

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

JERNEJ STRMECKI

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športno treniranje
Plavanje

DINAMIKA VATERPOLSKIH ŠKARIJ

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

prof. dr. Vojko Strojnik, prof. šp. vzg.

SOMENTOR

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

RECENZENT

doc. dr. Boro Štrumbelj, prof. šp. vzg.

AVTOR DELA
Jernej Strmecki

Ljubljana, 2012

Zahvala

Zahvaljujem se prof. dr. Vojku Strojniku za mentorstvo in koristne nasvete pri diplomskem delu.

Še posebej iskreno se zahvaljujem doc. dr. Igorju Štirnu za vso pomoč pri nastanku diplomskega dela, kot tudi za vso izkazano podporo pri mojem strokovnem delu v športu.

Zahvaljujem se tudi družini, Markotu, Mojci, puncu Klavdiji in hčerki Tinkari, ki ste mi stali ob strani tekom študija, me podpirali in verjeli vame in v moje delo!

Ključne besede: vaterpolo, vaterpolske škarje, specifični motorični testi, zavirano plavanje, skok iz počepa

DINAMIKA VATERPOLSKIH ŠKARIJ

Jernej Strmecki

IZVLEČEK

Namen naloge je bil opredeliti skupino testov za merjenje dinamike vaterpolskih škarij pri vaterpolistih in ugotoviti s katerimi motoričnimi testi lahko kot trenerji natančneje spremljamo sposobnost omenjenega vaterpolskega tehničnega elementa.

V raziskavi je sodelovalo 28 igralcev, ki so bili na širšem spisku slovenske kadetske vaterpolske reprezentance. Na podlagi zastavljenih ciljev smo uporabili skupino motoričnih testov, ki smo jih po večini izvedli v vodi, enega pa na kopnem. Na kopnem smo izvedli test skok iz počepa na tenziometrijski plošči, v vodi pa skok iz osnovnega položaja, skok iz navpičnega položaja (startni položaj z rokami v vzročenu) z izmeničnim in sočasnim škarjastim udarcem, plavanje na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečim startom (roke nevtralizirane z desko), plavanje kravl 2 in 5 metrov z vodnega starta, in test zavirano plavanje (roke nevtralizirane z desko), pri katerem smo merili silo med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, ter največjo silo in sunek sile pri enojnem izmeničnem in sočasnem škarjastem udarcu. Z merjenjem povezanosti med različnimi testi smo želeli ugotoviti, katere teste je potrebno izvajati, da bi lahko opisali dinamiko vaterpolskih škarij in še nekaterih drugih tehničnih elementov (skok iz vode, vodni start). Povezanost med skupino motoričnih testov smo ugotavljali s Pearsonovim koeficientom korelacije. Ugotovili smo, da so s testom skok iz vode iz osnovnega položaja in plavanjem z vodnega starta, bolj povezane spremenljivke izmeničnih kakor sočasnih škarjastih udarcev, izmerjene pri zaviranem plavanju. Slednje so tudi bolj povezane s plavanjem iz vodnega starta na krajši kakor daljši razdalji. Plavanje z vodnega starta pa je statistično značilno povezano s skokom iz vode iz osnovnega položaja. Pričakovali smo povezanost med plavanjem s škarjastimi udarci in povprečno silo, izmerjeno pri zaviranem plavanju s škarjastimi udarci, vendar povezanosti nismo ugotovili. Spremenljivke izmerjene pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči po večini niso povezane s spremenljivkami iz prostora plavalnih testov in skokov iz vode. Izjemo predstavlja povezanost višine odriva s plavanjem iz vodnega starta na 5 metrov in z višino skoka iz osnovnega položaja, ki smo jo zmanjšali za višino plovnosti.

Na podlagi ugotovitev za merjenje dinamike vaterpolskih škarij predlagamo naslednjo skupino meritev: skok iz vode iz osnovnega položaja, plavanje z vodnega starta na krajši razdalji (2 metra), merjenje višine skoka iz počepa na tenziometrijski plošči, merjenje parametrov sile med zaviranim plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci in pri enojnem škarjastem udarcu.

Key words: water polo, eggbeater kick, eggbeater specific tests, tethered swimming, squat jump

DINAMICS OF THE EGGBEATER KICK

Jernej Strmecki

ABSTRACT

The aim of the study was to identify a group of tests for measuring the dynamics of water polo eggbeater kick and determine which tests can accurately monitor the ability of that water polo technical element.

The study included 28 players, who were on the list for the Slovenian cadet water polo team. Based on the goals, we used a group of motoric tests, which were mostly carried out in the water and one on land. There we carried out a test of a squat jump and in the water in-water vertical jump from basic position, in-water vertical jump (starting position with arms up) with single simultaneously and alternately eggbeater kick, 5 meters swimming with simultaneously and alternately eggbeater kicks, 2 and 5 meters free style swimming from basic position and tethered swimming test (hands neutralized by the board), in which we measured the average force while swimming with alternately and simultaneously eggbeater kicks, and the maximum force and impulse with single alternately and simultaneously eggbeater kick. By measuring the correlations between the different tests we wanted to determine which tests should be performed, in order to describe the dynamics of water polo eggbeater kicks and some other technical elements (jump out of the water, the water start). The relationship between the group of motoric tests was assessed using Pearson's correlation coefficient. We found that the assay in-water vertical jump from basic position and start swimming in the water, has better associated variables with alternately than simultaneously eggbeater kicks measured at tethered swimming. The latter are better associated with swimming from basic position on short less than long distance. Swimming from the basic position (water start) is statistically significantly correlated with jumping out of the water in the base position. We expected the correlation between eggbeater kicks swimming and the force measured by tethered swimming with eggbeater kicks, but connection was not found. The variables measured at the squat jump are generally not related to the variables of space swimming tests and jumps out of the water. An exception is represented by the height achieved at squat jump test with 5 meters swimming from basic position and with the height of the jump from the basic position that we have reduced with the amount of buoyancy.

Upon our findings on measuring the dynamics of eggbeater kicks we suggest the next group of measurements: in-water vertical jump from basic position, swimming from basic position (water start) on shorter destination (2 metres), squat jump height, parameter measuring of between single eggbeater kick and alternately eggbeater kicks at tethered swimming test.

KAZALO

1. UVOD	8
1.1 VATERPOSLKE ŠKARJE Z VIDIKA OSNOV BIOMEHANIKE PLAVANJA	9
1.2 ANALIZA GIBANJA PRI VATERPOLSKIH ŠKARJAH	12
1.3 BIOMEHANSKE ZAKONITOSTI POGOJUJEJO UČINKOVITOST VATERPOLSKIH ŠKARIJ.....	15
1.4 CILJI.....	18
1.5 HIPOTEZE	18
2. METODE DELA	19
2.1 VZOREC MERJENCEV	19
2.2 VZOREC TESTOV IN SPREMENLJIVK	19
2.3 POSTOPEK MERITEV, PRIPOMOČKI IN NAČIN ZAJEMANJA PODATKOV	21
2.3.1 POSTOPEK MERITEV IZVEDENIH NA SUHEM	21
2.3.1.1 Meritve antropometrijskih značilnosti	21
2.3.1.2 Meritve na tenziometrijski plošči.....	21
2.3.2 POSTOPEK MERITEV IZVEDENIH V VODI	22
2.3.2.1 Meritve plavalnih sposobnosti.....	22
2.3.2.2 Meritve skokov iz vode	24
2.3.2.3 Meritve parametrov sile pri zaviranem plavanju.....	25
2.4 METODE OBDELAVE PODATKOV	28
3. REZULTATI	29
3.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI VZORCA IN SPREMENLJIVK ŠKARJASTIH UDARCEV	29
3.2 POVEZANOST MED SPREMENLJIVKAMI, IZMERJENIMI PRI ZAVIRANEM PLAVANJU IN SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA PRI RAZLIČNIH GIBALNIH NALOGAH.....	34
3.2.1 POVEZANOST ABSOLUTNIH VREDNOSTI SPREMENLJIVK, IZMERJENIH PRI ZAVIRANEM PLAVANJU, S SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA	34
3.2.2 POVEZANOST RELATIVNIH VREDNOSTI SPREMENLJIVK, IZMERJENIH PRI ZAVIRANEM PLAVANJU S SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA	36
3.3 POVEZANOST MED SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA, IZMERJENIMI PRI RAZLIČNIH GIBALNIH NALOGAH	37
3.4 POVEZANOST MED SPREMENLJIVKAMI, IZMERJENIMI PRI SKOKU IZ POČEPA NA TENZIOMETRIJSKI PLOŠČI IN SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA	38
4. RAZPRAVA	40
5. SKLEP	44
6. VIRI	46

RAZLAGA OZNAK

AV	telesna višina
AT	telesna teža
ADZEGOK	dolžina roke
Plovnost	višina, izmerjena pri testu plovnosti
ZPIZM_Favg	povprečna sila, izmerjena med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci
ZPIZM_Fmax	največja sila, izmerjena med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci
ZPSOČ_Favg	povprečna sila, izmerjena med plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci
ZPSOČ_Fmax	največja sila, izmerjena med plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci
ZPEIZM_Fmax	največja sila, izmerjena pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu
ZPEIZM_Ssile	sunek sile, izmerjen pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu
ZPESOČ_Fmax	največja sila, izmerjena pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu
ZPESOČ_Ssile	sunek sile, izmerjen pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu
SkIOP	višina skoka iz osnovnega položaja
SkIOP_R	višina skoka iz osnovnega položaja, zmanjšana za dolžino roke
SkIOP_P	višina skoka iz osnovnega položaja, zmanjšana za višino plovnosti
SkIZM	višina skoka z izmeničnim škarjastim udarcem
SkIZM_R	višina skoka z izmeničnim škarjastim udarcem, zmanjšana za dolžino roke
SkIZM_P	višina skoka z izmeničnim škarjastim udarcem, zmanjšana za višino plovnosti
SkSOČ	višina skoka s sočasnim škarjastim udarcem
SkSOČ_R	višina skoka s sočasnim škarjastim udarcem, zmanjšana za dolžino roke
SkSOČ_P	višina skoka s sočasnim škarjastim udarcem, zmanjšana za višino plovnosti
P5mIZM	plavanje na 5 metrov z izmeničnimi škarjastimi udarci
P5mSOČ	plavanje na 5 metrov s sočasnimi škarjastimi udarci
VStart_5m	plavanje na 5 metrov iz vodnega starta
VStart_2m	plavanje na 2 metra iz vodnega starta
Tenz_h_Odr	višina skoka iz počepa na tenziometrijski plošči
Tenz_t_Odr	čas odriva pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči
Tenz_a_Odr	pospešek odriva pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči
Tenz_stmoc_Odr	startna moč odriva pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči
Tenz_SpZ_Odr	razmerje med sprednjimi in zadnjimi skupinami mišic pri skoku iz počepa
ZPIZM_Favg_AT	relativna povprečna sila pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci
ZPIZM_Fmax_AT	relativna največja sila pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci
ZPSOČ_Favg_AT	relativna povprečna sila pri plavanju s sočasnimi škarjastimi udarci
ZPSOČ_Fmax_AT	relativna največja sila pri plavanju s sočasnimi škarjastimi udarci
ZPEIZM_Fmax_AT	relativna največja sila pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu
ZPEIZM_Ssile_AT	relativni sunek sile pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu
ZPESOČ_Fmax_AT	relativna največja sila pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu
ZPESOČ_Ssile_AT	relativni sunek sile pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu

1. UVOD

Vaterpolo spada med polistrukturne kompleksne športe, kamor uvrščamo večino ostalih moštvenih iger z žogo (Štirn in Dorič, 1995). Ob primerjavi z ostalimi moštvenimi igrami z žogo, je vaterpolska igra specifična v tem, da se odvija v vodi.

Igra se je skozi svojo zgodovino razvijala v skladu s pravili. Ta so iz nekoč poenostavljene igre na lesenih sodih in kasnejših oblik vodnega nogometa in ragbija, postopoma izoblikovale igro kot jo poznamo danes. V vaterpolsko igro so tako postopoma uvedla vaterpolska vrata, igri pa opredelila in določila velikost igrišča, zadetek, prekršek, število igralcev, ter igralni čas. Na začetku je bila igra precej statična – grajena je bila na hoji po tleh in plavanju na nasprotnikovo stran (Stanišič, 1984). S spremembo pravil leta 1950, ki so prvič dovolila igralcem, da se lahko gibljejo tudi med prekinitvami, je vaterpolska igra postala bolj dinamična. Razvoj vaterpolske igre je tako prešel iz pozicijskega napada k protinapadu. S tem se od igralcev zahteva več plavanja (Štirn in Dorič, 1995). S prepovedjo oddivanja od tal in postopnim povečanjem globine vode pa se od igralcev zahteva tudi več plavanja na mestu.

Po Lozovini (1983) je plavanje v vaterpolu, osnovna predpostavka uspeha v igri. Vaterpolisti med igro uporabljajo različne plavalne tehnike, kot so vaterpolski kravl, vaterpolski hrbtno, vaterpolsko prsno plavanje, mornar, metulj in vaterpolske škarje (Štirn, Peranovič in Ošljak, 2007).

Vaterpolske škarje so gibanje spodnjih okončin, ki je prisotno tako pri vaterpolu, kot tudi pri skladnostnem plavanju in reševanju iz vode. Iz biomehanskega vidika je cilj gibanja spodnjih okončin pri vaterpolskih škarjah ustvarjanje propulzivnih sil, katerih smer je odvisna od vsote sil v vodoravni in v navpični ravnini. Vsota sil v vodoravni ravnini igralca premika naprej (ali nazaj), vsota sil v navpični ravnini pa ga dviguje ali potaplja (Kapus idr., 2002). Številni strokovnjaki tako vaterpolske škarje označujejo kot temeljno znanje in sposobnost vsakega vaterpolista, saj gibanje igralcu omogoči, da se tako obdrži na vodni gladini, kakor tudi, da se dvigne iz vode.

Poznamo sočasne in izmenične vaterpolske škarje. Gibanje nog pri sočasnih vaterpolskih škarjah je podobno udarcu z nogami pri prsnem plavanju. Gibanje se prične iz kolka in se konča z močnim udarcem stopala skupaj. Pri izmeničnih vaterpolskih škarjah pa udarec ni sočasen, nogi udarjata zaporedno oziroma izmenično. Izbira načina izvajanja vaterpolskih škarij je v največji meri odvisna od tega, kaj želi igralec narediti. Za vzdrževanje visokega položaja telesa v vodi bo izvajal izmenične vaterpolske škarje, za doseganje najvišjega dviga telesa iz vode pa bo izvajanje izmeničnih vaterpolskih škarij povečal do največje hitrosti in na koncu izvedel še sočasni škarjasti udarec (Kapus idr., 2004; Peranovič, 2003).

Vaterpolske škarje predstavljajo sestavni del večine vaterpolskih tehničnih elementov. Vaterpolske tehnične elemente delimo na tiste, ki se izvajajo brez žoge in tiste, ki se izvajajo z žogo. Interakcija med sočasnim izvajanjem vaterpolskih škarij in tehničnimi elementi, ki se izvajajo brez žoge, je prisotna pri različnih oblikah plavanja, položajih, skokih, startih, spremembah smeri in načinih gibanja ter gibanjih vratarja. Tehnični elementi, ki se izvajajo z žogo in so povezani s sočasnim izvajanjem vaterpolskih škarij, pa so različni premiki z žogo, vodenje žog, spremembe smeri v vodenju, lovljenja ter meti (streli in podaje) (Štirn, Peranovič in Ošljak, 2007). Ugotovljeno je bilo, da vaterpolisti kar 47 odstotkov celotnega igralnega časa izvajajo tehnične elemente, katerih sestavni del so tudi vaterpolske škarje (Bampouras in Marrin, 2009).

Vaterpolisti izvajajo tehnično taktične elemente v dveh značilnih (osnovnih) položajih telesa v vodi, in sicer v vodoravnem in navpičnem. Analize gibanja so pokazale, da vaterpolisti v povprečju med 45 in 55 odstotki celotnega igralnega časa izvajajo tehnično taktične elemente v vodoravnem, preostanek igralnega časa pa v navpičnem položaju telesa v vodi (Dopsaj, 2010). Torej tudi vaterpolske škarje izvajamo v različnih položajih v vodi in jih ločimo na vodoravne in navpične. Homma in Homma (2006) pa pri proučevanju vaterpolskih škarij pri skladnostnih plavalcih ugotavljata še dva načina izvedbe vaterpolskih škarij: široke in ozke vaterpolske škarje.

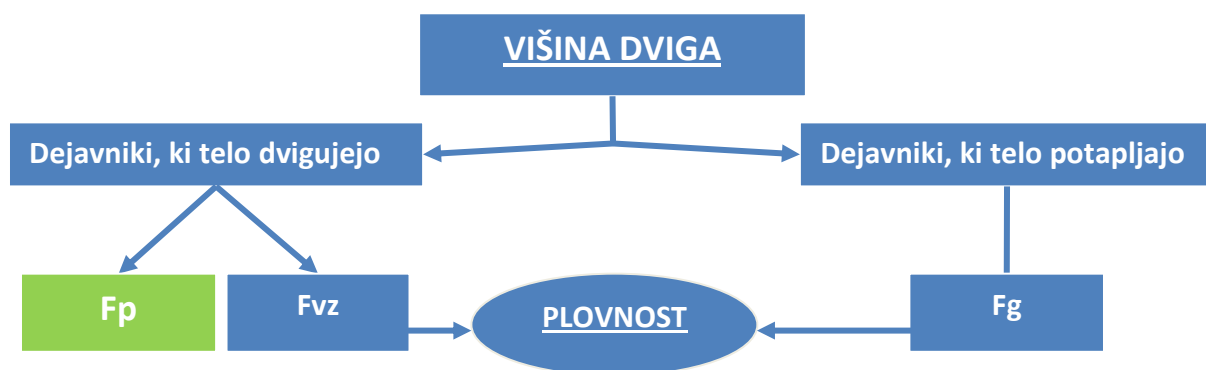
1.1 VATERPOSKE ŠKARJE Z VIDIKA OSNOV BIOMEHANIKE PLAVANJA

Na telo vaterpolista, ki glede na vodo miruje, v osnovi delujeta dve sili. To sta sila teže (F_g) in kaže navpično dol, ter sila vzgona, ki je enaka teži izpodrinjene vode (F_{vz}) in kaže navpično gor. Od velikosti obeh sil je odvisno kakšna bo plovnost telesa vaterpolista. V primeru, da sta si sili nasprotno enaki bo plovnost vaterpolista uravnotežena. Njegovo telo bo v uravnoteženem položaju in bo v vodi lebdelo. Ali bo telo lebdelo, tonilo pod vodno gladino ali plavalo na njej, je odvisno od specifične mase telesa. Specifična masa telesa označuje odnos teže telesa do njegove prostornine in je od posameznika do posameznika različna. Praviloma je odvisna od masnega deleža kostnega, maščobnega in mišičnega tkiva. Kakšna bo specifična masa telesa, pa je odvisno tudi od starosti in spola, ter od količine zraka v pljučih. V primeru, da je specifična masa telesa vaterpolista manjša od specifične mase vode, je plovnost telesa vaterpolista pozitivna. Sila vzgona (F_{vz}) je v tem primeru večja od sile teže (F_g), zaradi česar se telo vaterpolista dvigne proti vodni gladini in izplava na gladino toliko, da je potopljen samo tisti del telesa vaterpolista, za katerega je izpolnjen pogoj, da je $F_{vz} = F_g$ (Kapus idr., 2002).

