

Antropološke karakteristike i funkcionalne sposobnosti mladih vaterpolista

Rukavina, Ivan

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:518762>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-07-06**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Ivan Rukavina

ANTROPOLOŠKE KARAKTERISTIKE I
FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI MLADIH
VATERPOLISTA

diplomski rad

Zagreb, srpanj, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu

Kineziološki fakultet

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Izobrazba trenera; smjer: Kondicijska priprema sportaša

Vrsta studija: stručni

Razina kvalifikacije: diplomski studij

Studij za stjecanje stručnog naziva: magistar trenerske struke kondicijske pripreme sportaša (mag.cin.)

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Znanstveno-istraživački/Stručni rad

Naziv završnog rada: je prihvaćen od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2023/2024 dana 07.05.2024.

Mentor: dr. sc. *Marin Dadić*

Pomoć pri izradi: Izv. prof. dr. sc. Tea Galić

Antropološke karakteristike i funkcionalne sposobnosti mladih vaterpolista

Ivan Rukavina, matični broj studenta 449/08

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu specijalističkog diplomskog rada:

- | | | |
|----|--|----------------------|
| 1. | dr. sc. <i>Marin Dadić</i> , predavač | Predsjednik - mentor |
| 2. | izv. prof. dr. sc. <i>Luka Milanović</i> | član |
| 3. | izv. prof. dr. sc. <i>Dajana Zoretić</i> | član |
| 4. | doc. dr. sc. <i>Ivan Krakan</i> | zamjenski član |

Broj etičkog odobrenja:

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

FINAL PAPER

University of Zagreb

Faculty of Kinesiology

Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: Sports Coach Education; **course:** Physical preparation of athletes

Type of program: Professional

Level of qualification: Graduate

Acquired title: Master of the Coaching Profession in physical preparation of athletes

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Scientific-research/Professional work

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2023/2024 on 07.05.2024.

Mentor: *Marin Dadić*, PhD

Technical support: Assoc Prof Tea Galić, PhD

Anthropologic characteristics and functional swimming capacities in youth water polo players

Ivan Rukavina, student identification number 449/08

Thesis defence committee:

- | | | |
|----|--|------------------------|
| 1. | <i>Marin Dadić</i> , PhD, lecturer | chairperson-supervisor |
| 2. | <i>Assoc Prof Luka Milanović</i> , PhD | member |
| 3. | <i>Assoc Prof Dajana Zoretić</i> , PhD | member |
| 4. | <i>Assist Prof Ivan Krakan</i> , PhD | substitute member |

Ethics approval number:

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Kinesiology, Horvacanski zavoj 15, Zagreb

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

Mentor:

dr. sc. Marin Dadić

Student:

Ivan Rukavina

ANTROPOLOŠKE KARAKTERISTIKE I FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI MLADIH VATERPOLISTA

Sažetak

Istraživanje je provedeno s ciljem utvrđivanja razlika antropoloških karakteristika i funkcionalnih sposobnosti mladih vaterpolista, polaznika završnog kampa Hrvatskog vaterpolskog saveza. U tu svrhu primijenjena je baterija od osam morfoloških i pet motoričkih testova. U istraživanje je uključeno 89 ispitanika u dobi od 14 godina. Ispitanici su prema kriteriju uspješnosti igranja vaterpola podijeljeni u one koji su tijekom protekle vaterpolske sezone 2023./2024. igrali u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi (G1) ($n=50$, 56,2%) i one koji nisu (G2) ($n=39$, 43,8%). Prosječna dob ispitanika iz skupine G1 bila je $20,12 \pm 0,80$ godina, a iz G2 $20,03 \pm 0,87$ godina ($P=0,597$). Ispitanici koji su nastupali u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi (G1) nisu se razlikovali u antropometrijskim obilježjima od onih koji nisu (G2), ali su imali značajno bolje rezultate specifičnih plivačkih testova u dobi od 14 godina. Specifične plivačke sposobnosti ispitanika u dobi od 14 godina, 400 m kraul koja procjenjuje aerobni kapacitet i 100 m kraul koja procjenjuje anaerobni kapacitet, pokazali su se kao značajni prediktori uspješnosti igranja u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi u kasnijoj dobi od 18 do 21 godine starosti. Rezultati ovog istraživanja nadopunjuju ranije studije, ali također mogu služiti trenerima vaterpola kako bi kreirali svoje programe treninga, kao i olakšati im postupak selekcije djece za natjecateljski sport, prvenstveno vaterpolo.

Ključne riječi: vaterpolo, antropometrijske karakteristike, funkcionalne sposobnosti

ANTHROPOLOGIC CHARACTERISTICS AND FUNCTIONAL SWIMMING CAPACITIES IN YOUTH WATER POLO PLAYERS

Abstract

The main objective of this study was to determine differences in anthropometric characteristics and functional swimming capacities in youth water polo players who attended Croatian Water Polo Federation camps. The battery of eight morphologic and five motoric tests was used. There were 89 participants aged 14 years included in the study. According to the success criterion for playing senior level in the first Croatian water polo league participants were divided in group 1 (G1) (N=50, 56.2%), players who participated in the first Croatian water polo league during the past season 2023/2024 and those players who did not (G2) (n=39, 43.8%). There were no significant differences in anthropologic characteristics between players in G1 from those in G2 but players in G1 showed significantly better results in functional swimming tests when they were at the age of 14 years. Players' specific functional swimming capacities, 400 m crawl as a measure of aerobic capacity and 100 m crawl as a measure of anaerobic capacity at the age of 14 years were shown as significant predictors as a success criterion for playing water polo in the first Croatian water polo league at the age of 18 to 21 years. Results of this study are in accordance with some previous research and it can help coaches to develop appropriate training programs, as well as in selection of talented children for team sports, specifically water polo.

Key words : water polo, anthropometric characteristics, functional abilities

Sadržaj

1. Uvod	8
1.1. Analiza vaterpolske igre.....	8
1.1.1. Strukturalna analiza vaterpolske igre	9
1.1.2. Funkcionalna analiza vaterpolo igre	10
1.1.3. Anatomska analiza vaterpolske igre	11
1.2. Morfološke karakteristike	12
1.4. Dosadašnja istraživanja	16
2. Ciljevi i hipoteze.....	18
3. Metode istraživanja	18
3.1. Uzorak ispitanika.....	18
3.2. Protokol istraživanja.....	18
3.3. Mjerenja i varijable	19
3.4. Statistička obrada podataka	21
4. Rezultati.....	22
5. Rasprava	25
6. Zaključak	26
7. Literatura	27

1. Uvod

Vaterpolo je jedan od najstarijih ekipnih sportova koji se na Olimpijskim igrama igrao još od 1900. godine (Pariz, Francuska) pa sve do danas (Bauer, 2010). Iako su se pravila igre tijekom ovog razdoblja znatno razvila, fiziološki gledano sport je uporno ostao vrlo zahtjevna aktivnost (Smith, 1998). Posljednje promjene pravila vrijede od 1. siječnja 2022. Nova pravila igre trebala bi potaknuti dinamiku i privlačnost za gledatelje, a podrazumijevaju sljedeće: 1. nakon udarca s kornera i eliminiranog branitelja, vrijeme novog napada skraćuje se na 20 sekundi; 2. unutar 6 metara prekršaja s leđa napadača koji ima loptu i kreće prema protivničkom голу i pokušava pucati, kaznit će se kaznom; 3. moguće je postići gol izravnim udarcem iz slobodnog udarca s udaljenosti od 6 metara; 4. izvođač u kutu može postići gol izravnim udarcem iz kuta ili plivanjem iz ugla i šutom; 5. moguće „leteće promjene“ igrača na liniji srednjeg bazena; 6. tim ima pravo na dva isteka po utakmici; 7. suci će biti opremljeni zvučnom tehnologijom (slušalice i mikrofoni) kako bi se olakšala komunikacija i još mnogo toga (World Aquatics, 2022). S takvim promjenama pravila, vaterpolo kao igra postaje dinamičniji, učestalost situacijskih parametara napada i obrane se povećava, prijelaz iz napada u obranu je brži, kontakti igrača su čvršći i češći su prijelazi iz horizontalnog u vertikalni položaj tijela (Kovačević, 2012).

