

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Študij kineziologije

Vadba za moč v plavanju

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR:

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

RECENZENT:

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

Avtor dela:
Rok Mravljak

Ljubljana, 2015

ZAHVALA

Ključne besede: plavanje, vadba moči, zavirano plavanje, biokinetični trenaže

VADBA MOČI V PLAVANJU

Rok Mravljak

IZVLEČEK

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti, kakšni so učinki vadbe moči na plavalni rezultat. Najprej smo kot osrednjo tematiko opisali, kakšne pogoje nudi vodni medij plavalcu in kakšen režim dela opravljajo mišice pri plavanju. Ker je bila glavna dilema učinki vadbe moči na plavalni rezultat, smo kasneje v delu definirali, katere so kritične mišične skupine za plavalca, pri katerih prihaja najprej do utrujanja in kako to vpliva na dolžino in frekvenco zaveslajev ter proizvedeno silo. V nadaljevanju dela smo predstavili izbrane vire, s katerimi smo želeli prikazati jasno sliko prispevka vadbe moči v plavanju. Tudi ta del trenažnega procesa v plavanju smo razdelili na več delov. Posebej smo se posvetili vadbi moči na suhem, vadbi moči v vodi in vadbi na suhem s posnemanjem plavalnih gibov proti dodatnemu uporju (biokinetični trenažer). V celoti program plavalnih treningov, ki mu dodamo treninge moči, pozitivno vpliva na plavalni rezultat. Opažajo se tudi razlike med prispevkom vadbe moči na suhem in vadbe moči v vodi na plavalno učinkovitost, vendar je to področje premalo raziskano za natančnejše primerjave. Ugotovili smo tudi, da vadba moči pri mladostnikih pozitivno vpliva na njihov rezultat plavanja, je pa treba poudariti, da tukaj ne gre za klasične oblike vadbe moči, intenzivnost bremen je prilagojena, zaradi česar tudi ne moremo ugotavljati neposrednih povezav vadbe moči in plavanja.

Key words: swimming, strength training, tethered swimming, biokinetic bench

STRENGTH TRAINING IN SWIMMING

Rok Mravljak

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to find out, what are the effects of strength training on the swimming result. First, we have described as a central theme, what conditions provides an aqueous medium to a swimmer and what kind of work arrangements is performed by our muscles during swimming. The main dilemma has been the effects of power training in swimming, in this way we have defined later in our work, which are the critical muscle groups of the swimmer, in which comes first to fatigue and what does it mean for a swimmer, according to key parameters of the swimming disciplines (length of strokes, number of strokes, swimming force). Further we have presented the selected sources, which have helped us to demonstrate a clear picture, according to the contribution of strength training in swimming. This part of the training process in swimming was also divided into two parts. We have been particularly focused on dry strength training and strength training in the water or training by imitating swimming strokes with additional loads (biokinetic bench). The whole training process of swimming training, to which we add strength training exercise units, shows more effects in terms of progress on the swimming result. There have been also established the differences between the strength training out of the water and strength exercise in the water, regard to the swimming efficiency, however, this is an area, insufficiently studied and researched for more accurate comparisons. We have also stated, that power training in adolescents has a positive impact on the outcome of swimming, but it is necessary to emphasize, that this is not a classic form of power training, the intensity of loads is adjusted, therefore it can't be established direct relations of strength training and swimming.

KAZALO

1	UVOD	6
2	VLOGA MIŠIC MED PLAVANJEM	8
3	VADBA MOČI V PLAVANJU	13
	3.1 Trening moči na suhem	15
	3.2 Trening moči s posnemanjem plavalnih gibov	20
	3.2.1 Treningi na plavalnem ergometru.....	21
	3.2.2 Treningi z dodatnimi bremenami oziroma uporom v vodi.....	22
	3.3 Vadba moči pri mladih plavalcih	24
4	SKLEP	27
5	VIRI	29

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1.</i>	<i>Raziskave aktivnih mišic med plavanjem</i>	12
<i>Tabela 2.</i>	<i>Program treningov moči</i>	17
<i>Tabela 3.</i>	<i>Program treningov moči mladih plavalcev v raziskavi</i>	25

KAZALO SLIK

<i>Slika 1.</i>	<i>Razmerje maksimalne in hitre moči</i>	13
<i>Slika 2.</i>	<i>Plavanje z uporom ali dodatno pomočjo elastične vrvi</i>	19
<i>Slika 3.</i>	<i>Biokinetični trenažer</i>	21
<i>Slika 4.</i>	<i>MAD sistem plavanja</i>	22

1 UVOD

Plavanje kot dejavnost, ki se odvija v vodnem mediju, postavlja plavalcu dodatne zahteve. Gre za gibanje cikličnega tipa, kjer je osnovna motorična manifestacija usmerjena na lebdenje na vodni gladini in gibanje po vodnem mediju (Volčanšek, 1996).

Pri analizi gibanja telesa v vodi moramo najprej analizirati obnašanje človeškega telesa v vodi v povezavi z lastnostmi vodnega medija. Hidrostatični tlak je ena izmed biofizikalnih komponent, ki odločno vplivajo na naše gibanje v vodi. Kadar je objekt potopljen v mirujočo kapljevino, hidrostatični tlak v tekočini pritiska nanj z vseh strani. Če stojimo na dnu bazena, sta sili z desne in leve strani enaki, medtem ko se sili pri stopalih (večja globina) in sili ob ramenih (tik pod vodno gladino) razlikujeta. Ker je hidrostatični tlak ob spodnji ploskvi večji od hidrostatičnega tlaka ob zgornji ploskvi, rezultanta sil ni enaka nič in govorimo o sili vzgona. Ob tej sili omenimo plovnost, kjer gre za delovanje sile vzgona, ki deluje v nasprotni smeri kot sila gravitacije in je enaka teži tekočine, ki jo telo izpodrine ter je neposredno povezana s plovnostjo (Maglischo, 1993).

Zato je cilj sodobnih programov učenja plavanja že na ravni osnovnega prilagajanja na vodo, da se posameznik obdrži na vodni gladini in to v različnih položajih telesa (navpičnem, pokrčenem, vodoravnem). Tako se oseba že s svojimi prvimi stiki z vodo srečuje z zakoni hidrostatične in hidrodinamične. Občuti, da:

- je v vodi lažji kot na kopnem;
- so njegove noge nekoliko težje od zgornjega dela telesa in tonejo;
- se ob globokem vdihu njegovo telo lažje obdrži na vodni gladini (Kapus idr., 2002).

Vodne zakonitosti (hidrostatični tlak, zmanjšan pritisk na sklepe, nenehen dodatni upor pri gibanju, sila vzgona) omogočajo adaptacijske strukturne spremembe v skeletnem sistemu, sklepih, živčno-mišičnem aparatu in notranjih organih. Lahko govorimo o pozitivnem vplivu na celoten organizem. Pri vrhunskih plavalcih z dobro razvito motoriko mišične skupine sinhrono in hkrati racionalno sodelujejo pri ciklusih zaveslajev in udarcev. Prihaja do faznih dinamičnih naprežanj mišičnega sistema, kjer se menjavajo faze napora (propulzija) s prehodom v fazo, kjer je mišica sproščena (retropulzija) in dejavnost zmanjšana z lažjim naprežanjem antagonista (Volčanšek, 1996).

Za plavanje je značilno ciklično mišično naprežanje proti zunanjemu upor, ki je sicer lahko različen, a je vedno relativno majhen, kljub temu pa tolikšen, da giba ne morejo biti balistično hitri. Režim mišic, ki premikajo ude in s tem povzročajo plavanje, je dinamičen, in sicer koncentričen. Pri drugih mišicah, ki sodelujejo pri plavanju in katerih cilj je predvsem utrditi oporo mišicam, ki gibajo z udi, pa je lahko tudi izometričen ali ekscentričen (Bednarik, 1991).

Tekmovalno plavanje je plavanje v določeni plavalni tehniki (ali več tehnikah) in je v skladu s tekmovalnimi pravili. Cilj plavanja je doseganje optimalnih rezultatov, ki so primerni športnikovim lastnostim in sposobnostim glede na tekmece ali izmerjen čas (Kapus idr., 2002).

Tako lahko na plavalno učinkovitost vplivamo preko napredka različnih mehanizmov in s pomočjo kombiniranja več metod in oblik vadbe. Ena izmed takšnih komponent je tudi trening za razvoj moči in gibljivosti. Pri vadbi moči prihaja do prilagoditev na samo obremenitev oz. vadbeni dražljaj. Telo se odziva na področju živčno-mišičnega sistema, na področju kostnega sistema in vezivnih tkiv, endokrinega sistema, srčno-žilnega sistema in dihalnega sistema (Strojnik, 2012). Značilnost osnovnega principa prilagoditve na obremenitev je individualni odziv, kjer pride do velikega napredka na začetku (okno priložnosti za napredek je v tem obdobju široko odprto) in nekoliko manjšega po daljšem času trenajžnega procesa. Zaradi teh vidikov uporabljamo na začetku nespecifične oblike vadbe pri programiranju trenajžnega procesa, kasneje pa specifične oblike vadbe (Strojnik, 2012).

Namen naloge je bil ugotoviti vplive vadbe moči na tekmovalno učinkovitost plavalcev s pomočjo preučevanja in primerjanja strokovnih gradiv in rezultatov znanstvenih raziskav. Raziskovali smo pozitivne učinke različnih oblik vadbe moči na rezultat plavanja in posamezne parametre znotraj plavalnih disciplin. Zanimalo nas je tudi, katere oblike vadbe moči največ prispevajo k napredku v plavalnem rezultatu.

2 VLOGA MIŠIC MED PLAVANJEM

Za potrebe diplomskega dela smo analizirali šest domačih in 36 tujih strokovnih in znanstvenih člankov ter knjig.

Mišična moč omogoča plavalcem proizvodnjo sile med plavanjem. Mišična moč je lahko večja s povečanjem mišične mase ali preko povečanja dejavnosti mišičnih vlaken med plavanjem. Najboljši način povečanja mišične mase in moči je preko vaj z dodatnim uporom, kot so treningi s težkimi utežmi, krožni treningi in trening na plavalni klopi (Maglischo, 1993).

Dejavnost mišic med plavanjem se razlikuje glede na tehniko. Plavalne tehnike so načini cikličnega gibanja plavalca, ki so opredeljeni s tekmovalnimi pravili. Slog je individualizirana plavalna tehnika. Plavalec si prilagodi plavalno tehniko svojim sposobnostim in lastnostim, tako da lahko ustvarja čim večjo silo propulzije in čim manjšo zaviralno silo. Pojemovno je slog podrejen plavalni tehniki (Kapus idr., 2002).

Med tekmovalne plavalne tehnike spadajo kravl, prsno, hrbtno in delfin. Vsaka tehnika ima svoje značilne gibe oziroma dejavnost gibalnega aparata. Propulzivni del zaveslaja zahteva optimalno (ekonomično) dejavnost mišičnih skupin. Z udarci nog dodatno vzpostavljajo ravnotežni položaj. Te se, odvisno od tehnike plavanja, aktivno vključujejo pri fazi propulzije (Volčanšek, 1996).