Na vaterpolista oziroma dele njegovega telesa, ki se glede na vodo giblje, delujejo ob hidrostatičnih silah tudi hidrodinamične sile. Hidrodinamične sile se delijo na sile, ki delujejo v smeri gibanja (sile na okončine ali propulzivne sile) in na sile, ki ne delujejo v smeri gibanja (sile na trup ali zavirajoče sile). Za vse hidrodinamične sile je značilno, da so uporovnega

značaja. Upor vaterpolista zavira, hkrati pa mu daje oporo za gibanje (Kapus idr., 2002). Voda se zaradi viskoznosti manj spodriva, kar vaterpolistu omogoča, da se nanjo opre ali jo zajame (Ropret, 2008). Upor, ki deluje na plavalca se deli na čelno komponento (zaviralno silo, delujočo na trup in vlečno silo, delujočo na okončine), ter dinamično komponento (silo dinamičnega vzgona, delujočo na telo in vijačno silo, delujočo na okončine) (Kapus idr., 2002).

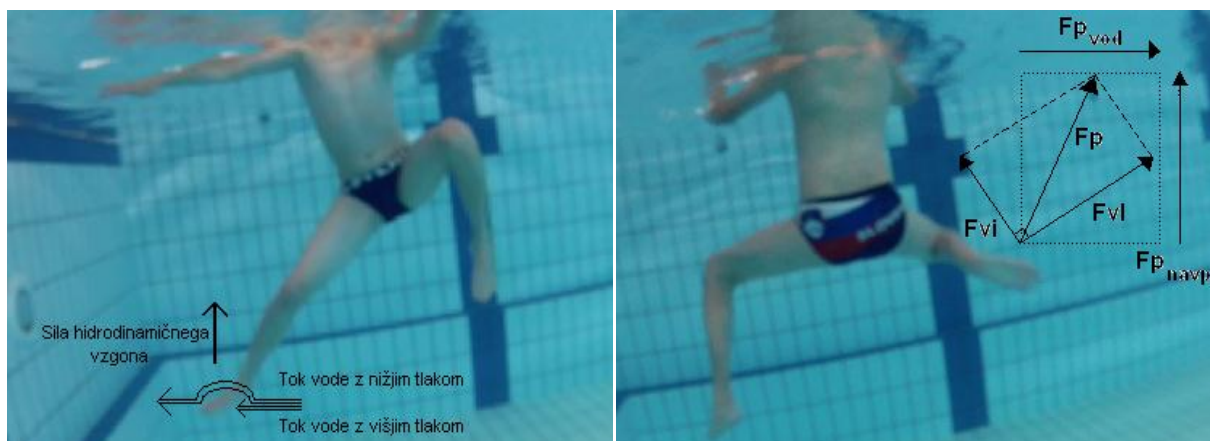
Cilj gibanja spodnjih okončin pri vaterpolskih škarjah je ustvarjanje propulzivnih sil, ki vaterpolistom omogočajo gibanje izključno z udarci. Alexander in Tylor (2008) navajata, da morajo vaterpolisti z gibanjem nog pri vaterpolskih škarjah za vzdrževanje ravnovesnega položaja telesa na vodni gladini, ustvariti propulzijo v velikosti med 10 in 20 odstotki sile teže telesa.



Slika 1: Teoretični model dejavnikov, ki po Sandersu (2008) in Kapusu idr. (2002), določajo plovnost in višino položaja telesa vaterpolista na vodni gladini.

Legenda znakov: *Fvz* - sila vzgona; *Fg* - sila teže; *Fp* - propulzivna sila.

Ob vsakem gibu v vodi vaterpolist deluje na vodo z določeno silo. Voda deluje nanj z nasprotno enako silo in mu omogoča premikanje v želeno smer. Ta sila, ki temelji na tretjem Newtonovem zakonu se imenuje vlečna sila. Zaradi asimetričnega obtekanja vode in posledično nastajajoče tlačne razlike, deluje na okončine tudi sila dinamičnega vzgona, katere smer je pravokotna na vlečno silo, torej na trenutno smer gibanja okončine (Kapus idr., 2002). Silo dinamičnega vzgona, ki deluje na okončine imenujemo vijačna sila in je osnovana na fizikalnem zakonu o hitrosti tekočin in tlakih, ki pri tem nastajajo. Ta zakon poznan kot Bernoullijev princip za vodoravno pretakanje tekočin pravi, da se njen tlak poveča, če se hitrost zmanjša (Kladnik, 1991). Ko tekočina naleti na oviro, recimo letalsko krilo ali v našem primeru stopalo, ima na konveksni (gornji) ploskvi večjo hitrost in po Bernoullijevem zakonu manjši tlak od tekočine na konkavni ploskvi. Razlika v tlaku med plastmi tekočine ustvarja silo dinamičnega vzgona, kot to prikazuje Slika 2 (levo).



Slika 2: Teoretični model pojava sile dinamičnega vzgona (levo), povzeto po Hede, Russell in Weatherby (2011). Pojav propulzivnih sil pri škarjastem udarcu (desno), povzeto po Kapus (2002).

Legenda: F_{vl} – vlečna sila; F_{vi} – vijačna sila; F_p – parcialna propulzivna sila; $F_{p_{vod}}$ – vodoravna komponenta parcialne propulzivne sile; $F_{p_{navp}}$ – navpična komponenta parcialne propulzivne sile.

Na Sliki 2 (desno) so prikazane sile, ki nastanejo pri škarjastem udarcu. Rezultanta vlečne in vijačne sile je parcialna propulzija posamičnega gibajočega dela telesa v vodi (F_p). Vektorska vsota parcialnih propulzij je celotna propulzija. Smer te propulzije se obravnava kot vsoto sil, ki delujejo v vodoravni in navpični ravnini. Vsota sil v vodoravni ravnini ($F_{p_{vod}}$) vaterpolista premika naprej ali nazaj, vsota sil v navpični ravnini ($F_{p_{navp}}$) pa ga potaplja ali dviguje (Kapus, 2002).

Da pri gibanju skozi vodo propulzivne sile ne nastajajo zaradi delovanja izključno vijačne ali vlečne sile, ampak je gibanje rezultat kombinacije obojega, so prvič ugotovili pri plavalcih.

Counsilman je leta 1969 s pomočjo kamere opazoval pot gibanja plavalčeve dlani in pri tem ugotovil, da se dlan pod vodo ne giba premočrtno temveč krivo (Kapus idr., 2002). V svojem nadaljnjem trenerskem delu je svoje varovance že učil zaveslaj v obliki S, ki ga danes poznamo kot sestavljen zaveslaj (Ropret, 2008). Prednosti sestavljenega zaveslaja so izkoriščanje kombinacije vlečne in vijačne sile, daljša pot delovanja propulzivne sile in izkoriščanje mirujoče vode pod roko (Kapus idr., 2002). K podrobnejšemu razumevanju propulzije v plavanju so znatno pripomogla tudi raziskovanja Roberta Schleihaufa (Schleihaufer, 1974). Slednji je s pomočjo modela človeške dlani, ki ga je pritrjenega na oporo potopil v gibajočo vodo, meril sile, ki delujejo na dlan pri različnih kotih dlani in pri različnih hitrostih gibanja vode. Na podlagi svojih ugotovitev je uvedel koeficienta vzgonske in vlečne sile. Koeficienta predstavljata brezrazsežnostni števili, ki povesta razmerje med velikostjo sile in kotom telesa glede na tok. Vrsta sile, ki med plavanjem trenutno prevladuje je odvisna od kota pod katerim se dlan nahaja med izvajanjem zaveslaja. Ko je napadni kot manjši od 45° , dlan v glavnem ustvarja vzgon. Pri 45° sta vzgonska in vlečna sila dokaj enakomerno porazdeljeni, za večje kote pa dominira vlečna sila (Ropret, 2008; Kapus idr., 2002).

1.2 ANALIZA GIBANJA PRI VATERPOLSKIH ŠKARJAH

Vaterpolske škarje označujejo gibanje spodnjih okončin, ki je sestavljeno iz kombinacije gibanj v kolčnem, kolenskem in skočnem sklepu. Gibanje posamezne noge se prične iz kolka in poteka preko kolena do stopala in po Alexander in Tylor (2008) vključuje:

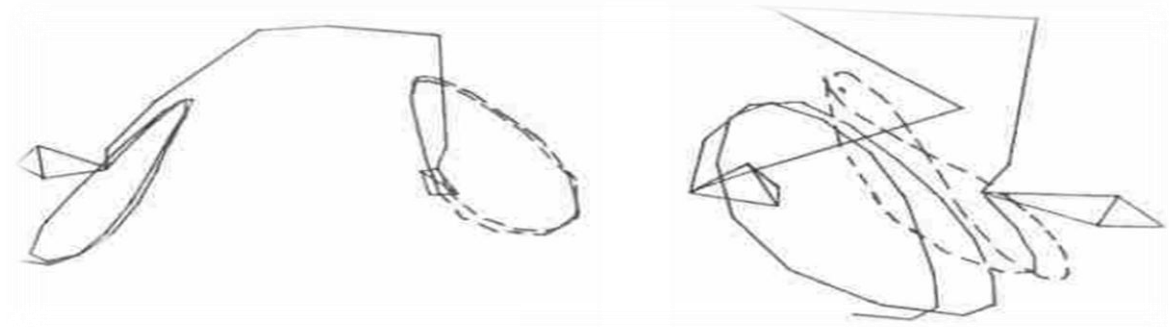
- upogibanje, odmikanje, rotiranje, primikanje in iztegovanje v kolčnem sklepu,
- upogibanje, rotiranje in iztegovanje v kolenskem sklepu,
- upogibanje, iztegovanje in obračanje v skočnem sklepu.

V primeru, da opazujemo gibanje nog pri vaterpolskih škarjah, ki jih izvaja vaterpolist v pokončnem položaju, čelno glede na vaterpolista, opazimo dve značilni smeri gibanja nog (Slika 3). Gibanje, ki je izvedeno v navpični smeri dol-gor in gibanje, ki je izvedeno v vodoravni smeri ven-noter. Izrazitejše gibanje nog v vodoravni smeri, vaterpolistu omogoča večjo odzivno površino. Odzivno površino pogojuje razdalja med goleni, ki jo vaterpolist doseže na račun notranje rotacije v kolčnem sklepu pri pokrčenem kolenu. Notranja rotacija v kolčnem sklepu omogoča manjši naklon goleni glede na vodni tok, ki v večji meri omogoča ustvarjanje propulzivnih sil, na račun dviznih sil oziroma sile vzgona (Alexander in Tylor, 2008). Iz tega vidika je pomembna tudi postavitev stopal. Stopalo posamezne noge mora biti rotirano navzven, ter upognjeno in obrnjeno navzgor. Takšna postavitev stopal in goleni omogoča vaterpolistu odzivanje od vodne površine z notranjo stranjo goleni in spodnjo stranjo stopal, kot to prikazuje Slika 4 (Sanders, 2008).

Od zajete površine se vaterpolist odziva na račun sočasnega primikanja in iztegovanja noge. Kombinacija iztegovanja in primikanja posamezne noge, daje celotnemu gibanju nog pri vaterpolskih škarjah značilno bičasto dinamiko, kot jo navaja Volščanšek (1996) pri udarcu prsno. Primik posamezne noge, je pri vaterpolski škarjah sestavljen iz primikanja noge v kolčnem sklepu, ki se odraža v primiku stegna in zunanje rotacije noge v kolčnem sklepu, ki se odraža v primiku goleni pri pokrčenem kolenu. Iztegovanje noge v kolčnem in kolenskem sklepu pa (spontano) povzroči notranjo rotacijo v kolenskem sklepu, ki se odraža v primiku oziroma notranji rotaciji stopala. Vračanje posamezne noge proti začetnemu položaju, po končanem udarcu, je sestavljeno iz upogibanja noge v kolčnem in kolenskem sklepu, ter notranje rotacije v kolčnem sklepu.

Za vaterpolske škarje je značilno tudi polkrožno gibanje nog, pri katerem stopali krožita v nasprotnih smereh. Levo stopalo kroži v smeri, desno pa v nasprotni smeri urinega kazalca (Štirn, Peranovič in Ošljak, 2007). Na podlagi tega lahko zaključimo, da je gibanje nog pri vaterpolskih škarjah sestavljeno iz gibanj v smeri dol-gor, ven-noter in nazaj-naprej (Kapus idr., 2002). Gibanja v smeri nazaj-naprej in v smeri dol-gor, so po ugotovitvah Sandersa (1999b) pomembna pri vzdrževanju dvignjenega položaja vaterpolista. Gibanja v smeri ven-noter, pa označuje kot gibanja, ki so pomembna pri vzdrževanju hitrosti gibanja spodnjih okončin v času

pojava sil, ki so nasprotna sili propulzije – v času od začetnega upogibanja noge v kolčnem in skočnem sklepu, ko vaterpolist vrača stopala v izhodiščni položaj, vse do končne nastavitve stopal za ponovni udarec. Sanders (1999b) ugotavlja, da je gibanje nog pri vaterpolski škarjah v 38% sestavljeno iz gibanja v smeri dol-gor, v 30% iz gibanja v smeri ven-noter in v 32% iz gibanja v smeri nazaj-naprej.



Slika 3: Pot gibanja stopal v čelni (levo) in bočni ravnini (desno) med gibanjem nog pri vaterpolski škarjah, povzeto po Sandersu (1999b). Polna črta označuje gibanje desnega, prekinjena črta pa gibanje levega stopala.

Gibanje nog je pri vaterpolski škarjah sestavljeno iz treh faz. Faze po Oliveira idr. (2010), so primerljive s fazami gibanja nog, ki jih navaja Volščanšek (1996) pri udarcu prsno. Udarec pri vaterpolski škarjah je sestavljen iz:

1. Pripravljalne faze – faze nastavitve stopal
2. Delovne faze – faze odrida/udarca (propulzije)
3. Faze vračanja – faze upogibanja (retropulzije)



Slike 4, 5 in 6: Položaj gibanja nog v pripravljalni fazi, delovni fazi in fazi vračanja.

Pripravljalna faza (Slika 4) se prične z zunanjo rotacijo v kolenskem sklepu, ki se odraža v odmiku stopala, in z gibanjem stopala v smeri navzven, pri pokrčenem kolčnem, kolenskem in skočnem

sklepu. Vsa gibanja v omenjenih sklepih, so v tej fazi udarca, podrejena optimalni postavitvi stopal in goleni glede na smer vodnega toka. Optimalna postavitev stopal in goleni je ob koncu pripravljalne faze po Alexander in Tylor (2008), opredeljena z vrednostmi 80° upogiba, 90° odmika in 30° notranje rotacije v kolčnem sklepu, ter s 15° upogiba v kolenskem sklepu.

Pripravljalni fazi sledi delovna faza, oziroma faza odriva (Slika 5). Faza se prične z iztegovanjem noge v kolčnem in kolenskem sklepu pri navzgor upognjenem stopalu, in se konča s primikom noge v kolčnem sklepu pri iztegnjenem kolenu. Iztegovanje noge v kolčnem in kolenskem sklepu, povzroči rotiranje kolena in obračanje stopala na noter (Oliveira idr., 2010).

Delovni fazi sledi faza vračanja (Slika 6), ki se prične z upogibanjem noge v kolčnem in kolenskem sklepu, ko je stopalo obrnjeno na noter in se konča s približevanjem stopala mišici gluteus (zadnjici) (Oliveira idr, 2010; Voščanšek, 1996).

Od načina kako vaterpolist časovno izvede faze gibanja pri vaterpolskih škarjah, je odvisno ali bo vaterpolist izvedel izmenične ali sočasne vaterpolske škarje. Pri sočasnih vaterpolskih škarjah je gibanje obeh nog sočasno in simetrično, kar pomeni, da nogi izvajata isto fazo gibanja. Pri izmeničnih vaterpolskih škarjah pa je gibanje nog izmenično in asimetrično. Ko ena noga izvaja delovno fazo, je druga v nasprotni – fazi vračanja in obratno (Štirn, Peranovič in Ošljak 2007; Oliveira idr., 2012).



Slika 7: Izmenične (levo) in sočasne vaterpolske škarje (desno).

