane, pa bi buduća istraživanja trebala analizirati vratare, krila, pivote i vanjske igrače odvojeno. Četvrto, HS-RAG koristi vizualni podražaj, dok stvarna igra uključuje višestruke i dinamične podražaje, uključujući kretanje protivnika, suigrača i lopte. U budućnosti bi se test mogao nadograditi video-podražajima ili situacijama koje još preciznije simuliraju igru.

Zaključno, rezultati ovog istraživanja potvrđuju da se razvoj sport-specifičnih testova agilnosti u rukometu mora temeljiti na ravnoteži između ekološke valjanosti i mjerne stabilnosti. Što je test sličniji igri, to je relevantniji za trenažnu praksu, ali istodobno može biti varijabilniji i zahtijevati više pokušaja. HS-RAG i HS-CODS stoga treba promatrati kao komplementarne

testove: jedan daje uvid u rukometno-specifičnu promjenu smjera u planiranim uvjetima, a drugi u sposobnost reakcije i izvedbe u uvjetima neizvjesnosti.

9. OČEKIVANI ZNANSTVENI DOPRINOS

Očekivani znanstveni doprinos ovog istraživanja prvenstveno se ogleda u razvoju i metrijskoj evaluaciji novih sport-specifičnih testova za procjenu reaktivne agilnosti i brzine promjene smjera kretanja u rukometu. Razvojem i evaluacijom testova HS-RAG i HS-CODS stvoreni su preduvjeti za preciznije proučavanje specifičnih motoričkih i perceptivno-kognitivnih zahtjeva rukometne igre, koji se ne mogu u potpunosti procijeniti primjenom standardnih, unaprijed definiranih testova agilnosti. Provedena evaluacija pouzdanosti, konstruktne i diskriminativne valjanosti novokonstruiranih testova pružila je znanstveno utemeljene informacije o njihovoj opravdanosti i mogućnostima primjene u budućim istraživanjima.

Dodatni doprinos istraživanja odnosi se na jasnije razlikovanje reaktivne agilnosti i unaprijed planirane brzine promjene smjera kao povezanih, ali relativno zasebnih dimenzija sportske izvedbe. Analizom njihove međusobne povezanosti te odnosa s generičkim testovima agilnosti, antropometrijskim obilježjima i specifičnim motoričkim sposobnostima proširene su spoznaje o čimbenicima koji određuju uspješnost u složenim rukometnim situacijama. Posebno će biti značajne informacije o razlikama između rukometaša i rukometašica te između igrača različitih pozicijskih uloga, čime će se pridonijeti boljem razumijevanju spolne i pozicijske specifičnosti agilnosti u rukometu.

Budući da je broj istraživanja sport-specifične reaktivne agilnosti u rukometu još uvijek ograničen, rezultati ovog istraživanja doprinose popunjavanju dijela postojeće znanstvene praznine i ponuditi metodološku osnovu za daljnju konstrukciju, standardizaciju i validaciju mjernih postupaka. Time će se pridonijeti razvoju dijagnostike u rukometu, ali i širem području proučavanja agilnosti u timskim sportskim igrama.

10. OČEKIVANI STRUČNI DOPRINOS

Očekivani stručni doprinos istraživanja ogleda se u mogućnosti primjene novokonstruiranih testova u svakodnevnoj trenažnoj i dijagnostičkoj praksi rukometnih klubova. Testovi HS-RAG i HS-CODS trenerima i kondicijskim stručnjacima mogu omogućiti objektivniju procjenu sposobnosti igrača da brzo mijenjaju smjer kretanja u unaprijed poznatim uvjetima, ali i da pravodobno reagiraju na nepredvidivi vizualni podražaj uz izvođenje rukometno-specifičnog motoričkog zadatka. Njihovom periodičnom primjenom moći će se pratiti razvoj igrača, procjenjivati učinci provedenih trenažnih programa te pravodobno prepoznati sposobnosti koje zahtijevaju dodatno unaprjeđenje.