Plavalni cikel je zaokroženo gibanje z rokami in nogami. Kravlov cikel je sestavljen iz dveh izmeničnih zaveslajev in več izmeničnih udarcev. Glede na število udarcev se kravlov cikel deli na: dvoudarčni, štiriudarčni in šestudarčni. Prsni cikel je sestavljen iz soročnega zaveslaja in sonožnega udarca. Hrbtni cikel je sestavljen iz dveh izmeničnih zaveslajev in več izmeničnih udarcev. Glede na število udarcev se hrbtni cikel deli na štiriudarčni in šestudarčni. Delfinov cikel je sestavljen iz soročnega zaveslaja in dveh sonožnih udarcev (Kapus idr., 2002).

Dejavnost mišic rok in nog pri tehnikah kravl, hrbtno in delfin je ne glede na to, da so si tehnike različne, zelo podobna. Pri hrbtnem je posebnost hrbtni položaj telesa na vodni gladini, pri delfinu pa soročni zaveslaji in udarci ter aktivno gibanje trupa. Za boljše razumevanje dejavnosti mišic med plavanjem bodo v nadaljevanju tehnike natančneje opisane.

Zaveslaj tehnike prosto je sestavljen iz štirih faz (Kapus idr., 2002; Maglischo, 1982).

Prva faza: gib dol

Plavalec postopno krči roko v komolcu navzdol in ven. Pri tem z dlanjo vodi gibanje v položaju visokega komolca. V tem položaju ima plavalec komolec nad dlanjo, tako da je kot med dlanjo in podlahtjo približno 140° in dlan 40–60 cm pod vodno gladino.

Najaktivnejše mišice v tej fazi so *latissimus dorsi* in *flexor carpi ulnaris* (Rouard, Billat, Deschodt in Clarys, 1997) ter *pectoralis major* (Troup, 1991).

Druga faza: gib navznoter

Plavalec zavesla polkrožno navznoter in nazaj do bočne ravnine telesa. Roko krči še naprej do kota 90° med nadlaktom in podlahtjo.

Dokazano je bilo, da sta v tej fazi še vedno aktivni mišici *latissimus dorsi* in *flexor carpi ulnaris*, pa tudi *biceps brachii*, *brachioradialis* (Rouard, 1997) in *pectoralis major* (Troup, 1991).

V tej fazi je skupna dejavnost mišic (EMG) največja (Clarys in Rouard, 1996; Troup, 1991).

Tretja faza: gib gor

Plavalec izteguje roko nazaj, ven in gor. Pri tem gibanje roke pospešuje. Zaveslaj pod vodo zaključi ob stegnu s skoraj iztegnjeno roko. Nato roko popusti in jo izvleče iz vode v položaju spuščene komolca in zapestja.

Pri gibanju roke nazaj ven in gor sta najbolj aktivni mišici *triceps brachii* in *latissimus dorsi*, dejavnost antagonistov *biceps brachii* in *brachioradialis* pa je majhna (Rouard idr., 1997; Rouard in Clarys, 1995; Troup, 1991). Troup (1991) navaja mišici *infraspinatus* in *teres minor* v enaki vlogi kot v prejšnji fazi zaveslaja, saj sta še vedno aktivni.

Četrta faza: vračanje roke nad vodo

Vračanje roke nad vodo plavalec izvede tako, da podlahet, visečo v komolcu, prenese sproščeno naprej, da se dlan, ki je v celoti iz vode, giblje čim bliže telesu.

Rouard idr. (1997) poročajo o največji dejavnosti mišice *latissimus dorsi* tudi v fazi vračanja roke nad vodo (kar je sicer z vidika funkcionalne anatomije giba presenetljivo), aktivni pa sta še mišici *flexor carpi ulnaris* in *deltoideus anterior*. Roka se v fazi vračanja giblje po zraku, kar pomeni, da ne premaguje dodatnega upora, zato ta faza ni kritična v smislu utrujanja mišic pri tehniki prosto. To so potrdili tudi Štirn idr. (2011), ki v fazi vračanja roke po zraku niso ugotovili dejavnosti propulzivnih mišic.

Dokazano je, da so pri plavanju tehnike prosto najbolj aktivne mišice *gluteus maximus*, mišice trupa (*rectus abdominis*), poleg mišic, ki so najbolj aktivne pri izvajanju zaveslajev, je pri plavanju močno aktivna tudi mišica *flexor carpi ulnaris* (Rouard idr., 1997). Slednja stabilizira zapestje v visokem položaju (pravokotno na smer gibanja) ves čas gibanja skozi vodo.

Dejavnost mišic ni odvisna samo od tehnike, ampak tudi od discipline (razdalje). Figueiredo idr. menijo, da pri disciplini 200 m prosto mišice spodnjega dela manj prispevajo k propulziji v primerjavi z mišicami zgornjega dela telesa. V raziskavi, kjer so proučevali parametre kritičnih mišičnih skupin med plavanjem, so merili kinematične in elektromiografske spremembe pri maksimalnem naporu plavanja tehnike prosto na 200 m. Pri raziskavi je sodelovalo 10 plavalcev (starost: $21,6 \pm 2,4$ leta, teža: $76,4 \pm 6,1$ kg, višina: $1,85 \pm 0,07$ m in razpon rok: $1,89 \pm 0,08$ m),

specialistov na 200 m prosto z $91,6 \pm 2,1$ % povprečne hitrosti svetovnega rekorda. Meritve so izvajali na mišicah zgornjega dela telesa: *flexor carpi radialis*, *biceps brachii*, *triceps brachii*, *pectoralis major* in *trapezius* ter mišicah spodnjega dela telesa: *biceps femoris* in *rectus femoris*. Podatki EMG-signala in vsebnosti krvnega laktata so nakazali dejavnost mišic zgornjega dela telesa, ki se dodatno poveča v aktivni fazi zaveslaja. Plavalna hitrost in dolžina zaveslaja sta upadali od začetka do konca meritev, medtem ko se je frekvenca zaveslajev po uvodnem padcu začela povečevati na račun vzdrževanja plavalne hitrosti. Izmerjena koncentracija laktata v krvi je nakazovala na nastop utrujenosti v omenjenih mišicah. Nasprotno pri mišicah spodnjega dela telesa ni bilo mogoče zaznati podobnih sprememb, kot tudi ne znakov utrujenosti. Ti rezultati kažejo pri tej disciplini manjši prispevek mišic spodnjega dela telesa (Figueiredo, Pendergast, Vilas-Boas in Fernandes, 2013).

Štirn, Jarm, Kapus in Strojnik (2011) so ugotavljali pojav utrujenosti pri plavanju na 100 m prosto. Pri raziskavi je sodelovalo 11 plavalcev (starost: $22,0 \pm 2,9$ leta, višina: $184,8 \pm 8,2$ cm in teža: $77,2 \pm 4,9$ kg), ki so opravljali tedensko 12–20 ur treningov v bazenu in 4–5 ur suhih treningov. V uvodnem delu so plavalci za ogrevanje opravili 10 ponovitev plavanja 50 m prosto z zmernim tempom. Po uvodnem delu so plavalci opravili test plavanja na 100 m prosto z maksimalnim naporom, vendar so celotno gibanje začeli z odzivom od strani bazena in niso smeli opravljati podvodnih obratov zaradi meritvenih naprav, pritrjenih na plavalce. Spremembi hitrosti in zaveslajev kot tudi visoka akumulacija laktata v krvi so nakazovale mišično utrujenost pri plavanju na 100 m prosto. Pojav utrujenosti sta potrdili tudi spremenjena amplituda in frekvenca EMG-signala. Pokazalo se je, da sta se med plavanjem 100 m kravl z največjo hitrostjo najbolj utrudili mišici *latissimus dorsi* in *triceps brachii*. Medmišična koordinacija je bila prav tako pod vplivom utrujenosti, vendar bi morali za to tematiko opraviti še dodatne raziskave, kombinacije EMG-signala in podvodnih kinematičnih posnetkov.

Utrujenje kritičnih mišic pri kravlu so raziskovali Ikuta, Matsuda, Noriyuki, Moritani (2012), kjer so ocenjevali spremembe mišične aktivacije glede na pojav utrujenosti v mišici in zmanjšano plavalno hitrost med plavanjem na 200 m kravl. Raziskovali so tudi povezavo med zmanjšano hitrostjo plavanja in spremembami kinematičnih in EMG-parametrov. 20 plavalcev je sodelovalo na testu 4 x 50 m kravl. Merili so EMG-signal 11 mišic (sedem mišic zgornjega dela telesa in štiri mišice spodnjega dela telesa). Izmerili so tudi povprečno amplitudo posameznega ciklusa zaveslaja.

Povprečna amplituda zaveslaja mišic *flexor carpi ulnaris*, *biceps brachii*, *triceps brachii* in *rectus femoris* se je zmanjšala skupaj z izmerjeno hitrostjo plavanja, medtem ko se je aktivacija mišice *pectoralis major* v zadnjih 50 metrih občutno povečala. Rezultati so pokazali povezavo med zmanjšanjem aktivacije številnih mišic in hitrostjo plavanja. Prav tako so pokazali zmanjšanje hitrosti plavanja, zaradi zmanjšanja dejavnosti mišic, ki so sodelovale med gibanjem. Povečana dejavnost mišice *pectoralis major* v zadnjih 50 metrih plavanja pa kaže na pojav strategije kompenzacije z ostalimi mišicami.

Plavanje tehnike prsno zahteva drugačne vzorce zaveslajev in udarcev kot zgoraj omenjene plavalne tehnike. Dodatno pride do izraza moč nog, še posebej primikalk nog.

Pomembne mišice zgornjega dela telesa pri plavanju tehnike prsno so *biceps brachii*, *triceps brachii*, *subscapularis*, *latissimus dorsi*, *pectoralis major*, *supraspinatus*, *infraspinatus*, *serratus anterior*, *deltoid anterior*, *teres minor* in *trapezius* (Conceicao idr., 2010; Nuber, Jobe, Perry, Moynes in Antonelli, 1986; Ruwe, Pink, Jobe, Perry in Scovazzo, 1994), medtem ko so pomembne mišice spodnjega dela telesa *gluteus maximus*, *vastus medialis*, *rectus femoris*, *biceps femoris*, *abductor magnus*, *quadriceps*, *gastrocnemius*, *tibialis anterior*, *abductor hallucis*, *abductor digiti minimi* in *flexor digitorum brevis* (McLeod, 2010).

Tako so, kot pri zgoraj omenjenih raziskavah, Conceicao, Silva, Barbosa, Karsai in Louro (2014) sledili vzorcem rekrutacije mišic pri tehniki prsno. Analizirali so štiri mišice zgornjega dela telesa (v propulzivni fazi in fazi drsenja), na vsaki dolžini bazena pri 200 m prsno in ugotavljali, kdaj nastopi utrujenost. Meritve so izvajali na mišicah *biceps brachii*, *deltoid anterior*, *pectoralis major* in *triceps brachii* pri 9 plavalcih (starost: $22,3 \pm 2,9$ leta, višina: $1,81 \pm 0,05$ m in teža: $73,60 \pm 3,82$ kg) s povprečnim osebnim rezultatom $149,44 \pm 6,59$ s na 200 m prsno. Teste so opravljali v zaprtem 50-metrskem bazenu. Po uvodnem ogrevanju, 800 m prosto in 200 m prsno na zmerni intenzivnosti, so imeli 20 minut odmora. Nato so opravili test 200 m prsno z maksimalnim naporom. Rezultati so pokazali zmanjšanje dolžine zaveslaja z $2,23 \pm 0,18$ m, dosežene v prvi dolžini, na $1,92 \pm 0,15$ m, dosežene v zadnji, četrti dolžini. Zanimivo se je število zaveslajev zmanjšalo v prvi dolžini s $37,58 \pm 4,90$ na $34,80 \pm 2,83$ zaveslaja, nato pa se je število zaveslajev v zadnji, četrti dolžini zopet povišalo na $35,91 \pm 2,99$. Ugotovili so, da je bila dejavnost mišice *biceps brachii* višja na začetku vseh štirih dolžin kot na koncu, pri mišici *deltoid anterior* so opazili večjo dejavnost na začetku prve in tretje dolžine, vendar upad na koncu druge in četrte dolžine, mišica *pectoralis major* pa je bila najaktivnejša na koncu preplavalnih dolžin z izjemo na tretji dolžini. Pri mišici *triceps brachii* so zaznali višjo dejavnost na začetku prve in tretje dolžine in na koncu druge in četrte dolžine. Izmerjeni parametri so merjene mišične skupine, kritične za to plavalno disciplino.