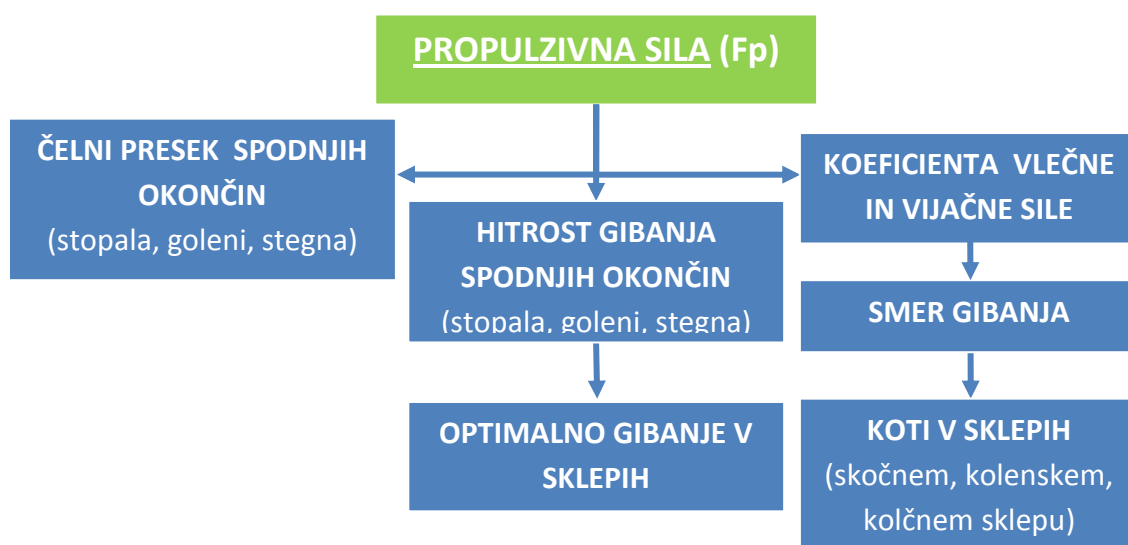
1.3 BIOMEHANSKE ZAKONITOSTI POGOJUJEJO UČINKOVITOST VATERPOLSKIH ŠKARIJ

Da biomehanske zakonitosti pogojujejo plavalne tehnike, piše že Kapus idr. (2002). Gibanje segmentov spodnjih okončin pri vaterpolskih škarjah ustvarja pojav propulzivnih sil, ki so lahko nasprotne sili gravitacije, sili upora vode ali sili nasprotnega igralca (Oliveira idr., 2010).

Učinkovitost vaterpolskih škarij se pri vaterpolski igri odraža v:

- uspešnosti vodnega starta; slednji se uporablja pri hitrem prehodu v plavanje, ki pogojuje uspešnost mnogih individualnih akcij, npr. pri pridobivanju posesti žoge, pri oviranju nasprotnih igralcev pri vseh njihovih akcijah v fazi napada, pri pridobivanju prednosti pred nasprotnikovim igralcem v fazi napada in pri hitrih spremembah smeri plavanja. Propulzivne sile, ki jih ustvarjajo vaterpolske škarje pri vodnem startu so nasprotne sili upora vode;
- uspešnosti dviga telesa iz vode, pri čemer višji položaj telesa omogoča večjo učinkovitost pri blokiranju, prestrezanju, podajanju in lovljenju žoge, ter pri vseh obrambnih akcijah vratarjev. Propulzivne sile škarjastega udarca so pri skoku iz vode nasprotne sili gravitacije;
- uspešnosti vzdrževanja položaja telesa v duelu dveh nasprotnih igralcev. Vaterpolo je šport, kjer že sam položaj telesa glede na žogo, nasprotnika in nasprotnikova vrata pomeni določeno igralno prednost (Štirn in Dorič, 1995). Zaradi tega prihaja do neposrednih stikov med napadalnimi in obrambnimi igralci, ki se v borbi za pridobitev ali ohranitev položaja nenehno prerivajo ali potiskajo, ali pa se potiskanju in prerivanju upirajo. Propulzivne sile, ki jih vaterpolisti ustvarjajo z gibanjem nog pri škarjastem udarcu, pri navedenih pojavnih oblikah vaterpolske igre, so nasprotne sili nasprotnega igralca.

Skupni imenovalac vseh pojavnih oblik, ki odražajo učinkovitost vaterpolskih škarij, je velikost propulzivnih sil.



Slika 8: Teoretični model dejavnikov, ki po Sandersu (2008) in Kapusu idr. (2002) določajo velikost propulzivne sile pri vaterpolskih škarjah.

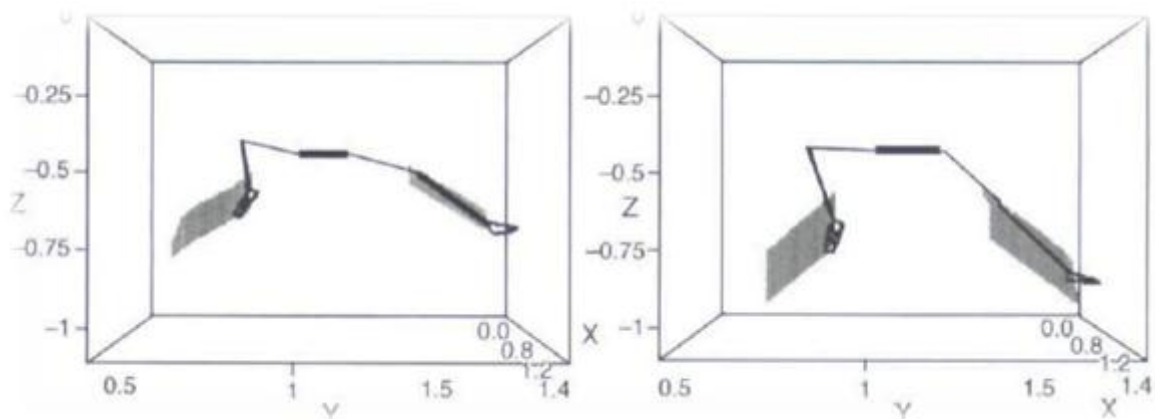
V skladu z zakoni hidrodinamike je propulzivna sila, ki jo ustvarijo noge v določenem trenutku odvisna od trenutne velikosti čelnega preseka stopala, goleni in stegna, od hitrosti njihovega gibanja skozi vodo in od koeficientov hidrodinamičnega dviga in potiska (Kapus idr.2002; Sanders, 2008).

Velik čelni presek stopala, goleni in stegna v pripravljalni fazi udarca pri vaterpolskih škarjah, doseže vaterpolist na račun gibljivosti v skočnem, kolenskem in kolčnem sklepu. Vadba gibljivosti – kot sposobnosti doseganja največjih amplitud gibanja v segmentih spodnjih okončin, je po Sandersu (2010) tisti del vadbenega procesa, ki bi mu morali posvečati več pozornosti. Prečni presek segmentov spodnjih okončin v največji meri določata zunanja rotacija v kolenskem in notranja rotacija v kolčnem sklepu, pri pokrčenem kolenu. Notranja rotacija v kolčnem sklepu se odraža v naklonu goleni, zunanja rotacija v kolenskem sklepu pa v odklonu stopala glede na vodni tok (Homma in Homma, 2006; Kippenhan 2001).

Hitrost gibanja spodnjih okončin je odvisna od aktivnosti mišic, pri tem pa vsako povečanje hitrosti gibanja optimalno postavljenih spodnjih okončin, poveča velikost propulzivnih sil (Sanders, 2008; Kapus idr., 2002). Po Sandersu (2008) je za učinkovit udarec pri vaterpolskih škarjah bistveno usklajeno gibanje vseh segmentov spodnjih okončin. Posamezna gibanja segmentov spodnjih okončin morajo biti čim bolj povezana, nihanja v njihovi hitrosti izvedbe pa pri prehodih med posameznimi fazami, čim manjša. Hitrost v gibanjih pri segmentih spodnjih okončin narašča v proksimalno–distalni smeri, z največjo opaženo hitrostjo pri gibanju stopal. Da se hitrost gibov zgornji segmentov spodnjih okončin odraža v hitrosti gibanja spodnjih, navajata tudi Homma in Homma (2006) pri čemer ugotavljata, da se kotna hitrost v kolčnem sklepu odraža v kotni hitrost skočnega sklepa. Matheson idr. (2011) pa pri kinematični analizi sočasnega udarca pri prsnem plavanju ugotavljajo, da je kotna hitrost v skočnem sklepu v vsaj eni od proučevanih smeri njegovega gibanja, statistično značilno povezana z hitrostjo gibanja kolka v smeri plavanja.

Koeficienta hidrodinamičnega dviga in potiska sta odvisna od naklonskih kotov spodnjih okončin in njihove smeri gibanja. Ustrezni naklonski koti spodnjih okončin glede na njihovo smer gibanja omogočajo učinkovito izkoriščanje kombinacije vlečne in vijačne sile, ustrezna smer gibanja pa omogoča daljšo pot delovanja propulzivne sile, izkoriščanje mirujoče vode in vključevanje več mišic nog (Kapus idr., 2002). Pri spremljanju poti gibanja stopal in naklona goleni med gibanjem pri vaterpolskih škarjah sta Homma in Homma (2006) ugotovila, da imata najboljše ocenjeni skladnosti plavalki med izvajanjem vaterpolskih škarij, različno pot gibanja stopal. Pri prvi je gibanje izraziteje v vodoravni, pri drugi pa v navpični ravnini. Naklon goleni glede na vodoravno ravnino pri prvi plavalki znaša $41,2^\circ$, pri drugi plavalki pa $55,3^\circ$. V zaključku svojih ugotovitev dopuščata možnost obstoja dveh načinov izvedbe gibanja pri vaterpolskih škarjah. Gibanje, ki je izraziteje v vodoravni ravnini, z manjšimi nakloni goleni glede na vodoravno ravnino in je v večji meri usmerjeno k izkoriščanju sile dinamičnega vzgona, označujeta kot široke vaterpolske škarje. Gibanje, ki je izraziteje v navpični ravnini, z večjimi

nakloni goleni glede na vodoravno ravnino in je v večji meri usmerjeno k izkoriščanju vlečne sile, pa avtorja označujeta kot ozke vaterpolske škarje.



Slika 9: Široke (levo) in ozke (desno) vaterpolske škarje (Homma in Homma, 2006).

Na vprašanje kateri način izvedbe vaterpolskih škarij, ali široki ali ozki, je primernejši in učinkovitejši, ne moremo odgovoriti. Pomanjkljivost raziskave Homma in Homma (2006) je predvsem v učinkovitosti vaterpolskih škarij, ki je opredeljena na osnovi ocene tehnike gibanja, podani s strani sodnikov in ne temelji na kakšnem drugem verodostojnem parametru, pri katerem bi informacija o učinkovitosti tehničnega elementa izhajala iz značilnosti vaterpolske igre.

Trenerji sposobnost vaterpolskih škarij pri vaterpolistih najpogosteje spremljamo z motoričnimi testi, ki so izvedeni v vodi. Testi, ki jih pri tem izvajamo, izhajajo iz značilnosti vaterpolske igre. Sposobnost vaterpolskih škarij lahko ugotavljamo z merjenjem višine dviga položaja telesa, ki jo vaterpolist vzdržuje skozi daljše časovno obdobje in višine dviga telesa vaterpolista pri izskoku, kot ju ugotavlja Sanders (1999a, 1999b). Lahko pa jo ugotavljamo z merjenjem velikosti propulzivnih sil, ki nastajajo pri biomehanskem testu zaviranega plavanja, kot to ugotavlja Dopsaj (2010) in Morouco idr. (2011).

V nalogi bomo primerjali različne teste za ugotavljanje dinamike vaterpolskih škarij. S tem namenom smo uporabili skupino motoričnih testov, ki smo jih večino izvedli v specifičnih pogojih medija – v vodi, enega pa na kopnem (skok iz počepa). Z merjenjem povezanosti med različnimi testi želimo ugotoviti, katere teste je potrebno izvajati (in kateri so odveč, ker podajajo isto informacijo), da bi lahko opisali dinamiko vaterpolskih škarij in še nekaterih drugih tehničnih elementov (dvig in skok iz vode, vodni start).

1.4 CILJI

Namen naloge je opredeliti skupino testov za merjenje dinamike vaterpolskih škarij pri vaterpolistih in ugotoviti s katerimi biomehanskimi in motoričnimi testi lahko kot trenerji natančneje spremljamo sposobnost omenjenega vaterpolskega elementa. Na podlagi namena lahko oblikujemo naslednje cilje:

- Ugotoviti statistične povezave med različnimi testi za ugotavljanje dinamike vaterpolskih škarij.
- Na podlagi ugotovitev povezav med testi predlagati optimalne teste za merjenje dinamike vaterpolskih škarij.

1.5 HIPOTEZE

H01: Spremenljivke, izmerjene z uporabo sočasnih in izmeničnih vaterpolskih škarij pri različnih gibalnih nalogah, bodo statistično značilno povezane.

H02: Parametri skoka iz počepa bodo statistično značilno povezani s testi izvedenimi v vodi.

2. METODE DELA

2.1 VZOREC MERJENCEV

V vzorec merjencev je bilo vključenih 28 igralcev, starih od 14-16 let, ki so na širšem reprezentančnem spisku.

2.2 VZOREC TESTOV IN SPREMENLJIVK

V Tabeli 1 so prikazane antropometrijske spremenljivke, ki smo jih uporabili v diplomski nalogi.

Tabela 1: Antropometrijske spremenljivke

Telesna višina	AV
Telesna teža	AT
Dolžina roke	ADZEGOK

V nalogi smo uporabili skupino motoričnih testov, ki jih pri spremljanju učinkovitosti vaterpolskih škarij pri trenažnem procesu najpogosteje uporabljamo. V vzorec motoričnih spremenljivk smo tako zajeli (Tabela 2):

- spremenljivke pridobljene pri testu plavanje z izmeničnimi in s sočasnimi škarjastimi udarci: čas plavanja na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci;
- spremenljivke pridobljene pri testu plavanje z vodnim startom: čas plavanja na 2 in 5 metrov z največjo hitrostjo z vodnega starta;
- spremenljivke pridobljene pri testu skok iz vode: višina skoka iz osnovnega položaja, višina skoka iz navpičnega položaja (hoje) z izmeničnim in sočasnim škarjastim udarcem.

Tabela 2: Motorične spremenljivke

Čas plavanja na 5 metrov z izmeničnimi škarjastimi udarci z letečim startom	P5mIZM
Čas plavanja na 5 metrov s sočasnimi škarjastimi udarci z letečim startom	P5mSOČ
Čas plavanja na 2 metra z vodnega starta	VStart_2m
Čas plavanja na 5 metrov z vodnega starta	VStart_5m
Višina skoka iz vode iz osnovnega položaja	SkIOP
Višina skoka iz vode iz navpičnega položaja z izmeničnim škarjastim udarcem	SkIZM
Višina skoka iz vode iz navpičnega položaja s sočasnim škarjastim udarcem	SkSOČ

V vzorec motoričnih spremenljivk smo zajeli še spremenljivke skoka iz vode, pri katerih smo od izmerjenih vrednostih odšteli dolžino roke (Platanou, 2006) in višino, ki jo merjenci dosegajo pri testu plovnosti.

Tabela 3: Izračunane motorične spremenljivke in test plovnosti

Višina skoka iz osnovnega položaja, zmanjšana za dolžino roke	SkIOP_R
Višina skoka z izmeničnim škarjastim udarcem, zmanjšana za dolžino roke	SkIZM_R
Višina skoka s sočasnimi škarjastimi udarci, zmanjšana za dolžino roke	SkSOČ_R
Višina plovnosti	Plovnost
Višina skoka iz osnovnega položaja, zmanjšana za višino pri testu plovnosti	SkIOP_P
Višina skoka z izmeničnim škarjastim udarcem, zmanjšana za višino plovnosti	SkIZM_P
Višina skoka s sočasnimi škarjastimi udarci, zmanjšana za višino plovnosti	SkSOČ_P

Za merjenje dinamike vaterpolskih škarjastih udarcev pri vaterpolistih, smo uporabili tudi test zavirano plavanje in test skok iz počepa na tenziometrijski plošči. Tako smo vzorec motoričnih spremenljivk povečali še s:

- spremenljivkami, pridobljenimi iz testa zavirano plavanje (tabela 4): velikost povprečne in največje sile, izmerjene med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, velikost največje sile in sunka sile, izmerjene pri enojnem izmeničnem in sočasnem škarjastem udarcu;
- spremenljivkami, pridobljenimi pri testu skok iz počepa na tenziometrijski plošči: višina odziva, čas odziva, pospešek, startna moč in razmerje med proksimalnimi – distalnimi mišicami pri odzivu.

Tabela 4: Motorične spremenljivke, pridobljene pri testu zavirano plavanje in skok iz počepa

Povprečna sila pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci	ZPIZM_Favg
Največja sila pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci	ZPIZM_Fmax
Povprečna sila pri plavanju s sočasnimi škarjastimi udarci	ZPSOČ_Favg
Največja sila pri plavanju s sočasnimi škarjastimi udarci	ZPSOČ_Fmax
Največja sila pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu	ZPEIZM_Fmax
Sunek sile pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu	ZPEIZM_Ssile
Največja sila pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu	ZPESOČ_Fmax
Sunek sile pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu	ZPESOČ_Ssile
Višina odziva pri skoku iz počepa	Tenz_h_Odr
Čas odziva pri skoku iz počepa	Tenz_t_Odr
Pospešek pri odzivu pri skoku iz počepa	Tenz_a_Odr
Startna moč pri odzivu pri skoku iz počepa	Tenz_stmoc_Odr
Razmerje med mišicami pri odzivu pri skoku iz počepa	Tenz_SpZ_Odr
Relativna povprečna sila pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci	ZPIZM_Favg_AT
Relativna največja sila pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci	ZPIZM_Fmax_AT
Relativna povprečna sila pri plavanju s sočasnimi škarjastimi udarci	ZPSOČ_Favg_AT
Relativna največja sila pri plavanju s sočasnimi škarjastimi udarci	ZPSOČ_Fmax_AT
Relativna največja sila pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu	ZPEIZM_Fmax_AT
Relativni sunek sile pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu	ZPEIZM_Ssile_AT
Relativna največja sila pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu	ZPESOČ_Fmax_AT
Relativni sunek sile pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu	ZPESOČ_Ssile_AT

2.3 POSTOPEK MERITEV, PRIPOMOČKI IN NAČIN ZAJEMANJA PODATKOV

Meritve vaterpolistov so bile izvedene v začetku meseca decembra 2011. Vsi testi so bili izmerjeni na Fakulteti za šport v Ljubljani, v dopoldanskem času istega dne. Testi, ki so bili izmerjeni v vodi, so bili izvedeni v bazenu Univerzitetnega plavalnega centra, testi izmerjeni na suhem pa v Laboratoriju za kineziologijo. Najprej smo izvedli meritve na suhem, nato pa meritve v vodi. Pred izvedbo meritev na suhem, so merjenci izvedli splošno ogrevanje s splošnimi vadbenimi sredstvi. Po opravljenih meritvah na suhem, so merjenci nadaljevali z izvedbo meritev v vodi. Pred merjenjem, so merjenci opravili ogrevanje v vodi s specifičnimi vadbenimi sredstvi. Posamezne merske naloge so merjenci izvedli v naključnem vrstnem redu

2.3.1 POSTOPEK MERITEV IZVEDENIH NA SUHEM

Na suhem smo izvedli vse antropometrijske meritve in test skok iz počepa na tenziometrijski plošči.