Praćenje promjena u pravilima vrlo je važno jer uzrokuju promjene u fizičkom stresu tijekom natjecanja. Promjene opterećenja tijekom natjecanja zahtijevaju promjene u intenzitetu treninga vaterpola. Pravilna identifikacija (selekcija) talentiranih sportaša jedna je od ključnih zadaća u natjecateljskom sportu. Tradicionalno, vaterpolo je jedan od najpopularnijih ekipnih sportova u Hrvatskoj, s brojnim uspjesima iz svih vrsta natjecanja. Iz svih tih razloga Hrvatski vaterpolski savez (HVS) jednom ili dvaput godišnje organizira trening kamp za najbolje mlade vaterpoliste iste dobi. Tijekom kampova talentirane vaterpoliste treniraju najbolji vaterpolski treneri koje Hrvatska ima. Glavni cilj takvih kampova je zajednički trenirati najbolje vaterpoliste, promatrati ih i na kraju odabrati potencijalne igrače za reprezentaciju U15. Također, jedan od ciljeva je stvoriti, putem testiranja, bazu podataka koja će se koristiti za razvijanje trenažnih protokola i daljnji odabir igrača za regeneraciju seniorskih ekipa, kako klupskih tako i reprezentativnih (Kovačević, 2021).

1.1. Analiza vaterpolske igre

Vaterpolo spada u skupinu kompleksnih aerobno-anaerobnih ekipnih sportova (Smith, 1998). Motorički je vrlo zahtjevan sport te je potrebna što bolja psihofizička spremnost.

Specifičnost vaterpola je da se odvija u vodi, netipičnom mediju za ljudsko tijelo. U vodi je kinetički lanac otvoren te se sila ne može proizvesti odguravanjem od podloge, za razliku od kopnenih sportova (Kovačević, 2021). Vaterpolo kao kineziološku aktivnost karakteriziraju različita višestrukturalna, kompleksna gibanja u specifičnom mediju – vodi, u kojoj je manipuliranje loptom dozvoljeno samo jednom rukom (osim vrataru) (World Aquatics, 2022; Hraste, 2021).

Uspjeh u svakoj sportskoj disciplini pa tako i u vaterpolu, ovisi o nizu čimbenika, kao što su morfološka struktura i građa, psihomotorne osobine, intelektualne i emocionalne karakteristike, osobine ličnosti, motivacijska struktura, fiziološko funkcionalne karakteristike, tehnička i taktička znanja, teoretska znanja vaterpolista i drugo (Bompa, 2005; Hraste, 2021). Analiza vaterpolske igre može biti: strukturalna, funkcionalna ili anatomska te se njome dobivaju informacije o zahtjevima s kojima se igrači susreću tijekom natjecateljske aktivnosti. Kondicijski pripremljeniji vaterpolisti biti će u stanju efikasnije rješavati sve zadaće na visokoj razini koje igra od njih zahtjeva (Bompa, 2005).

1.1.1. Strukturalna analiza vaterpolske igre

Strukturalna analiza omogućava uvid u faze igre, strukture kretanja, substrukture i strukturalne jedinice tehnike i taktike. Usvojenost svih tehnika plivanja predstavlja osnovu za mogućnost treninga vaterpola. Usvajanje tehnike specifičnog načina kretanja igrača u igri – tzv. vaterpolski kraul nužno je za izvršavanje različitih složenih tehničkih i taktičkih zadataka u fazi obrane i u fazi napada (Curiš, 1988; Smith, 1998; Bottonis, Toubekis i Platanou, 2015; Hraste, 2021). Kretanje vaterpolista na jednoj utakmici, kada se detaljnije analizira pokazuje da je vodoravna komponenta (različiti oblici vaterpolskog plivanja) zastupljena s 35-40 %, dok je okomita komponenta (različiti oblici rada i kretnji nogama u okomitoj poziciji, bilo statički ili dinamički) zastupljena sa 60-65 % vremena. Dakle, okomita pozicija, sa strukturom tehničko-taktičkih aktivnosti koje se iz nje izvode, dominantnija je po zastupljenosti u odnosu na vodoravnu poziciju, stoga je usvojenost tehnike rada nogu (specifičnim vaterpolo stilovima kao što su: vodoravni i okomiti bicikl, škare, duple škare i okomite škare) također osnova za trening vaterpola. Sa stajališta strukturalne analize, postoji pet faza igre: faza napada, faza obrane, faza s igračem manje, faza s igračem više i tranzicija, a u svakoj od pet navedenih faza tijekom igre postoje određene podfaze i tipične situacije. Svaka faza tijekom igre ima konkretna obilježja s vrlo specifičnim i precizno definiranim ciljevima unutar složenog taktičkog kolektivnog djelovanja (Hraste, 2019; Lozovina, Đurović i Katić, 2009; Platanou, 2004).

1.1.2. Funkcionalna analiza vaterpolo igre

Tijelo da bi proizvelo energiju potrebnu za izvršavanje različitih funkcija treba ugljikohidrate i masti koje putem kemijskih, metaboličkih procesa energetske sustavi pretvaraju u iskoristiv oblik adenozintrifosfat (ATP). U tom stvaranju energije, odnosno bolje rečeno u obnavljanju ATP-a, sudjeluju tri sustava koji kemijsku energiju pretvaraju u mehaničku (Vučetić, 2007):

- Anaerobni alaktatni sustav – razgrađuje kreatin-fosfat (CP)
- Anaerobni laktatni sustav – razgrađuje glikogen anaerobnom glikolizom do pirogrogđane kiseline, a kao nusprodukt stvara se laktat
- Aerobni sustav – razgrađuje ugljikohidrate i slobodne masne kiseline (Vučetić, 2007).

Funkcionalnom analizom u vaterpolu dobivaju se informacije o aktivnosti energetskih procesa i živčano-mišićnog sustava (sustav za transport kisika, fosfagenog i glikolitičkog sustava). Prema kriteriju dominacije energetskih procesa vaterpolo spada u aerobno-anaerobnu skupinu sportova (Smith, 1998). Ovisno o poziciji koju igrač igra u ekipi i o taktičkoj postavci trenera mijenjaju se i omjeri aerobnog i anaerobnog energetskog udjela. Dal Monte (1983) navodi kako se 30% energije u igri koristi iz anaerobno-alaktatnih energetskih procesa, 40% iz anaerobno laktatnih energetskih procesa, dok 30% potječe iz aerobnih energetskih procesa. Dakako, omjer pojedinih energetskih sustava ovisi i o igračkoj poziciji. Navedeno je da igrač izvede otprilike 100 visoko intenzivnih aktivnosti tijekom vaterpolske utakmice, s vremenskim rasponom od 7 do 14 sekundi (Dal Monte, 1983; Mujika, McFadden, Hubbard, Royal i Hahn, 2006).

Kretanje igrača može se podijeliti na ono niskog intenziteta (lagano plivanje), umjerenog intenziteta (plivanje potiskivanjem vode) i visokog intenziteta (aktivni napad ili obrana, kontakt ili hrvanje s protivničkim igračem i plivanje u sprintu). Tijekom utakmice igrači prosječno otplivaju u svrhu kretanja oko 60 puta, po 10-12 sekunda, prelazeći udaljenost od 13-15 metara, što čini oko 20% vremena utakmice. Otprilike polovica tog vremena je sprint gotovo maksimalnom brzinom. Plivanje koje se koristi u napadačkim aktivnostima traje otprilike jednako kao i u obrambenim zadacima. Postoje kalkulacije da svaki igrač tijekom utakmice otpliva prosječno od 500-1000 m pa do 1500-1800 m (Botonis i sur., 2018; Hraste, 2010; Sekulic, Kontic, Esco, Zenic, Milanovic, Zvan, 2016).