Martens, Figueiredo in Daly (2014) so v sistematičnem pregledu 50 let raziskav ugotavljali povezave in izbrane informacije o plavanju in meritvah EMG-signalov. Pregledali so podatkovne baze PubMed, ISI Web of Knowledge, SPORT discus, Academic Search Elite, Embase, CINAHL in Cochrane Library. Raziskovalci so iskali imena najpogosteje testiranih mišičnih skupin. V tabeli 1 je predstavljen pregled najpogosteje uporabljenih mišic za meritve in ugotavljanje povezav z močjo v plavanju.

Tabela 1. Raziskave aktivnih mišic med plavanjem (Martens idr., 2014)

Poimenovanje mišične skupine	Število opravljenih raziskav po pregledu (n)
<i>Pectoralis major</i>	23
<i>Triceps brachii</i>	29
<i>Biceps brachii</i>	21
<i>Flexor carpi ulnaris</i>	13
<i>Flexor carpi radialis</i>	2
<i>Brachioradialis</i>	9
<i>Extensor carpi ulnaris</i>	2
<i>Extensor digitorum</i>	2
<i>Extensor carpi radialis brevis</i>	1
<i>Flexor digitorum superficialis</i>	1
<i>Latissimus dorsi</i>	20
<i>Deltoideus</i>	37
<i>Sternocleidomastoideus</i>	1
<i>Suscapularis</i>	6
<i>Supraspinatus</i>	6
<i>Infraspinatus</i>	6
<i>Trapezius</i>	7
<i>Serratus anterior</i>	5
<i>Teres major</i>	3
<i>Teres minor</i>	5
<i>Rhomboideus (major)</i>	4
<i>Rectus abdominis</i>	11
<i>Obliquus externus</i>	1
<i>(Lumbar) Erector spinae/Sacrospinalis</i>	4
<i>Diaphragm</i>	1
<i>Quadriceps</i>	17
<i>Gluteus maximus</i>	10
<i>Hamstrings</i>	9
<i>Iliopsoas</i>	1
<i>Tibialis anterior</i>	8
<i>Gastrocnemius</i>	9

Tabela 1 prikazuje mišične skupine, ki so bile izbrane pri analizah kot glavne delujoče mišice v plavanju, in število opravljenih raziskav za vsako posamezno mišico.

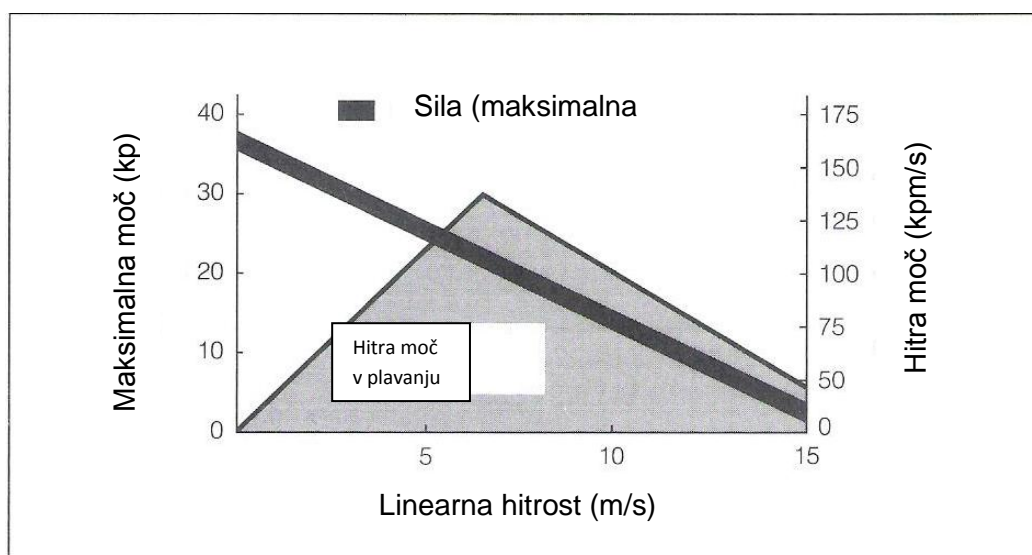
3 VADBA MOČI V PLAVANJU

Plavanje je svetovno znana športna panoga z močno tradicijo. Nastopi plavalcev se nenehno izboljšujejo tudi zaradi konstantnih raziskav in s tem novih spoznanj raziskovalcev z različnih znanstvenih področij.

Moč je najpomembnejša pri kratkih disciplinah oziroma sprintih. Sharp, Troup in Costill (1982) so testirali 40 tekmovalnih plavalcev (22 predstavnic ženskega spola in 18 predstavnikov moškega spola) v želji po določanju vloge, ki jo odigra moč pri plavalnih sprintih. Testirali so moč in hitrost s pomočjo posebne aparature, oblikovane, da posnema zaveslaj med plavanjem. Poleg tega je vsak plavalec opravil serije sprintov tehnike kravl na razdalji 25 jardov (22,86 m). Ugotovili so tesno povezavo med močjo in plavalnim sprintom ($r = 0,90$). V povprečju se je učinkovitost izboljšala za 3,76 %, medtem ko se je moč rok povečala kar za 18,66 %. Vpliv utrujenosti plavalcev ni pokazal znatnih povezav z učinkovitostjo pri plavalnih sprintih ($r = 0,01$). Iz rezultatov je razvidna pomembnost moči na plavalni rezultat sprinterjev.

Eno izmed teh področij je vadba moči in z njo povezan napredek učinkovitosti plavanja.

Razmerje med močjo in hitrostjo izvedbe je obratno nasprotno. Ko se ena komponenta povečuje, se druga zmanjšuje. Slika 1 kaže to povezavo. Večje generiranje sile je možno samo ob razmeroma počasnejši hitrosti gibanja. Enako velja za hitre izvedbe gibanj, ki so možne samo ob minimalnih odporih na gibanje. Učinkovito gibanje v smeri pospeševanja je tako odraz ravno pravnje kombinacije generiranja sile in hitrosti izvedbe giba. Dejavniki moči pri generiranju sile odigra dominantno vlogo, ko nam naloga predstavlja veliko breme oziroma je odpor velik. Dejavniki hitrosti izvedbe giba na drugi strani pa odigra dominantno vlogo, ko je odpor manjši, na primer v vodi (Maglischo, 1993).



Slika 1. Razmerje maksimalne in hitre moči (Maglischo, 1993)

Slika 1 prikazuje razmerje maksimalne in hitre moči ter hitrosti gibanja in kako povečanje enega parametra vpliva na drugega in obratno.

Čeprav mišična sila v ciklusu zaveslaja ni enakomerna in se hitrost gibanja roke med zaveslajem spreminja po velikosti in smeri, plavalec poskuša doseči čim večjo spremembo gibalne količine obtekajoče vode. V ospredju sta velikost pa tudi hitrost mišične kontrakcije. Treba je poudariti, da je čas, v katerem mora plavalec razviti čim večjo silo, relativno dolg v primerjavi s podobnimi gibanji na suhem. Zato je zanimivo vedeti, v kolikšni meri je za posamezne discipline pomembna zmožnost za razvoj čim večje sile in v kolikšni zmožnost, da veliko silo razvijejo v omejenem času (Bednarik, 1991).

Razhajanje mnenj o pomembnosti vadbe moči pri plavalcih se je začela že po petdesetih letih prejšnjega stoletja. Veljalo je, da z vadbo moči športnik pridobi »velike mišice« (preveč mišične mase), kar bi pomenilo dodaten pasivni upor in s tem občutno zmanjša svojo gibljivost, ki pa je pomemben dejavnik uspešnosti profesionalnih plavalcev (Maglischo, 1993).

Skrbi glede omejene gibljivosti so hitro ovrgli z raziskavo o športnikih na olimpijskih igrah, kjer so bili dvigalci uteži po dejavniku gibljivosti v večji skupini profesionalnih športnikov na drugem mestu, za športno gimnastiko (Jensen in Fisher, 1975).

Pretirana bojazen trenerjev in tekmovalcev, da se s treningom moči spremeni telesna zgradba, kar ima za posledico velik pasivni upor, je tudi po raziskavi Bednarika (1991) odveč. Večji pasivni upor ob telesni zgradbi, ki ustvarja boljše biomehanske pogoje za plavanje in predstavlja predvsem aktivno mišično maso, ne vpliva negativno na plavalni rezultat. Ta je v večji meri determiniran z zmožnostjo za razvijanje sile v vodi. Ti rezultati so bili dokazani preko informacij o uspešnosti (moč, sila, hitrost) zaviranega plavanja v njegovem delu.

Kljub kasnejšim odkritjem so se sprva odpirala številna vprašanja o ostalih vplivih in morebitnih pozitivnih učinkih vadbe moči na učinkovitost plavalcev.

Ena prvih raziskav na to temo je bila študija, kjer so dokazali številne napredke pri plavalcih. Izboljšala se je plavalna hitrost pri plavanju na 50 m (za 0,04 do 0,08 m/s napredka), kar je vplivalo na zmanjšanje plavalnega časa na 50 m od 0,5 do 1,0 sekunde. Da so bili to vplivi vadbe za moč in povečanja same mišične moči, sta pokazala naslednja dejavnika. Plavalci so zmanjšali število zaveslajev za približno dva ciklusa na minuto in povečali dolžino zaveslaja v povprečju za 0,13 m na ciklus. Ta napredek je za plavalca zelo pomemben, saj je posledica utrjenosti pri plavalcih zmanjšanje dolžine zaveslajev, proti koncu pa nastopi povečanje števila zaveslajev, da bi se ohranila hitrosti plavanja. Program treninga je bil sestavljen iz nespecifičnih vaj s težkimi utežmi za mišične skupine iztegovalk rok (*triceps brachii*), ki so jih morali v poskusni skupini izvajati čim bolj eksplozivno. Kontrolna skupina je opravila enak program plavalnih treningov, vendar brez dodatnih treningov s težkimi utežmi in pri njih ni prišlo do statistično značilnih sprememb pri plavalni hitrosti ali katerem izmed dejavnikov pri ciklusu zaveslajev (Strass, 1988).

Po začetnih raziskavah je bilo vedno več kazalnikov, da so močnejši plavalci tudi hitrejši (Costill, King, Holdren in Hargreaves, 1983). Za plavalce je priporočljivo, da opravijo kar pet ur suhih treningov moči na teden (Anderson, Hopkins, Roberts in Pyne, 2008).