2.3.1.1 Meritve antropometrijskih značilnosti

Meritve telesne višine (AV), telesne teže (AT) in dolžine roke (ADZEGOK) so bile izmerjene po Lasan (1994).

2.3.1.2 Meritve na tenziometrijski plošči

• NAZIV TESTA:	Skok iz počepa na tenziometrijski plošči
Pripomočki:	Tenziometrijska plošča, osebni računalnik, računalniški program Skok (Strojnik in Colja, 1992)
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec iz položaja v počepu, kjer je kot v kolku in kolenu 90°, izvede čim višji in čim hitrejši skok brez zamaha rok (z rokami se drži za boke od začetka do konca izvedbe skoka – doskoka). Merjenec izvede nalogo trikrat.

Za analizo spremenljivk čas odziva (Tenz_t_Odr), pospešek odziva (Tenz_a_Odr), startna moč pri odzivu (Tenz_stmoc_Odr), ter razmerje med sprednjimi in zadnjimi skupinami mišic pri skoku iz počepa (Tenz_SpZ_Odr), smo upoštevali tiste vrednosti, ki so nastale pri najvišjem skoku (Tenz_h_Odr).

2.3.2 POSTOPEK MERITEV IZVEDENIH V VODI

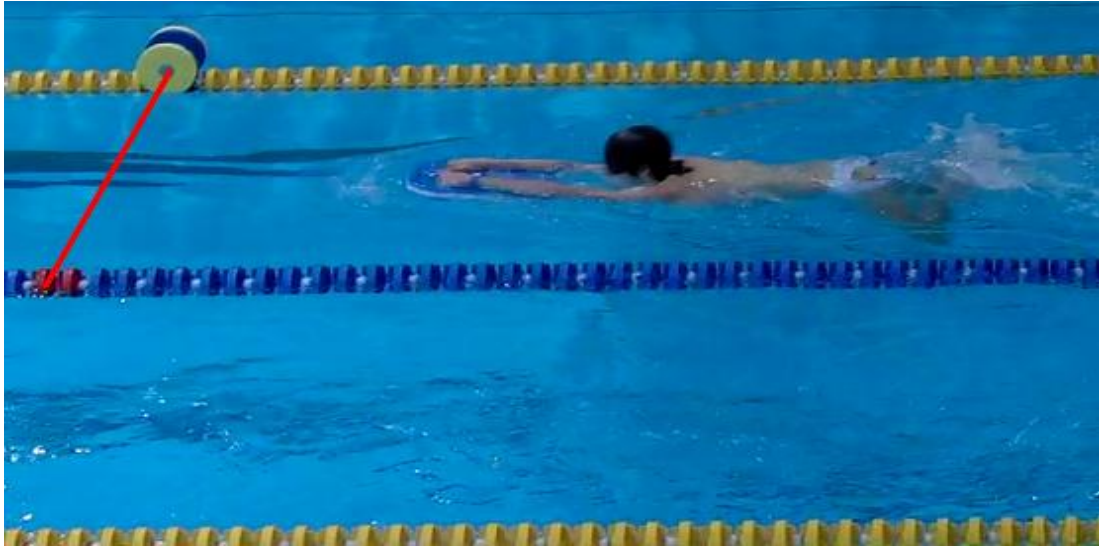
V vodi smo po predhodnem ogrevanju s specialnimi vadbenimi sredstvi, izvedli meritve plavalnih sposobnosti, meritve skokov iz vode in meritve sile pri zaviranem plavanju.

2.3.2.1 Meritve plavalnih sposobnosti

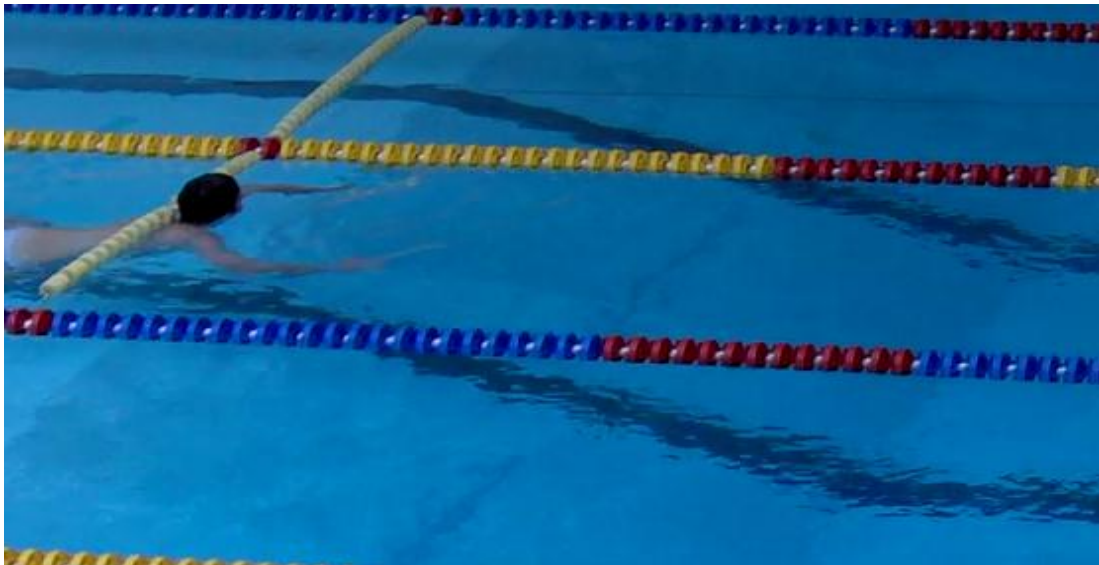
Seznam testov in opis merskih nalog, ki smo jih izvedli pri merjenju plavalnih sposobnosti:

• NAZIV TESTA:	Višina plovnosti
Pripomočki:	Meter
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec zavzame pokončen položaj v vodi, čelno glede na rob oziroma steno bazena. Na znak merilca maksimalno vdihne zrak in dihanje zadrži, roke pa dvigne iztegnjene v vzročnje. Merilec prime merjenca za roke v pokončnem položaju v vodi, da se ta umiri. Merilec na 0,5 centimetra natančno izmeri višino med vodno gladino in konico prstov posamezne roke. Višino pri testu plovnosti predstavlja povprečna višina izmerjena pri obeh rokah.
• NAZIV TESTA:	Plavanje 5 metrov z izmeničnimi škarjastimi udarci z letečim startom
Pripomočki:	Označbe dolžine plavanja, kamera
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec preplava označeno dolžino z letečim startom in z največjo hitrostjo, izključno z izmeničnimi škarjastimi udarci. V rokah med plavanjem drži plavalno desko. Merjenec izvede nalogo dvakrat.
• NAZIV TESTA:	Plavanje 5 metrov s sočasnimi škarjastimi udarci z letečim startom
Pripomočki:	Označbe dolžine plavanja, kamera
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec preplava označeno dolžino z letečim startom in z največjo hitrostjo, izključno s sočasnimi škarjastimi udarci. V rokah med plavanjem drži plavalno desko. Merjenec izvede nalogo dvakrat.
• NAZIV TESTA:	Plavanje 2 in 5 metrov z največjo hitrostjo z vodnega starta
Pripomočki:	Označbe dolžine plavanja, kamera
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec zavzame vodoravni položaj v vodi, tako da se z zatiljem dotika plavalne proge. Na znak merilca starta in preplava označeno dolžino z največjo hitrostjo. Nalogo izvede dvakrat.

Merjence smo pri posameznem plavalnem testu posneli s kamero (Sony, 25Hz), s pomočjo računalniškega programa Kinovea (Creative Commons, Mountain View, CA) pa smo razbrali čas, ki ga je merjenec pri izvedbi merske naloge potreboval. Pri plavanju z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, smo izmerili čas plavanja v označeni dolžini 5 metrov. Pri plavanju 2 in 5 metrov z največjo hitrostjo iz vodnega starta, pa smo izmerili čas od startnega signala do trenutka, ko z glavo preide namišljeno linijo 2 ali 5 metrov (Slika 10). Čas smo izmerili na 4 stotinke sekunde natančno. Pri nadaljnji analizi rezultatov smo upoštevali najboljši čas, ki ga je merjenec pri posameznem testu dosegel.



Slika 10: Plavanje 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečim startom.



Slika 11: Plavanje 2 in 5 metrov z vodnega starta.

2.3.2.2 Meritve skokov iz vode

Pri meritvah skokov iz vode smo izmerili višino, ki jo merjenec doseže pri skoku iz osnovnega položaja (Sk_IOP) in višino, ki jo merjenec doseže pri skoku iz pokončnega položaja, katerega izvede z izmeničnim (Sk_IZM) in sočasnim škarjastim udarcem (Sk_SOČ). Vsako posamezno meritev skoka iz vode so merjenci izvedli trikrat.

• NAZIV TESTA:	Skok iz vode iz osnovnega položaja
Pripomočki:	Tabla s stojalom in merilno skalo, kamera
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec zavzame osnovni vaterpolski položaj v katerem izvaja izmenične vaterpolske škarje. Iz tega položaja skoči čim višje in se z roko dotakne merilne skale na prozorni tabli, ki je nad njim.
• NAZIV TESTA:	Skok iz vode iz navpičnega položaja z izmeničnim škarjastim udarcem
Pripomočki:	Tabla s stojalom in merilno skalo, kamera
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec zavzame navpični vaterpolski položaj v katerem izvaja izmenične vaterpolske škarje z rokami v vzročanju. Iz tega položaja skoči čim višje in se z rokami dotakne merilne skale na prozorni tabli, ki je nad njim. Skok izvede z izmeničnim škarjastim udarcem.
• NAZIV TESTA:	Skok iz vode iz navpičnega položaja s sočasnim škarjastim udarcem
Pripomočki:	Tabla s stojalom in merilno skalo, kamera
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec zavzame navpični vaterpolski položaj v katerem izvaja izmenične vaterpolske škarje z rokami v vzročanju. Iz tega položaja skoči čim višje in se z rokami dotakne merilne skale na prozorni tabli, ki je nad njim. Skok izvede s sočasnim škarjastim udarcem.

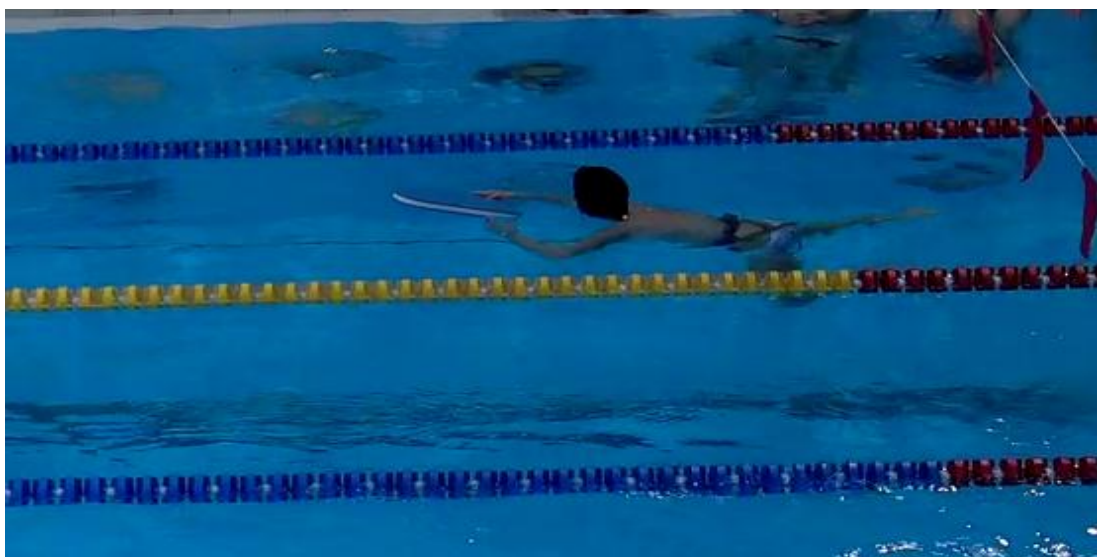
Pri meritvah skokov iz vode, smo merjenca najprej posneli s kamero, nato pa smo s pomočjo računalniškega programa Kinovea izmerili višino, ki jo je merjenec dosegel pri posameznem testu skoka iz vode. Pri testu skok iz vode iz osnovnega položaja smo izmerili višino, ki jo merjenec doseže s konico prstov ene roke, pri testu skok iz vode z izmeničnim in sočasnim škarjastim udarcem, pa smo izmerili višino, ki jo merjenec doseže s konico prstov obeh rok. Višino smo izmerili na 0,5 centimetra natančno. Pri nadaljnji analizi rezultatov meritev smo upoštevali najboljši rezultat, ki so ga merjenci dosegli pri posameznem testu skoka iz vode. Vrednosti, ki so jih merjenci pri posameznem testu dosegli, smo priredili še po postopku kot ga opisuje Platanou (2006). Od doseženega rezultata pri skoku smo odšteli dolžino roke, s čemer smo zmanjšali vpliv telesne višine na doseženo višino pri skoku. Od doseženega rezultata pri

posamezni izvedbi skoka, pa smo odšteli tudi višino, ki jo merjenci dosežajo pri testu plovnosti. Z zmanjšanjem višine skoka za dolžino roke, smo želeli zmanjšati vpliv telesne višine na doseženo višino pri skoku iz vode. Z zmanjšanjem višine skoka za višino, ki jo merjenci dosežajo pri testu plovnosti, pa smo pri doseženi višini pri skoku iz vode, želeli zmanjšati vpliv plovnosti. S tem smo dobili višino, ki jo merjenci pri testu skok iz vode, dosežejo izključno s škarjastim udarcem.

2.3.2.3 Meritve parametrov sile pri zaviranem plavanju

Pri testu zavirano plavanje z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, smo s pomočjo dinamometra izmerili silo, ki jo merjenec razvije pri enojnem škarjastem udarcu in silo, ki jo merjenec razvije med plavanjem s škarjastimi udarci.

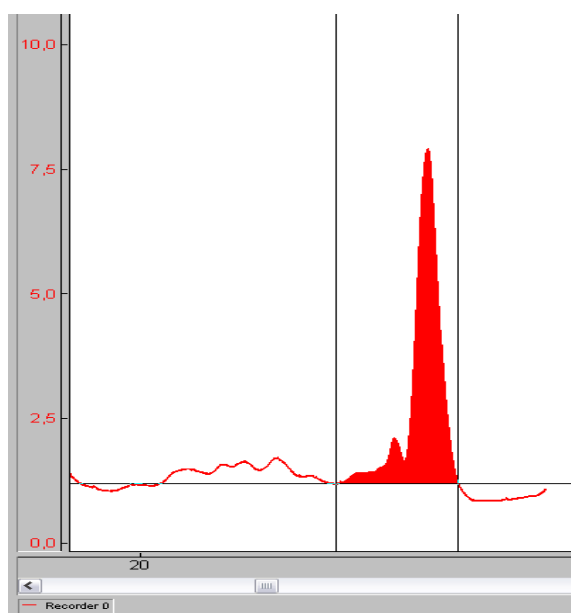
Pred izvedbo meritev, si je merjenec opasal pas tako, da je bila vlečna vrv privezana na pas zadaj na sredini hrbta. Vrv smo pripeli na dinamometer, ki je bil pritrjen na rob bazena s kavljem. Dinamometer smo povezali z ojačevalcem signala, slednjega pa preko A/D pretvornika z osebnim računalnikom. Za obdelavo signala sile, ko jo je merjenec razvil pri posamezni merski nalogi smo uporabili računalniški program DASYLab v.11 (MCC Products, Norton, ZDA). Ker program izrisuje signal v merskih enotah [V/s], smo pred začetkom merjenja izvedli umerjanje senzorja. Na dinamometer smo pritrdili 10 kilogramsko utež in odčitali vrednost signala, ki ga program izrisuje pri sili 98 [N]. Vrednosti, ki so nastale pri parametrih sile med izvajanjem posamezne merske naloge, smo nato izračunali matematično po križnem računu. Da bi dobili čim bolj »čisto« krivuljo signala sile, ki ga izrisuje računalniški program, smo pri testu uporabili tudi elastiko. Elastika je omogočila, da je bila vlečna vrv med merjencem in dinamometrom, med izvajanjem posamezne merske naloge, ves čas napeta. Pritrdili smo jo na sredino pasu pred merjenca na eni strani in s kavljem na rob bazena na drugi strani.



