

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športno treniranje
Tenis

**PRIMERJAVA HITROSTI SERVISA, META MEDICINKE IN
MAKSIMALNE JAKOSTI ROTATORJEV RAME PRI
TENISAČIH**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

doc. dr. Aleš Filipčič

RECENZENT

doc. dr. Edvin Dervišević

KONZULTANT

asist. Vedran Hadžić

Avtorica dela
HANA DEBEVEC

Ljubljana, 2010

ZAHVALA

MENTORJU, RECENZENTU IN KONZULTANTU ...
za pomoč in nasvete pri izdelavi tega dela

MAMICI, ATIJU IN TIMU ...
za vse vzpodbudne besede, ideje, nasvete in pomoč skozi vsa leta študija

PRIJATELJEM ...
brez katerih življenje nikoli ne bi bilo takšno, kakršno je

SOŠOLCEM IN SOŠOLKAM ...
za vsa nora študentska leta

in vsem, ki so mi tako ali drugače pomagali pri nastanku tega dela

Ključne besede: tenis, hitrost servisa, izokinetika, met medicine

PRIMERJAVA HITROSTI SERVISA, META MEDICINKE IN MAKSIMALNE JAKOSTI ROTATORJEV RAME PRI TENISAČIH

Hana Debevec

IZVLEČEK

S Pearsonovim korelacijskim koeficientom smo ugotavljali povezanost maksimalne koncentrične jakosti notranje (IRC) in zunanje (ERC) rotacije ter maksimalne ekscentrične jakosti zunanje (ERECC) rotacije s hitrostjo servisa in metom medicine. Z regresijsko analizo smo ugotavljali tudi vpliv posameznih spremenljivk (IRC, ERC, ERECC) na hitrost servisa in met medicine.

Namen dela je bil ugotoviti, ali se da dokazati statistično značilna povezanost posameznih izokinetičnih spremenljivk s hitrostjo servisa in metom medicine, oz. ali se da dokazati vsaj statistično značilna povezanost meta medicine in hitrosti servisa pri teniških igralcih.

V raziskavo povezanosti omenjenih spremenljivk je bilo vključenih 20 oseb. Pri vseh osebah smo po enakem protokolu izvajali tako meritve hitrosti servisa in meta medicine, kot meritve izokinetičnih testiranj. Hitrosti servisa so bile izmerjene z radarsko pištolo, meritve izokinetičnih testiranj pa so bile izvedene na izokinetičnem dinamometru.

Najprej smo predstavili najpomembnejše podatke naših merjencev in rezultate njihovih testiranj, nato pa smo predstavili še korelacijsko povezanost in regresijsko analizo posameznih spremenljivk.

Nazadnje smo interpretirali dobljene rezultate in ugotovili močno povezanost meta medicine in hitrosti servisa, še posebej za fante. Nekatero druge spremenljivke kažejo določeno medsebojno povezanost, vendar smo prišli do zaključka, da bi bila za posplošitev rezultatov potrebna večja skupina merjencev, ki bi bili bolj sistematično trenirani, zelo dobra pa bi bila pri vsem skupaj tudi tehnična ocena servisa vsakega posameznika.

Key words: tennis, service velocity, izokinetics, throwing the medicine ball

A COMPARISON BETWEEN THE SPEED OF THE SERVICE, THROW OF THE MEDICINE BALL AND THE MAXIMAL STRENGTH OF THE SHOULDER ROTATORS IN TENNIS PLAYERS

Hana Debevec

ABSTRACT

By using the Pearson's correlation coefficient we determined the correlation of the maximal con-centric strength of the internal (IRC) and external (ERC) rotation and the maximal ex-centric strength of the external (ERECC) rotation with the speed of the service and throw of the medicine ball. The use of the regression analysis enabled us to establish also the effect of these individual variables, i.e. IRC, ERC, ERECC, on the speed of the service and throw of the medicine ball.

The task of this work was to investigate the possibility of determining the statistically characteristic connection between individual izokinetic variables and the speed of the service and throw of the medicine ball, or, the possibility of at least determining the statistically characteristic connection between the throw of the medicine ball and the speed of the service in tennis players.

In our investigation of the connectivity among the above variables there were twenty persons included. In each person, we measured - according to a unique protocol - the speed of the service and throw of the medicine ball as well as izokinetic tests. The various speeds of the service were measured with a radar pistol whereas the measurements of izokinetic tests were made with an izokinetic dynamometer.

In our work we first present the most important data about the persons being measured and results of tests performed on them. We then provide the correlational connectivity and regression analysis of the investigated variables.