3.1 Trening moči na suhem

Terminološka opredelitev moči se deli na tri veje. Nas zanima razdelitev z vidika silovitosti. Največja moč se kaže kot premagovanje največjih bremen in obremenitev ali v delovanju z največjo silo. Hitra ali eksplozivna moč se kaže kot premagovanje bremen in obremenitev s kar največjim pospeškom. Vzdržljivost v moči pa se kaže kot dalj časa trajajoče premagovanje bremen in obremenitev (Ušaj, 2012). Glede na to, da gibanje v vodi ne more biti balistično hitro (Bednarik, 1991) in prihaja do eksplozivnih gibov pri startu in obratu, predstavlja vadba hitre moči samo eno izmed metod vadbe moči v trenažnem procesu. Je pa apliciranje takšnih oblik vadbe seveda različno tudi glede na plavalno disciplino.

Tudi Strass (1986) je opravil raziskavo na temo vadbe moči in njen vpliv na sprint. Poskusna skupina je opravila program treningov eksplozivne moči s težkimi bremenami. Opravili so 3 serije po 3 ponovitve z bremenom 90 % 1 RM, dve seriji po tri ponovitve z bremenom 95 % 1 RM, eno ponovitev z bremenom 100 % 1 RM in eno ponovitev z bremenom 100 % 1 RM + 1 kg. Obe skupini sta opravljali program treningov v bazenu, s tem, da je poskusna skupina opravila štiri treninge moči na teden. Takšen režim treningov so opravljali šest tednov. Rezultati so pokazali 7,3-odstotno izboljšavo rezultata pri plavanju 50 m kravl v poskusni skupini.

Tesno povezavo učinkov vadbe moči in napredka v plavanju so dokazali tudi Girold, Maurin, Dugue, Chatard, Millet (2007). Udeleženci so izvajali eksplozivne treninge moči šestih izbranih vaj. Izvajali so tri serije po šest ponovitev intenzivnosti 80–90 % 1 RM. Treninge so izvajali dvakrat na teden v obdobju 12 tednov. Rezultati so pokazali 2,8-odstotno izboljšavo pri plavanju 50 m kravl.

Zelo zanimivo raziskavo so opravili Van de Velde, De Mey, Maenhout, Calders in Cools (2011). Ugotavljali so učinke dveh programov treningov največje moči in vzdržljivosti v moči pri odraslih plavalcih s poudarkom na zgornjem delu plavalčevega telesa. Cilj raziskave je bil ovrednotiti učinkovitost mišic *serratus anterior* in mišice *trapezius* ter primerjati rezultate programov treninga največje moči in vzdržljivosti v moči.

Šlo je za kontrolirano laboratorijsko raziskavo z vključenimi 18 odraslimi plavalci. Vsak udeleženec je opravljal 12-tedenski program treningov, zasnovan za izboljšanje mišične moči ali mišične vzdržljivosti. Merili so razmerje največjih sil, doseženih med maksimalno protrakcijo in retrakcijo lopatice pred programom treninga in po njem.

Plavalci so bili naključno razdeljeni v skupini, ki sta razvijali mišično moč. Vadbene enote so nadzorovali fizioterapevti. Izbor vaj je bil za obe skupini enak z različno izvedbo (teža bremen in število ponovitev znotraj posamezne serije). Vsaka vadbena enota je bila sestavljena iz štirih vaj. Prvi dve sta bili namenjeni okrepitvi mišice *serratus anterior* in zadnji dve v celoti za krepitev mišice *trapezius*.

Vaje so se izvajale v ležečem položaju, saj je ta lega specifična pri plavanju. Prva vaja se imenuje »dinamični objemi«, kjer gre za vodoravni primik, z začetkom pri 60° naklona. Plavalec je prekrižal roke, medtem ko je držal v rokah vadbene elastični trak. Potem je izvedel protrakcijo in odmik rok. Med izvedbami vaj so uporabljali različno raztegljive vadbene elastične trakove (elastičnost trakov označuje različna barva), da

so ugotovili primerno intenzivnost za vsakega plavalca (tako, da je plavalec lahko opravil maksimalno 10 oz. 20 ponovitev, odvisno od tega, katero metodo moči je izvajal). Druga vaja je bila »potisk komolcev«, kjer so plavalci začeli gib v opori na stopalih in podlahteh, s kotom v komolčnem sklepu 90° . Med izvedbo vaje so izvedli izrazito protrakcijo in dvig iz opore na stopalih in podlahteh, na oporo na stopalih in dlaneh, s kontroliranim vračanjem v začetni položaj. Tretjo vajo so izvajali v ležečem položaju na boku z ročkami. Namen vaje je bil utrditi spodnji del mišice *trapezius*. Začetni položaj je bilo priročenje s pokrčenim komolcem gor in kotom v komolčnem sklepu 90° . Plavalci so tako izvajali zunanje vrtenje in primik lopatic ter kontrolirano vračanje v začetni položaj. Osnovni položaj zadnje, četrte vaje je bila leža na trebuhu v odročanju in s pokrčenimi komolci gor, s kotom v komolčnem sklepu 90° . Plavalci so izvajali bilateralne horizontalne odmike z retrakcijo in dodatnim bremenom z uporabo dveh ročk. Gibanje se je izvajalo s konstantno aktivacijo vseh mišičnih skupin, vključenih pri izvedbi tega giba.

Skupina, ki je trenirala mišično moč po metodi za hipertrofijo, je izvajala tri serije vsake vaje po deset ponovitev, medtem ko je skupina, ki je izvajala vadbo po metodi za razvoj vzdržljivosti v moči, izvajala vaje v treh serijah po dvajset ponovitev. Intenzivnost vaj se je s povečevanjem bremena spremenila po 6 tednih.

Razmerja protrakcije in retrakcije lopatice so bila rahlo povišana pri obeh skupinah (dominantna stran = 1,08, nedominantna stran = 1,25, $P = 0,006$). Razlike med eno in drugo stranjo pri moči retrakcije so bile zaznane pred programom treninga in po njem ($P = 0,03$ in $P = 0,05$). Po programu treninga se je maksimalna moč protrakcije ($P < 0,05$) in retrakcije ($P < 0,01$) izboljšala na nedominantni strani. Najvišja sila in indeks utrujenosti nista bili različni znotraj skupin. Indeksa utrujenosti za protrakcijo na obeh straneh ($P < 0,05$) in retrakcijo na nedominantni strani ($P = 0,009$) sta bila višja po programu treninga. Tako program treninga mišične moči kot treninga mišične vzdržljivosti sta pokazala absolutne izboljšave mišične moči. Nobeden od omenjenih programov treninga pa ni imel pozitivnih učinkov na vzdržljivost mišic.

Zanimive ugotovitve so objavili Aspenes, Kjendlie, Hoff in Helgerud (2009), ki so raziskovali vplive kombiniranja treningov moči in vzdržljivosti pri profesionalnih plavalcih. 20 plavalcev (starejših od 14 let, brez poškodb) so razdelili v dve skupini. Poskusna skupina ($n = 11$) in kontrolna skupina ($n = 9$) sta bili spremljani preko naslednjih parametrov: antropometrične mere, največja sila, izmerjena med zaviranim plavanjem, meritve moči na »suhem«, čas plavanja na 50 m, 100 m, 400 m, ekonomičnost gibanja, maksimalna poraba kisika, dolžina in hitrost zaveslaja. Trening moči je bil sestavljen s 5–10 minutnega uvodnega dela na ergometru (kolo), tekalni stezi ali v bazenu. Dodaten ogrevalni del je vključeval še vaje 10–15 ponovitev pri 50–80-odstotni obremenitvi 1 RM. Glavni del vadbene enote je bil sestavljen iz vaje, ki so jo izvajali na trenažerju s škripci. Vajo so začeli z dlanmi na ravnem drogu in vzročenjem (približno 170°). Nato so potegnili drog proti bokom do približno 10° kota v ramenskem obroču. Vajo so izvajali v treh serijah, petih maksimalnih ponovitvah z aktivnim koncentričnim delom in s počasnim, kontroliranim ekscentričnim delom. Po vsaki uspešno opravljeni seriji so k bremenu dodali še 1 kg. Izvedba vaje je posnemala zaveslaj pri delfinu, saj pri tehnikah kravl in delfin plavalci uporabljajo enake mišice pri zaveslaju. Ciljne mišične skupine so bile *latissimus dorsi*, *triceps brachii* in mišice rotatorne manšete (vloga stabilizacije ramenskega sklepa), torej vse strateško izbrane mišične skupine, ki odigrajo ključno vlogo pri

plavanju prostega sloga (Kapus idr., 2002).

Poskusna skupina je izboljšala maksimalno silo, merjeno na testih izven vode za 64,7 N, silo, izmerjeno med zaviranim plavanjem za 8,6 N in plavanje na 400 m za 4 sekunde, medtem ko pri kontrolni skupini ni prišlo do statistično značilnih sprememb. Nobenih sprememb ni bilo mogoče zaznati pri dolžini zaveslaja, hitrosti zaveslaja, plavanju na 50 m, na 100 m, ekonomičnosti gibanja ali maksimalni porabi kisika med plavanjem. Na podlagi rezultatov študije so avtorji zaključili, da vadba moči dvakrat na teden enajst tednov zapored izboljša plavalno silo pri profesionalnih plavalcih. Ta prirastek še dodatno izboljša plavanje na srednje razdalje.

Stopnjo povezave treningov moči s plavalnim rezultatom oz. prenos moči treningov na plavanje so raziskovali Gatta idr., (2014). Prenos moči so ocenjevali s testiranjem premagovanja sile zaviranega plavanja, z napredkom moči na suhem in meritvijo hitrosti. Silo zaviranega plavanja so merili s posebnim ergometrom. Plavalci so v času testiranja odplavali 15 m kravl, s tem da so iz meritev odstranili plavanje prva in zadnja 2,5 m, saj so se želeli izogniti pospeševanju na začetku in zaviranju na koncu. Najprej so plavali z zaviralno silo 45 N, nato pa so jim z vsako naslednjo ponovitvijo dodajali 25 N zaviralne sile. V raziskavi je sodelovalo 20 plavalcev, razdeljenih v poskusno (treningi moči in takoj vodni treningi) in kontrolno skupino (plavalni treningi, kasneje z zamikom vodni trening). Treningi v testnem obdobju so potekali šest tednov. Obe skupini sta opravili enake treninge v bazenu petkrat na teden po dve uri.

Kombinirali so treninge moči na suhem s takojšnjim plavanjem, s čimer so želeli ugotoviti, ali bo takšen način vadbe bolj učinkovit, kot sta ločena treninga moči na suhem in plavanja v vodi.

Treningi moči so bili sestavljeni iz treh sklopov. Izvedba vaj moči je bila maksimalno hitra. Vaje moči so kombinirali tudi z vajami v bazenu (sprinti tehnike kravl 25 m).

Tabela 2. Program treningov moči (Gatta idr., 2014)

1. sklop		
6 serij x 6 ponovitev (potisk izpred prsi, intenzivnosti 85 % 1 RM + 1 x 25 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti + 200 m sprint kravl v zadnji seriji).	6 serij x 8 ponovitev (upogib trupa z ročko 5 kg na prsih + 1 x 50 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti + 200 m sprint kravl v zadnji seriji).	6 serij x 6 ponovitev (navpični priteg na prsi z bremenom 5 kg + 1 x 25 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti + 200 m sprint kravl v zadnji seriji).
2. sklop		
6 serij x 6 ponovitev (priteg na prsi v ležečem položaju na klopci, intenzivnosti 85 % 1 RM + 1 x 25 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti in 200 m sprint kravl v zadnji seriji).	6 serij x (6 X stranski dvigi ročk intenzivnosti 42 % 1 RM za vsako roko + 50 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti in 200 m sprint kravl v zadnji seriji).	6 ponovitev x (6 x pritegov na prsi na klopci z ročkami intenzivnosti 85 % 1 RM + 25 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti in 200 m sprint kravl v zadnji seriji).