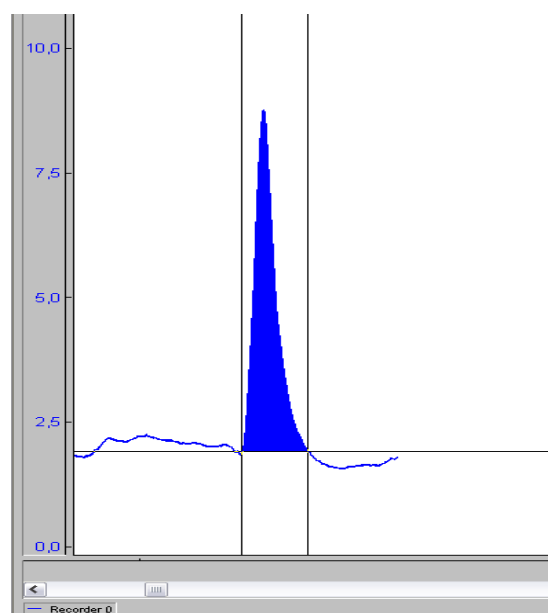
Slika 12: Meritve parametrov sile pri zaviralnem plavanju

• NAZIV TESTA:	Merjenje sile pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu
Pripomočki:	Dinamometer, platneni pas, osebni računalnik, kavelj, ojačevalec signala, elastika
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec v vodoravnem položaju telesa glede na vodno gladino, na povelje merilca izvede enojni izmenični škarjasti udarec, pri katerem nogi udarita zaporedno oziroma asimetrično. Nalogo ponovi dvakrat.
• NAZIV TESTA:	Merjenje sile pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu
Pripomočki:	Dinamometer, platneni pas, osebni računalnik, kavelj, ojačevalec signala, elastika
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec v vodoravnem položaju telesa glede na vodno gladino, na povelje merilca izvede enojni sočasni škarjasti udarec, pri katerem nogi udarita sočasno in simetrično. Nalogo ponovi dvakrat.

Pri merjenju sile pri enojnem škarjastem udarcu smo merili velikost največje sile in sunek sile, ki ju je merjenec sposoben razviti pri enojnem izmeničnem in enojnem sočasnem škarjastem udarcu. Sunek sile določa integral, ki označuje površino pod krivuljo signala sile, kot to prikazujeta sliki 13 in 14.



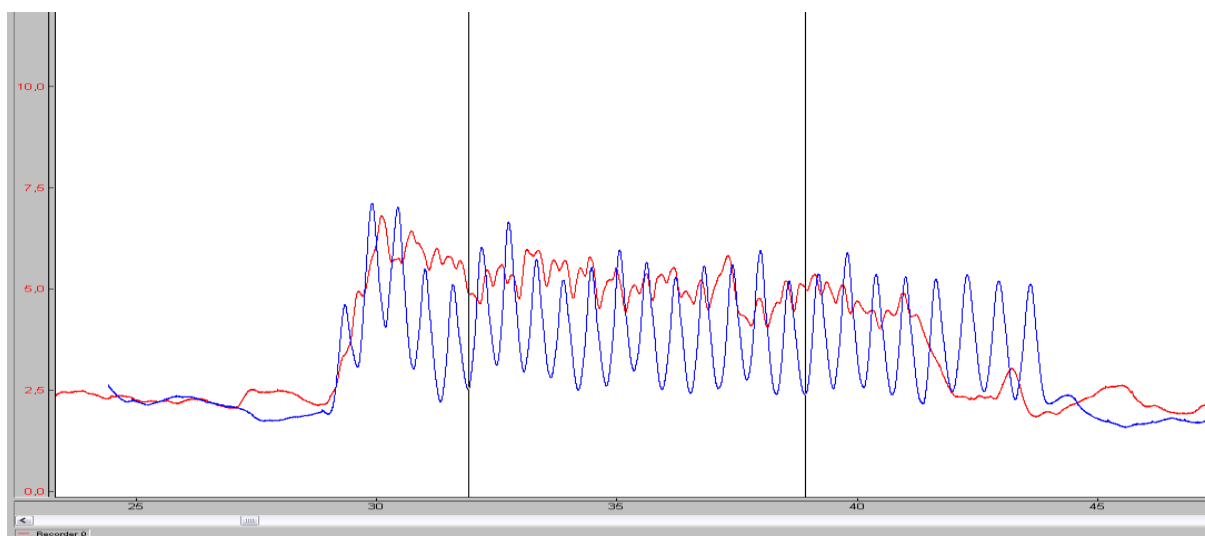
Slika 13: Površina integrala pod krivuljo signala sile pri izmeničnem škarjastem udarcu.



Slika 14: Površina integrala pod krivuljo signala sile pri sočasnem škarjastem udarcu.

• NAZIV TESTA:	Merjenje sile med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci
Pripomočki:	Dinamometer, platneni pas, osebni računalnik, kavelj, ojačevalec signala, elastika
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec na povelje merilca zavzame vodoravni položaj, pri katerem pred seboj z iztegnjenimi rokami drži plavalno desko. Na povelje merilca prične izvajati izmenične vaterpolske škarje Naloga traja 10 sekund, ponovi jo dvakrat.
• NAZIV TESTA:	Merjenje sile med plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci
Pripomočki:	Dinamometer, platneni pas, osebni računalnik, kavelj, ojačevalec signala, elastika
Število merilcev:	1
Opis naloge:	Merjenec na povelje merilca zavzame vodoravni položaj, pri katerem pred seboj z iztegnjenimi rokami drži plavalno desko. Na povelje merilca prične izvajati sočasne vaterpolske škarje Naloga traja 10 sekund, ponovi jo dvakrat.

Cilj merske naloge pri plavanju z izmeničnim in sočasnimi vaterpolskimi škarjami, je bil ugotoviti velikost povprečne sile, ki jo je merjenec sposoben razviti in ohraniti skozi daljše časovno obdobje. Pri prvi merski nalogi merjenec izvaja izključno izmenične, pri drugi pa izključno sočasne škarjaste udarce. Pri merjenju povprečne sile med plavanjem s škarjastimi udarci, smo upoštevali tiste vrednosti krivulje, ki so nastale po drugi sekundi izvajanja naloge in v časovni dolžini 6 sekund pri izmeničnih škarjah, ter v času v katerem merjenci izvedejo 10-12 sočasnih škarjastih udarcev, ki prav tako ustreza približno šestim sekundam dela. Tako določen čas merjenja parametrov sile izključuje vrednosti, ki jih merjenec razvije pri prvih sekundah merjenja na račun zaleta (Slika 15). Pri plavanju s škarjastimi udarci smo ob povprečni sili, izmerili še največjo silo, ki jo merjenec razvije v proučevanem časovnem intervalu.



Slika 15: Signal sile pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci (rdeča barva) in pri plavanju s sočasnimi škarjastimi udarci (modra barva). Označen je tudi časovni interval signala sile, v katerem smo zajemali vrednosti posameznih parametrov sile.

2.4 METODE OBDELAVE PODATKOV

Pri metodološki obdelavi podatkov je bila najprej izračunana osnovna statistika: najmanjša in največja vrednost, aritmetična sredina, standardna napaka, standardni odklon, asimetričnost, sploščenost, preverili pa smo tudi normalnost porazdelitve podatkov s Kolmogorov – Smirnov testom.

Za ugotavljanje povezanosti med spremenljivkami pridobljenimi s pomočjo različnih testov, smo izračunali Pearsonov koeficient korelacije. Za ugotavljanje razlik med nekaterimi pari spremenljivk smo uporabili t-test za odvisne vzorce. Stopnja zaupanja je bila postavljena na 0,05.

Pri obdelavi podatkov je bil uporabljen statistični paket SPSS verzija 20.0 (IBM Statistics, ZDA) za Windows. Za urejanje, pisanje in predstavitev naloge je bil uporabljen paket Microsoft Office 2007.

3. REZULTATI

3.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI VZORCA IN SPREMENLJIVK ŠKARJASTIH UDARCEV

Pregled osnovnih statističnih značilnosti nam predstavi temeljne karakteristike o lastnostih in sposobnostih izbranega vzorca merjencev. Za vsako spremenljivko so dobljene sledeče vrednosti:

- najmanjša vrednost Min
- največja vrednost Maks
- aritmetična sredina A.S.
- standardna napaka A.N.
- standardni odklon S.O.
- asimetričnost krivulje Asim.
- sploščenost krivulje Splošč.
- Kolmogorov – Smirnov Z vrednost K-S Z

Tabela 5: Osnovna opisna statistika

	Enota	A.S	Min	Maks	S.O.	S.N.	ASI	SPLO	K-S Z
AV	[m]	1,800	1,690	1,960	0,067	0,013	0,635	0,627	0,598
AT	[kg]	75,575	54,900	100,700	12,601	2,381	0,261	-0,952	0,615
ADZEGOK	[m]	0,816	0,753	0,893	0,036	0,007	0,137	-0,310	0,426
Plovnost	[m]	0,262	0,130	0,430	0,087	0,018	0,508	-0,467	0,650
ZPIZM_Favg	[N]	128,009	88,818	179,770	25,853	4,886	0,199	-0,789	0,521
ZPIZM_Fmax	[N]	188,766	121,251	260,106	35,603	6,728	0,275	-0,524	0,421
ZPSOČ_Favg	[N]	111,383	67,107	159,979	22,015	4,160	0,115	0,023	0,449
ZPSOČ_Fmax	[N]	243,446	160,726	309,450	37,054	7,002	-0,395	-0,103	0,520
ZPEuIZM_Fmax	[N]	296,728	168,207	502,065	80,435	15,201	0,825	0,645	0,559
ZPEuIZM_Ssile	[Ns]	139,422	86,033	214,728	33,647	6,359	0,326	-0,514	0,776
ZPEuSOČ_Fmax	[N]	360,524	227,935	567,880	73,431	13,877	0,544	1,301	0,709
ZPEuSOČ_Ssile	[Ns]	148,921	100,489	237,065	28,379	5,363	0,891	2,422	0,799
SkiOP	[m]	1,388	1,290	1,520	0,072	0,014	0,228	-1,390	0,976
SkiOP_R	[m]	0,572	0,437	0,676	0,065	0,012	-0,317	-0,663	0,634
SkiOP_P	[m]	1,136	0,890	1,285	0,121	0,025	-1,046	-0,124	1,044
SkIZM	[m]	1,091	1,010	1,210	0,062	0,012	0,465	-0,965	0,716
SkIZM_R	[m]	0,272	0,142	0,406	0,058	0,011	-0,069	0,334	0,450
SkIZM_P	[m]	0,833	0,630	1,010	0,115	0,024	-0,398	-1,128	0,912
SkSOČ	[m]	1,082	0,950	1,255	0,069	0,014	0,829	1,015	0,720
SkSOČ_R	[m]	0,264	0,157	0,425	0,070	0,015	0,565	-0,314	0,868
SkSOČ_P	[m]	0,833	0,595	1,115	0,126	0,028	-0,112	0,446	0,752

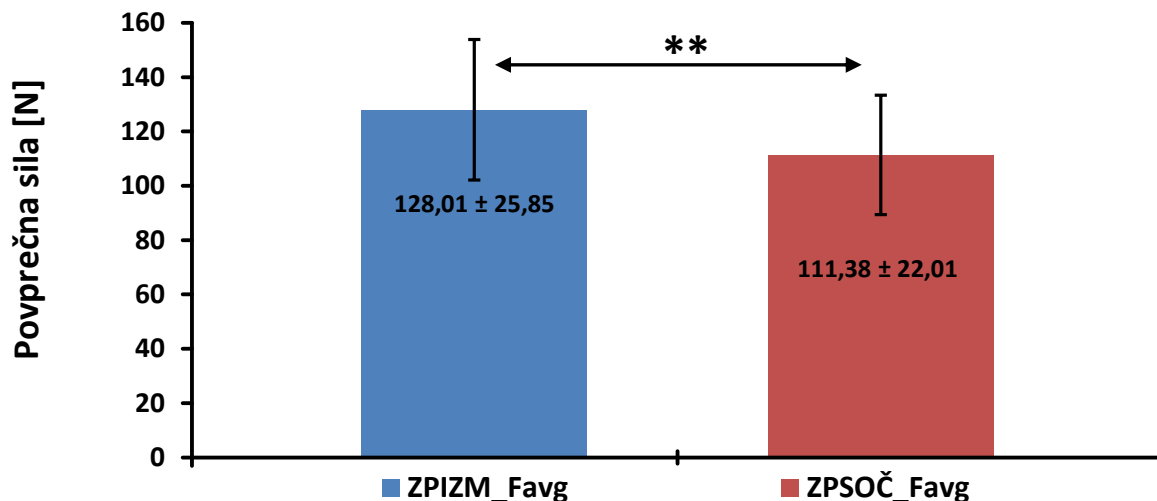
P5mIZM_t	[s]	6,245	5,410	7,950	0,643	0,122	0,976	0,729	0,733
P5mSOČ_t	[s]	5,319	4,770	6,810	0,544	0,103	1,513	1,928	0,982
VStart_5m_t	[s]	3,262	2,670	4,170	0,325	0,061	0,764	1,057	0,630
VStart_2m_t	[s]	1,389	1,100	1,800	0,173	0,033	0,774	0,660	0,737
Tenz_h_Odr	[mm]	294,214	227,120	389,220	38,496	7,275	0,268	0,226	0,953
Tenz_t_Odr	[ms]	417,571	292,210	542,130	57,906	10,943	0,245	0,117	0,486
Tenz_a_Odr	[m/s ²]	5,879	3,964	9,457	1,115	0,211	0,985	2,745	0,450
Tenz_stmoc_Odr	[N/kg]	1,286	0,300	2,900	0,676	0,128	0,532	-0,451	0,866
Tenz_SpZ_Odr	[%]	130,714	88,600	219,500	31,445	5,943	0,927	0,753	0,680
ZPIZM_Favg_AT	[N/kg]	1,723	1,026	2,242	0,366	0,069	-0,304	-1,199	0,765
ZPIZM_Fmax_AT	[N/kg]	2,534	1,730	3,501	0,485	0,092	-0,054	-1,131	0,855
ZPSOČ_Favg_AT	[N/kg]	1,506	0,817	2,196	0,349	0,066	-0,053	-0,575	0,460
ZPSOČ_Fmax_AT	[N/kg]	3,316	1,812	4,699	0,755	0,143	-0,266	-0,874	0,684
ZPEIZM_Fmax_AT	[N/kg]	4,002	1,901	6,546	1,092	0,206	0,061	0,077	0,551
ZPEIZM_Ssile_AT	[Ns/kg]	1,862	0,973	2,800	0,405	0,077	0,111	0,197	0,367
ZPESOČ_Fmax_AT	[N/kg]	4,898	2,570	7,733	1,242	0,235	0,195	0,273	0,695
ZPESOČ_Ssile_AT	[Ns/kg]	2,001	1,214	2,898	0,393	0,074	0,411	0,376	0,524

Legenda znakov: AV – telesna višina; AT – telesna teža; ADZEGOK – dolžina roke; Plovnost – višina, ki jo merjenci dosegajo pri testu plovnosti; ZPIZM_Favg – povprečna sila izmerjena med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci; ZPIZM_Fmax – največja sila izmerjena med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci; ZPSOČ_Favg – povprečna sila izmerjena med plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci; ZPSOČ_Fmax – največja sila izmerjena med plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci; ZPEIZM_Fmax – največja sila izmerjena pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu; ZPEIZM_Ssile – sunek sile izmerjen pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu; ZPESOČ_Fmax – največja sila izmerjena pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu; ZPESOČ_Ssile – sunek sile izmerjen pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu; SkIOP – višina skoka iz vode iz osnovnega položaja; SkIOP_R – višina skoka iz vode iz osnovnega položaja, zmanjšana za dolžino roke; SkIOP_P – višina skoka iz vode iz osnovnega položaja, zmanjšana za višino, izmerjeno pri testu plovnosti; SkIZM – višina skoka iz vode pri izmeničnem škarjastem udarcu, SkIZM_R – višina skoka iz vode pri izmeničnem škarjastem udarcu, zmanjšana za dolžino roke; SkIZM_P – višina skoka iz vode pri izmeničnem škarjastem udarcu, zmanjšana za višino, ki smo jo izmerili pri testu plovnosti; SkSOČ – višina skoka iz vode pri sočasnem škarjastem udarcu; SkSOČ_R – višina skoka iz vode pri sočasnem škarjastem udarcu, zmanjšana za dolžino roke; SkSOČ_P – višina skoka iz vode pri sočasnem škarjastem udarcu, zmanjšana za višino, ki smo jo izmerili pri testu plovnosti; P5mIZM – čas plavanja na 5 metrov z izmeničnimi vaterpolskimi škarjami; P5mSOČ – čas plavanja na 5 metrov s sočasnimi vaterpolskimi škarjami; VStart_5m – čas plavanja na 5 metrov iz vodnega starta; VStart_2m – čas plavanja na 2 metra iz vodnega starta; Tenz_h_Odr – višina odriva, izmerjena pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči; Tenz_t_Odr – čas odriva pri skoku iz počepa; Tenz_a_Odr – pospešek pri odrivu, izmerjen pri testu skok iz počepa; Tenz_stmoc_Odr – startna moč odriva, izmerjena pri testu skok iz počepa; Tenz_SpZ_Odr – razmerje sprednjih in zadnjih mišic pri odrivu, izmerjeno pri testu skok iz počepa na tenziometrijski plošči.

Nobena porazdelitev ne odstopa od normalne porazdelitve (K-S Z). Tako lahko pri nadaljnji analizi uporabimo vse parametrične metode.

V vzorec merjencev smo vključili 28 igralcev, starih 14-16 let, ki so na širšem seznamu slovenske kadetske vaterpolske reprezentance. Povprečna telesna višina (AV) našega vzorca je bila 180 cm, povprečna teža (AT) pa 75,6 kg. Če povprečnima vrednostma odštejemo in pripišemo standardni odklon, dobimo interval v katerem zajamemo 68,26% rezultatov. Takšen odstotek naših merjencev je torej visok od 173 do 187 cm in težak od 63 do 88,2 kg. Komelj je leta 2003 testiral slovensko kadetsko vaterpolsko reprezentanco oziroma 12 članov te reprezentance. Povprečna višina njegovega vzorca je bila 184,92 cm s standardnim odklonom 4,23 cm, povprečna teža pa 77,25 kg s standardnim odklonom 6,03 kg. Če primerjamo srednje vrednosti, ki jih vaterpolisti dosegajo pri meritvah telesne višine in telesne teže ugotovimo, da je naš vzorec merjencev v povprečju nižji za 4,92 cm in lažji za 1,67 kg. Razpon vrednosti, ki jih določa standardni odklon pri omenjenih meritvah, je večji pri našem vzorcu, kar je posledica tega, da je naš vzorec merjencev večji in neselekcioniран, medtem ko je Komelj izvedel raziskavo na 12 merjencih, ki so bili izbrani v končno sestavo slovenske kadetske reprezentance.