Glavni indikator stanja treniranosti sustava za transport kisika (srčano-žilnog i respiratornog sustava) je primitak kisika (VO_2). Fosfageni energetska proces jedan je od dva anaerobna energetska sustava. Sadrži malu količinu energije pohranjenu u obliku ATP-a i CP-a koja omogućuje igraču obavljanje aktivnosti visokog inteziteta do 15-tak sekundi u alaktatnim uvjetima mišićnog rada što uključuje kratke sprinteve, iskoke, izlaze na igrača s blokom, kao i šutiranje na gol. Drugi anaerobni energetska sustav je glikolitički sustav koji koristi energiju iz anaerobnih glikolitičkih spojeva. Taj proces se odvija bez prisustva kisika pri čemu dolazi do produkcije laktata. Vaterpolisti uvelike aktiviraju glikolitički energetska sustav u situacijama kad izvode više uzastopnih sprinteva kombiniranih s „hrvanjem“ bez pauze, kao što su situacije tranzicije iz faze obrane u fazu napada i obrnuto, ili tijekom razdoblja utakmice „bez postignutog pogotka“. Takva razdoblja utakmice često odluči upravo dobro razvijen anaerobni kapacitet igrača (Smith, 1998; Botonis i sur., 2015). Payke (2001) opisuje različite modele treninga za razvoj anaerobnog laktatnog kapaciteta, u kojima rad traje 20-120 sekundi, što bi bile dionice od 50 do 200 metara, koje se ponavljaju 4-10 puta, ovisno o intenzitetu i trajanju rada, s odmorom koji može biti 30 sekundi prilikom kraćih dionica i 5 minuta prilikom duljih (Hraste, 2001; Hraste, 2010).

1.1.3. Anatomska analiza vaterpolske igre

Anatomska analiza vaterpolske igre pruža informacije o aktiviranim mišićima i mišićnim skupinama tijekom izvođenja različitih vaterpolskih akcija. Razina njihove aktivacije ovisi o situaciji u kojoj se igrač nalazi u trenutku njihova izvođenja. S aspekta aktivnosti mogu se razlikovati: mišići agonisti odnosno pokretači koji sudjeluju u realizaciji; mišići sinergisti ili pomoćni mišići koji se nalaze na istoj strani poluge i pomažu mišićima agonistima; mišići antagonisti koji se nalaze na suprotnoj strani poluge; mišići stabilizatori koji održavaju tijelo ili dio tijela u stabilnom položaju (Milanović, 2013). Anatomska analizom vaterpolske igre dobiva se podatke o tome koji dijelovi tijela vaterpolista su najviše aktivni.

Plivanje je osnovni način kretanja u vaterpolu, a najzastupljenije tehnike kretanja tijekom igre su kraul, leđno i prsna tehnika plivanja (Trumbić, 2010). Ovisno o varijantama i načinima plivanja tijekom plivanja aktiviraju se različiti mišići, s različitim postotkom intenziteta. Povećanjem kvalitete plivača koju rezultira visoka razina usvajanja pravilne tehnike plivanja i visoka razina treniranosti plivač koristi samo onu muskulaturu koja je potrebna (Volčanšek, 2002). Anatomska analizom dobiva se i podatke koje su regije tijela najugroženije u vaterpolu s obzirom na mogućnost ozljede. Relativno česta ozljeda koja može

biti iznimno neugodna i bolna je akutno istegnuće (iskrivljenje) mišića vrata, što deformira vrat i ograničava mobilnost. Javlja se najčešće nakon naglog pokreta ili kao posljedica potezanja za glavu od strane suparničkog igrača. Ozljede u donjem dijelu leđa prilično su česte u vaterpolista zbog velikih iznosa rotacijskih sila prisutnih prilikom dodavanja i šutiranja lopte. Često se javlja i problem bacačkog lakata, no svakako za vaterpolo su najčešće i najpoznatije ozljede ramena. Rame je najugroženije zbog kontakta s protivničkim igračima i s loptom, kao i zbog plivanja kao osnovnog oblika kretanja. Vaterpolisti su pod rizikom nastanka traumatskih dislokacija i subluksacija glenohumeralnih i akromioklavikularnih zglobova. Bol u ramenu ili „plivačko rame“ je patološki entitet zbog kojeg se vaterpolisti najčešće žale. Unutarnji sindrom sraza jedinstveno je stanje u sportovima poput vaterpola, gdje je potrebna abdukcija i ekstremna vanjska rotacija ramena, primjerice prilikom zadnjeg stadija pokreta šutiranja prema голу. Ozljede „rotatorne manžete“ uključuju tendinopatije, parcijalne i kompletne rupture tetiva. U mladih vaterpolista glavni čimbenik nastanka ozljeda je ponavljana mikrotrauma i makrotrauma. Starenjem, ozljeda „rotatorne manžete“ iz traumatske prelazi u degenerativnu. SLAP ozljede (engl. Superior Labrum Anterior Posterior) nastaju najčešće prilikom pada ili direktnog udarca u rame, međutim ponavljano napinjanje m. biceps brachii prilikom izvođenja pokreta iznad glave, čini se kao puno češći razlog ozljede u vaterpolista (Franić, Ivković, Rudić, 2007).

Prevenicijski trening u vaterpolu zbog svega navedenog usmjeren je na osnovne kondicijske vježbe za jačanje cijelog tijela, kao i na specifične zone tijela koje „trpe najveću štetu“. To se prvenstveno odnosi na rameni pojas, leđne mišiće i mišiće zgloba kuka (Šparavec, 2018; Doroslovac, 2021).

1.2. Morfološke karakteristike

Morfološke karakteristike opisuju građu tijela, a procjenjuju se na osnovu morfološke antropometrije, metode koja obuhvaća mjerenje ljudskog tijela te obradu i proučavanje dobivenih mjera (Mišigoj-Duraković, 2008.). Morfološke karakteristike se mijenjaju s obzirom da tijelo raste i da se razvija pod utjecajem brojnih vanjskih (egzogenih) i unutarnjih (endogenih) čimbenika.

Faktorskim pristupom sa znatnom sigurnošću se može tvrditi da je morfološki prostor u suštini četvorodimenzionalan, a to znači da se može govoriti o modelu strukture morfoloških karakteristika, koji se sastoji od sljedeća četiri morfološka faktora:

L – longitudinalna dimenzionalnost skeleta, odgovoran za rast kostiju u dužinu,

T – transverzalna dimenzionalnost skeleta, odgovoran za rast kostiju u širinu,

V – volumen i masa tijela, odgovoran za ukupnu masu i obime tijela, i

M – potkožno masno tkivo, odgovoran za ukupnu količinu masti u organizmu (Malacko i Rađo, 2004).

Kako bi se mogućnost pogreške smanjila na minimum, mjerenje se provodi uvijek u isto doba dana, mjeri isti ispitivač, s istim mjernim instrumentima, na isti način mjerenja (Mišigoj-Duraković, 2008).

Morfološke karakteristike vaterpolista se razlikuju ovisno o tipu vaterpolista koji često odlučuje i o njihovoj igračkoj poziciji u ekipi. U novijim istraživanjima morfološke strukture i građe vaterpolista prepoznata su četiri različita tipa vaterpolista. Prvi tip definiran je visokim projekcijama svih antropometrijskih varijabli, a po smislu opisuje generalni rast i razvoj vaterpolista. Riječ je o visokim igračima, velike tjelesne mase s obrnuto proporcionalnom količinom potkožnoga masnog tkiva. Drugi tip vaterpolista karakterizira relativno mala visina, naglašena količina potkožnoga masnog tkiva na svim regijama, koji konstitucijom sliči pikničkom tipu po Kretschmeru. Radi se o igračima koji su ispodprosječno longitudinalno dimenzionirani, ali imaju masu koja im je neophodna za uspješno obavljanje zadataka u igri koje ostvaruju na račun nadprosječne količine potkožnoga masnog tkiva u svim regijama. Odlike su trećeg tipa vaterpolista relativno duži ekstremiteti, višak potkožnoga masnog tkiva na rukama i gornjoj regiji trupa, tanke i slabo muskulozne ruke i noge, što bi bile karakteristike gracilne građe nekako netipične za vaterpoliste. Četvrti dobiveni tip definiran je ispodprosječnom longitudinalnom dimenzionalnošću skeleta i njoj proporcionalnoj transverzalnoj dimenzionalnosti skeletalnog sustava, dakle nizak igrač, a uz to i male mase. Takav tip igrača sklon je gomilanju potkožnoga masnog tkiva na nadlaktici i na potkoljenici. Tako dobiveni rezultati osnova su za primarnu selekciju i sportsko usmjeravanje, odnosno specijalizaciju (Lozovina V i Pavicic, 2004; Lozovina, Đurović i Katić, 2009; Malina, Bouchard, 1991).