3. sklop		
7 serij x (6 x maksimalna ponovitev zgibov z lastno težo + 1 x 25 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti in 200 m sprint kravl v zadnji seriji).	7 serij x (6 x dvig ročk do nivoja ramen, intenzivnosti 42,5 % 1 RM na vsako roko + 1 x 50 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti in 200 m sprint kravl v zadnji seriji).	7 serij x (6 x navpični priteg na prsi z bremenom 5 kg + 1 x 25 m sprint kravl z vmesnimi serijami 1 x 50 m prosto nižje intenzivnosti in 200 m sprint kravl v zadnji seriji).

Rezultati so pokazali napredek na testih premagovanja zavirane sile (5,73 % s $p < 0,05$), plavalci so povečali največjo moč, merjeno na testih delno zaviranega plavanja (11,70 % s $p < 0,05$), prišlo pa je do zmanjšanja izmerjene hitrosti pri delno zaviranem plavanju (4,99 % s $p < 0,05$). Pri kontrolni skupini so zaznali rahel upad premagovanja zavirane sile (7,31 % s $p < 0,05$), moči kot tudi hitrosti (4,16 % in 3,45 % s $p < 0,05$).

Raziskava je pokazala, da je kombiniranje vaj moči s takojšnjim plavanjem prispevalo k povečanju plavalne sile.

Strass (1988) je preučeval prenos povečanja moči z vajami na suhem na propulzivno silo plavanja. Njegova poskusna skupina je opravljala tri treninge moči na teden na trenažerjih in prostih utežeh z režimom 8–12 ponovitev vsake vaje. V svoji raziskavi podaja rezultate šesttedenskega programa moči z uporabo droga. Ciljni mišični skupini sta bili *latissimus dorsi* in *pectoralis major*, saj je šlo za potiske izpred prsi in poteg na prsi. Vadbo moči na suhem so izvajali osem tednov in so povečali mišično moč na suhem za 25–30 %. Meritve so pokazale 4,4 % napredka pri plavanju na 25 m in 2,1 % napredka pri plavanju na 50 m.

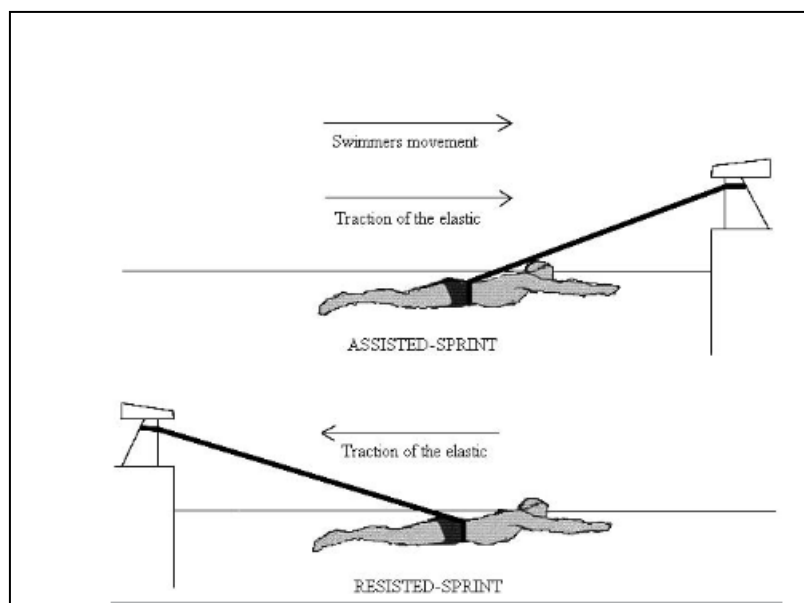
Girold idr. (2007) so opravili raziskavo, kjer so primerjali učinke suhega treninga moči, treningov zaviranega plavanja in treningov plavanja v olajšanih okoliščinah na 50 m sprint. Vadbeni program je trajal 12 tednov in zajemal eno izmed izbranih metod vadbe moči ali treninge v olajšanih okoliščinah in plavalne treninge. V raziskavi je sodelovalo 21 plavalcev, ki so jih naključno razdelili v tri skupine: skupina s suhimi treningi, skupina z zaviralnimi in olajšanimi treningi in kontrolna skupina. Vsaka skupina je opravila pet treningov na teden po 1 uro in 45 minut v bazenu s povprečno vadbena količino 5.000 ± 500 m na vsak trening. Režim plavalnih treningov so imele vse skupine enak. Prvi dve skupini sta opravili še dva 45-minutna treninga moči (po dodeljenem režimu), kontrolna skupina pa je opravila 1,5 ure aerobne vadbe na kolesu.

Prva skupina je izvajala vaje moči za mišice zgornjega dela telesa (s poudarkom na mišicah *biceps brachii*, *triceps brachii*, *latissimus dorsi*, *pectoralis major* in *deltoid*), mišice trupa in mišice spodnjega dela telesa (s poudarkom na mišicah *quadriceps*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius* in *soleus*). Vsaka vadbena enota se je začela z 10-minutnim ogrevanjem s preskakovanjem kolenice. V glavnem delu vadbene enote so opravili tri vaje za vsako mišično skupino. Odmor med posameznimi vajami je trajal dve minuti. Program so opravili v treh serijah na vsaki vadbene enoti. Pri vsaki vaji so opravili šest ponovitev z bremenom 80–90 % 1 RM, razen pri vajah za mišice

trupa, kjer so opravili 20 ponovitev z lastno težo. Za mišice zgornjega dela telesa so izvajali potisk, poteg in različne upogibe in iztege z drogom, za mišice spodnjega dela telesa pa različne oblike počepov in pliometrične vaje. Težo bremen so povečevali glede na napredek vsake tri tedne. Udeleženci so dobili navodila, da so izvedli koncentrični del čim hitreje, čemur s sledile tri sekunde izometričnega naprežanja in kontroliran ekscentrični del do začetnega položaja. Vsaka ponovitev je trajala približno šest sekund.

Druga skupina je opravljala treninge zaviranega plavanja z elastično vrvjo. Treninge zaviranega plavanja so opravljali s pritrjeno elastiko na startni blok in drugim koncem, pritrjenim plavalcu okoli pasu. Plavali so v nasprotno smer od startnega bloka. Treninge v olajšanih okoliščinah so opravljali s pritrjeno elastiko na startni blok in drugim koncem, pritrjenim okoli plavalčevega pasu. Plavali so v smer startnega bloka. Vsako vadbeno enoto so začeli z 10-minutnim ogrevanjem. Potem so opravili dve seriji po tri ponovitve. Eno serijo so plavali tehniko kravl, drugo serijo pa poljubno izbrano tehniko. Celoten program so opravili trikrat na vsaki vadbeni enoti. Odmor med posameznimi ponovitvami je trajal 30 sekund, med posameznimi serijami pa so plavalci odplavali 200 m nižje intenzivnosti in to je bil aktiven odmor. Najprej so plavalci opravili del zaviranega plavanja do maksimalne elastičnosti tube (25 m) ali do največje vrednosti njihovih zmoglosti (dokler so se premikali naprej), nato so opravili plavanje v olajšanih okoliščinah, kjer jim je elastika omogočala dodatno silo 60 N. Pri plavanju v olajšanih okoliščinah so plavalci dobili navodila, da poskušajo slediti hitrosti, ki jim jo nudi elastična vrv s povečanjem števila zaveslajev in ohranjanjem dolžine zaveslaja. Intenzivnost vadbe so povečevali z doseženo dolžino pri zaviranem plavanju ali z doseženo hitrostjo pri zaviranem plavanju in plavanju v olajšanih okoliščinah

Tretja skupina ni opravljala dodatnih treningov v bazenu z elastično vrvjo. Vsi plavalci so opravljali aerobne treninge (tek 45 minut), zadnja skupina pa je treningom dodala še treninge aerobne kapacitete na kolesu: ena vadbeno enota na teden, 1 uro in 45 minut ob nižji intenzivnosti (60 – 70 % maksimalne srčne frekvence).



Slika 2. Plavanje z uporabo ali dodatno pomočjo elastične vrvi (Girolid idr., 2007)

Slika 2 prikazuje natančno izvedbo treningov zaviranega plavanja in plavanja v olajšanih okoliščinah. Legenda: swimmers movement – gibanje plavalca; traction of the elastic – smer delovanja upora elastične vrvi; assisted sprint – plavanje v olajšanih okoliščinah z dodano silo krčenja elastične vrvi; resisted sprint – zavirano plavanje.

Rezultati so v primerjavi z začetnimi meritvami pokazali občutne napredke po 12. tednu ($p < 0,05$). Napredek v učinkovitosti (rezultat plavanja) je bil različen med 1. skupino ($2,8 \pm 2,55$ %) in 2. skupino ($2,3 \pm 1,3$ %) v primerjavi s 3. skupino ($0,09 \pm 1,2$ %; $p < 0,05$). Ni pa bilo opaznih razlik v napredku med prvima dvema skupinama v prvih 6 tednih, medtem ko je bilo moč med 6. in 12. tednom zaznati manjše razlike. Prišlo je do zmanjšanja dolžine zaveslaja ($p < 0,05$) pri prvih dveh skupinah in do povečanja števila zaveslajev pri 2. in 3. skupini, vendar ne pri 1. skupini.

Na podlagi rezultatov meritev je treba poudariti občutnejše izboljšave po šestem tednu poskusnega obdobja. V prvi skupini je prišlo do povečanja največje izometrične moči ($p < 0,05$) mišic upogibalk komolca, koncentrične moči iztegovalk komolca ($60^\circ/s$) in koncentrične moči iztegovalk komolca ($180^\circ/s$). V drugi skupini je prišlo do povečanja največje izometrične moči ($p < 0,05$) mišic upogibalk komolca, koncentrične moči iztegovalk komolca ($60^\circ/s$) in koncentrične moči iztegovalk komolca ($180^\circ/s$) ter do povečanja koncentrične moči upogibalk komolca ($60^\circ/s$). Tretja skupina je pokazala povečanje koncentrične moči iztegovalk komolca ($180^\circ/s$).

Po 12 tednih je prišlo do razlike v napredku izometrične moči iztegovalk komolca med prvo, drugo in tretjo skupino ($45,5 \pm 38,7$ %; $12,4 \pm 18,7$ %; $7,7 \pm 16,1$ %; $p < 0,05$). Razvidno je, da ni bistvene razlike med 2. in 3. skupino. Prišlo je tudi do razlik v napredku izometrične moči upogibalk komolca med prvo in tretjo skupino ($39,5 \pm 32,4$ %; $10,8 \pm 21,5$ %; $p < 0,05$). Ni pa prišlo do razlik med prvo in drugo skupino. Plavalni rezultat je pri drugi skupini povezan tudi z dolžino ($r = 0,94$; $p < 0,05$) in številom zaveslajev ($r = 0,74$; $p < 0,05$), pri prvi skupini pa s koncentrično močjo iztegovalk komolca pri $180^\circ/s$ ($r = 0,84$; $p < 0,05$). Meritve pa niso pokazale napredkov v moči, ki bi pripomogli k povečanju plavalne učinkovitosti pri tretji skupini.