Pri merjenju parametrov sile pri zaviranem plavanju smo ugotovili, da merjenci razvijejo večjo povprečno silo med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci (ZPIZM_Favg), kakor med plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci (ZPSOČ_Favg)(Slika 16).

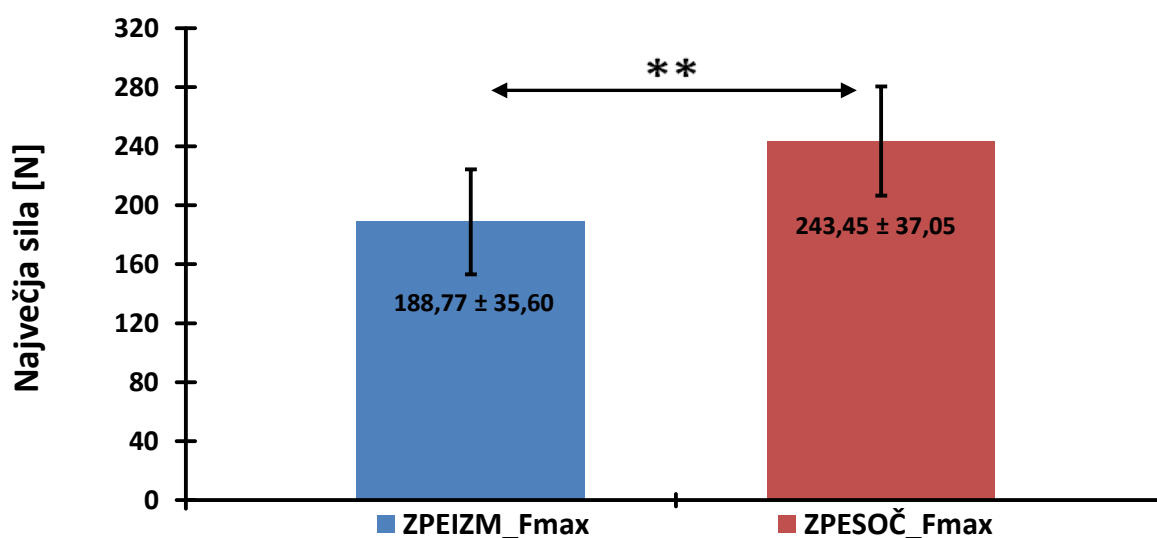


Slika 16: Primerjava srednjih vrednosti in standardnih odklonov povprečne sile, izmerjene med zaviranim plavanjem z izmeničnimi (ZPIZM_Favg) in sočasnimi škarjastimi udarci (ZPSOČ_Favg). P vrednost označena z dvema zvezdicama, zaznamuje statistično pomembne razlike med izmerjenima povprečnima silama ($P < 0,01$).

Statistične razlike srednjih vrednosti povprečne sile, izmerjene pri zaviranem plavanju, so pokazale, da obstajajo statistične razlike med plavanjem z izmeničnimi (ZPIZM_Favg) in sočasnimi (ZPSOČ_Favg) škarjastimi udarci.

Kombinacija iztegovanja in primikanja noge v kolčnem, kolenskem in skočnem sklepu, povzroči pojav propulzivnih sil, ki delujejo v smeri gibanja. Upogibanje nog v kolčnem in kolenskem sklepu, pa povzroči pojav zavirajočih sil, ki ne delujejo v smeri gibanja. Z upogibanjem nog v fazi vračanja, se poveča sila čelnega upora, ki je odvisna od položaja telesa vaterpolista v vodi in od hitrosti premikanja (Kapus idr., 2002). Pri sočasnih škarjastih udarcih je gibanje nog sočasno in simetrično, pri izmeničnih škarjastih udarcih pa je gibanje nog izmenično in asimetrično. Ko ena noga izvaja delovno fazo, je druga v nasprotni – fazi vračanja in obratno. Med iztegovanjem, primikanjem in upogibanjem nog pri sočasnih škarjastih udarcih prihaja do večjih nihanj v velikosti propulzivnih in zavirajočih sil, ki delujejo na vaterpolista, kakor pri izmeničnih škarjastih udarcih. Nihanja v velikosti teh sil lahko opazimo na Sliki 15, kjer so prikazana nihanja v velikosti sile, ki smo jo izmerili s pomočjo dinamometra med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci. S tem smo ugotovili, da večjo propulzivno silo, ki jo lahko vzdržujemo oziroma ohranjamo skozi daljše časovno obdobje, omogočajo izmenični škarjasti udarci.

Večje povprečne sile smo torej izmerili pri izmeničnih škarjastih udarcih, medtem ko so bile največje izmerjene sile večje pri sonožnih škarjastih udarcih (Slika 17).



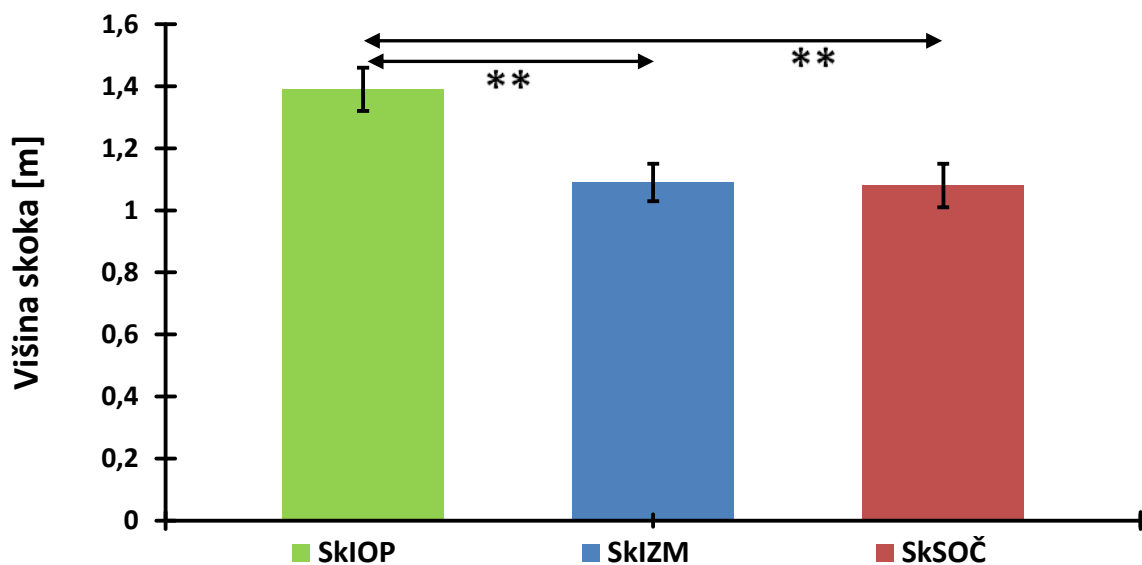
Slika 17: Primerjava srednjih vrednosti in standardnih odklonov največje sile, izmerjene pri enojnem izmeničnem (ZPEIZM_Fmax) in sočasnem škarjastem udarcu (ZPESOČ_Fmax). P vrednost označena z dvema zvezdicama, zaznamuje statistično pomembne razlike med izmerjenima največjima silama ($P < 0,01$).

Statistične razlike srednjih vrednosti največje sile, izmerjene med plavanjem s škarjastimi udarci, so pokazale, da obstajajo statistične razlike pri enojnem izmeničnem (P5mIZM) in sočasnem (P5mSOČ) škarjastem udarcu.

Večje vrednosti največje (maksimalne) sile, izmerjene pri sočasnih škarjastih udarcih, smo izmerili tako pri kontinuiranem izvajanju škarjastih udarcev (ZPSOČ_Fmax), kot tudi pri enojnem

škarjastem udarcu (ZPESOČ_Fmax, ZPESOČ_Ssile). Večjo propulzivno silo, ki jo lahko razvijemo v krajšem časovnem obdobju, nam tako omogočajo sočasni škarjasti udarci, pri katerih je gibanje nog sočasno, simetrično in pri katerih nogi izvajata isto fazo gibanja.

Pri meritvah skokov iz vode smo ugotovili, da merjenci v povprečju dosegajo najboljše rezultate pri testu skok iz osnovnega položaja (SkIOP), kot prikazuje Slika 18. Povprečna vrednost, ki so jo merjenci dosegli pri testu skok iz vode iz osnovnega položaja, je med skoki iz vode največja in znaša 1,39 m s standardnim odklonom 0,07 m. Ugotovitev je razumljiva, saj se merjenci pred skokom iz osnovnega položaja pripravijo na samo izvedbo skoka tako, da zgornji del telesa pomaknejo nekoliko v smeri naprej z namenom, da približajo boke vodni gladini. V fazi priprave na skok vaterpolisti še izvajajo izmenične vaterpolske škarje, nato pa sočasno izvedejo odziv z rokami in sočasni škarjasti udarec z nogami. Pri skoku z izmeničnim (SkIZM) in sočasnim udarcem (SkSOČ), pa merjenci izvedejo skok iz pokončnega položaja z rokami v vzročenu (iz hoje). Skok izvedejo izključno s škarjastim udarcem z nogami. Zanimiva je ugotovitev, da merjenci pri tem načinu skoka iz vode (roke v vzročenu) v povprečju dosegajo precej podobne rezultate pri skoku iz vode z izmeničnim (SkIZM) in skoku iz vode s sočasnim škarjastim udarcem (SkSOČ). Srednja vrednost skoka iz vode z izmeničnim škarjastim udarcem znaša 1,09 m s standardnim odklonom 0,06 m, srednja vrednost skoka iz vode s sočasnim škarjastim udarcem pa 1,08 m s standardnim odklonom 0,07 m.

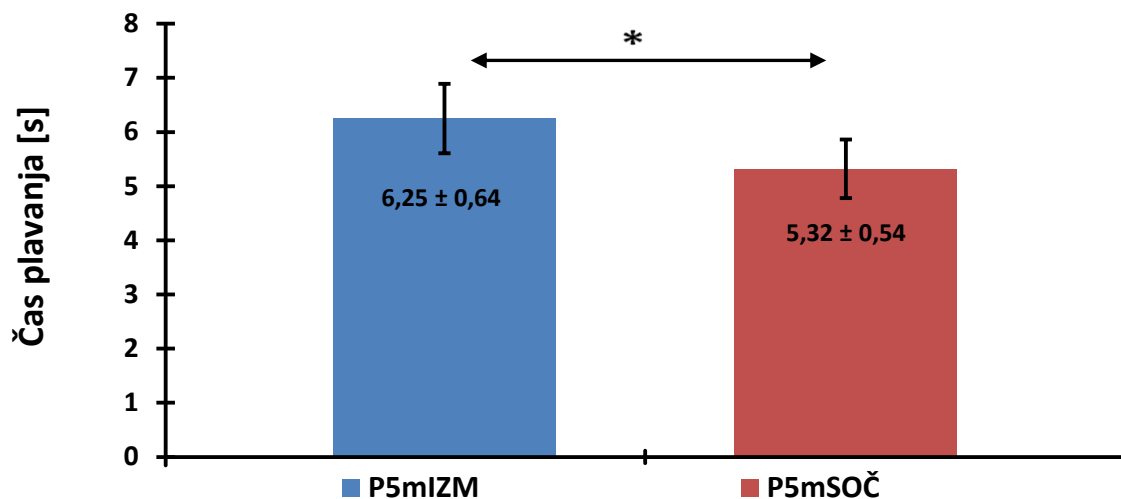


Slika 18: Primerjava srednjih vrednosti in standardnih odklonov višine skoka iz osnovnega položaja (SkIOP), skoka iz navpičnega položaja z izmeničnimi škarjastim udarcem (SkIZM) in skoka iz navpičnega položaja s sočasnim škarjastim udarcem (SkSOČ). P vrednosti označeni z dvema zvezdicama, zaznamujeta statistično pomembne razlike med izmerjenimi višinami skoka ($P < 0,01$).

Statistična obdelava srednjih vrednosti posameznih višin skokov iz vode je pokazala, statistično značilne razlike med višinami skokov iz osnovnega (SkIOP) in navpičnega položaja s sočasnim škarjastim udarcem (SkSOČ), ter med skoki iz vode iz osnovnega (SkIOP) in navpičnega položaja z

izmeničnim škarjastim udarcem (SkIZM). Razlike med skokom iz vode iz navpičnega položaja z izmeničnim (SkIZM) in sočasnim (SkSOČ) škarjastim udarcem pa niso statistično značilne.

Pri meritvah plavanja na 5 metrov s škarjastimi udarci smo ugotovili, da vaterpolisti v povprečju plavajo hitreje s sočasnimi škarjastimi udarci (P5mSOČ), kot z izmeničnimi škarjastimi udarci (P5mIZM). Daljši čas plavanja tako potrebujejo merjenci pri plavanju z izmeničnimi škarjastimi udarci. Srednje vrednosti, izmerjene pri plavanju z izmeničnim in sočasnimi škarjastimi udarci, se razlikujejo statistično značilno, kot prikazuje Slika 19.



Slika 19: Primerjava srednjih vrednosti in standardnih odklonov, med izmerjenim časom plavanja na 5 metrov z izmeničnimi (P5mIZM) in sočasnimi škarjastimi udarci (P5mSOČ). P vrednost označena z zvezdico, zaznamuje statistično pomembne razlike med izmerjenim časom plavanja pri izmeničnih in sočasnih škarjastih udarcih ($P \leq 0,01$).

3.2 POVEZANOST MED SPREMENLJIVKAMI, IZMERJENIMI PRI ZAVIRANEM PLAVANJU IN SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA PRI RAZLIČNIH GIBALNIH NALOGAH

3.2.1 POVEZANOST ABSOLUTNIH VREDNOSTI SPREMENLJIVK, IZMERJENIH PRI ZAVIRANEM PLAVANJU, S SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA

V Tabeli 6 so prikazani korelacijski koeficienti med spremenljivkami, ki smo jih dobili pri meritvah sile pri zaviranem plavanju in spremenljivkami, ki smo jih dobili pri meritvah skokov iz vode. Merili smo povprečno in največjo silo, ki jo merjenci razvijejo med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci (ZPIZM_Favg, ZPIZM_Fmax, ZPSOČ_Favg, ZPSOČ_Fmax), ter največjo silo in sunek sile, ki ju merjenci razvijejo pri enojnem izmeničnem in sočasnem škarjastem udarcu (ZPEIZM_Fmax, ZPEIZM_Ssile, ZPESOČ_Fmax, ZPESOČ_Ssile). Pri meritvah skokov iz vode smo izmerili višino, ki jo merjenci dosežejo pri skoku iz osnovnega položaja

(SkIOP) in višino, ki jo merjenci dosežejo pri skoku z izmeničnim in sočasnim škarjastim udarcem (SkIZM, SkSOČ). Ob spremenljivkah skokov iz vode, ki smo jih izmerili, so v tabeli prikazane še spremenljivke skokov iz vode, ki smo jih izračunali. Tako so prikazane višine skokov, ki smo jih zmanjšali za dolžino roke (SkIOP_R, SkIZM_R, SkSOČ_R) in višine skokov, ki smo jih zmanjšali za višino, izmerjeno pri testu plavnosti (SkIOP_P, SkIZM_P, SkSOČ_P). Korelacijski koeficienti v Tabeli 6 prikazujejo povezanost absolutnih vrednosti

Tabela 6: Povezanost med spremenljivkami pri zaviranem plavanju in skokih iz vode

	SkIOP	SkIOP_R	SkIOP_P	SkIZM	SkIZM_R	SkIZM_P	SkSOČ	SkSOČ_R	SkSOČ_P
ZPIZM_Favg	,611**	,554**	,540**	,457*	,399*	,437*			
ZPIZM_Fmax	,692**	,613**	,464*	,589**	,512**	,389			
ZPSOČ_Favg	,355	,338	,386				,253	,209	,272
ZPSOČ_Fmax	,080	,212	,332				,155	,271	,325
ZPEIZM_Fmax	,393*	,400*	,298	,176	,139	,156			
ZPEIZM_Ssile	,512**	,441*	,323	,389*	,252	,209			
ZPESOČ_Fmax	,320	,352	,226				-,072	-,110	-,056
ZPESOČ_Ssile	,527**	,403*	,218				-,020	-,190	-,132

* statistična značilnost pri $P < 0,05$

** statistična značilnost pri $P < 0,01$

Iz tabele 6 smo ugotovili, da so s spremenljivkami skoka iz osnovnega položaja (SkIOP, SkIOP_R), boljše povezane spremenljivke izmeničnih kot sočasnih škarjastih udarcev, izmerjene pri zaviranem plavanju (ZPIZM_Favg, ZPIZM_Fmax, ZPEIZM_Fmax, ZPEIZM_Ssile).

Tabela 7: Povezanost med spremenljivkami pri zaviranem plavanju in plavalnimi testi

	P5mIZM	P5mSOČ	VStart_5m	VStart_2m
ZPIZM_Favg	-,261		-,353	-,322
ZPIZM_Fmax	-,303		-,369	-,413*
ZPSOČ_Favg		-,329	-,162	-,392*
ZPSOČ_Fmax		-,146	,009	-,153
ZPEIZM_Fmax	-,381*		-,464*	-,482*
ZPEIZM_Ssile	-,230		-,433*	-,473*
ZPESOČ_Fmax		-,347	-,188	-,145
ZPESOČ_Ssile		-,102	-,135	-,092

* statistična značilnost pri $P < 0,05$

** statistična značilnost pri $P < 0,01$

V Tabeli 7 so prikazani korelacijski koeficienti med spremenljivkami, ki smo jih dobili pri meritvah sile pri zaviranem plavanju in spremenljivkami, ki smo jih dobili pri meritvah plavalnih testov (plavanje s škarjastimi udarci in plavanje z vodnim startom). Ob parametrih sile, ki smo jih izmerili pri plavanju z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci in pri enojnem izmeničnem in sočasnem škarjastem udarcu, so v tabeli prikazane še spremenljivke, ki smo jih pridobili pri testu plavanje na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci (P5mIZM, P5mSOČ), ter testu plavanje na 2 in 5 metrov z vodnim startom (VStart_2m, VStart_5m).