Our work is concluded by interpreting the obtained results and proving that there is a strong connection between the throw of the medicine ball and the speed of the service, which particularly applies for boys. There are some other variables also exhibiting a certain rate of interconnectivity, yet, a conclusion was taken that averaging the related results would require a greater group of individuals to be measured than the one involved in our investigation. Also, such a group should be more systematically trained and it would be very advantageous if the service of each person to be measured were technically assessed.

KAZALO

1.	UVOD	7
1.1	Servis.....	7
1.1.1	Potek servisa.....	8
1.1.2	Nevromišični vzorci pri servisu	10
1.1.3	Hitrost servisa.....	11
1.1.4	Trening moči in hitrost servisa.....	12
1.2	Met medicine.....	13
1.3	Izokinetično testiranje	13
1.3.1	Zgodovina izokinetičnih testiranj.....	14
1.3.2	Nekaj pomembnih definicij izrazov	14
1.3.3	Princip izokinetičnega testiranja	15
1.3.4	Vpliv teže na meritve	15
1.3.5	Interpretacija in ocena rezultatov izokinetičnih testiranj	16
1.3.6	Povzetki izokinetičnih raziskav pri tenisačih	16
1.4	Rotatorji rame.....	17
1.4.1	Zunanja rotacija.....	18
1.4.2	Notranja rotacija	18
1.5	Namen naloge.....	20
1.6	Problem, cilji in hipoteze	20
1.6.1	Problem	20
1.6.2	Cilji.....	20
1.6.3	Hipoteze	20
2.	METODE DELA.....	22
2.1	Preizkušanci	22
2.2	Pripomočki	22
2.3	Postopek	23
2.3.1	Meritve hitrosti servisa.....	23
2.3.2	Izokinetične meritve rame	24
2.3.3	Met medicine.....	25
2.3.4	Obdelava rezultatov.....	25
3.	REZULTATI.....	26
3.1	Povezanost meta medicine in hitrosti servisa z rotatorji za vse merjence	28
3.2	Povezanost meta medicine in hitrosti servisa.....	33
3.3	Povezanost spremenljivk ločeno za dekleta in fante.....	34
4.	RAZPRAVA	39
5.	SKLEP.....	41
6.	VIRI.....	42

1. UVOD

Tenis je šport z loparjem za dva nasprotna igralca (»posameznika«) ali za dve nasprotni skupini s po dvema igralcema (»dvojice«). Igra se na igrišču, razdeljenim v dve polovici, z nizko postavljeno mrežo na sredini igrišča. Igralci za igranje uporabljajo lopar, s katerim odbijajo s klobučevino prekrito, votlo gumijasto žogico prek mreže na sredini igrišča na nasprotno stran igrišča (pridobljeno 26.01.2010, iz <http://sl.wikipedia.org/wiki/Tenis>).

V igri, ki je tekmovalno usmerjena, je cilj igralca, da doseže neposredno (direktno) točko, da nasprotnika prisili k napaki in se pri tem izogiba lastnih napak. S tem igralec dobiva točke, igre, nize in tekme. Sodobni trend razvoja teniške igre gre v smer skrajševanja trajanja točke in igre nasploh. Igralci tako dosegajo veliko število točk tudi s prvim ali drugim udarcem. To velja predvsem za igro na hitrejših podlagah (Bornemann, 1993, v Filipčič 2000a).

Analiza teniških dvobojev kaže, da se število odigranih udarcev v posamezni točki zmanjšuje. Povprečne vrednosti odigranega skupnega števila točk in udarcev na tekmi, ki veljajo za vrhunske igralce, kažejo, da igralci na pesku odigrajo 1400 udarcev in 1200 udarcev na tekmo na trdi podlagi. Povprečno število odigranih udarcev v eni točki znaša na pesku 6 in na trdi podlagi 5 udarcev, kar pomeni 3 in 2.5 udarca na posameznega igralca. Od tega je na pesku 15% udarcev reternov in na trdi podlagi kar 20% vseh odigranih udarcev. Na pesku se od 30 do 33% točk konča po reternu, vrednost za trdo podlago pa je od 37 do 42% točk (Schönborn, 1999, v Filipčič 2000a). Vsi ti podatki kažejo, da sta izrednega pomena za uspešnost pri tenisu ravno začetna udarca – servis in retern (Filipčič, 2000a).

Dandanes je torej servis bistven udarec teniške igre, posebno na hitrejših podlagah. Zahteva moč, natančnost in ekonomičnost napora, saj je izveden velikokrat na tekmo. Te kvalitete so odvisne od nevromišičnih vzorcev, ki jih ustvarja igralec in so pridobljene in razvite skozi proces treninga. Vzporedno s tehničnim treningom pogosto izvajamo trening moči, ki lahko izboljša tehnično izvedbo in je lahko odgovoren za napredek učinkovitosti servisa (Pezarat Correia, 1998).