3.2 Trening moči s posnemanjem plavalnih gibov

Trening moči v plavanju je možno izvajati tudi z oponašanjem plavalnih gibov, predvsem zaveslajev, na napravah, ki nudijo upor.

Plavalna učinkovitost tekmovalcev sestoji iz dveh pomembnih dejavnikov: generiranja propulzivne sile in zmanjšanja upora, ki ga tvorijo sile na premikajoče se telo (»drag«) (Toussaint in Beck, 1992; Pendergast idr., 2005). Velika večina propulzivne sile v plavanju je proizvedena z rokami (Smith, Norris in Hogg, 2002; Toussaint in Beck, 1992; Astrand, Rodahl, Dahl in Stromme, 2003). Povezanost moči rok in največje hitrosti plavanja je zelo močna. Večja je pri krajših razdaljah, vendar še vedno zelo visoka pri daljših razdaljah plavanja (Strass, 1986; Sharp idr., 1982; Hawley in Williams, 1991; Tanaka idr., 1998). Iz teh ugotovitev lahko razberemo, da je večji del treningov, kjer plavanju podobne gibe plavalci izvajajo v oteženih okoliščinah, usmerjen v moč rok. Takšen tip treningov v vodi delimo na treninge posnemanja zaveslajev na posebnem biokinetičnem trenažerju in treninge

zaviranega plavanja. Pri plavalcih pa je v uporabi tudi trening v olajšanih okoliščinah s plavalnimi lopatkami.

3.2.1 Treningi na plavalnem ergometru

Biokinetični ergometer ponazarja položaj plavalčevega telesa in krepi mišice zgornjega dela telesa, ki so aktivne predvsem pri tehniki prosto in delfin. V močno razširjeni raziskavi je bilo dokazano, da je moč, proizvedena na tej napravi, povezana s plavalno učinkovitostjo pri disciplinah od 45,7 m ($r = 0,91$) do 457 m ($r = 0,76$) tehnike prosto (Aspenes in Karlsen, 2012).



Slika 3. Biokinetični trenažer (Total Gym, 2011)

V eni prvih raziskav na to temo so Sharp idr.(1982) gledali koleracije med močjo, ki so jo bili sposobni razviti med izvajanjem zaveslajev na plavalnem ergometru, in plavalnimi rezultati. Ugotovili so močno povezavo treninga na napravi (pet serij po deset maksimalnih potegov, petkrat na teden) z najvišjo hitrostjo plavanja. Dobili so velike korelacije ($r = 90$). Računali so tudi indeks utrujenosti glede na zmanjševanje mehanske moči skozi čas. Rezultati niso pokazali povezave indeksa utrujenosti s sprinterskimi rezultati. Dodatno so v raziskavi testirali štiri netrenirane udeležence in videli, da so po štirih tednih izokinetičnega treninga izboljšali mehansko moč, proizvedeno z rokami (na ergometru) za 18,7 %, posledica pa je bila izboljšava plavalnih rezultatov za 3,8 %.

Kasneje so to tematiko raziskovali Roberts, Termin, Reilly in Pendergast (1991), ki so primerjali vpliv treningov na učinkovitost plavanja 91,4 m kravl. Primerjali so podatke poskusne skupine s kontrolno skupino (povprečna starost udeležencev 19,1 leta). Poskusna skupina je poleg standardnih programov plavalnih treningov trenirala trikrat na teden po štiri serije intervalovno (deset sekund) z vmesnimi odmori (deset sekund). Kontrolna skupina je opravljala samo standardne programe plavalnih treningov. Ni bilo moč zaznati izboljšav pri nobeni izmed skupin pri rezultatu na 91,4 m tehnike prosto. Zaključki te raziskave predstavljajo nasprotje zgoraj omenjeni raziskavi.

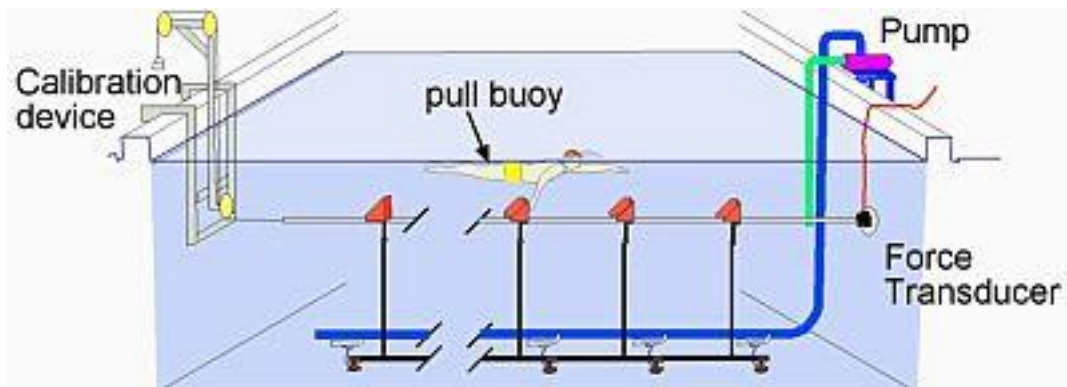
Kljub številnim podatkom o podobnosti izvajanja gibov na napravi (biokinetični

trenažer) in gibih v vodi (Roberts idr., 1991; Sharp idr., 1982; Shimonagata, Taguchi, Miura, 2003), naprava plavalcu ne nudi upora, ki ga čuti v vodi. Tukaj govorimo predvsem o propulzivnem odnosu (Toussaint in Hollander, 1994). Prav tako ne posnema pogojev vodnega medija. Zato je zelo težko zaključevati o dokazanih učinkih naprave na plavalno učinkovitost.

3.2.2 Treningi z dodatnimi bremenimi oziroma uporom v vodi

Lastnosti vodnega medija predstavljajo plavalcem specifične pogoje za gibanje (Kapus idr., 2002). Zato je mogoče ena najbolj primernih metod vadbe moči ravno v vodi. Poznamo več različnih oblik zaviranega plavanja, razlikujejo se predvsem po pripomočku, s katerim dosežemo učinke oteženih okoliščin.

Toussaint in Vervoorn (1990) sta raziskovala učinke plavanja (pod pogoji sistema MAD) pri 22 plavalcih. Naključno sta jih razdelila v poskusno (11 udeležencev) in kontrolno (11 udeležencev) skupino. Obe skupini sta opravili enake treninge plavanja. Poskusna skupina pa je trikrat na teden načrt klasičnih treningov sprinta zamenjala s treningi na posebnem MAD-sistemu. Gre za sistem fiksnih točk, ki nudijo dodatno oporo plavalcu pri sprintih. Prišlo je do napredka izmerjene sile ($p < 0,05$), hitre moči ($p < 0,05$) in plavalne hitrosti ($p < 0,001$) pri plavalcih v poskusni skupini. Dodatno je poskusna skupina zmanjšala število ponovitev na dolžini 25 m in 50 m brez zmanjševanja najvišje hitrosti plavanja ($p < 0,05$). Poskusna skupina je bila po 10 tednih dodatnih programov na 50 m (povprečno za 0,6 sekunde, $p < 0,05$) in na 200 m (povprečno za 2,5 sekunde, $p < 0,05$) tudi hitrejša, medtem ko pri kontrolni skupini ni prišlo do statistično značilnih sprememb.



Slika 4. MAD sistem plavanja (Toussaint, Berg in Beek, 2002)

Slika 4 prikazuje MAD-sistem, ki deluje kot metoda plavanja z dodatno oporo. Legenda: Calibration device – umeritvena naprava, pull buoy – vlečna boja, pump – črpalka, force transducer – merilnik proizvedene sile.

Mavridis, Kabitsis in Gourgoulis (2006) so opravili raziskavo z 82 udeleženci. Pripomoček za zavirano plavanje je bila perforirana (luknjičasta) posoda, ki so jo plavalci vlekli za sabo. Ugotovitve te raziskave so pokazale izboljšanje rezultata poskusne skupine pri plavanju na 100 m in pri plavanju na 200 m.

Giroid, Calmels, Maurin, Milhau in Chatard (2006) so v raziskavi dokazovali učinkovitost metod treningov zaviranega plavanja in olajšanega plavanja na učinkovitost plavanja na 100 m prosto. Pri raziskavi je sodelovalo 37 plavalcev

(starost: $17,5 \pm 3,5$ leta, višina: 173 ± 14 cm in telesna teža: 63 ± 14 kg). Naključno so jih razdelili v tri skupine. Prva skupina je poleg standardnih plavalnih treningov opravljala treninge zaviranega plavanja, druga skupina je poleg standardnih plavalnih treningov opravljala olajšane treninge, tretja skupina je opravljala samo tradicionalne plavalne treninge. Prvi dve skupini sta pri dodatnih treningih uporabljali elastične vrvi, ki so jim nudile dodaten upor, saj so bile pritrjene na nasprotni strani, kamor je plavalec plaval, drugi skupini pa so nudile dodaten zagon (olajšane okoliščine), s tem večjo hitrost plavanja, saj so bile pritrjene na strani, kamor je plavalec plaval. Vsi udeleženci so opravili šest treningov na teden, prva in druga skupina pa sta opravili dodatne tri treninge po dodeljeni metodi. Udeleženci so opravili tri maksimalne sprinte na 100 m prosto pred končanim vadbenim programom, med njim in po njem. Pred vsakim nastopom na 100 m prosto so izmerili moč upogibalk in iztegovalk komolca s pomočjo izokinetičnega dinamometra. Število in dolžino zaveslajev so ocenjevali s pomočjo video kamer pri nastopu na 100 m prosto. Pri prvi skupini (zavirano plavanje) so se moč iztegovalk komolca, plavalna hitrost in število zaveslajev občutno povečali ($p < 0.05$), medtem ko je dolžina po treh tednih opravljanja vadbenega programa ostala nespremenjena. Pri drugi skupini (olajšano plavanje) se je število zaveslajev občutno povečalo ($p < 0.05$), dolžina zaveslaja pa se je statistično značilno zmanjšala ($p < 0.05$), pri plavalni hitrosti pa ni prišlo do statistično značilnih sprememb. Tretja skupina ni pokazala napredka pri merjenih parametrih. Oba dodatna programa (zavirano in olajšano plavanje) sta dokazala večjo učinkovitost kot tradicionalni vadbeni plavalni programi. Treba pa je poudariti, da je vadbeni program zaviranega plavanja imel večji učinek na mišično moč, plavalno učinkovitost in tehniko zaveslajev kot vadbeni program olajšanega plavanja.

Pomembno je poudariti ugotovitve raziskave Morouca, Keskinen, Vilas-Boas in Fernandes (2011), ki so ugotavljali povezavo med zavirano silo in učinkovitostjo vseh štirih plavalnih tehnik. Analizirali so veljavo relativnih vrednosti produkcije sile (glede na telesno težo plavalcev) za določanje plavalne učinkovitosti, ki naj bi bila uspešnejša, v primerjavi z absolutnimi vrednostmi. Sodelovalo je 32 plavalcev, 20 moških in 12 žensk. Teste so izvajali v 50-metrskem bazenu med tekmovalno fazo zimskega mikrocikla, s čimer so zagotovili visoko raven tekmovalne učinkovitosti pri udeležencih raziskave. V uvodnem delu so plavalci za ogrevanje odplavali 1.200 m z nižjo intenzivnostjo. V glavnem delu so odplavali dva 30-sekundna testa maksimalnega zaviranega plavanja, prvih 30 s proste tehnike in drugih 30 s njihove druge dominantne tehnike. Med testoma so imeli 10 min odmora. Povprečna sila in hitrost nakazujeta na tesno korelacijo pri tehniki prosto ($r = 0.92$, $p < 0.01$), tehniki hrbtno ($r = 0.81$, $p < 0.05$), tehniki prsno ($r = 0.94$, $p < 0.01$) in tehniki delfin ($r = 0.92$, $p < 0.01$). Podatki kažejo, da so absolutne vrednosti produkcije sile bolj povezane s plavalno učinkovitostjo kot relativne vrednosti. Test zaviranega plavanja je zanesljiv protokol za oceno produkcije sile plavalnega zaveslaja in zelo praktičen parameter za oceno plavalne učinkovitosti pri plavanju na kratke razdalje. S temi ugotovitvami sklepamo na močno povezavo izboljšanja plavalnih rezultatov s treningi zaviranega plavanja.