Iz Tabele 7 smo ugotovili, da so s spremenljivkami plavanja z vodnega starta tudi pri tem testu bolje povezane spremenljivke izmeničnih kot sočasnih škarjastih udarcev, izmerjene pri zaviranem plavanju. Omenjene spremenljivke so tudi bolje povezane s plavanjem z vodnega starta na krajši (VStart_2m) kakor daljši razdalji (VStart_5m).

3.2.2 POVEZANOST RELATIVNIH VREDNOSTI SPREMENLJIVK, IZMERJENIH PRI ZAVIRANEM PLAVANJU S SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA

V Tabeli 8 in 9 so prikazani korelacijski koeficienti med spremenljivkami škarjastega udarca, izmerjenimi pri različnih gibalnih nalogah in relativnimi vrednostmi spremenljivk, izmerjenih pri zaviranem plavanju. Absolutne vrednosti spremenljivk, izmerjenih pri zaviranem plavanju, smo normalizirali glede na telesno težo merjencev.

Tabela 8: Povezanost med spremenljivkami pri zaviranem plavanju in skokih iz vode

	SKIOP	SKIOP_R	SKIOP_P	SKIZM	SKIZM_R	SKIZM_P	SKSOČ	SKSOČ_R	SKSOČ_P
ZPIZM_Favg_AT	,341	,524**	,692**	,102	,342	,600**			
ZPIZM_Fmax_AT	,437**	,622**	,685**	,212	,462*	,594**			
ZPSOČ_Favg_AT	,093	,283	,535**				,110	,309	,554*
ZPSOČ_Fmax_AT	-,146	,155	,410*				,041	,344	,515*
ZPEIZM_Fmax_AT	,202	,378*	,404	-,049	,123	,276			
ZPEIZM_Ssile_AT	,353	,497**	,514*	,130	,248	,386			
ZPESOČ_Fmax_AT	,077	,306	,329				-,127	,065	,216
ZPESOČ_Ssile_AT	,278	,424*	,412*				-,116	-,008	,201

* statistična značilnost pri $P < 0,05$

** statistična značilnost pri $P < 0,01$

Iz Tabele 8 smo ugotovili, da so s spremenljivkami skoka iz osnovnega položaja ponovno bolje povezane spremenljivke izmeničnih kot sočasnih škarjastih udarcev, izmerjene pri zaviranem plavanju (ZPIZM_Favg, ZPIZM_Fmax, ZPEIZM_Fmax, ZPEIZM_Ssile). Ob tem smo ugotovili, da so spremenljivke pri zaviranem plavanju, ki smo jih normalizirali glede na telesno težo, bolje

povezane s spremenljivkami skokov iz vode, ki smo jih izračunali (SkIOP_R, SkIOP_P, SkIZM_R, SkIZM_P, SkSOČ_P) kot s spremenljivkami, ki smo jih izmerili (SkIOP, SkIZM, SkSOČ).

Tabela 9: Povezanost med spremenljivkami pri zaviranem plavanju in plavalnimi testi

	P5mIZM	P5mSOČ	VStart_5m	VStart_2m
ZPIZM_Favg_AT	-,430*		-,366	-,362
ZPIZM_Fmax_AT	-,475*		-,432*	-,492**
ZPSOČ_Favg_AT		-,530**	-,162	-,395*
ZPSOČ_Fmax_AT		-,383*	-,020	-,145
ZPEIZM_Fmax_AT	-,499**		-,462*	-,502*
ZPEIZM_Ssile_AT	-,429*		-,522*	-,577**
ZPESOČ_Fmax_AT		-,493**	-,174	-,162
ZPESOČ_Ssile_AT		-,414*	-,188	-,171

* statistična značilnost pri $P < 0,05$

** statistična značilnost pri $P < 0,01$

Iz Tabele 9 smo ponovno ugotovili, da so s spremenljivkami plavanja iz vodnega starta bolj povezane spremenljivke izmeničnih kot sočasnih škarjastih udarcev. Ob tem smo ugotovili povezanost med povprečno silo izmerjeno med plavanjem s škarjastimi udarci (ZPIZM_Favg_AT, ZPSOČ_Favg_AT) in plavanjem na 5 metrov s škarjastimi udarci iz letečega starta (P5mIZM, P5mSOČ).

3.3 POVEZANOST MED SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA, IZMERJENIMI PRI RAZLIČNIH GIBALNIH NALOGAH

Tabela 10: Povezanost spremenljivk škarjastega udarca pri različnih gibalnih nalogah

	SkIOP	SkIOP_R	SkIOP_P	SkIZM	SkIZM_R	SkIZM_P	SkSOČ	SkSOČ_R	SkSOČ_P
P5mIZM	-,280	-,411*	-,262	-,140	-,318	-,232			
P5mSOČ	-,259	-,392*	-,367				-,244	-,333	-,275
VStart_5m	-,602**	-,733**	-,644**	-,119	-,203	-,345	-,030	-,005	-,299
VStart_2m	-,545**	-,715**	-,649**	-,304	-,443*	-,489*	-,065	-,086	-,350

* statistična značilnost pri $P < 0,05$

** statistična značilnost pri $P < 0,01$

Tabela 10 prikazuje korelacijske koeficiente med spremenljivkami izmerjenimi pri skokih iz vode, pri plavanju na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečim startom (P5mIZM, P5mSOČ) in pri plavanju na 2 in 5 metrov z največjo hitrostjo z vodnega starta

(VStart_2m, VStart_5m). Vrednosti korelacijskega koeficienta so prikazane za izmerjene spremenljivke skokov iz vode (SkIOP, SkIZM, SkSOČ), kot tudi za izračunane (SkIOP_R, SkIOP_P, SkIZM_R, SkIZM_P, SkSOČ_R, Sk_SOČ_P).

Iz podatkov v Tabeli 10 smo ugotovili, da so spremenljivke plavanja z vodnega starta (VStart_2m, VStart_5m), povezane s skokom iz vode iz osnovnega položaja (SkIOP), med tem ko spremenljivke plavanja z letečega starta (P5mIZM, P5mSOČ), s skokom iz vode (SkIOP) niso povezane. Ugotovili pa smo povezanost, tako spremenljivk plavanja z vodnega starta kot tudi spremenljivk plavanja z letečega starta, z višino skoka iz vode iz osnovnega položaja, ki smo jo zmanjšali za dolžino roke (SkIZM).

Na pomen izmeničnih škarjastih udarcev pri skoku iz vode in vodnem startu, pa nakazuje ugotovitev povezanosti med plavanjem na 2 metra iz vodnega starta (VStart_2m) in skokom iz navpičnega položaja z izmeničnim škarjastim udarcem (SkIZM). Ugotovitev je zanimiva, saj bi povezanost vodnega starta s skokom iz vode, pričakovali ravno nasprotno – s skokom iz vode iz navpičnega položaja s sočasnim škarjastim udarcem (SkSOČ).

3.4 POVEZANOST MED SPREMENLJIVKAMI, IZMERJENIMI PRI SKOKU IZ POČEPA NA TENZIOMETRIJSKI PLOŠČI IN SPREMENLJIVKAMI ŠKARJASTEGA UDARCA

Tabela 11: Povezanost med spremenljivkami skoka iz počepa in skoki iz vode

	SKIOP	SKIOP_R	SKIOP_P	SkIZM	SkIZM_R	SkIZM_P	SkSOČ	SkSOČ_R	SkSOČ_P
Tenz_h_Odr	,271	,343	,495*	-,148	-,128	,283	,090	,221	,537*
Tenz_t_Odr	-,096	-,160	-,206	,081	,046	-,097	-,033	-,094	-,312
Tenz_a_Odr	,223	,277	,336	-,062	-,059	,203	,103	,171	,448*
Tenz_stmoc_Odr	,046	,036	,057	-,172	-,236	-,102	-,001	,040	,193
Tenz_SpZ_Odr	,218	,247	,288	,156	,195	,280	,026	,064	,138

* statistična značilnost pri $P < 0,05$

** statistična značilnost pri $P < 0,01$

V Tabeli 11 so prikazani korelacijski koeficienti med spremenljivkami, pridobljenimi pri testu skok iz počepa na tenziometrijski plošči in spremenljivkami, pridobljenimi pri meritvah skokov iz vode. Ob korelacijskih koeficientih med posameznimi spremenljivkami so prikazane tudi njihove statistične značilnosti. Pri testu skok iz počepa na tenziometrijski plošči smo izmerili višino odziva (Tenz_h_Odr), čas odziva (Tenz_t_Odr), pospešek pri odzivu (Tenz_a_Odr), startno moc pri odzivu (Tenz_stmoc_Odr) in razmerje med proksimalnimi in distalnimi mišicami, ki so aktivne pri odzivu (Tenz_SpZ_Odr). V tabeli so prav tako prikazane izmerjene spremenljivke meritev skokov iz vode (SkIOP, SkIZM, SkSOČ) in izmerjene spremenljivke posameznega skoka iz vode (SkIOP_R, SkIZM_R, SkSOČ_R, SkIOP_P, SkIZM_P, SkSOČ_P).

Tabela 12: Povezanost med spremenljivkami skoka iz počepa in plavalnimi testi

	P5mIZM	P5mSOČ	VStart_5m	VStart_2m
Tenz_h_Odr	-,069	-,334	-,455*	-,254
Tenz_t_Odr	,241	,281	,116	,045
Tenz_a_Odr	-,141	-,306	-,229	-,123
Tenz_stmoc_Odr	-,106	-,296	-,151	-,011
Tenz_SpZ_Odr	-,144	-,032	-,012	-,091

* statistična značilnost pri $P < 0,05$

** statistična značilnost pri $P < 0,01$

Tabela 12 prikazuje vrednosti korelacijskih koeficientov med spremenljivkami skoka iz počepa na tenziometrijski plošči in spremenljivkami plavalnih sposobnosti, ter njihove statistične značilnosti. Ugotovili smo povezanost višine odriva pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči (Tenz_h_Odr) s plavanjem na 5 metrov z vodnega starta (VStart_5m).

4. RAZPRAVA

V raziskavo smo vključili 28 vaterpolistov, ki so bili na širšem spisku slovenske kadetske vaterpolske reprezentance. Na podlagi zastavljenih ciljev smo opredelili vzorec motoričnih testov in spremenljivk, s katerimi smo ugotavljali dinamiko vaterpolskih škarij. Večino motoričnih testov smo izvedli v specifičnih pogojih medija – v vodi, enega pa na kopnem. Na kopnem smo tako izvedli test skok iz počepa na tenziometrijski plošči, v vodi pa smo izvedli test skok iz osnovnega položaja, skok iz navpičnega položaja (roke v vzročenu) z izmeničnim in sočasnim škarjastim udarcem, plavanje na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečim startom, plavanje na 2 in 5 metrov z vodnega starta, prav tako pa smo izvedli (test zavirano plavanje) meritve parametrov sile pri zaviranem plavanju - natančneje meritve sile med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, ter meritve sile pri enojnem izmeničnem in sočasnem škarjastem udarcu.

Na podlagi ugotovljenih povezav med testi za ugotavljanje dinamike vaterpolskih škarij, smo želeli predlagati optimalne teste za merjenje dinamike omenjenega vaterpolskega elementa.

Diplomska naloga je dala naslednje ugotovitve:

1. Primerjava med spremenljivkami izmeničnih in sočasnih škarjastih udarcev pri zaviranem plavanju je pokazala, da večjo povprečno silo razvijejo merjenci med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci (ZPIZM_Favg), največjo (maksimalno) silo pa pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu (ZPESOČ_Fmax). Izmenični škarjasti udarci nam tako omogočijo vzdrževanje večje propulzivne sile skozi daljše časovno obdobje, sočasni škarjasti udarci pa nam omogočajo razvoj večje trenutne propulzivne sile. Izmenične vaterpolske škarje vaterpolisti najpogosteje uporabljajo pri vzdrževanju dvignjenega položaja telesa v vodi in pri tesnem pokrivanju (potiskanju, upiranju) nasprotnega igralca (v igri mož na moža). Sočasne vaterpolske škarje pa vaterpolisti najpogosteje uporabljajo pri vseh skokih iz vode in vodnih startih.
2. Pričakovali smo povezanost med povprečno silo, izmerjeno med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci (ZPIZM_Favg, ZPSOČ_Favg), ter plavanjem na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečega starta (P5mIZM, P5mSOČ), vendar povezanosti nismo ugotovili (Tabela 7). Ugotovili pa smo, da merjenci s sočasnimi škarjastimi udarci plavajo hitreje (Slika 19), kljub temu da med zaviranim plavanjem s sočasnimi udarci razvijejo manjšo povprečno silo (Slika 16). Po drugi strani pa večjo največjo (maksimalno) silo razvijejo merjenci prav pri sočasnem škarjastem udarcu (Slika 17). Iz navedenega sklepamo, da na hitrost plavanja s sočasnimi škarjastimi udarci (P5mSOČ) v večji meri vpliva največja (maksimalna) sila, izmerjena pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu (ZPESOČ_Fmax), kot povprečna sila, izmerjena med plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci (ZPSOČ_Favg), ob pravilni koordinaciji oziroma tehniki gibanja.

Predpostavljamo, da na hitrejše plavanje s sočasnimi škarjastimi udarci (P5mSOČ) tako vplivajo večja propulzivna sila, ki jo merjenec razvije pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu, ter pojav drsenja telesa, ki se pri sočasnem škarjastem udarcu pojavi, pri izmeničnem pa ne.

3. Ugotovili smo, da so spremenljivke izmeničnih škarjastih udarcev pri zaviranem plavanju, bolje povezane s spremenljivkami skoka iz vode in plavanja z vodnim startom, kot spremenljivke sočasnih škarjastih udarcev.
 - Spremenljivke, izmerjene med zaviranim plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci (ZPIZM_Favg, ZPIZM_Fmax) in pri enojnem izmeničnem škarjastem udarcu (ZPEIZM_Fmax, ZPEIZM_Ssile), so najbolj povezane z višino skoka iz osnovnega položaja (SkIOP) in z višino, ki smo jo zmanjšali za dolžino roke (SkIOP_R) (Tabela 6). Navedene ugotovitve so bile pričakovane. Skok je tehnični element, pri katerem vaterpolist, za doseganje najvišjega dviga telesa iz vode, poveča hitrost izvajanja izmeničnih škarjastih udarcev in na koncu izvede še sočasni škarjasti udarec. V primeru, da opazujemo gibanje nog pri sočasnem škarjastem udarcu čelno glede na vaterpolista, ugotovimo, da je udarec sestavljen iz kombinacije iztegovanja in primikanja nog v kolčnem, kolenskem in skočnem sklepu. Pomembnost enojnega sočasnega škarjastega udarca, pri skoku iz osnovnega položaja, opazimo pri sunku sile (ZPEuSOČ_Ssile). Slednji je povezan tako z višino skoka iz osnovnega položaja, ki smo jo izmerili (SkIOP), kot tudi z višino skoka, ki smo jo zmanjšali za dolžino roke (SkIOP_R). Pričakovali smo, da bodo spremenljivke enojnega sočasnega škarjastega udarca bolje povezane s spremenljivkami skoka iz vode iz navpičnega položaja s sočasnim škarjastim udarcem (SkSOČ), vendar povezanosti v našem primeru nismo ugotovili (Tabela 6). Pomembnost izmeničnih škarjastih udarcev pri skoku iz vode, pa predstavlja tudi ugotovitev povezanosti skoka iz vode iz osnovnega položaja (SkIOP_R) s plavanjem na 5 metrov z izmeničnimi škarjastimi udarci (P5mIZM) (Tabela 10).
 - Vodni start je tehnični element pri katerem vaterpolisti iz osnovnega vaterpolskega položaja, pri katerem izvajajo izmenične škarjaste udarce, izvedejo hiter prehod v plavanje z največjo hitrostjo. Pri tem smo predpostavljali, da vaterpolistom hiter prehod v plavanje omogoča hiter, močan in sunkovit sočasni škarjasti udarec. V skladu z navedenimi smo pričakovali povezanost spremenljivk sočasnega škarjastega udarca, izmerjenih pri meritvah največje sile in sunka sile pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu (ZPEuSOČ_Fmax, ZPEuSOČ_Ssile), s testom plavanja na 2 in 5 metrov z vodnega starta. Koeficienti korelacije v Tabeli 7 pa prikazujejo, da so s plavanjem z vodnega starta (VStart_2m, VStart_5m), ponovno bolj povezani parametri sile, ki smo jih izmerili pri zaviranem enojnem izmeničnem škarjastem udarcu (ZPE_IZM_SunSile, ZPE_IZM_Fmax). Iz tabele smo prav tako ugotovili, da so parametri sile, izmerjeni pri zaviranem plavanju, bolj povezani s plavanjem na 2 metra z vodnega starta (VStart_2m) kot s plavanjem na 5 metrov z vodnega starta (VStart_5m). Ugotovitev je bila

pričakovana, saj imajo škarjasti udarci pri plavanju z vodnega starta, večji vpliv na krajši kakor daljši razdalji.

Gibanje nog pri vodnem startu in skoku iz vode, je sicer podobno gibanju nog pri sočasnem škarjastem udarcu, vendar podatki v naši raziskavi prikazujejo, da najverjetneje ni povsem tako. Sanders (1999a) je v svoji raziskavi ugotovil, da gibanje nog pri skoku iz vode iz osnovnega položaja ni povsem sočasno in simetrično. Najverjetneje je to tudi razlog, da v našem primeru nismo ugotovili večje povezanosti spremenljivk sočasnega škarjastega udarca pri zaviranem plavanju, s spremenljivkami skoka iz vode in vodnega starta. Na večjo povezanost izmeničnih kot sočasnih škarjastih udarcev s testom skoka iz vode in vodnim startom, nakazuje tudi ugotovitev povezave, med plavanjem na 2 metra z vodnega starta (VStart_2m) in višino skoka iz navpičnega položaja z izmeničnim škarjastim udarcem, ki smo jo zmanjšali za dolžino roke in višino plovnosti (SkIZM_R, SkIZM_P) (Tabela 10).