Dobiveni rezultati mogu poslužiti i kao osnova za individualizaciju treninga u skladu sa spolom, igračkom pozicijom i utvrđenim profilom sposobnosti pojedinca. Igrači kod kojih su slabiji rezultati povezani s brzinom promjene smjera mogu se usmjeriti prema razvoju ubrzanja, kočenja, ekscentrične snage i tehnike promjene smjera, dok se kod igrača s izraženijim teškoćama u reaktivnim uvjetima veći naglasak može staviti na opažanje, anticipaciju, donošenje odluka i reakciju na različite podražaje. Testovi također mogu pružiti dodatne informacije korisne u selekciji igrača i usmjeravanju prema pozicijskim ulogama, pri čemu rezultate treba promatrati zajedno s tehničkim, taktičkim, psihološkim i ostalim motoričkim pokazateljima.

Standardizirani protokoli testiranja trebali bi olakšati usporedbu rezultata između različitih vremenskih razdoblja, skupina i natjecateljskih razina. Time bi novokonstruirani mjerni instrumenti mogli postati praktičan alat za kvalitetnije planiranje, programiranje i kontrolu trenažnog procesa te doprinijeti učinkovitijem razvoju rukometaša i rukometašica.

11. ZAKLJUČAK

Rukomet je kompleksna timska sportska igra u kojoj uspješnost ovisi o međusobnom djelovanju tehničkih, taktičkih, kondicijskih i perceptivno-kognitivnih sposobnosti igrača. Posebno mjesto unutar strukture sposobnosti važnih za uspjeh u rukometu zauzima agilnost, budući da se gotovo sve faze igre odvijaju uz učestala ubrzavanja, zaustavljanja, promjene smjera kretanja i prilagodbe nepredvidivim situacijama. Promjena smjera može se izvoditi prema unaprijed poznatom obrascu, ali se u stvarnim uvjetima rukometne igre najčešće pojavljuje kao odgovor na kretanje protivnika, suigrača i lopte te na promjene prostorno-vremenskih odnosa na igralištu. Zbog toga je za cjelovitu procjenu agilnosti potrebno razlikovati nereaktivnu agilnost, odnosno unaprijed planiranu brzinu promjene smjera kretanja, i reaktivnu agilnost, koja dodatno uključuje opažanje podražaja, donošenje odluke i izbor odgovarajućeg motoričkog odgovora.

Temeljni cilj ovog istraživanja bio je razviti i evaluirati nove rukometno-specifične testove za procjenu reaktivne i nereaktivne agilnosti te ispitati njihove metrijske karakteristike i čimbenike povezane s rezultatom. Konstruirani su HS-RAG test, namijenjen procjeni reaktivne agilnosti, i HS-CODS test, namijenjen procjeni brzine promjene smjera u unaprijed poznatim uvjetima. Oba testa sadržavaju kretne i tehničke elemente karakteristične za rukomet, čime se nastojala povećati njihova sport-specifičnost i približiti ih zahtjevima stvarne igre. Uz izvedbu promjene smjera, u testove je uključen rad s loptom i završetak rukometnim šutom, dok HS-RAG dodatno sadržava nepoznati vizualni podražaj koji zahtijeva brzo opažanje i donošenje odluke.

Rezultati analize pouzdanosti pokazali su da HS-RAG test ima djelomično zadovoljavajuću unutarsesijsku pouzdanost. Pouzdanost pojedinačnog pokušaja bila je ograničena, što znači da se na temelju samo jedne izvedbe ne može dovoljno precizno i stabilno rangirati rukometaše i rukometašice. Međutim, pouzdanost se povećavala kada se rezultat temeljio na više pokušaja, dok su pokazatelji apsolutne pogreške mjerenja bili u praktično prihvatljivom rasponu. Pritom nije utvrđen izražen sustavni učinak pokušaja koji bi upućivao na značajno učenje, familiarizaciju ili pojavu umora tijekom testiranja. Na temelju navedenoga prva hipoteza može se prihvatiti djelomično. U budućoj znanstvenoj i praktičnoj primjeni preporučuje se provesti standardiziranu familiarizaciju te konačan rezultat HS-RAG testa izračunavati na temelju prosjeka ili najbolje vrijednosti više pokušaja. Pouzdanost HS-CODS testa potrebno je dodatno ispitati primjenom većeg broja ponovljenih izvedbi.