Podobne rezultate je dobil tudi Bednarik (1991). Skupna maksimalna sila in povprečna moč, ki so jih izmerili med tremi poskusi zaviranega plavanja, pojasnjujeta 56 % variance rezultata na 100 m kravl, 67 % na 200 m in 29 % na 400 m. Ti rezultati z manj kot 1-odstotnim tveganjem statistično značilno pojasnjujejo uspešnost plavanja na 100 in 200 m in s pod 5-odstotnim tveganjem pojasnjujejo

uspešnost plavanja na 400 m kravl.

3.3 Vadba moči pri mladih plavalcih

Znano je, da se trening moči pri otrocih in mladostnikih razlikuje od treninga moči pri odraslih športnikih. Mladostnikov mišično-skeletni sistem še ni dokončno razvit, zato mora trener paziti pri dodajanju bremen plavalcu (Škof, 2013), poleg tega je okno priložnosti široko odprto za športnika v zgodnjem obdobju in ustrezen dražljaj vadbe vpliva na izboljšanje moči pri mladem športniku (Strojnik, 2012).

Zanimiva raziskava Garrido idr. (2010) je kot glavni dve tematiki in osrednji težavi raziskave navajala vplive osemtedenskega treninga moči in aerobnega treninga v vodi na mlade plavalce in vpliv kasnejšega zmanjševanja količine treningov moči. Udeležence so razdelili v dve skupini: poskusna skupina je bila sestavljena iz 8 fantov in 4 deklet (starost: $12,0 \pm 0,78$ let, teža: $41,29 \pm 8,05$ kg, višina: $1,51 \pm 0,04$ m) in kontrolna skupina, ki je bila sestavljena iz 6 fantov in 5 deklet (starost: $12,18 \pm 0,75$ let, teža: $43,40 \pm 7,66$ kg, višina: $1,52 \pm 0,06$ m).

Parametri, merjeni v plavanju, moči in proizvedeni sili, so bili merjeni pred poskusnim obdobjem, po osmih tednih kombiniranja treningov moči in plavanja in po 6 tednih zmanjševanja treningov moči. Obe skupini sta bili merjeni hkrati in obe skupini sta bili seznanjeni z vsemi testi štiri tedne pred prvimi meritvami in analizami.

V vodi so s testi začeli po standardnih oblikah ogrevanja. Plavalci so odplavali 25 m in 50 m maksimalnega plavanja prostega sloga z dvodnevni vmesni intervalom. Opravili so dva nastopa na 25 m in na 50 m s 15-minutno aktivno pavzo med nastopi. V proces evalvacije so vzeli povprečje obeh časov. Prvi test na suhem je bil skok z nasprotnim gibanjem. Plavalci so opravili tri skoke z vmesnim dvominutnim odmorom, kjer so za meritve vzeli povprečje najboljših dveh skokov. Naslednji test je bil met težke žoge. Opravili so 10-minutno ogrevanje in nato opravili mete različno težkih žog. Opravili so tri mete z vsako težko žogo z minutnim odmorom med meti.

V 8 tednih poskusnega obdobja so udeleženci opravili 48 plavalnih vadbenih enot (6 vadbenih enot na teden). Opravili so 188,60 preplavanih km, povprečno $23,60 \pm 1,98$ km na teden in povprečno $3,90 \pm 0,33$ km na vadbeno enoto. Preplavali so 20,80 km pri najvišji hitrosti ($2,60 \pm 1,00$ km) na teden in 7,20 km na intenzivnosti, ki sovпада z njihovo aerobno močjo ($1,44 \pm 0,54$ km na teden). Preostali del trenažnega procesa so opravili z nižje intenzivnimi aerobnimi nalogami (≈ 70 % celotnega vadbenega volumna), s tehničnimi nalogami (≈ 14 % celotnega vadbenega volumna) in hitrostnimi nalogami (≈ 1 % celotnega vadbenega volumna).

Poleg vodnega vadbenega procesa (6 treningov v vodi na teden) je poskusna skupina opravila osem tednov (2 vadbeni enoti na teden) treningov moči. Vsaka vadbeno enota moči je trajala približno 20 minut, z osrednjima vajama potiskom izpred prsi in iztegom kolena. Opravili so 2–3 serije, 6–8 ponovitev vsake vaje, z intenzivnostjo med 50–75 % 1 RM. Dodatno so opravljali še dve eksplozivni vaji (skok z nasprotnim gibanjem in met 1 kg težke žoge) za eksplozivne dražljaje zgornjega in spodnjega dela telesa. Odmor dveh minut je bil dovoljen med izvedbo posameznih serij in tudi vseh ponovitev. Tabela 3 prikazuje trenažni proces osmih tednov.

Tabela 3. Program treningov moči mladih plavalcev v raziskavi (Garrido idr., 2010)

Vaje	Vadbena enota															
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Izteg kolena	2x8 50 %	2x8 50 %	3x8 50 %	3x8 55 %	3x8 60 %	3x8 60 %	3x6 65 %	3x6 65 %	3x6 70 %	3x6 70 %	3x6 75 %	3x6 75 %	2x6 60 %	2x6 55 %	2x6 60 %	2x6 55 %
Skok z nasprotnim gibanjem	2x5	2x5	2x5	2x5	2x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	2x5		2x5	
Skok z nasprotnim gibanjem (skrinja)	2x5	2x5	2x5	2x5	2x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	2x5		2x5	
Potisk izpred prsi	2x8 50 %	2x8 50 %	3x8 50 %	3x8 55 %	3x8 60 %	3x8 60 %	3x6 65 %	3x6 65 %	3x6 70 %	3x6 70 %	3x6 75 %	3x6 75 %	2x6 60 %	2x6 55 %	2x6 60 %	2x6 55 %
Met težke žoge	2x8 1 kg	2x8 1 kg	2x8 1 kg	2x8 1 kg	3x8 1 kg	3x8 1 kg	3x8 1 kg	3x8 1 kg	3x8 1 kg	3x10 1 kg	3x10 1 kg	2x8 1 kg		2x8 1 kg		

Tabela 3 prikazuje osemnedenski program treningov moči s petimi izbranimi vajami: izteg kolena, skok z nasprotnim gibanjem, skok z nasprotnim gibanjem na klopco, potisk izpred prsi in met težke žoge.

Takoj po osmih tednih vadbenega procesa so plavalci opravili šest tednov treningov z zmanjšano intenzivnostjo. V šestih tednih so opravili 33 treningov samo v vodi ($5,50 \pm 0,44$ vadbenih enot na teden). Plavalci so preplavali 135 km, s povprečno razdaljo $22,50 \pm 5,00$ km na teden in povprečno $4,10 \pm 0,38$ km na vadbeno enoto. Opravili so 15,60 km z najvišjo hitrostjo ($3,90 \pm 0,93$ km na teden) in 7,10 km pri intenzivnosti, ki sovpada z njihovo aerobno močjo ($1,42 \pm 0,94$ km na teden). Preostali del vadbenega procesa je bil sestavljen iz treningov nižje intenzivnih aerobnih nalog, tehničnih nalog in hitrostnih nalog.

Ocenjeni sta bili poskusna in kontrolna skupina. Kombiniranje treninga moči in aerobnega plavalnega treninga nakazuje napredek v moči pri mladih tekmovalnih plavalcih. Prišlo je do izboljšanja plavalnega rezultata pri obeh skupinah. Ni pa prišlo do statistično značilnih sprememb med poskusno in kontrolno skupino. Pridobljeni podatki ne kažejo neposredno, da trening moči prispeva k izboljšavi plavalne učinkovitosti, kljub temu pa so raziskovalci opazili težnjo pri izboljšavi časa sprinta v poskusni skupini. Obdobje zmanjševanja treningov moči je pokazalo vzdrževanje parametrov moči, kljub temu pa se je plavalna učinkovitost izboljševala.

Cilj raziskave, ki so jo opravili Sadowski, Mastalerz, Gromisz in Niynikowski (2012), je bila ocena učinkov »suhih« treningov moči na plavalno silo, izmerjeno med zaviranim plavanjem, plavalni rezultat in moč pri mladih plavalcih. V raziskavi je sodelovalo 26 plavalcev, brez poškodb, ki so trenirali vsaj šestkrat na teden. Naključno so jih razdelili v dve skupini. Poskusna skupina (14 udeležencev, povprečna starost: $14,0 \pm 0,5$ leta, povprečna višina: $1,67 \pm 0,08$ m in povprečna teža: $55,71 \pm 9,55$ kg) in kontrolna skupina (12 udeležencev, povprečna starost: $14,1 \pm 0,5$ leta, povprečna višina: $1,61 \pm 0,11$ m in povprečna teža: $49,07 \pm 8,25$ kg). Poskusna skupina je sodelovala pri treningih plavanja in pri »suhih« treningih moči. Kontrolna skupina pa je opravljala samo plavalne treninge. Plavalni del treningov je bil sestavljen iz 59 treningov v 6 tednih. Obe skupini sta opravljali enake treninge v vodi. V tem času so

preplavali 273,50 km. Poskusna skupina je dodatno opravila 18 treningov moči v šestih tednih. Trenirali so trikrat na teden, ob ponedeljkih, sredah in petkih. Vsaka vadbeni enota je bila sestavljena iz 10-minutnega ogrevanja v uvodnem delu in šest serij po 50 sekund dela na vodnem ergometru (posebna naprava, ki učinkuje kot dodatno breme pri zaveslajih plavalca z nastavljivo intenzivnosti) v glavnem delu vadbene enote z 10-sekundnim odmorom med serijami. Poskusna skupina je pokazala rahlo večji napredek pri plavanju na kratke razdalje. Kljub temu se je frekvenca zaveslajev pri poskusni skupini zmanjšala (-4,30 %, $p > 0,05$), v kontrolni skupini pa se je frekvenca zaveslajev povečala (6,28 %, $p > 0,05$). Dolžina zaveslaja se je povečala pri poskusni skupini (5,98 %, $p > 0,05$) in zmanjšala pri kontrolni skupini (-5,36 %, $p > 0,05$). Prišlo je do statistično značilne izboljšave plavalne sile pri poskusni skupini (9,64 %, $p < 0,02$), pri kontrolni skupini do tega ni prišlo (2,86 %, $p > 0,05$). Pridobljeni podatki ne kažejo neposredne izboljšave pri plavalni učinkovitosti, kljub temu pa se kaže težnja pri izboljšavi plavalne učinkovitosti pri plavanju z bremenami.

4 SKLEP

Eden izmed parametrov trenažnega procesa plavalcev je vadba moči, ki je predstavljala osrednjo temo našega dela. Na podlagi razpoložljivih virov smo želeli poudariti ugotovitve raziskav, poudariti prednosti, ki jih prispeva vadba moči k plavanju in tudi dosedanje pomanjkljivosti.