1.1 Servis

Servis pri tenisu je udarec, s katerim začnemo vsako točko. Servis se ponavlja začne z metom žoge v zrak in udarcem le-te diagonalno na nasprotno stran igrišča, ne da se žoga dotakne mreže. Lahko je izveden »od spodaj« ali »od zgoraj«. Servis je pri tenisu edini udarec, pri katerem ima igralec čas, da se pripravi; pri vseh ostalih udarcih mora reagirati na prihajajočo žogo (<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/tennis+serve>).

Servis je verjetno najzahtevnejši udarec za začetnike, ko pa se ga igralec nauči in dodobra izpopolni tehniko, lahko dober servis predstavlja pomembno prednost v teniški igri. Naprednejši igralci lahko servirajo v mnogo različnih smereh in servis pogosto uporabljajo kot napadalno orožje, s katerim si pridobijo prednost v točki. Zaradi tega profesionalni igralci dobijo večino iger na svoj servis, igre dobljene na nasprotnikov servis pa igrajo odločilno vlogo na tekmah (<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/tennis+serve>).

Poznamo tri vrste servisa: ravni (servis brez poudarjene rotacije), spin (servis s poudarjeno rotacijo žoge naprej) in slajz (servis z rotacijo žoge v stran). Ravni servis se od obeh rotiranih

loči po količini in smeri rotacije. To pomeni, da se ne glede na poimenovanje, žoga pri ravnem servisu vrti, kar je posledica hitrega gibanja loparja od spodaj navzgor. To gibanje povzroči, da se žoga po udarjenem servisu vrti naprej. Ta servis se v največji meri uporablja kot prvi servis. Ob tem naj opozorimo še na ugotovitev, da vrhunski igralci izbirajo količino rotacije (bolj rotiran pomeni manjšo hitrost; manj rotiran pomeni večjo hitrost) pri servisu, glede na to, kateri servis izvajajo (prvi, drugi), na kakšni podlagi igrajo, s kom igrajo in kakšen je trenutni rezultat v srečanju (Filipčič, 2000a).

Pri izvedbi servisa sodelujejo naslednji biomehanski in drugi principi: kinetična veriga mišičnih skupin, koordinacija gibanja (usklajenost), predekstenzija trupa, rotacija ramen in telesa (horizontalna komponenta), dvig težišča telesa (vertikalna komponenta), pronacija, sproščenost (Filipčič, 2000a).

1.1.1 Potek servisa

Naj že na začetku omenimo, da ne obstaja le ena sama tehnika, ki bi jasno ilustrirala servis najboljših teniških igralcev. Vsekakor pa so posamezni kritični tehnični deli integrirani v uspešno izvedbo servisa, skupni večini najboljših tenisačev. Prav tako lahko s precejšnjo gotovostjo trdimo, da so »neučinkovite servisne akcije« splošno posledica slabega razvoja enega ali več kritičnih tehničnih delov servisa (Elliot, 2001).

Po Elliotu (2001) pomembnejše dele, ki so lahko trenerjem tudi oporne točke za razvoj servisa, sestavljajo: priprava na servis, met žoge in iztegovanje nog, zamah do točke zadetja in izmah.

Za nas je (s predpostavko, da so tudi vsi ostali deli servisa izvedeni kar najboljše) najpomembnejši zamah do točke zadetja. Elliot (2001) pravi, da je ključ do uspešnega servisa ritem. To je sekvenca koordiniranih gibov, odvisnih od hitrosti loparja (glej Tabelo 1), višine točke zadetka in trajektorije loparja. Hitrost rotacije igralne rame in višina točke zadetka sta se pokazali kot dve odločilni razliki med profesionalnimi in ostalimi igralci, tako da naj bi se tema dvema karakteristikama posvečala posebna pozornost pri razvoju igralca.

Tabela 1
Koordiniran vrstni red gibanja (Elliot, 2001)

Rotacija segmenta	Vpliv na premik sklepa	Prispevek k hitrosti loparja v točki zadetka
iztegovanje nog in rotacija trupa	hitrost rame	10 – 20 %
dviganje in upogibanje nadlakti	hitrost komolca	≅ 10 %
iztegovanje podlakti, pronacija in notranja rotacija nadlakti	hitrost zapestja	≅ 40 %
upogibanje roke	hitrost loparja	≅ 30 %

V Tabeli 1 je prikazan koordiniran vrstni red gibanja posameznih segmentov in prispevek posameznega segmenta k hitrosti loparja v točki zadetka.