Konstruktna valjanost novokonstruiranih testova potvrđena je očekivanim obrascem njihove povezanosti s relevantnim motoričkim i rukometno-specifičnim varijablama. Rezultati HS-RAG i HS-CODS testova bili su povezani s linearnom brzinom, generičkim testovima promjene smjera, eksplozivnom snagom i brzinom lopte pri šutu. Najizraženije povezanosti dobivene su s generičkim testovima agilnosti, što potvrđuje da oba testa sadržavaju jasnu motoričku osnovu povezanu s ubrzavanjem, usporavanjem, promjenom smjera i ponovnim ubrzavanjem. Istodobno, povezanost između HS-RAG i HS-CODS testa bila je umjerena, odnosno nije bila toliko visoka da bi se moglo zaključiti kako mjere potpuno istu sposobnost. Time je potvrđena opravdanost zasebne procjene reaktivne agilnosti i unaprijed planirane promjene smjera kretanja, pa se druga hipoteza može prihvatiti.

Rezultati diskriminativne valjanosti pokazali su da oba testa razlikuju rukometaše i rukometašice, pri čemu je razlikovna sposobnost bila posebno izražena u HS-RAG testu. Rukometaši su u prosjeku ostvarivali kraća vremena izvedbe od rukometašica, a veličina utvrđenih razlika bila je veća u reaktivnom nego u nereaktivnom testu. Takav nalaz pokazuje da HS-RAG, osim brzinsko-snažne komponente, obuhvaća i dodatne zahtjeve povezane s obradom podražaja, donošenjem odluke i stabilnošću tehničke izvedbe u uvjetima neizvjesnosti. Razlikovanje prema igračkim pozicijama bilo je skromnije. HS-RAG pokazao je veću osjetljivost na pozicijske razlike od HS-CODS-a, dok HS-CODS nije dovoljno jasno razlikovao promatrane pozicijske skupine. Treća hipoteza stoga se može prihvatiti djelomično. Za preciznije utvrđivanje pozicijskih razlika potrebno je u budućim istraživanjima uključiti veći broj rukometaša i rukometašica te odvojeno analizirati vratare, krila, kružne napadače i vanjske igrače.

Antropometrijske značajke bile su selektivno povezane s rezultatima novokonstruiranih testova. Najstabilnija povezanost utvrđena je za postotak masnog tkiva, pri čemu je njegov veći udio bio povezan s duljim, odnosno slabijim vremenom izvedbe u oba testa. Takav je nalaz razumljiv jer dodatna nefunkcionalna masa otežava ubrzavanje, zaustavljanje, kontrolu tijela i ponovno pokretanje u novom smjeru. Tjelesna visina bila je povezana s rezultatom HS-RAG testa u ukupnom uzorku, dok tjelesna masa sama po sebi nije bila značajno povezana ni s jednim novokonstruiranim testom. Navedeno pokazuje da ukupna tjelesna masa ne daje dovoljno preciznu informaciju o kvaliteti izvedbe te da je pri procjeni rukometaša i rukometašica važnije uzeti u obzir sastav tijela i funkcionalnu vrijednost tjelesne mase. Četvrta hipoteza može se prihvatiti djelomično jer nisu sve antropometrijske varijable bile jednako i dosljedno povezane s rezultatima testova.