Najprej je treba poudariti mišično delo med plavanjem. Gre za ciklično mišično naprežanje proti zunanjemu upor, ki je razmeroma majhen, vendar dovolj velik, da ne dovoljuje balistično hitrih gibov, tudi pri plavanju na kratke razdalje ne. Režim mišic, ki premikajo ude, je koncentričen in tudi izometričen ali ekscentričen pri mišicah, ki nudijo oporo predvsem delujočim mišicam.

Zavedamo se, da so nekatere mišične skupine pomembnejše za plavanje, kar je treba poudariti. Te so seveda kritične z vidika dodajanja vadbe moči in prenašanja napredka moči pri testih na suhem ali v vodi (zavirano plavanje) na plavalni rezultat.

Štiri plavalne tehnike razdelimo v dve skupini, z merilom podobnosti gibanja v vodi. Glavne mišične skupine zgornjega dela telesa za tehnike kravl, hrbtno in delfin so: *latissimus dorsi*, *pectoralis major*, *triceps brachii*, *deltoideus*, *trapezius* in *flexor carpi ulnaris* in mišice spodnjega dela telesa: *biceps femoris* in *rectus femoris*. Pri plavanju tehnike prsno gre za precej drugačno tehniko zaveslajev in udarcev, kjer so glavne mišice zgornjega dela telesa: *biceps brachii*, *triceps brachii*, *latissimus dorsi*, *pectoralis major*, *deltoideus*, *teres minor* in *trapezius*, mišice spodnjega dela telesa pa: *gluteus maximus*, *vastus medialis*, *rectus femoris*, *biceps femoris*, *quadriceps*, *gastrocnemius* in *tibialis anterior*.

Mišična sila v ciklusu zaveslaja ni enakomerna, hitrost gibanja (roke med zaveslajem) pa se spreminja po velikosti in smeri. Kljub temu poskuša plavalec doseči čim večjo spremembo gibalne količine obtekajoče vode. V ospredju sta torej plavalčeva hitrost in tudi sila njegove mišične kontrakcije.

Dokazano je bilo, da so močnejši plavalci tudi hitrejši, kar so v delu potrdile številne raziskave. Večina programov vadbe moči je vključevala eksplozivne hitre gibe, premagovanje težkih bremen (80–90 % 1 RM, hipertrofija) in treninge vzdržljivosti v moči. Rezultati meritev po opravljenih programih vadbe so pokazali predvsem napredek pri testih, merjenih na suhem, ki pa so pokazali prenos na učinkovitost v vodi. Prišlo je predvsem do povečanja dolžine zaveslaja, kar je pomenilo manjše število zaveslajev na dolžino bazena brez padca hitrosti plavanja (posledica povečanja sile plavanja). Glede na to, da so raziskave pokazale zmanjšanje dolžine zaveslaja s pojavom utrujenosti in posledično povečanjem frekvence zaveslajev z namenom ohranjanja hitrosti plavanja, so takšni napredki uspešni.

Druga zanimiva plat vadbe moči so treningi s posnemanjem plavalnih gibov in treningi zaviranega plavanja v vodi. Zaradi vodnih zakonitosti, ki jih na suhem ne moremo posnemati, številni raziskovalci označujejo takšen tip treningov moči za najbolj primerne. V delo smo dodali dve raziskavi, ki sta primerjali učinke vadbe moči na suhem, zaviranega plavanja in kontrolne skupine, ki je trenirala po ustaljenem režimu plavalnih treningov. Obe raziskavi sta ugotovili napredek prvih dveh skupin. Ta se je pokazal tudi pri rezultatu plavanja. Treba pa je poudariti, da so

učinki vadbe moči večinoma razvidni po nekaj tednih, še posebej pri vadbi moči na suhem.

Premalo je bilo opravljenih raziskav, ki bi neposredno pokazale povezave vadbe moči s plavalnim napredkom, so pa podatki dovolj nazorni, da lahko govorimo o prispevku učinkov vadbe moči na plavalni rezultat.

5 VIRI

- Anderson, M., Hopkins, W., Roberts, A. in Pyne, D. (2008). Ability of tests measures to predict competitive performance in elite swimmers. *Journal of Sports Science*, 26(2), 123–130.
- Aspenes, S. T. in Karlsen, T. (2009). Exercise-Training Intervention Studies in Competitive Swimming. *Sports Medicine*, 42(6), 527–543.
- Aspenes, S. T., Kjendlie, P. L., Hoff, J. in Helgerud, J. (2009). Combined Strength and Endurance Training in Competitive Swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(3), 357–365.
- Astrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. A. in Stromme, S. B. (2003). *Textbook of Work Physiology*. Leeds: Human Kinetics.
- Bednarik, J. (1991). *Zavirano plavanje kot instrument za določanje biomehanskih parametrov in njihova povezanost z uspešnostjo v plavanju* (Doktorska disertacija). Fakulteta za šport, Ljubljana.
- Clarys, J. P. in Rouard, A. H. (1996). The frontcrawl downsweep: sholder protraction and/or performance inhibition. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 36(2), 121–126.
- Conceicao, A., Silva, A. J., Barbosa, T., Karsai, I. in Louro, H. (2014). Neuromuscular Fatigue During 200 m Breaststroke. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(1), 200–210.
- Costill, D. L., King, D. S., Holdren, A. and Hargreaves, M. (1983). Swimming speed vs. Swimming power. *Swimming Technique*, 20 (1), 20-22.
- Figueiredo, P., Pendergast, D. R., Vilas-Boas, J. P. in Fernandes, R. J. (2013). Interplay of biomechanical, energetic, coordinative and muscular factors in a 200 m front crawl swim. *BioMed research international*, 12.
- Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J. in Marques M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 300–310.
- Gatta, G., Leban, B., Paderi, M., Padulo, J., Magliaccio M. in Massimiliano P. (2014). The development of swimming power. *Muscle, Ligaments and Tendons Journal*, 4(4), 438–445.
- Giroid, S., Calmels, P., Maurin, D., Milhau, N. in Chatard, J. C. (2006). Assisted and Resisted sprint training in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 547–554.
- Giroid, S., Maurin, D., Dugue, B., Chatard, J. C. in Gregoire, M. (2007). Effects of dry-land vs. Ressed and assisted sprint exercises on swimming sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 599–605.
- Hawley, J. A. in Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *International journal of sports medicine*, 12(1), 1–5.
- Ikuta, Y., Matsuda, Y., Noriyuki, K. in Moritani, T. (2012). Relationship between decreased swimming velocity and muscle activity during 200-m front crawl. *European journal of applied physiology*, 11 (9), 3417–3429.
- Jensen, C. R. in Fisher A. G. (1975). *Scientific Basis of Athletic Conditioning* (2nd ed.). Philadelphia: Lea and Febiger.
- Kapus, V., Štrumbelj, B., Jurak, G., Šajber Pincolič, D., Vute, R., Bednarik, J., Kapus, M. in Čermak, V. (2002). *Plavanje, učenje*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

- Maglischo, E. W. (1993). *Swimming even faster*. California: Mayfield Publishing Company.
- Martens, J., Figueiredo, P. in Daly, D. (2014). Electromyography in the four competitive swimming strokes: A systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(2), 273–291.
- Mavridis, G., Kabitsis, C., Gourgoulis, A. in Toubekis, A. (2006). Swimming velocity improved by specific resistance training in age-group swimmers. *Journal of Sports Science*, 6(2), 304–306.
- Nuber, G. W., Jobe, F. W., Perry, J., Moynes, D. R. in Antonelli, D. (1986). Fine wire electromyography analysis of muscles of the shoulder during swimming. *The American Journal of Sports Medicine*, 14(1), 7–11.
- Pendergast, D., Mollendorf, J., Zamparo, P., Termin, A., Bushnell, D. in Paschke. (2005). The influence of drag on human locomotion in water. *Undersea and Hyperbaric Medical Society*, 32(1), 45–57.
- Roberts, A. J., Termin, B., Reilly, M. F. in Pendergast, D. R. (1991). Effectiveness of Biokinetic Training on Swimming Performance in Collegiate Swimmers. *Journal Swimming Research*, 7(3), 5–11.
- Rouard, A. H. in Clarys, J. P. (1995). Cocontraction in the elbow and shoulder muscles during rapid cyclic movements in an aquatic environment. *Journal of electromyography and kinesiology*, 5(3), 177–183.
- Rouard, A. H., Billat R. P., Deschodt V. in Clarys, J. P. (1997). Muscular activation during repetitions of sculling movements up to exhaustion in swimming. *Archives of physiology and biochemistry*, 105(7), 655–662.
- Ruwe, P. A., Pink, M., Jobe, F. W., Perry, J. in Scovazzo, M. L. (1994). The Normal and the Painful Sholders During the Breststroke: Electromyographic and Cinematographic Analysis of Twelve Muscles. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(6), 789–796.
- Sadowski, J., Mastalerz, A., Gromisz, W. in Niyunikowski, T. (2012). Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 32, 77-86.
- Sharp, R. L., Troup, J. P. and Costill D. L. (1982). Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 53–56.
- Shimonagata, S., Taguchi, M., in Miura, M. (2003). Effects of swimming power, swimming power endurance and dry-land power on 100 m freestyle performance. V J. C Chatard (ur.). *Biomechanics and medicine in swimming* (str. 391–396). Saint-Etienne: University of Saint-Etienne.
- Smith, D. J., Norris, S. R. in Hogg, J. M. (2002). Performance evaluation of swimmers: scientific tools. *Sports Medicine*, 32(9), 539–554.
- Strass, D. (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. V B. E. Ungerechts, K. Wilke, in K. Reischle (ur.). *International Series on Sports Science* (str. 149–156). Champaign: Human Kinetics.
- Strojnik, V. Zapiski predavanj. (2013). Neobjavljeno gradivo.
- Surfing Your Way to Success With Total Gym. (10.10.2011). HQH fitness blog. Pridobljeno iz <http://blog.hqh.com/2011/10/10/surfing-your-way-to-success-with-total-gym/>
- Škof, B. Zapiski predavanj. (2013). Neobjavljeno gradivo.
- Štirn, I., Jarm, T., Kapus, V. in Strojnik, V. (2010). Evaluation of muscle fatigue during 100-m front crawl. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 101–113.

- Toussaint, H. M. in Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, 13(1), 8–24.
- Toussaint, H. M. in Hollander, A. P. (1994). Energetics of competitive swimming. Implications for training programmes. *Sports Medicine*, 18(6), 384–405.
- Toussaint, H. M. in Vervoorn, K. (1990). Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11(3), 228–233.
- Toussaint, H. M., Berg, C. in Beek, W. J. (2002). Pumped-up propulsion during front crawl swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 314–319.
- Troup, J. P. (1991). *The Effects of Fatigue on Freestyle Technique and Muscular Activity*. V international Center for Aquatic Research Annual. Colorado Springs: United States Swimming Press.
- Ušaj, A. (2012). *Temelji športne vadbe*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Van de Velde, A., De Mey, K., Maenhout, A., Calders, P. in Cools, A. M. (2011). Scapular-Muscle Performance: Two Training Programmes in Adolescent Swimmers. *Journal of Athletic Training*, 46(2), 160–167.
- Volčanšek, B. (1996). *Sportsko plivanje: plivačke tehnike i antropološka analiza plivanja*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet za fizičku kulturu.