1.3. Motoričke sposobnosti

Motoričke sposobnosti može se definirati kao latentne motoričke strukture koje su odgovorne za beskonačan broj manifestnih reakcija i mogu se izmjeriti i opisati (Findak, 1999). Milanović (2013) navodi podjelu motoričkih sposobnosti na kvalitativne i kvantitativne motoričke sposobnosti. U kvantitativne motoričke sposobnosti ubrajaju se četiri temeljne sposobnosti, a to su jakost/snaga, brzina, izdržljivost i fleksibilnost, kao i njihove izvedenice, eksplozivna snaga, brzinska izdržljivost i druge. Obilježja kvantitativnih motoričkih sposobnosti jesu da se one mogu izraziti jednostavnim veličinama (N, m, m/s). Kretanje se mogu izvoditi različitim intenzitetom (jačina ili brzina podražaja) ili ekstenzitetom (trajanje ili broj ponavljanja) u trenažnom ili natjecateljskom procesu (Milanović, 2013). Trumbić (2010) opisuje čimbenike fizičke pripreme kojima se direktno utječe na razvoj kondicijske pripreme vaterpolista, definirane i poredane na sljedeći način: izdržljivost, brzina, brzinska izdržljivost, snaga, fleksibilnost, koordinacija, spretnost i agilnost.

Izdržljivost dijeli na opću i specifičnu. Izdržljivost ovisi u prvom redu o kvaliteti i sposobnosti svih organa i sustava u organizmu igrača:

- sposobnostima središnjeg živčanog sustava
- srčano-žilnom sustavu
- dišnom sustavu

U drugom redu izdržljivost ovisi o otpornosti i sposobnosti organizma igrača na izmjenu mliječne kiseline i ostalih štetnih tvari koje se razvijaju u mišićima za vrijeme vaterpolo aktivnosti. Navodi kako razvojem izdržljivosti razvijamo „ekonomičnost pokreta“, a radi se o prilagodbi organizma na sve bolje iskorištavanje raspoložive energije i rezerve u organizmu. U procesu treninga aerobnim i anaerobnim aktivnostima razvijamo i unapređujemo opću i specifičnu izdržljivost.

Brzinu u vaterpolu definira kao:

- vrijeme potrebno za koordinaciju pokreta zgloba ili cijelog tijela
- sposobnost ubrzanja i kretanja velikom brzinom na kratkim udaljenostima do 15 m
- silu eksplozivnosti – brzina na kraćim udaljenostima, do 10 m
- sposobnost održavanja brzine, tijekom vremenskih razdoblja dužih od 10-15 sekundi, odnosno sposobnost izvođenja serije intenzivnih aktivnosti s nepotpunim razdobljem oporavka

Brzinu u vaterpolu dijeli na:

- brzinu nogu i ruku
- brzinu reagiranja za vrijeme igre
- brzinu kretanja u igri
- brzinu izvođenja različitih tehničko-taktičkih elemenata u igri

U treningu brzine naglašava važnost dobrog razgibavanja i zagrijavanja, kao i da se trenira dok su igrači svježiji uz potpuni oporavak prije početka druge vježbe ili serije. Brzinu se može trenirati bez dodatnog otpora i s otporom.

Brzinsku izdržljivost definira kao dio specifične izdržljivosti od 92-99% intenziteta s preko 180 otkucaja srca u minuti, s odmorima različitog trajanja, što ovisi i o duljini trajanja vježbe, a za vrijeme odmora puls ne smije pasti ispod 140-150 otkucaja u minuti. Ona je važna za brzu i atraktivnu igru, za pojedinačno i ekipno nadigravanje s protivnikom u svim fazama vaterpolske igre. Taj čimbenik je važan i za postizanje i održavanje vrhunske forme igrača. Posjedovanje brzinske izdržljivosti u igrača direktno utječe na kvalitetu igre.

Snagu dijeli na:

- opću i specifičnu
- statičnu i dinamičnu, odnosno izometričku i izotoničku

U treningu na suhom i u vodi naglasak je na razvoju i podizanju opće snage igrača. Sa specifičnim vježbama i tehničko-taktičkim elementima, naglasak je na razvoju specifične dinamičke snage igrača. Za vaterpolsku igru važna je dinamička snaga eksplozivnog tipa. U planiranju vježbi snage potrebno je optimalno dozirati opterećenja, između ostalog i zbog toga što neprestano treba voditi računa da igrači s vježbama snage ne izgube potreban osjećaj za loptu i koordinaciju pokreta.

Fleksibilnost definira kao radijus pokreta zglobova ili skupine zglobova, a *koordinaciju* kao mogućnost usklađivanja mišićne aktivnosti kako bi se izveo pokret u pravom trenutku s odgovarajućom brzinom i intenzitetom. *Spretnost* definira kao sposobnost postizanja najboljih rezultata u najkraćem vremenu, ekonomično i efikasno.

Agilnost je definirana kao mogućnost brzog kretanja i zaustavljanja te promjene smjera tijekom kretanja. To je tjelesna kvaliteta koja se očituje u okretnosti, brzini, fleksibilnosti, snazi i koordinaciji.

Nadalje, navodi kako se svi ti čimbenici razvijaju i kvalitetno unapređuju treningom na suhom i u vodi, u svim dobnim skupinama, i direktno utječu na razinu igre (Trumbić, 2010). Navedenim čimbenicima svakako bi trebalo dodati i preciznost. Preciznost je sposobnost efikasnog pogađanja vanjskog objekta vođenim i/ili izbačenim projektilom. U vaterpolu, istodobno se manifestira preciznost ciljanja i gađanja. Vaterpolist prvo mahanjem s loptom na ruci cilja određeni dio gola, a onda tom loptom gađa željeni dio gola (Sekulić, Metikoš, 2007).

1.4. Dosadašnja istraživanja

Šimenc i sur. (1999) analizirali su pozicije igrača u vaterpolu na temelju procjene nekih antropometrijskih karakteristika. Utvrdili su da vaterpolisti trebaju imati: visoku razinu koordinacije, preciznosti, brzine reakcije, frekvencije pokreta, brzine jednog pokreta, eksplozivne snage, repetitivne snage, agilnosti, anaerobnoga nelaktatnog i anaerobnog laktatnog kapaciteta na svim pozicijama u igri; visoku razinu apsolutne snage za vratara, vanjskog igrača, centra i beka; srednje visoku razinu fleksibilnosti i anaerobnog kapaciteta za sve igračke pozicije; srednju razinu ravnoteže za sve pozicije; srednju razinu statičke snage za pozicije centra i beka te nisku razinu za pozicije vratara, vanjskih igrača i krila; srednju razinu transversalne dimenzionalnosti skeleta i volumena tijela za igrače na pozicijama centra i beka, dok za igrače na pozicijama vratara, krila i vanjskog igrača nisku razinu transversalne dimenzionalnosti skeleta i nisku negativnu razinu volumena i mase tijela; nisku negativnu razinu potkožnoga masnog tkiva za igrače na pozicijama centra i beka te srednje negativnu razinu za igrače na pozicijama vratara, krila i vanjskog.