Povezanost specifičnih motoričkih sposobnosti s rezultatima HS-RAG i HS-CODS testova bila je izražena na razini ukupnog uzorka. Statistički značajne povezanosti utvrđene su za veliku većinu primijenjenih motoričkih varijabli, uključujući sprint, generičku agilnost, skok u dalj s mjesta, skok s pripremom i brzinu lopte pri različitim oblicima šuta. Jedina varijabla koja nije bila značajno povezana ni s jednim novokonstruiranim testom bio je indeks reaktivne snage. Rezultati potvrđuju da izvedba u sport-specifičnim testovima agilnosti nije rezultat jedne izolirane sposobnosti, nego kombinacije brzine, sposobnosti promjene smjera, eksplozivne snage i rukometno-specifične tehničke izvedbe. Regresijski modeli za oba testa bili su statistički značajni na razini ukupnog uzorka, iako pojedinačne doprinose pojedinih prediktora treba interpretirati oprezno zbog njihove međusobne povezanosti. Peta hipoteza potvrđena je na razini ukupnog uzorka, djelomično u skupini rukometaša, dok u skupini rukometašica nije dosegnuta statistička značajnost. Izostanak značajnih povezanosti kod rukometašica treba razmatrati uz ograničenu veličinu te skupine i smanjenu statističku snagu, a ne nužno kao dokaz stvarnog nepostojanja povezanosti.

Promatrajući sve rezultate zajedno, može se zaključiti da HS-RAG i HS-CODS predstavljaju komplementarne, ali međusobno različite pokazatelje rukometno-specifične agilnosti. HS-CODS u većoj mjeri odražava sposobnost unaprijed planirane promjene smjera i njezinu brzinsko-snažnu osnovu. HS-RAG uključuje dodatnu perceptivno-odlučivačku komponentu, zbog čega je sadržajno bliži nepredvidivim situacijama karakterističnima za rukometnu igru, ali je istodobno podložniji većoj varijabilnosti pojedinačnih izvedbi. Stoga se procjena agilnosti u rukometu ne bi trebala temeljiti samo na jednom testu. Kombinirana primjena generičkih i sport-specifičnih testova omogućuje kvalitetniju interpretaciju: generički testovi pružaju informacije o osnovnim motoričkim kapacitetima, dok HS-RAG i HS-CODS pokazuju koliko se ti kapaciteti mogu primijeniti unutar specifičnog rukometnog zadatka.

Dobiveni nalazi imaju znanstvenu i stručnu vrijednost jer pridonose razvoju metodologije procjene agilnosti u rukometu i omogućuju preciznije razlikovanje njezine reaktivne i nereaktivne komponente. U praktičnom smislu testovi mogu pomoći trenerima i kondicijskim stručnjacima u dijagnostici, praćenju napretka, individualizaciji treninga i prepoznavanju specifičnih ograničenja izvedbe. Slabiji rezultat u HS-CODS testu može upućivati na nedostatke u ubrzanju, kočenju, tehnici promjene smjera ili eksplozivnoj snazi, dok dobar rezultat u HS-CODS-u uz slabiji rezultat u HS-RAG-u može ukazivati na ograničenja u opažanju, donošenju odluke ili izvođenju zadatka u uvjetima neizvjesnosti.

Konačno, rezultati ovog istraživanja potvrđuju da se razvoj sport-specifičnih testova mora temeljiti na ravnoteži između ekološke valjanosti i stabilnosti mjerenja. Test koji je sadržajno bliži stvarnoj igri pruža relevantnije informacije za rukometnu praksu, ali zbog veće složenosti može zahtijevati više pokušaja i pažljiviju standardizaciju. HS-RAG i HS-CODS predstavljaju vrijedan korak prema sveobuhvatnijoj procjeni agilnosti rukometaša i rukometašica, pri čemu su za njihovu daljnju primjenu potrebna dodatna istraživanja na većim i homogenijim uzorcima, preciznije definiranim igračkim pozicijama i različitim natjecateljskim razinama. Buduće nadogradnje trebale bi uključiti i složenije, dinamičnije podražaje koji će još vjernije simulirati kretanje protivnika, suigrača i lopte u stvarnim situacijama rukometne igre.