4. Iz podatkov v Tabeli 10 smo ugotovili, da so spremenljivke plavanja z vodnega starta (VStart_2m, VStart_5m) povezane s testom skok iz vode iz osnovnega položaja (SkIOP), spremenljivke plavanja s škarjastimi udarci z letečega starta (P5mIZM, P5mSOČ), pa s skokom niso povezane. Ugotovitev je zanimiva, saj v praksi pogosto testiramo vaterpolske vratarje s testi plavanja v tehniki prsno in testom skok iz vode iz osnovnega položaja. Podatki v naši raziskavi pa so pokazali, da omenjena testa nista povezana. Prav tako nismo ugotovili povezanosti med plavanjem s škarjastimi udarci z letečega starta (P5mIZM, P5mSOČ) in skokom iz navpičnega položaja z izmeničnim (SkIZM) in sočasnim (SkSOČ) škarjastim udarcem. Pri obeh meritvah vaterpolist izvede nalogo izključno z uporabo škarjastih udarcev, zato smo pričakovali povezanost prav med njimi. Povezanosti med plavanjem z vodnega starta (VStart_2m, VStart_5m) in skokom iz vode (SkIOP) sicer nismo pričakovali, saj je gibanje pri prvem izvedeno v vodoravni, pri drugem pa v navpični smeri, kljub temu pa je ugotovljena povezanost med omenjenima testoma razumljiva. Plavanje na 2 in 5 metrov z vodnega starta in skok iz vode iz osnovnega položaja zahtevata podobno tehniko gibanja, kar je najverjetneje razlog, da so spremenljivke obeh testov med seboj statistično značilno povezane. Pri tem predpostavljamo, da informacijo o sposobnosti škarjastega udarca, pri skoku iz vode iz osnovnega položaja, izboljšamo, če od izmerjene višine pri skoku, odštejemo dolžino roke. S tem zmanjšamo vpliv telesne višine na višino, ki jo merjenci dosežajo pri omenjenem testu (Platanou, 2006). Višino, ki smo jo zmanjšali za dolžino roke, smo označili z oznako SkIOP_R. Informacijo o sposobnosti škarjastega udarca, pri testu plavanje z vodnega starta, pa izboljšamo, če test izvajamo na krajši razdalji (VStart_2m). Možnost pojava napak, je pri meritvah plavanja na krajši razdalji sicer večja, kljub temu pa lahko njih pojav, zmanjšamo z odčitavanjem rezultata s pomočjo računalniškega program, kot smo to storili tudi v našem primeru.

Zaradi tega lahko prvo hipotezo, ki pravi, da bodo spremenljivke, izmerjene z uporabo izmeničnih in sočasnih škarjastih udarcev pri različnih gibalnih nalogah, statistično značilno povezane, potrdimo.

5. Spremenljivke izmerjene pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči večinoma niso povezane s spremenljivkami skokov iz vode (Tabela 11). Izjemo predstavlja povezanost višine odriva (Tenz_h_Odr) z višino skoka iz osnovnega položaja, ki smo jo zmanjšali za višino plovnosti (SkIOP_P). Z zmanjšanjem višine, ki smo jo izmerili pri posameznem skoku iz vode, za višino plovnosti, smo želeli zmanjšati vpliv plovnosti na višino, ki jo merjenci dosežajo pri skoku iz vode. Izračunana razlika med obema višinama, predstavlja višino, ki jo merjenci v večji meri dosežejo na račun iztegovanja nog pri škarjastem udarcu. Še večjo povezanost ugotovimo med višino odriva pri skoku iz počepa (Tenz_h_Odr) in višino skoka iz navpičnega položaja z izvajanjem sočasnih škarjastih udarcev (SkSOČ_P). Iz podatkov v Tabeli 12 ugotovimo, da so spremenljivke izmerjene pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči, skromno povezane tudi s spremenljivkami meritev iz prostora plavalnih testov. Ugotovili smo le povezanost višine odriva pri skoku iz počepa (Tenz_h_Odr), s plavanjem na 5 metrov iz vodnega starta (VStart_5m). Razumljivejša bi bila ugotovitev povezanosti višine odriva pri skoku iz počepa (Tenz_h_Odr) s plavanjem na 2 metra iz vodnega starta (VStart_2m), saj je vpliv iztegovanja nog, podobno kot vpliv škarjastih udarcev, večji na krajši kakor na daljši razdalji.

Zaradi tega, ne moremo povsem ovreči druge hipoteze, ki predvideva, da bodo parametri skoka iz počepa statistično značilno povezani s testi izvedenimi v vodi.

V naši raziskavi smo tako ugotovili nekatere pozitivne povezanosti med posameznimi testi za ugotavljanje dinamike vaterpolskih škarij. Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da je za spremljanje omenjenega vaterpolskega elementa, primerna večina testov, ki smo jih v nalogi opredelili. O smiselnosti uporabe se sprašujemo pri merjenju skoka iz počepa na tenziometrijski plošči, pri čemer merjenje višine odriva sicer ocenjujemo kot primerno, ter testu plavanje na 5 metrov s škarjastimi udarci.

Z namenom, da bi ugotovili povezanost povprečne sile, izmerjene med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, s plavanjem na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečega starta, smo spremenljivke, izmerjene pri zaviranem plavanju normalizirali. Vrednosti absolutnih spremenljivk smo priredili glede na telesno težo merjencev. Ob primerjavi podatkov iz Tabele 7 in 9 smo ugotovili, da so s plavanjem na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečega starta (P5mIZM, P5mSOČ), bolje povezane relativne vrednosti spremenljivk, izmerjenih med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci pri zaviranem plavanju, kot absolutne vrednosti spremenljivk. S plavanjem s škarjastimi udarci sta povezani tako normalizirana povprečna sila, izmerjena med zaviranim plavanjem z izmeničnimi, kot tudi normalizirana povprečna sila, izmerjena med zaviranim plavanjem s sočasnimi škarjastimi udarci. Iz podatkov v Tabeli 8 pa smo ugotovili, da so relativne spremenljivke bolje povezane s tistimi spremenljivkami skokov iz vode, pri katerih smo višino skoka zmanjšali za dolžino roke in za višino, ki so jo merjenci dosegli pri testu plovnosti.

5. SKLEP

V diplomski nalogi smo želeli (i) opredeliti skupino testov za merjenje dinamike vaterpolskih škarij pri vaterpolistih in (ii) ugotoviti s katerimi motoričnimi testi lahko natančneje spremljamo sposobnost omenjenega vaterpolskega elementa.

V raziskavi je sodelovalo 28 igralcev, ki so na širšem spisku slovenske kadetske vaterpolske reprezentance. Na podlagi zastavljenih ciljev smo uporabili skupino motoričnih testov, ki smo jih po večini izvedli v specifičnih pogojih medija – v vodi, enega pa na kopnem. Na kopnem smo izvedli test skok iz počepa na tenziometrijski plošči, v vodi pa skok iz osnovnega položaja, skok iz navpičnega položaja (roke v vzročenju) z izmeničnim in sočasnim škarjastim udarcem, plavanje na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci z letečim startom, plavanje na 2 in 5 metrov z vodnega starta, in test zavirano plavanje, pri katerem smo merili silo med plavanjem z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, ter največjo silo in sunek sile pri enojnem izmeničnem in sočasnem škarjastem udarcu.

Iz rezultatov meritev sile pri zaviranem plavanju smo ugotovili, da večjo povprečno silo, razvijejo merjenci med plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci, največjo (maksimalno) silo pa razvijejo merjenci pri enojnem sočasnem škarjastem udarcu. Pri meritvah plavanja na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci, pa smo ugotovili, da merjenci plavajo hitreje s sočasnimi škarjastimi udarci, kljub temu da med zaviranim plavanjem pri tem načinu dela z nogami razvijejo manjšo povprečno silo. Razlog za to je najverjetneje izkoriščanje faze drsenja, ki se pri vodoravnem plavanju s sočasnimi škarjami pojavi, pri plavanju z izmeničnimi škarjami pa ne.

Z merjenjem povezanosti med različnimi testi smo želeli ugotoviti, katere teste je potrebno izvajati, da bi lahko opisali dinamiko vaterpolskih škarij in še nekaterih drugih tehničnih elementov (skok iz vode, vodni start). Povezanost med skupino motoričnih testov smo ugotavljali s Pearsonovim koeficientom korelacije.

V nalogi smo si postavili tudi dve hipotezi.

Hipotezo pri kateri trdimo, da bodo spremenljivke izmeničnih in sočasnih škarjastih udarcev, izmerjene pri različnih gibalnih nalogah, statistično značilno povezane, smo tekom analize sprejeli. Ugotovili smo, da so s testom skok iz vode iz osnovnega položaja in plavanjem z vodnega starta, bolje povezane spremenljivke izmeničnih kakor sočasnih škarjastih udarcev, izmerjene pri zaviranem plavanju. Od spremenljivk sočasnih škarjastih udarcev, smo ugotovili le povezanost sunka sile, pri enojnem sočasnem udarcu, s skokom iz osnovnega položaja. Prav tako smo ugotovili, da so spremenljivke izmeničnih škarjastih udarcev, izmerjene pri zaviranem plavanju, bolje povezane s plavanjem iz vodnega starta na krajši kakor daljši razdalji. Ugotovitev je razumljiva, saj je vpliv škarjastih udarcev na krajši razdalji večji. Plavanje z vodnega starta pa je

statistično značilno povezano tudi s skokom iz vode iz osnovnega položaja. Najverjetneje zato, ker testa zahtevata podobno tehniko gibanja. Največjo povezanost med plavanjem z vodnega starta in skokom iz vode iz osnovnega položaja, smo ugotovili pri višini skoka, ki smo jo zmanjšali za dolžino roke. Po drugi strani pa smo pričakovali povezanost med plavanjem s škarjastimi udarci in povprečno silo, izmerjeno pri zaviranem plavanju s škarjastimi udarci, vendar povezanosti nismo ugotovili. Prav tako nismo ugotovili povezanosti plavanja z izmeničnimi in sočasnimi škarjastimi udarci s skokom iz vode iz navpičnega položaja (z rokami v vzročnju) z izmeničnim in sočasnim škarjastim udarcem. Ugotavljamo, da je merjenje hitrosti plavanja z izvajanjem izmeničnih ali sočasnih škarij v vodoravnem položaju (kjer so roke nevtralizirane z desko) neprimeren test za ugotavljanje dinamike vaterpolskih škarij.

Hipoteze pri kateri trdimo, da bodo parametri skoka iz počepa, statistično značilno povezani s testi izvedenimi v vodi, ne moremo povsem ovreči. Spremenljivke izmerjene pri skoku iz počepa na tenziometrijski plošči po večini niso povezane s spremenljivkami skokov iz vode. Izjemo predstavlja povezanost višine odriva z višino skoka iz osnovnega položaja, ki smo jo zmanjšali za višino plovnosti. Prav tako smo ugotovili povezanost višine odriva pri skoku iz počepa z višino skoka iz navpičnega položaja s sočasnim škarjastim udarcem. Spremenljivke skoka iz počepa so prav tako skromno povezane s spremenljivkami iz prostora plavalnih testov. Ugotovili smo le povezanost višine skoka s plavanjem z vodnega starta na 5 metrov. Razumljivejša bi bila ugotovitev povezanosti višine skoka iz počepa s plavanjem na 2 metra z vodnega starta.

Na podlagi naših ugotovitev za merjenje dinamike vaterpolskih škarij predlagamo naslednjo skupino meritev: skok iz vode iz osnovnega položaja, plavanje z vodnega starta na krajši razdalji (2 metra), merjenje višine skoka iz počepa na tenziometrijski plošči, merjenje parametrov sile med zaviranim plavanjem z izmeničnimi škarjastimi udarci in pri enojnem škarjastem udarcu. Ugotovili smo, da so s testom plavanje na 5 metrov z izmeničnimi in sočasnimi vaterpolskimi škarjami z letečega starta, povezane normalizirane vrednosti spremenljivk, izmerjene pri meritvah parametrov sil pri zaviranem plavanju, vendar menimo, da način obravnave parametrov sil glede na telesno maso merjencev, ni tako zelo pomemben. Kot vemo, na plavalca oziroma vaterpolista, med plavanjem deluje sila upora, ki je v največji meri odvisna od čelnega preseka in površine telesa, ki pa ju v nalogi nismo merili, medtem ko je teža telesa nevtralizirana s silo vzgona. V prihodnje bi morda bilo smotno ugotavljati povezanost med spremenljivkami škarjastih udarcev, ki bi jih ustrezno normalizirali.

Naloga predstavlja teoretično in praktično podlago za nove raziskave s takšno ali podobno temo. Raziskovalci bodo lahko z novo raziskavo izhajali iz naših rezultatov in izhodišč. Še večji vpogled v sposobnost vaterpolskih škarij bi omogočila kinematična analiza gibanja nog pri posameznem škarjastem udarcu. Prav tako bi bilo zanimivo ugotoviti povezanost med višino skoka iz vode in hitrostjo meta (strele) na vaterpolska vrata. Diplomaska naloga je namenjena predvsem vaterpolskim trenerjem za potrebe ugotavljanja in spremljanja sposobnosti vaterpolskih škarij, kot enega osnovnih tehničnih elementov vaterpolske igre, v trenažnem procesu.

6. VIRI

Alexander, M., Tylor C. (2008). The technique of the eggbeater kick. *Coachesinfo*, Pridobljeno 20. 8. 2011 iz

http://www.coachesinfo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=231:waterpolo_eggkick&catid=70:waterpologeneralarticles&Itemid=131

Bampouras, T. M., Marrin, K. (2009). Comparison of two anaerobic water polo-specific tests with the wingate test [elektronska izdaja]. *Journal of Strength and Conditioning research*, 23(1), 336-340.

Dopsaj, M. (2010). Pulling force characteristics of 10 s maximal tethered eggbeater kick in elite water polo players: A pilot study. V *XIth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming* (str. 69-71). Oslo: Norwegian School of Sport Science.

Hede, C., Russell, K., Weatherby, R. (2011). *PE: Senior physical education for Queensland*. Melbourne: Oxford University Press, University of Oxford.

Homma, M. in Homma, M. (1995). Coaching points for the technique of the eggbeater kick in synchronized swimming based on three-dimensional motion analysis [elektronska izdaja]. *Sports Biomechanics*, 4, 73-88.

Homma, M. in Homma, M. (2006). Three-dimensional analysis of the eggbeater kick in synchronized swimming. V *X International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming* (str. 40-42). Porto: University of Porto, Faculty of Sport.

Kapus, V., Štrumbelj, B., Kapus, J., Jurak, G., Šajber Pincolič, D., Vute, R., idr. (2002). *Plavanje: Učenje: slovenska šola plavanja za novo tisočletje: učbenik za učence-štolente, učitelje, profesorje, trenerje in starše*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Kippenhan, C. B. (2001). Influence of lower extremity joint motions on the effectiveness of the kick in breaststroke swimming [elektronska izdaja]. *Biomechanics Syposia*, 48-52.

Kladnik, R. (1991). *Fizika za tehnične usmeritve*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

Komelj, A. (2003). *Povezava med uspešnostjo igralcev vaterpola in nekaterimi antropometričnimi lastnostmi in gibalnimi sposobnostmi*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Lasan, M. (1994). *Fiziologija športa: vaje1 /Mirjam Bravničar*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Lozovina, V. (1983). *Utjecaj morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti u plivanju na uspješnost igrača u vaterpolu*. Doktorska disertacija, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet za fizičku kulturu.

Matheson, E., Hwang, Y., Romack, J., Whitining, W., Vrongistinos, K. (2011). A kinematic analysis of the breaststroke kick [elektronska izdaja]. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 11, 331-335.

Morouco, P., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R. J. (2011). relationship between tethered forces and four swimming techniques performance [elektronska izdaja]. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 161-169.

Oliveira, N., Fernandes, R. J., Sarmiento, M., Liberal, S., Figueiredo, P. A., Goncalves, P., idr. (2010). Muscle activity during the typical water polo eggbeater kick [elektronska izdaja]. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 4, 163-174.

Peranovič, T. (2003). *Razlike v antropometričnih značilnostih in gibalnih in funkcionalnih sposobnostih med vaterpolisti dveh generacij reprezentanc, ki so sodelovale na mladinskem evropske prvenstvu*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Platanou, T. (2006). Simple 'in-water' vertical jump testing in water polo [elektronska izdaja]. *Kinesiology*, 38(1), 57-62.

Ropret, M. (2008). *Optimiranje plavalne tehnike delfinovega sloga na osnovi videoanalize*. Diplomsko delo, Kranj: Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede.

Sanders, R. H. (1999a). A model of kinematic variables determining height achieved in water polo 'boosts' [elektronska izdaja]. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 270-283.

Sanders, R. H. (1999b). Analysis of the 'eggbeater kick' used to maintain height in water polo [elektronska izdaja]. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 284-291

Sanders, R. H. (2008). Strength, flexibility and timing in the eggbeater. Coachesinfo, Pridobljeno 20. 8. 2011 iz

http://www.coachesinfo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=230:waterpolo_eggbeater&catid=70:waterpologeneralarticles&Itemid=131

Schleihauf, R. E. (1974). A biomechanical analysis of freestyle. *Swimming Technique*, 11, 89-96.

Stanišič, S. (1984). *Zgodovina vaterpola v Sloveniji*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Štirn, I., Dorić, R. (1995). *Ugotavljanje gibalnih sposobnosti vaterpolistov*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Štirn, I., Peranovič, T., Ošljak, A. (2007). *Osnove vaterpola: Tehnika*. DVD, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Volčanšek, B. (1996). *Sportsko plivanje*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakulteta za fizičku kulturu.