Podobne segmente (Tabela 2), le še nekoliko bolj razčlenjeno, so opisali že prej. Avtor je prav tako Elliot ter nekateri drugi avtorji.

Tabela 2

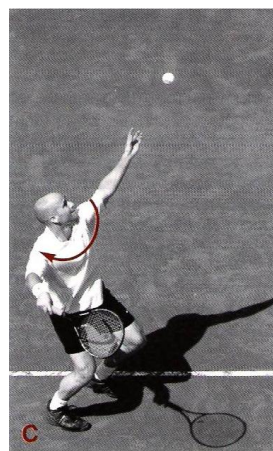
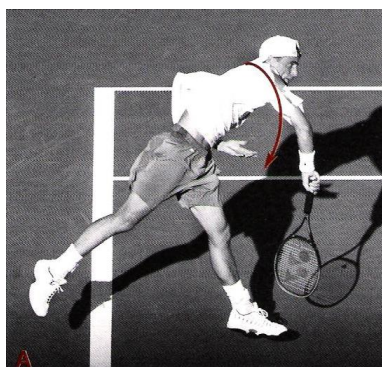
Kinetična veriga (Elliot, 1995, Leganani, 1997 in Van Gheluwe, 1997, v Filipčič, 2006)

Gibajoči del telesa	Gibajoči sklep	Prispevek k hitrosti loparja v točki zadetka
iztegovanje nog in rotacija trupa	koleno, kolc	10 – 20 %
nadlaket (naprej in gor)	komolec	15 – 25 %
podlaket (pronacija)	zapestje	5 – 10 %
podlaket (iztegovanje)	zapestje	$\cong$ 10 %
nadlaket (notranja rotacija)	zapestje / lopar	$\cong$ 40 %
dlan (iztegovanje naprej)	lopar	$\cong$ 30 %
dlan (iztegovanje v stran)	lopar	nič

Kot smo že omenili, je eden najpomembnejših delov servisa hitrost rotacije rame igralne roke. Linija ramen je bližje vertikali kot horizontali in sicer zato, da je omogočena notranja rotacija trupa / ramen z namenom, da se ustvari najvišja možna hitrost loparja v točki zadetka (Elliot, 2001).

Rotacija trupa poteka v treh različnih ravninah:

1. transversalno (okrog vzdolžne osi telesa – »vijak«) in ima manjšo vlogo – pomembno pri gibanju loparja nazaj (pri zamahu);
2. sagitalno (»rama preko rame«) omogoča pospeševanje in pripravi telo za udarec;
3. frontalno (rotacija naprej – »salto«) omogoča pospeševanje in prenos sile s trupa na roko in v zadnji fazi na lopar (Bahamonde, 2000, v Filipčič, 2006; Elliot, 2001).



Slika 1. Tri smeri gibanja trupa med servisom – A: salto, B: rama preko rame, C: vijak (Elliot, Reid in Crespo, 2003).

Slika 1 prikazuje tri rotacije trupa pri izvedbi servisa, ki so opisane že zgoraj.

Energija, ustvarjena z rotacijo »rama preko rame«, je osnovna razlika med hitrim in povprečnim servisom (Bahamonde, 2000, v Filipčič, 2006).

1.1.2 Nevromišični vzorci pri servisu

Pezarat Correia in Veloso (1998) sta predstavila glavne mišične skupine, ki so vključene pri izvedbi servisa. Tako sta podrobneje opisala tri skupine in sicer premik trupa, roke in komolca. Glede na temo, s katero smo se ukvarjali, bomo podrobneje opisali le premik roke in temu pripadajoče mišične aktivnosti.

Tri-dimenzionalne analize servisa so pokazale, da notranja rotacija nadlakti daje največji prispevek k hitrosti glave loparja v točki zadetka. Ti rezultati kažejo, da moč notranjih rotatorjev odločilno vpliva na razvoj hitrosti loparja pri servisu. To idejo so še okrepili Mont in sodelavci s svojo raziskavo leta 1994. Hitrost žoge pri servisu je napredovala za 11% pri igralcih, ki so specifično trenirali mišice notranjih rotatorjev (Pezarat Correia in Veloso, 1998).