12. LITERATURA

1. Ackland, T. R., Elliott, B., & Bloomfield, J. (2009). *Applied anatomy and biomechanics in sport*: Human Kinetics.
2. Altmann, S., Neumann, R., Ringhof, S., Rumpf, M. C., & Woll, A. (2022). Soccer-specific agility: Reliability of a newly developed test and correlates of performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 36*(5), 1410-1416.
3. Aouichaoui, C., Krichen, S., Tounsi, M., Ammar, A., Tabka, O., Chatti, S., . . . Trabelsi, Y. (2024). Reference values of physical performance in handball players aged 13–19 years: Taking into account their biological maturity. *Clinics and Practice, 14*(1), 305-326.
4. Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports medicine, 26*(4), 217-238.
5. Bassek, M., Raabe, D., Memmert, D., & Rein, R. (2023). Analysis of motion characteristics and metabolic power in elite male handball players. *Journal of sports science & medicine, 22*(2), 310.
6. Beekhuizen, K. S., Davis, M. D., Kolber, M. J., & Cheng, M.-S. S. (2009). Test-retest reliability and minimal detectable change of the hexagon agility test. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 23*(7), 2167-2171.
7. Benvenuti, C., Minganti, C., Condello, G., Capranica, L., & Tessitore, A. (2010). Agility assessment in female futsal and soccer players. *Medicina, 46*(6), 415.
8. Bojić-Ćaćić, L., & Škorić, S. (2020). Komunikacijske vještine trenera. *Rukomet u 21. stoljeću: Suvremeni pristup treniranju rukometa*, 154-165.
9. Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports medicine, 38*(12), 1045-1063.
10. Cardinale, M., Whiteley, R., Hosny, A. A., & Popovic, N. (2017). Activity profiles and positional differences of handball players during the World Championships in Qatar 2015. *International journal of sports physiology and performance, 12*(7), 908-915.
11. Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N. B. B., Cronin, J., & Chamari, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *Journal of sports sciences, 27*(2), 151-157.

12. Chatzopoulos, D., Galazoulas, C., Patikas, D., & Kotzamanidis, C. (2014). Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of sports science & medicine, 13*(2), 403.
13. Currell, K., & Jeukendrup, A. E. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports medicine, 38*(4), 297-316.
14. Di Mascio, M., Ade, J., & Bradley, P. S. (2015). The reliability, validity and sensitivity of a novel soccer-specific reactive repeated-sprint test (RRST). *European journal of applied physiology, 115*(12), 2531-2542.
15. Dizdar, D. (2006). Kvantitativne metode, udžbenici sveučilišta u Zagrebu. *Kineziološki fakultet Zagreb*.
16. Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine, 44*(1), 56-63.
17. Farrow, D., Young, W., & Bruce, L. (2005). The development of a test of reactive agility for netball: a new methodology. *Journal of science and medicine in sport, 8*(1), 52-60.
18. Fasold, F., Braun, A., & Klatt, S. (2023). Effects of arm dominance and decision demands on change of direction performance in handball players. *Journal of human kinetics, 85*, 127.
19. Ferrari, W., Sarmento, H., Marques, A., Dias, G., Sousa, T., Sánchez-Miguel, P. A., . . . Vaz, V. (2022). Influence of tactical and situational variables on offensive sequences during elite European handball matches. *Frontiers in Psychology, 13*, 861263.
20. Font, R., Karcher, C., Reche, X., Carmona, G., Tremps, V., & Irurtia, A. (2021). Monitoring external load in elite male handball players depending on playing positions. *Biology of sport, 38*(3), 475-481.
21. Gaamouri, N., Hammami, M., Cherni, Y., Rosemann, T., Knechtle, B., Chelly, M. S., & van den Tillaar, R. (2023). The effects of 10-week plyometric training program on athletic performance in youth female handball players. *Frontiers in sports and active living, 5*, 1193026.
22. Gabbett, T., & Benton, D. (2009). Reactive agility of rugby league players. *Journal of science and medicine in sport, 12*(1), 212-214.
23. Gabbett, T. J., Kelly, J. N., & Sheppard, J. M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 22*(1), 174-181.