Lozovina i Pavičić (2004) proveli su istraživanje sa ciljem utvrđivanja razlika u antropometrijskim parametrima, potkožnom masnom tkivu, indeksu tjelesne mase i tjelesne gustoće kao pokazateljima sportski specifičnih antropometrijskih karakteristika dviju generacija vaterpolista. Istraživanjem je bilo obuhvaćeno 160 vrhunskih hrvatskih vaterpolista. U generaciji rođenih 1980. godine je bilo 95 igrača (71,9 % od tadašnjeg ukupnog broja vaterpolista) starosti između 18 i 32 godine, a u generaciji rođenih 1995. godine bilo je 65 igrača (50 % od tadašnjeg ukupnog broja vaterpolista) starosti između 19 i 29 godina. Mjerene su 23 antropometrijske mjere koje opisuju ljudsko tijelo u pet dimenzija i to: longitudinalnoj dimenzionalnosti, opsezima, dijametrima, potkožnom masnom tkivu i masi. Rezultatima tog istraživanja utvrđeno je postojanje razlika u antropometrijskim mjerama između dviju generacija i to pozitivan trend razlika u longitudinalnoj dimenzionalnosti, a negativni u

mjerama gustoće. Najveće razlike zapažene su u porastu u visinu i smanjenju tjelesne gustoće, dok u tjelesnoj masi nije bilo razlika. Autori tog rada zaključili su kako su se antropometrijske karakteristike vrhunskih hrvatskih vaterpolista značajno promijenile tijekom analiziranih 15 godina. Tjelesni oblik mijenjao se u smjeru povećanja visine i dužine ekstremiteta, s manjim opsegom struka i većom širinom ramena. Pritom je pokazano da je tjelesna masa ostala nepromijenjena, a udio mišića i masti se povećao u korist mišića (Lozovina i Pavičić, 2004).

Lozovina, Pavičić i Lozovina (2003) istražuju razlike između igračkih pozicija u okomitom i vodoravnom položaju tijekom utakmice. Aktivnost igrača se bilježila količinom i intenzitetom kretanja, odnosno bilježila se učestalost pojavljivanja i količina prijednog prostora za igru, izraženo u metrima. Za procjenu okomite komponente su se mjerile: dvoboj te igra s igračem više i s igračem manje. Teški braniči, krilni igrači i napadači se statistički značajno ne razlikuju u vremenu provedenom u igri s igračem više/manje, ukupnom broju akcija te svim plivanjima svim intenzitetima. Svi ti parametri ih statistički značajno razlikuju od lakih braniča i centara. Zajedničko svim pozicijama je ukupna količina plivanja i dionice laganog plivanja u tome okviru.

Dopsaj i Aleksandrović (2009) pokušali su definirati osnovne antropometrijske značajke vrhunskih srpskih vaterpolista ovisno o njihovim igračkim pozicijama. U istraživanju je sudjelovao 31 vaterpolist i svi su bili pripadnici srpske nacionalne vrste te su bili grupirani ovisno o igračkoj poziciji: vratari (n=6), vanjski igrači (n=13), bekovi braniči (n=6), i centri napadači (n=6). Za procjenu osnovnih antropometrijskih varijabli korištene su sljedeće: visina igrača (cm), tjelesna masa (kg), indeks tjelesne mase (kg/m^2) i ukupan volumen tijela (cm^3). Rezultati su pokazali da između testiranih varijabli ovisno o pozicijama postoje statistički značajne razlike u težini, visini i volumenu tijela. Generalno govoreći, autori rada su zaključili da je potrebno odabirati više igrača, dok se težina i indeks tjelesne mase mogu formirati tijekom posljednje faze rasta (18-20 godina starosti), čak i u seniorskom uzrastu.

Popo, Đedović, Čolakhodžić i Novaković (2015) rade studiju kojom žele utvrditi razlike u funkcionalnim sposobnostima u juniora vaterpolske Jadranske lige te ih klasificirati prema pozicijama u igri. Mjerili su se vitalni kapacitet pluća, forsirani ekspiracijski volumen, frekvencija srca u mirovanju, koncentracija laktata nakon isplivanih 400 metara kraul i koncentracija laktata nakon 100 metara kraul. Uzorak je bio sačinjen od 104 ispitanika. Studija nije pokazala statistički značajnu razliku između igrača na različitim igračkim pozicijama.

2. Ciljevi i hipoteze

Cilj ovog istraživanja bio je usporediti antropometrijska obilježja i specifične funkcionalne plivačke kapacitete / sposobnosti mladih vaterpolista koji su bili polaznici kampova HVS-a prema kriteriju uspješnosti – igrači koji su nastupili i koji danas igraju prvu Hrvatsku vaterpolsku ligu i oni koji nisu došli do te faze sportskog razvoja.

Hipoteza ovog istraživanja bila je da su igrači koji danas igraju prvu Hrvatsku vaterpolsku ligu bili bolji u antropometrijskim i funkcionalnim kapacitetima još u razvojnim fazama, u dobi kada su polazili razvojne i selektivne kampove HVS-a, u odnosu na one igrače koji su u toj dobi bili perspektivni, ali nisu dosegli razinu igranja seniorskog vaterpola.

3. Metode istraživanja

3.1. Uzorak ispitanika

U istraživanje je uključeno 89 ispitanika, mladih vaterpolista u dobi od 14 godina koji su bili polaznici kampa HVS-a, što je završna selekcija. Iz istraživanja su isključeni ispitanici koji nisu pristupili svim plivačkim testovima i vratari, zbog malog broja i različitih plivačkih testova koji se uobičajeno provode za vratare. Svi igrači uključeni u istraživanja bavili su se natjecateljskim vaterpolom najmanje dvije godine, uz pet treninga tjedno, u trajanju od oko dva sata i igrali su najviši rang natjecanja za njihovu dob, uz 20 do 30 utakmica godišnje.

Ispitanici su za potrebe ovog istraživanja podijeljeni u dvije skupine, prema kriteriju natjecateljskog uspjeha igranja vaterpola u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi, što čini najviši rang domaćeg natjecanja, Prvenstvo Hrvatske za seniore (muškarci), na one koji igraju (G1) i one koji ne igraju prvu Hrvatsku vaterpolsku ligu (G2), a trenutna kronološka dob ispitanika je od 18 do 21 godine.

3.2. Protokol istraživanja

Kampovi HVS-a održavaju se u kontinuitetu zadnjih 10 godina, a organizira ih glavni trener – voditelj kampova HVS-a. U radu kampova sudjeluje 8 do 12 licenciranih vaterpolskih trenera koji sudjeluju u svim aktivnostima kako bi osigurali stručni nadzor treninga. Traju četiri dana i uključuju sedam specifičnih tehničko-taktičkih treninga prilagođenih razvojnoj fazi

igrača polaznika kampa. Kampovi se organiziraju tijekom školskih praznika ili tijekom ljetnih mjeseci, tri godine za redom počevši za igrače od 12 godina, što predstavlja inicijalnu selekciju, do 14 godina, što je završna selekcija, nakon čega izbornik nacionalne reprezentacije bira igrače koji su na širem popisu za reprezentaciju U15. Izbor je obično zasnovan na osobnom odabiru izbornika, ali i na rezultatima mladih igrača koje su postigli u kampovima, što daje selektivni karakter završnom kampu igrača u dobi od 14 godina. Testiranja za ovo istraživanje provela su se od sezone 2017./2018. do 2019./2020 (Kovačević, N, 2021).

3.3. Mjerenja i varijable

Antropometrijske varijable mjerile su se prvog dana boravka mladih vaterpolista u završnom kampu HVS-a, za što se koristio stadiometar i digitalna vaga, a ispitanici su nosili samo kupaće gaćice. Indeks tjelesne mase izračunat je kao tjelesna masa (kg) podijeljeno s kvadratom tjelesne visine (m^2). Krojačkim metrom mjereni su opseg prsa, struka, trbuha i kukova iz čega je izračunat omjer struka i bokova koji se računa kao opseg struka podijeljeno s opsegom bokova.