Tabela 3

Pregled mišične aktivnosti med servisom (Elliot, Reid in Crespo, 2003)

Faza udarca	Akcija / funkcija	Uporabljene mišice	Vrsta kontrakcije
priprava	počep in rotacija kolkov	gastrocnemius / soleus, quadriceps, gluteals	ekscentrična
	rotacija trupa	obliques, abdominals, trunk extensors	koncentrična / ekscentrična
»cocking«	iztegnitev trupa in rotacija	back extensors obliques abdominals	koncentrična koncentrična / ekscentrična ekscentrična
	premik rame	infraspinatus / teres minor, supraspinatus, biceps, serratus anterior, wrist extensors	koncentrična
		sucscapularis, pectoralis major	ekscentrična
pospeševanje	»leg drive«	gastrocnemius / soleus, quadriceps, gluteals	koncentrična
		hamstrings	ekscentrična
	upogib trupa in rotacija	abdominals, obliques back extensors	koncentrična ekscentrična
	dvigovanje nadlakti in gibanje naprej	subscapularis, pectoralis major, anterior deltoid, triceps	koncentrična
	iztegnitev komolca	triceps (biceps)	koncentrična (ekscentrična)
	notranja rotacija rame in pronacija podlakti	latissimus dorsi, subscapularis, pectoralis major,	koncentrična

izmah		forearm pronators	
	upogib zapestja	wrist flexors	koncentrična
	spuščanje trupa	gastrocnemius / soleus, quadriceps, gluteals	ekscentrična
	iztegnitev trupa in rotacija	back extensors obliques, abdominals	ekscentrična koncentrična / ekscentrična
	zmanjševanje hitrosti nadlakti in loparja	infraspinatus, teres minor, serratus anterior, trapezius, rhomboids, wrist extensors, forearm supinators	ekscentrična

Tabela 3 navaja mišice, ki se vključujejo v akcijo v posameznih delih servisa.

1.1.3 Hitrost servisa

Za servis je značilna visoka hitrost leta žoge, ki pri prvih servisih vrhunskih igralcev presega hitrost 240 km/h, pri drugem servisu pa se giblje med 150 in 190 km/h. Hitrosti, ki jih dosegajo igralke pri prvem servisu, presegajo vrednost 200 km/h, pri drugem pa zaostajajo za moškimi za približno 40 km/h. Za ponazoritev hitrosti gibanja naj navedemo podatek, da pri hitrosti 190 km/h žoga potrebuje od enega do drugega igralca le 0.6 sekunde. Hitrosti drugih servisov niso nižje zaradi manj močno udarjene žoge, temveč zaradi rotacije, ki servisu poveča zanesljivost, žogo pa relativno upočasni (Filipčič, 2000a).

Tabela 4

Najhitrejši servisi v moškem tenisu (<http://www.listaafterlist.com/tabid/57/listid/8250/Sports++Recreation/Fastest+Mens+Tennis+Serves.aspx>)

	Ime in priimek	Država	Hitrost servisa	Kdaj?	Kje?
1	Andy Roddick	ZDA	155 mph	2004	Davis Cup
2	Andy Roddick	ZDA	150 mph	2004	Davis Cup
3	Andy Roddick	ZDA	149 mph	2003	Queen's Club
4	Greg Rusedski	Britanija	149 mph	1998	Indian Wells
5	Taylor Dent	ZDA	144 mph	2001	Wimbledon
6	Mark Philippoussis	Avstralija	142 mph	1997	Düsseldorf
7	Gilles Elseneer	Belgija	140 mph	2003	Basel
8	Hulian Alonso	Španija	140 mph	1997	Long Island

Tabela 4 prikazuje nekaj najhitrejših pri moških uradno zabeleženih teniških servisov vseh časov.

Kot je razvidno iz Tabele 4, je Andy Roddick lastnik najhitrejšega servisa na svetu. Dosegel ga je na tekmi polfinalnega srečanja Davisovega pokala proti Vladimir-ju Voltchkov-u, dosegel pa je hitrost 155 mph (249.4 km/h).

Bill Tilden naj bi sicer leta 1931 serviral s hitrostjo 163.3 mph, kar je kar 262.8 km/h, in je lastnik najhitrejšega neuradnega servisa na svetu. Vendar pa je njegov dosežek vprašljiv zaradi omejene tehnologije, matematičnih kalkulacij in uporabe manjših lesenih loparjev v tistem času (http://wiki.answers.com/Q/What_is_the_fastest_tennis_serve_on_record).

Tabela 5

Najhitrejši servisi v ženskem tenisu (<http://www.listafterlist.com/tabid/57/listid/8249/Sports++Recreation/Fastest+Womens+Tennis+Serves.aspx>)

	Ime in priimek	Država	Hitrost servisa	Kdaj?	Kje?
1	Brenda Schultz-McCarthy	Nizozemska	130 mph	2006	Cincinnati
2	Venus Williams	ZDA	129 mph	2007	U.S. Open
3	Venus Williams	ZDA	128 mph	2007	French Open
4	Venus Williams	ZDA	127 mph	1998	Zurich
5	Serena Williams	ZDA	127 mph	2006	Cincinnati
6	Brenda Schultz-McCarthy	Nizozemska	126 mph	2007	Indian Wells

Tabela 5 prikazuje nekaj najhitrejših pri ženskah uradno zabeleženih teniških servisov vseh časov.