24. García-Sánchez, C., Navarro, R. M., Karcher, C., & de la Rubia, A. (2023). Physical demands during official competitions in elite handball: A systematic review. *International journal of environmental research and public health, 20*(4), 3353.
25. 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.
26. Hachana, Y., Chaabène, H., Nabli, M. A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., & Elloumi, M. (2013). Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 27*(10), 2752-2759.
27. Hammami, R., Sekulic, D., Selmi, M. A., Fadhloun, M., Spasic, M., Uljevic, O., & Chaouachi, A. (2018). Maturity status as a determinant of the relationships between conditioning qualities and preplanned agility in young handball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 32*(8), 2302-2313.
28. Henry, G., Dawson, B., Lay, B., & Young, W. (2011). Validity of a reactive agility test for Australian football. *International journal of sports physiology and performance, 6*(4), 534-545.
29. Hermassi, S., Fadhloun, M., Chelly, M. S., & Bensbaa, A. (2011). Relationship between agility T-test and physical fitness measures as indicators of performance in elite adolescent handball players. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*(5), 125-131.
30. Hermassi, S., Laudner, K., & Schwesig, R. (2019). Playing level and position differences in body characteristics and physical fitness performance among male team handball players. *Frontiers in bioengineering and biotechnology, 7*, 149.
31. Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports medicine, 30*(1), 1-15.
32. Hornikova, H., Jeleň, M., & Zemkova, E. (2021). Determinants of reactive agility in tests with different demands on sensory and motor components in handball players. *Applied Sciences, 11*(14), 6531.
33. Jeffreys, I. (2011). A task-based approach to developing context-specific agility. *Strength & Conditioning Journal, 33*(4), 52-59.
34. Jeffreys, I., Huggins, S., & Davies, N. (2018). Delivering a gamespeed-focused speed and agility development program in an English Premier League Soccer Academy. *Strength & Conditioning Journal, 40*(3), 23-32.

35. Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports medicine, 44*(6), 797-814.
36. 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.
37. Khaleel, N. M. (2022). The Effect of Speed, Agility, Quickness Exercises on Developing some Skill Abilities and Physical in Youth Handball Player. *Texas Journal of Medical Science, 13*, 132-140.
38. Knoop, M., Fernandez-Fernandez, J., & Ferrauti, A. (2013). Evaluation of a specific reaction and action speed test for the soccer goalkeeper. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 27*(8), 2141-2148.
39. Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of chiropractic medicine, 15*(2), 155-163.
40. Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Pojskic, H., Hammami, R., Spasic, M., . . . Sekulic, D. (2020). Agility testing in youth football (soccer) players; evaluating reliability, validity, and correlates of newly developed testing protocols. *International journal of environmental research and public health, 17*(1), 294.
41. Kutlu, M., Yapıcı, H., Yoncalık, O., & Çelik, S. (2012). Comparison of a new test for agility and skill in soccer with other agility tests. *Journal of human kinetics, 33*, 143.
42. Leuciuc, F. V., Petrariu, I., Pricop, G., Rohozneanu, D. M., & Popovici, I. M. (2022). Toward an anthropometric pattern in elite male handball. *International journal of environmental research and public health, 19*(5), 2839.
43. Lidor, R., Falk, B., Arnon, M., Cohen, Y., Segal, G., & Lander, Y. (2005). Measurement of talent in team handball: the questionable use of motor and physical tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 19*(2), 318-325.
44. Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., Croix, M. B. D. S., Williams, C. A., . . . Thomas, D. P. (2015). Long-term athletic development-part 1: a pathway for all youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 29*(5), 1439-1450.
45. Luig, P., Krutsch, W., Nerlich, M., Henke, T., Klein, C., Bloch, H., . . . Achenbach, L. (2018). Increased injury rates after the restructure of Germany's national second league of team handball. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 26*(7), 1884-1891.