Tjelesna visina – VISTIJ

Mjerila se stadiometrom. Ispitanik je stajao na ravnoj podlozi, s težinom raspoređenom jednako na obje noge. Ramena su bila relaksirana, pete skupljene, a glava postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale, što znači da je zamišljena linija koja spaja donji rub lijeve orbite i tragus heliksa lijevog uha u vodoravnom položaju. Vodoravni krak stadiometra spuštao se do tjemena glave (točka vertex) tako da je čvrsto prijanjao, ali bez pritiska. Mjerila se u centimetrima, s točnošću od 0,1 cm.

Tjelesna masa – TEZTIJ

Mjerila se decimalnom vagom s pomičnim utegom, dok je ispitanik stajao na vagi obučen u kupaće gaćice. Mjerila se u kilogramima s točnošću od 0,1 kg.

Indeks tjelesne mase – ITM

Izračunat je kao omjer između tjelesne mase (kg) i kvadratom tjelesne visine izražene u metrima (m^2).

Opseg prsnog koša – OPPK

Mjerio se centimetarskom vrpcom s prednje strane dok je ispitanik stajao uspravno, ruke su bile opružene, relaksirane. Vrpca se polaže u visini mamila. Mjerenje se provodi na kraju

normalnog ekspirija. Mjeri se u centimetrima s točnošću od 0,1 cm. Centimetarska vrpca postavlja se u pazušne jame.

Opseg struka – OPS

Mjerio se centimetarskom vrpcom. Vrpca se polaže na najužem mjestu iznad umbilikusa (obično 2-3 prsta iznad pupka) u vodoravnoj liniji.

Opseg trbuha – OPT

Mjerio se centimetarskom vrpcom dok je ispitanik stajao s opruženih ruku, relaksiran. Vrpca se polaže u visini umbilikusa (pupka) u vodoravnoj liniji.

Opseg kukova – OPK

Mjerio se centimetarskom vrpcom na mjestu najvećeg opsega u području kukova ili bedara u stojećem položaju.

Omjer struka i bokova – WHR (engl. *waist to hip ratio*)

Određuje se iz omjera opsega struka i opsega kukova. Taj indeks definira pretilost s obzirom na raspodjelu potkožne masti.

Specifični funkcionalni plivački testovi bili su 25 m kraul (osnovna brzina), 50 m kraul (anaerobni kapacitet), 100 m kraul (anaerobni kapacitet), 400 m kraul (aerobni kapacitet) i 25 m vođenje lopte (specifična brzina). Prije testiranja svi ispitanici proveli su 15-minutni postupak zagrijavanja, koji se sastojao od zagrijavanja na suhom i 10-15 minuta plivanja, koristeći različite tehnike plivanja. Testiranja su provedena u skupinama od osam ispitanika, svaki u svojoj plivačkoj pruzi, u 25-metarskom bazenu, a vrijeme plivanja mjereno je digitalnom štopericom (Longines, Saint-Imier, Švicarska). Ispitanici su kretali na zvučni signal zviždaljkom iz vode. Bilo im je dozvoljeno odguravanje nogama od zida na startu i nakon okreta, ali plivački okret nije bio dozvoljen nego su trebali rukom dotaknuti zid, okrenuti se i nastaviti plivati. Za 25 m vođenje lopte dobili su upute da plivaju s loptom od zida do zida (25 m) bez bacanja lopte, samo gurajući je tijelom i na kraju dodirujući zid jednom rukom. Prije testiranja dobili su upute da plivaju svojom maksimalnom brzinom tijekom svih testova. Testiranje je provedeno tijekom četiri dana: prvi dan 400 m kraul, drugi dan 25 m kraul i 25 m vođenje lopte, treći dan 50 m kraul i četvrti dan 100 m kraul. Svi testovi provodili su se kroz jutro, od 9:00h do 11:00h, kako bi se izbjeglo dnevne varijacije. Sva mjerenja provodili su isti treneri – istraživači.

3.4. Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka provedena je uz korištenje statističkog paketa MedCalc za Windows, verzija 19.4. (MedCalc SoftWare, Ostend, Belgija). Vrijednosti kontinuiranih varijabli prikazane su kao srednja vrijednost $\pm$ standardna devijacija ili kao medijan i interkvartilni raspon, a kategorijske varijable prikazane su kao cijeli broj i postotak. Za procjenu prikladnosti distribucije unutar ispitivane skupine korišten je Kolmogorov-Smirnov test. Za usporedbu između kontinuiranih varijabli, antropometrijskih karakteristika i specifičnih funkcionalnih plivačkih kapaciteta mladih vaterpolista s obzirom na kriterij uspješnosti igranja vaterpola (G1 vs. G2) korišten je *t*-test za nezavisne uzorke. Dodatno, Pearsonov koeficijent korelacije koristio se za procjenu povezanosti kriterija uspješnosti igranja vaterpola, antropometrijskih karakteristika i rezultata specifičnih funkcionalnih plivačkih testova mladih vaterpolista. Razina statističke značajnosti postavljena je na $P<0,05$.

4. Rezultati

U ovo presječno istraživanje uključeno je 89 ispitanika – mladih vaterpolista polaznika završnog kampa HVS-a, u dobi od 14 godina. Ispitanici su prema kriteriju uspješnosti igranja vaterpola podijeljeni u one koji su tijekom protekle 3 vaterpolske sezone 2021/2022, 2022/2023 i 2023./2024. igrali u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi (G1) (n=50, 56,2%) i one koji nisu (G2) (n=39, 43,8%). Prosječna dob ispitanika iz skupine G1 bila je $20,12 \pm 0,80$ godina, a iz G2 $20,03 \pm 0,87$ godina ($P=0,597$). U Tablici 1 prikazane su antropometrijska obilježja i rezultati specifičnih plivačkih testova čitavog uzorka.

Tablica 1. Antropometrijska obilježja i rezultati specifičnih plivačkih testova svih ispitanika

	Varijable	Ispitanici n=89
Antropometrijska obilježja	Tjelesna visina (cm)	$176,77 \pm 6,36$
	Tjelesna masa (kg)	$68,04 \pm 9,22$
	ITM (kg/m^2)	$21,74 \pm 2,48$
	Opseg prsnog koša (cm)	$90,34 \pm 6,07$
	Opseg struka (cm)	$75,37 \pm 5,70$
	Opseg trbuha (cm)	$78,48 \pm 5,70$
	Opseg bokova (cm)	$84,99 \pm 7,06$
	WHR	$0,89 \pm 0,06$
Specifični plivački testovi	Kraul, 25 m (s)	$13,93 \pm 1,04$
	Kraul, 50 m (s)	$30,96 \pm 1,77$
	Kraul, 100 m (s)	$68,84 \pm 4,25$
	Kraul, 400 m (s)	$325,27 \pm 28,89$
	Vođenje lopte, 25 m (s)	$14,79 \pm 1,03$

Vrijednosti su prikazane kao cijeli broj i postotak.

ITM – indeks tjelesne mase; WHR – omjer struka i bokova.

Ispitanici koji su nastupali u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi (G1) nisu se razlikovali u antropometrijskim obilježjima od onih koji nisu (G2), ali su imali značajno bolje rezultate specifičnih plivačkih testova u dobi od 14 godina, što je prikazano u Tablici 2.