Brenda Schultz-McCarthy je torej predstavnica nežnejšega spola, ki se lahko pohvali z najhitrejšim uradno zabeleženim servisom na svetu in sicer 130 mph (209 km/h). Njen servis je to hitrost dosegel med enim izmed kvalifikacijskih dvobojev turnirja v Cincinnatiju (<http://hypertextbook.com/facts/2001/TinaCheung.shtml>).

1.1.4 Trening moči in hitrost servisa

Teniški servis je v zadnjih letih postal najpomembnejši udarec tako v moški kot ženski konkurenci in zato je naraščanje njegove hitrosti nujno potrebna za današnjo igro. Ena od poti, kako izboljšamo hitrost servisa, je nedvomno trening moči. Če bi tako primerjali dva igralca z enako tehniko in enakimi telesnimi značilnostmi (višina, teža, itd.), bi močnejši igralec serviral hitreje (Mamassis, 2005).

Mamassis (2005) je naredil poskus z 48 mladimi tenišskimi igralci, starimi med 8 in 12 let, ki so imeli od 2 do 4 let teniških izkušenj in so bili razporejeni v 5 naključno razporejenih skupin. Vse skupine so trenirale z usposobljenim trenerjem trikrat tedensko po 90 minut. Cilj, 8 zaporednih tednov trajajoče študije, je bil ugotoviti učinek trenerjevih povratnih informacij, miselnih ponovitev, treninga moči in kombinacije vsega naštetega na hitrost servisa mladih teniških igralcev. Skupina, ki je trenirala servis in hkrati izvajala treninge moči takoj po teniškem treningu, je izvajala 3 serije vaj »potisk s prsi« pri 50 %, 75 % in 100 % 10 RM. Ta skupina je po 8 tednih pokazala značilne razlike pri napredku vaje »potisk s prsi« 10 RM.

Rezultati študije so pokazali večji napredek hitrosti servisa pri skupini, ki je izvajala tudi treninge moči, kot pri skupini, ki je izvajala le treninge servisa, le-ta pa je pokazala majhen napredek v primerjavi s kontrolno skupino, ki servisa sploh ni trenirala. Zanimiv je podatek, da je najboljši napredek hitrosti servisa dosegla skupina, ki je vadila z »mentalnim« treningom. Le-ta skupina je bila boljša celo od skupine, ki je vadila kombinacijo treninga servisa, treninga moči in »mentalnega« treninga (Mamassis, 2005).

Rezultati te študije so torej pokazali, da je trening moči pri mladih igralcih pomemben in daje določene pozitivne rezultate, da pa je pri tej starostni skupini bolj učinkovit mentalni trening, ki daje še boljše rezultate.

1.2 Met medicine

Test meta medicine smo izbrali, ker je to eden od 17ih motoričnih testov, ki jih je Filipčič (2000b) testiral na 43 slovenskih teniških igralcih, starih med 15 in 23 let. In ravno test meta težke žoge (medicine) se je pokazal za enega od visoko zanesljivih osnovnih motoričnih testov za igralce tenisa. Filipčič kot napovedno spremenljivko motorične sposobnosti meta 2-kg medicine navaja moč zgornjega dela telesa.

Met medicine je test hitre moči. Pri metu medicine se uporablja podobna kinetična veriga kot pri teniškem servisu in nekatere (Kondrič in Filipčič, 2009) raziskave so že pokazale povezanost meta medicine in hitrosti servisa.

Poznamo več različnih načinov meta medicine: met z mesta z eno ali obema rokama in met s tremi koraki z eno ali obema rokama (<http://www.brianmac.co.uk/medballquad.htm>). Pri naših meritvah smo uporabili met medicine z mesta z eno roko (Slika 2). Šibkejši merjenci so si v zamahu lahko pomagali še z drugo roko.



Slika 2. Met medicine - iz desne proti levi (osebni arhiv).

Slika 2 prikazuje pravilno izvedbo meta medicine z eno roko, kot ga je izvajala večina naših merjencev.