46. Luteberget, L. S., & Spencer, M. (2017). High-intensity events in international women's team handball matches. *International journal of sports physiology and performance, 12*(1), 56-61.
47. Massuca, L., Branco, B., Miarka, B., & Fragoso, I. (2015). Physical fitness attributes of team-handball players are related to playing position and performance level. *Asian journal of sports medicine, 6*(1), e24712.
48. Meier, H. E., Schreyer, D., & Jetzke, M. (2020). German handball TV demand: did it pay for the Handball-Bundesliga to move from free to pay TV? *European Sport Management Quarterly, 20*(5), 618-635.
49. Michalsik, L., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *International journal of sports medicine, 34*(07), 590-599.
50. 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.
51. Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2014). Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *International journal of sports medicine, 35*(07), 595-607.
52. Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2015). Technical match characteristics and influence of body anthropometry on playing performance in male elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 29*(2), 416-428.
53. Morral-Yepes, M., Moras, G., Bishop, C., & Gonzalo-Skok, O. (2022). Assessing the reliability and validity of agility testing in team sports: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 36*(7), 2035-2049.
54. Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal, 40*(1), 26-38.
55. Paul, D. J., Gabbett, T. J., & Nassis, G. P. (2016). Agility in team sports: Testing, training and factors affecting performance. *Sports medicine, 46*(3), 421-442.
56. Pavlinović, V. (2022). Construction and Validation of Newly Developed Triangle Test of Reactive Agility in School Children. *Studia sportiva, 16*(2), 127-133.
57. Pehar, M. (2016). *Sport specifični testovi agilnosti i eksplozivne snage u košarci: doktorska disertacija.* Sveučilište u Splitu, Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet,

58. Pehar, M., Sekulic, D., Sisic, N., Spasic, M., Uljevic, O., Krolo, A., . . . Sattler, T. (2017). Evaluation of different jumping tests in defining position-specific and performance-level differences in high level basketball players. *Biology of sport, 34*(3), 263-272.
59. Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., Kitamura, K., Turisco, L. A., Orsi, R. C., . . . Loturco, I. (2018). Relationship between change of direction, speed, and power in male and female national olympic team handball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 32*(10), 2987-2994.
60. Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., . . . Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of sports sciences, 24*(3), 221-230.
61. Pokrajčić, V., Marić, D., Foretić, N., & Uljević, O. (2021). Reliability of the newly developed tests of handball specific change of direction speed and reactive agility: AESA Conference 2021-Special Issue. *Asian exercise and sport science journal, 5*(2), 28-35.
62. Popowczak, M., Cichy, I., Rokita, A., & Domaradzki, J. (2021). The relationship between reactive agility and change of direction speed in professional female basketball and handball players. *Frontiers in Psychology, 12*, 708771.
63. Póvoas, S. C., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Seabra, A. F., Krustrup, P., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2014). Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 28*(2), 430-442.
64. Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26*(12), 3365-3375.
65. Puzi, M. H. B. M., & Choo, L. A. (2021). The effect of six weeks cobagi training on coordination, dynamic balance & agility of adolescent handball players. *Pedagogy of Physical Culture and Sports, 25*(1), 31-38.
66. Rogulj, N. (2003). *Učinkovitost taktičkih modela u rukometu.* Kineziološki fakultet u Zagrebu,
67. Rogulj, N. (2021). Teorija i metodika rukometa.

68. Rogulj, N., Foretić, N., & Brčić, B. (2013). *Specifične motoričke sposobnosti rukometnih vratara različitog uzrasta.* Paper presented at the 4th International scientific conference Contemporary Kinesiology.
69. Rogulj, N., Foretić, N., Spasić, M., Burger, A., & Čavala, M. (2017). *Metrical Characteristics of Newly Constructed Tests for Assessing Specific Motor Abilities in Handball Goalkeepers.* Paper presented at the 8TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON KINESIOLOGY-Proceedings.
70. Sattler, T., Sekulić, D., Spasić, M., Perić, M., Krolo, A., Uljević, O., & Kondrič, M. (2015). Analysis of the association between motor and anthropometric variables with change of direction speed and reactive agility performance. *Journal of human kinetics, 47*, 137.
71. Scanlan, A., Humphries, B., Tucker, P. S., & Dalbo, V. (2014). The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in men basketball players. *Journal of sports sciences, 32*(4), 367-374.
72. Schwesig, R., Hermassi, S., Fieseler, G., Irlenbusch, L., Noack, F., Delank, K.-S., . . . Chelly, M.-S. (2017). Anthropometric and physical performance characteristics of professional handball players: influence of playing position. *The Journal of sports medicine and physical fitness, 57*(11), 1471-1478.
73. Schwesig, R., Koke, A., Fischer, D., Fieseler, G., Jungermann, P., Delank, K.-S., & Hermassi, S. (2016). Validity and reliability of the new handball-specific complex test. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 30*(2), 476-486.
74. Sekulic, D., Foretic, N., Gilic, B., Esco, M. R., Hammami, R., Uljevic, O., . . . Spasic, M. (2019). Importance of agility performance in professional futsal players; reliability and applicability of newly developed testing protocols. *International journal of environmental research and public health, 16*(18), 3246.
75. Sekulic, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., Calleja-González, J., & Sattler, T. (2017). Evaluation of basketball-specific agility: applicability of preplanned and nonplanned agility performances for differentiating playing positions and playing levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 31*(8), 2278-2288.
76. Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 27*(3), 802-811.
77. Sekulić, D. (2012). Sport specifični testovi kondicijskih svojstava: ideja, mogućnosti i ograničenja primjene. *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova, 10*.