Tablica 2. Usporedba antropometrijskih obilježja i specifičnih plivačkih testova između ispitanika koji igraju i onih koji ne igraju prvu Hrvatsku vaterpolsku ligu

	Variable	G1 n=50	G2 n=39	P
Antropometrijska obilježja	Tjelesna visina (cm)	177,31±6,40	176,08±6,26	0,370
	Tjelesna masa (kg)	68,96±9,63	66,87±8,53	0,294
	ITM (kg/m ²)	21,88±2,39	21,57±2,58	0,563
	Opseg prsnog koša (cm)	91,04±6,23	89,44±5,74	0,221
	Opseg struka (cm)	75,90±6,23	74,69±5,45	0,327
	Opseg trbuha (cm)	79,10±7,01	77,69±6,95	0,354
	Opseg bokova (cm)	85,48±7,15	84,36±6,89	0,463
	WHR	0,89±0,06	0,88±0,05	0,925
Specifični plivački testovi	Kraul, 25 m (s)	13,76±1,00	14,14±1,06	<0,001
	Kraul, 50 m (s)	30,71±1,57	31,27±1,94	<0,001
	Kraul, 100 m (s)	67,84±3,54	70,10±4,71	<0,001
	Kraul, 400 m (s)	318,68±14,34	333,72±38,92	<0,001
	Vođenje lopte, 25 m (s)	14,65±0,96	14,97±1,09	0,282

Vrijednosti su prikazane kao cijeli broj i postotak.

G1 – igrači koji su ITM – indeks tjelesne mase; WHR – omjer struka i bokova.

* *t* test za nezavisne uzorke; P < 0.05.

Antropometrijska obilježja, tjelesna masa i tjelesna visina ispitanika pokazale su snažnu korelaciju s rezultatima svih provedenih specifičnih plivačkih testova, što je prikazano u Tablici 3, dok je kriterij uspješnosti igranja vaterpola pokazao značajnu povezanost samo s rezultatima specifičnih plivačkih testova 100 m kraul ($r=0,265$, $P=0,013$) i 400 m kraul ($r=0,258$, $P=0,105$) (Tablica 3).

Tablica 3. Pearsonov koeficijent korelacije između rezultata specifičnih plivačkih testova, antropometrijskih obilježja i kriterija uspješnosti igranja vaterpola mladih vaterpolista polaznika završnog kampa HVS-a

	Tjelesna visina (cm)		Tjelesna masa (kg)		Uspješnost (G1 / G2)	
	r	P	r	P	r	P
Kraul, 25 m (s)	0,721	<0,001*	0,431	<0,001*	0,183	0,088
Kraul, 50 m (s)	0,782	<0,001*	0,490	<0,001*	0,142	0,158
Kraul, 100 m (s)	0,751	<0,001*	0,440	<0,001*	0,265	0,013*
Kraul, 400 m (s)	0,666	<0,001*	0,455	<0,001*	0,258	0,015*
Vođenje lopte, 25 m (s)	0,711	<0,001*	0,433	<0,001*	0,156	0,146
Tjelesna masa (kg)					-0,112	0,294
Tjelesna visina (cm)					-0,096	0,370

Uspješnost – igrali u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi – G1; nisu igrali u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi – G2.

*Pearsonov koeficijent korelacije; značajna korelacija između varijabli, $P < 0.05$.

5. Rasprava

Glavni cilj ovog istraživanja bio je usporediti antropometrijska obilježja i specifične funkcionalne plivačke kapacitete / sposobnosti mladih vaterpolista koji su bili polaznici kampova Hrvatskog vaterpolskog saveza koji su igrali prvu Hrvatsku vaterpolsku ligu i onih koji nisu došli do te faze sportskog razvoja. Specifične plivačke sposobnosti, 400 m kraul koja procjenjuje aerobni kapacitet i 100 m kraul koja procjenjuje anaerobni kapacitet, značajni su prediktori uspješnosti igranja u prvoj Hrvatskoj vaterpolskoj ligi. Drugo, igrači koji igraju prvu Hrvatsku vaterpolsku ligu pokazali su bolje rezultate na svim plivačkim testovima od onih koji ne igraju, osim u specifičnom plivačkom testu 25 m vođenje lopte.

Vaterpolo je vrlo zahtjevan sport sa značajnom anaerobnom potrošnjom energije, pri čemu razina laktata varira tijekom utakmice od 5,3 do 11,2 mmol, ovisno o igračkoj poziciji (Smith, 1998). Sekulić i sur. (2016) pokazali su povezanost između anaerobnog kapaciteta i uspješnosti vaterpolista. Novije studije ističu da nema razlike u anaerobnoj potrošnji igrača u obrani i u napadu u razini laktata koja varira od 4,5 to 6,4 mmol (Sekulić i sur., 2016). U obrambenim zadacima pozornost je na anaerobnoj izdržljivosti, osobito „s igračem manje“. Na primjer, nakon izbačaja, igrač je isključen na 20 sekundi. Tada protivnička ekipa ima igrača više i napad. Obrana se tada treba preformirati kako bi pokrili igrače bliže голу. Stoga su tada važne obrambene sposobnosti svih igrača koji trebaju pokriti veći dio terena s obzirom da ih je manje. Tijekom takve situacije igrači nemaju vremena za odmor između intenzivnih segmenata igre te dolazi do izražaja njihova anaerobna izdržljivost.

Efikasna tranzicija između obrambenih i napadačkih zadataka je jedan od najvažnijih elemenata vaterpolske igre. Za napadače je iznimno važna brzina plivanja kako bi stekli prednost u odnosu na protivnika, dok to nije toliko važno za obrambene igrače (Lozovina i Pavičić, 2004). To je osobito vidljivo kada se dogodi izgubljena lopta, faul u napadu, obrambeni blok ili obrana golmana. U takvim situacijama napadač treba brzo reagirati i plivati u obrambenu poziciju. Tada napadači trebaju brzo promijeniti poziciju tijela i smjer plivanja te plivati u obranu maksimalnom brzinom. Ako igrač nema sposobnost brze promjene smjera tijela od onoga prema protivničkom голу ka onom prema svom голу, tada plivačka brzina neće doći do izražaja. Promjena smjera tijekom plivanja je vrlo zahtjevna i relativno spora u odnosu na takve pokrete na tlu. Ipak, kada je takva tranzicija potrebna, obrambeni igrač koji treba krenuti u napad je u boljoj poziciji ako ima dobre plivačke sposobnosti. Osim plivanja za dobru tranziciju iz obrane u napad igrači s boljim psihomotornim sposobnostima i kognitivnom

fleksibilnosti će lakše izvesti takve radnje. Ranije studije su pokazale da su dobri obrambeni igrači razvili drugačije strategije u igri, s obzirom na njihovu poziciju (Popo i sur., 2015; Šimenc, 1999). Za rano prepoznavanje talentiranih igrača i njihov razvoj u budućnosti bi bilo dobro provoditi kognitivna testiranja igrača, osobito s obzirom na njihovu poziciju u igri (Falk, Lidor, Lander i Lang, 2004; . Kovačević i sur. pokazali su da su igrači U15 reprezentacije imali bolje kognitivne funkcije (psihomotornu brzinu, inhibiciju, motornu brzinu i kognitivnu fleksibilnost) od igrača koji su bili odabrani za završni U14 kamp HVS-a, ali nisu bili u sastavu U15 reprezentacije, kao i funkcionalne plivačke sposobnosti (Kovacevic, Mihanovic, Lusic Kalcina, Hrbic, Poklepovic Pericic, Matijas, Galic, 2023). Takva saznanja mogla bi se koristiti u planiranju treninga kao i u odabiru igrača za određene pozicije. Stoga su rezultati ovog istraživanja upotpunili dosadašnja znanstvena saznanja o antropometrijskim karakteristikama i funkcionalnim sposobnostima mladih igrača vaterpola (Falk i sur., 2004; Kondrič, Uljević, Gabrilo, Kontić, Sekulić, 2012). Dodatno, pokazana je razlika između igrača koji igraju prvu Hrvatsku vaterpolsku ligu i onih koji ne igraju u funkcionalnim sposobnostima, iako su svi oni u dobi od 14 godina bili odabrani u kampove kao talentirani igrači.

Postoje i neka ograničenja ovog istraživanja. Trebalo bi napraviti istraživanje s većim brojem igrača na određenim pozicijama kako bi se potvrdilo njihove razlike u antropometrijskim karakteristikama i motoričkim sposobnostima. Buduće studije trebale bi pratiti igrače za bolje razumijevanje njihovih osobina i doprinosa istih u razvoju vrhunskih vaterpolista, kao i za usporedbu s djecom koja se ne bave sportom.