1.3 Izokinetično testiranje

Izokinetika se uporablja za merjenje moči mišic in mišičnih skupin in omogoča oceno funkcionalne sposobnosti mišic. Predstavlja proces, pri katerem se meri moč mišic med določeno amplitudo giba sklepa z vnaprej določeno stalno hitrostjo. Ta metoda omogoča primerjavo s sklepom na nasprotnem udu ali s standardnimi vrednostmi. Uporablja se za merjenje mišične moči vseh sklepov v telesu (<http://www.termecatez.si/si/catez/zdravje/center/izokinetika/>).

1.3.1 Zgodovina izokinetičnih testiranj

Izokinetika se uporablja pri testiranju in zvišanju učinka že več kot 40 let. Prvi članki o uporabi izokinetične vadbe so bili objavljeni konec 1960-ih. Od takrat je tisoče člankov govorilo o izokinetiki kot delu metodologije testiranja ali za trening. Prva knjiga, posvečena izključno izokinetiki, je bila izdana leta 1984; šele po štirih ponatisih se je sredi 90-ih močno razširila sorodna literatura. Tolikšen obseg literature, posvečene uporabi izokinetike, dokazuje široko uporabo in številne možne aplikacije izokinetičnega testiranja in vadbe (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

Keating in Matyas sta dognala, da je zelo razširjena uporaba dinamometrije razvidna iz velikega števila referenc o dinamometričnih meritvah v literaturi o fizikalni terapiji. Od leta 1988 je 30 do 40 publikacij letno poročalo o ugotovitvah, ki so temeljile na podatkih iz elektromehanskih dinamometrov. Naprave so uporabljali v različne namene, kljub temu da ni bilo vedno na voljo podatkov, ki bi podpirali takšne načine uporabe. Med načini uporabe elektromehanskih dinamometrov, ki sta jih našla Keating in Matyas, so bili naslednji:

- za zbiranje normativnih vrednosti za mišice, za različne tipe merjencev;
- za klasificiranje mišičnega dela kot normalnega ali abnormalnega v primerjavi z delom kontralateralnih mišic, z normativnimi podatki, ali z mišičnim delom v kontrolni skupini;
- za zbiranje krivulj vrtilnega momenta, ki bi lahko kazale na prisotnost patoloških procesov ali značilnosti, specifičnih za določen tip merjenja;
- za ugotavljanje relativne učinkovitosti različnih režimov terapij in treningov;
- za določanje količine vaj, da bi lahko predpisali režim vaj;
- za ovrednotenje učinkov različnih načinov treninga ali testiranja (na primer: ekscentrični, koncentrični, izometrični), različnih hitrosti treninga ali testiranja in trajanja treninga;
- za raziskovanje dejavnikov, ki so v zvezi z dinamometričnimi meritvami, vključujoč površino prečnega preseka mišic, izmerjeno s CT (računalniško tomografijo), s tem povezano elektromiografsko aktivnost, tip ali lokacijo električne stimulacije, ki povzroči nastanek (mišične) sile, fiziološke dejavnike povezane z mišičnim delom in biomehanske dejavnike, povezane z mišičnim delom;
- za raziskovanje razmerij med dinamometričnimi meritvami in meritvami, pridobljenimi z drugimi testi;
- za oceno ali zdravljenje invalidnih oseb, da bi določili potrebo po posredovanju, obseg poškodbe in spremembe v subjektivni moči (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

1.3.2 Nekaj pomembnih definicij izrazov

Izometrija je vadba, pri kateri se razvije mišična moč brez spreminjanja dolžine mišice in brez premikanja skeleta (stalen upor in stalna hitrost pri 0°/s).

Koncentrična mišična akcija je razvoj mišične napetosti, medtem ko se narastišče in nasadišče mišice približata drug drugemu, kar pogosto imenujemo kot pozitivno delo.

Ekscentrična mišična akcija je razvoj mišične napetosti, medtem ko se »origo« in »insertio« mišice oddaljujeta drug od drugega, kar pogosto imenujemo kot negativno delo.

Sila je potisk ali vlek, ki ga materialni objekt ali snov »izvaja« na drugem, navadno merjena z enotami Newton.

Vrtilni moment je sila, ki tvori ali se nagiba k tvorbi rotacije okrog točke ali osi, navadno merjena z enoto Newton meter (Nm) ali »količino energije, ki je potrebna za dviganje 1 funta 1 čevljev visoko (pogosto uporabljan kot sinonim za gibanje, ki je tendenca ali mera tendence, da tvori gibanje, še posebej okrog točke ali osi).

Delo (A) je sila (F), ki deluje na daljavo (d); to pomeni, delo = $F \times d$, navadno podano z enotami Newton meter (Nm = joul).