78. Serpell, B. G., Ford, M., & Young, W. B. (2010). The development of a new test of agility for rugby league. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 24*(12), 3270-3277.
79. Sheppard, J., Young, W. B., Doyle, T., Sheppard, T., & Newton, R. U. (2006). An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed. *Journal of science and medicine in sport, 9*(4), 342-349.
80. Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of sports sciences, 24*(9), 919-932.
81. Sinkovic, F., Foretic, N., & Novak, D. (2022). Reliability, validity and sensitivity of newly developed tennis-specific reactive agility tests. *Sustainability, 14*(20), 13321.
82. Spasic, M., Krolo, A., Zenic, N., Delextrat, A., & Sekulic, D. (2015). Reactive agility performance in handball; development and evaluation of a sport-specific measurement protocol. *Journal of sports science & medicine, 14*(3), 501.
83. Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2014). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 28*(9), 2415-2423.
84. Sporis, G., Jukic, I., Milanovic, L., & Vucetic, V. (2010). Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 24*(3), 679-686.
85. Stamenković, S., Pavlović, L., Radenković, O., Lilić, A., & Nikolić, D. (2023). Correlation between linear speed, change of direction speed and dribble deficit in male handball players. *Journal of Men s Health, 19*, 112-118.
86. Stewart, P., Turner, A., & Miller, S. (2014). Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 24*(3), 500-506.
87. Uchida, Y., Demura, S., Nagayama, R., & Kitabayashi, T. (2013). Stimulus tempos and the reliability of the successive choice reaction test. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 27*(3), 848-853.
88. Vila, H., Manchado, C., Rodriguez, N., Abraldes, J. A., Alcaraz, P. E., & Ferragut, C. (2012). Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26*(8), 2146-2155.

89. Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., & Von Duvillard, S. P. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of sports science & medicine, 13*(4), 808.
90. Wagner, H., Sperl, B., Bell, J. W., & Von Duvillard, S. P. (2019). Testing specific physical performance in male team handball players and the relationship to general tests in team sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 33*(4), 1056-1064.
91. Woszczek, I., Szczypiór-Piasecka, K., Antczak, K., & Mińko, A. (2021). The OCENA ZWINNOŚCI I PORUSZANIA WIELOKIERUNKOWEGO ZA POMOCĄ T AGILITY TEST U MŁODYCH ZAWODNIKÓW UPRAWIAJĄCYCH PIŁKĘ RĘCZNĄ. *Journal of Education, Health and Sport, 11*(9), 606-613.
92. Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching, 10*(1), 159-169.
93. Zeljko, I., Gilic, B., & Sekulic, D. (2020). Validity, reliability and correlates of futsal-specific pre-planned and non-planned agility testing protocols. *Kinesiologia Slovenica, 26*(2), 25-34.
94. Zeljko, I., Spasic, M., & Sekulic, D. (2020). Predicting futsal specific change of direction speed and reactive agility; analysis of specific correlates in top-level players. *Life, 2019*, 147.
95. Živković, M., Stojiljković, N., Antić, V., Pavlović, L., Stanković, N., & Jorgić, B. (2019). The motor abilities of handball players of different biological maturation. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 125-133.