6. Zaključak

Istraživanje je provedeno s ciljem utvrđivanja morfoloških karakteristika i funkcionalnih sposobnosti mladih vaterpolista. Dobiveni podaci obrađeni su standardnim deskriptivnim postupcima, kako bi se odredile funkcije njihovih distribucija i osnovni statistički parametri tih funkcija. Ostvareni rezultati mogu se usporediti s podacima koji su dobiveni na populaciji dječaka iste starosne dobi iz drugih sportova, kao i s podacima netrenirane populacije njihovih vršnjaka. Rad može dati dobre smjernice trenerima kako bi kreirali svoje programe treninga, kao i olakšati im postupak selekcije djece za natjecateljski sport, prvenstveno vaterpolo, ali podaci u radu mogu se koristiti i kako bi se uspoređivale ostale skupine sportaša, kao i populacije djece koje se ne bave organiziranim sportskim aktivnostima.

7. Literatura

- Bauer, D. (2010). Stoljeće hrvatskog vaterpola. Zagreb: Hrvatski vaterpolski savez.
- Bompa, T. O. (2005). Cjelokupan trening za mlade pobjednike. Zagreb: GOPAL d.o.o.
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., Platanou, T. I. (2015). Physiological responses of water-polo players under different tactical strategies. *J Sports Sci Med*, 14(1), 84-90.
- Curiš, Z. (1988). *Relacije između nekih općih i specifičnih motoričkih sposobnosti kod vaterpolista pionirskog uzrasta*. (diplomski rad). Fakultet za fizičku kulturu, Sveučilište u Zagrebu.
- Dal Monte, A. (1983). La valutazione funzionale dell'atleta. Firenca: Manuali Sansoni.
- Dopsaj, M., Aleksandrovic, M. (2009). Basic anthropomorphological characteristics of elite senior Serbian water polo players according to field position. *International Journal of Fitness*, 5(2), 47-57.
- Doroslovac, K. (2021). *Ozljede ramena kod sportaša vaterpolista u periodu polusezone*. (diplomski rad). Split: Sveučilišni odjel zdravstvenih studija, Sveučilište u Splitu.
- Falk, B., Lidor, R., Lander, Y., Lang, B. (2004). Talent identification and early development of elite water-polo players: a 2-year follow-up study. *Journal of Sports Sciences*, 22(4), 347-355.
- FINA Water Polo Rules 2022-2024. World Aquatics, 2022. Dostupno na: https://resources.fina.org/fina/document/2023/02/03/7935d035-dbd4-43f3-96b5-e40cb355dd84/221230-CLEAN-2022-2024_WP_Rules-Integration_diagrams-002-.pdf.
- Findak, V. (1995). Metodika tjelesne i zdravstvene kulture u predškolskom odgoju. Zagreb: Školska knjiga.
- Franić, M., Ivković, A., Rudić, R. (2007). Injuries in Water Polo. *Croatian Medical Journal*, 48, 281-288.
- Hraste, M. (2001). Utjecaj programiranog treninga na promjene u motoričkim sposobnostima mladih vaterpolista. U: Findak, V (ur.). *Zbornik radova 10. ljetne škole pedagoga fizičke kulture Republike Hrvatske* (str. 117-119). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
- Hraste, M. (2010). *Konstrukcija i evaluacija ekspertnog sustava za procjenu stvarne kvalitete vaterpolista*. (doktorska disertacija), Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu.
- Hraste, M. (2019). Priručnik iz kolegija Teorija i metodika vaterpola. Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu.

- Hraste, M. (2021). Vaterpolo. Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu.
- Hraste, M., Dizdar, D., i Trninić, V. (2010). Empirical Verification of the Weighted System of Criteria for the Elite Water Polo Players Quality Evaluation. *Collegium Antropologicum*, 34(2), 473-479.
- Kondrič, M., Uljević, O., Gabrilo, G., Kontić, D., Sekulić, D. (2012). General anthropometric and specific physical fitness profile of high-level junior water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 32, 157-165.
- Kovačević, N. (2012). Intenzifikacija energetskeg treninga u vaterpolu. U: Findak, V (ur.), *Zbornik radova 21. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske* (str. 292-297). Poreč: Hrvatski kineziološki savez.
- Kovačević, N. (2021). Metodika obuke mladih vaterpolista. Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu.
- Kovačević, N. (2021). Kampovi HVS-a. U: Kovačević, N (ur.). *Zbornik radova – Priručnik za trenere vaterpola*. (str. 178-188). Split: Grafis.
- Kovacevic, N., Mihanovic, F., Lusic Kalcina, L., Hrbic, K., Poklepovic Pericic, T., Matijas, T., Galic, T. (2023). Influence of cognitive performance and swimming capacities on selection of youth water polo players to national team. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 63(1), 34-41.
- Lozovina, M., Đurović, N., Katić, R. (2009). Position Specific Morphological Characteristics of Elite Water Polo Players. *Collegium Antropologicum*, 33(3), 781-789.
- Lozovina, V., Pavicic, L. (2004). Anthropometric changes in elite male water polo players: survey in 1980 and 1995. *Croatian Medical Journal*, 45(2), 202-205.
- Lozovina, V., Pavičić, L., Lozovina, M. (2003). Analysis of indicators of load during the game in activity of the second line attacker in water polo. *Collegium Antropologicum*, 27(1), 343-350.
- Malacko, J., Rađo, I. (2004). Tehnologija sporta i sportskog treninga. Sarajevo: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
- Malina, R.M, Bouchard, C. (1991). Growth, maturation, and physical activity. Champaign (IL): Human Kinetics Book.
- Meinel, K., Schnabel, G. (2007). Bewegungslehre-Sportmotorik. Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt. Berlin: Meyer und Meyer Verlag.
- Milanović, D. (2013). Teorija treninga. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mišigoj-Duraković M. (2008). Kinantropologija : biološki aspekti tjelesnog vježbanja. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

- Mujika, I., McFadden, G., Hubbard, M., Royal, K. i Hahn, A. (2006). The water-polo intermittent shuttle test: a match-fitness test for water-polo players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 27-39.
- Platanou T. (2004). Time motion analysis of the international level water polo players. *Journal of Human Movement Studies*, 46(4):319-331.
- Popo, A., Đedović, D., Čolakhodžić, E., Novaković, R. (2015). Kvantitativne razlike funkcionalnih sposobnosti vaterpolista klasificiranih prema različitim pozicijama u igri. *Sportski Logos*, 24, 45-51.
- Pyke, F.S., Australian Sports Commission. (2001). Better Coaching. Advanced Coach's Manual. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Sekulic, D., Kontic, D., Esco, M. R., Zenic, N., Milanovic, Z., Zvan, M. (2016). Sport-Specific Conditioning Variables Predict Offensive and Defensive Performance in High-Level Youth Water Polo Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1316-1324.
- Sekulić, D., Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji: Uvod u osnovne kineziološke transformacije. Split: Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
- Smith, H.K. (1988). Applied physiology of waterpolo. *Sports Medicine*, 26(5), 317-334.
- Šimenc, Z., Vuleta, D., Dizdar, D., Kurjaković, K. (1999). Strukturalna analiza pozicija igrača u vaterpolu na temelju procjene nekih antropoloških karakteristika. U: Milanović, D (ur.), *Kineziologija za 21. stoljeće* (str. 229-232). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
- Šparavec, K. (2018). *Najčešće ozljede u vaterpolu - fizioterapijska procjena i intervencija*. (završni rad). Zagreb: Zdravstveno veleučilište.
- Trumbić, I. (2010). Vaterpolo. Zagreb: Hrvatska olimpijska akademija.
- Volčanšek, B. (2002). Bit plivanja. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Vučetić, V (2007). *Razlike u pokazateljima energetske kapaciteta trkača dobivenih različitim protokolima opterećenja*. (doktorska disertacija). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.