1.3.3 Princip izokinetičnega testiranja

Izokinetično ocenjevanje atletov daje dragocene informacije, ki jih lahko uporabimo pri izboljšanju učinkovitosti. Objektivne in merljive podatke, zbrane med testiranjem, lahko uporabljamo kot osnovne napotke med predsezonskim presejanjem ali kot primerljive podatke za oceno učinkovitosti različnih režimov treninga (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

Z objektivnim izokinetičnim testiranjem lahko testiramo celotno kinetično verigo ali izvajamo izolirano izokinetično testiranje. Izolirano testiranje nam omogoča, da »odkrijemo« kakršnokoli že obstoječo šibkost, ki je navzoča in bi jo spregledali, če bi opravljali samo testiranje zaprte kinetične verige. Kinetična veriga je močna samo toliko kot njen najšibkejši člen. Izokinetično testiranje med predsezonskim presejanjem lahko odkrije specifično šibkost mišic, ki je lahko pri atletih preddispozicija za poškodbe. Npr. šibkost in pomanjkanje vzdržljivosti v rotatorni manšeti skapulotorakalnega mišičja lahko pripelje do bolečin in nestabilnosti v ramenu. Dokumentiranje jakosti, moči in vzdržljivosti z izokinetičnim testiranjem odkriva specifične šibkosti in neravnovesja, ki morajo biti obravnavana z ustreznimi jakostnimi in kondicijskimi programi (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

Primarno mišično delovanje, ki ga testiramo z izokinetično opremo, je koncentrično ali ekscentrično. Večina literature dokazuje povečano tvorbo moči pri ekscentričnem delovanju mišic, ker k tvorbi moči prispeva tako krčljivo kot nekrčljivo tkivo (elastična sestavina), medtem ko je pri koncentričnem mišičnem delovanju edino kontraktilni del, ki prispeva k razvoju moči (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

1.3.4 Vpliv teže na meritve

Že od poznih 1970-ih so zagovarjali stališče, da je normaliziranje testov osebka odvisno od njegove ali njene telesne teže. To povezuje zmogljivost s telesno težo in strankino zmogljivost pri testiranjih individualizira na njegovo ali njeno velikost. Čeprav obstaja nekaj protislovij v literaturi glede uporabe normiranja glede na telesno težo, je starejši avtor uporabljal izokinetiko pri presejanju in testiranju zmogljivosti več kot 25 let in še vedno misli, da je to

eden najpomembnejših načinov tolmačenja izokinetične zmogljivosti (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

1.3.5 Interpretacija in ocena rezultatov izokinetičnih testiranj

Na osnovi izokinetičnih testiranj lahko mišično zmogljivost klasificiramo kot normalno ali nenormalno. Ker je možno testirati bilateralno, lahko primerjamo podatke leve in desne strani, ter tako odkrijemo deficite ali vzorce šibkosti. Razmerje za agonistične/antagonistične mišične skupine, kot so npr. notranji/zunanji rotatorji rame, lahko dajejo oceno neravnotežij, ki preddisponirajo športnika k poškodbi. Podatke lahko primerjamo tudi z normiranimi podatki, določenimi za različne starostne skupine in nivoje aktivnosti (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

Zaradi objektivnosti in ponovljivosti so izokinetična testiranja dragocen pripomoček pri dokumentiranju mišične zmogljivosti in efektivnosti programov za moč. Temeljne podatke iz začetnih ocen lahko primerjamo s podatki, zbranimi med periodičnim testiranjem, in s tem določimo učinke programov treninga ter določimo in dokumentiramo pridobitev moči (<http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>).

1.3.6 Povzetki izokinetičnih raziskav pri tenisačih

Mont (1994) je s sodelavci naredil raziskavo na tridesetih elitnih teniških igralcih, ki so bili naključno razporejeni v tri skupine, ki so izvajale treninge za notranje in zunanje rotatorje: izokinetična koncentrična in izokinetična ekscentrična skupina ter kontrolna skupina. Merjenci so bili izmerjeni pred in po treningu in sicer obakrat na izokinetičnem dinamometru. Prav tako je bil narejen test hitrosti servisa in sicer tako pred kot tudi po treningu. Izmerjeni sta bili povprečna in maksimalna hitrost šestih servisov. Koncentrična in ekscentrična moč sta v primerjavi s kontrolno skupino statistično značilno napredovali, prav tako tudi hitrost servisa. Mont je tako prišel do zaključka, da izokinetični trening pri elitnih tenisačih vodi do izboljšanja tako objektivnega kot tudi funkcionalnega »outputa«. Ta režim treniranja je tako lahko pomemben v zadnjih fazah rehabilitacije poškodovane rame, kot tudi pri izboljšanju učinka in kot preventiva pred poškodbami.

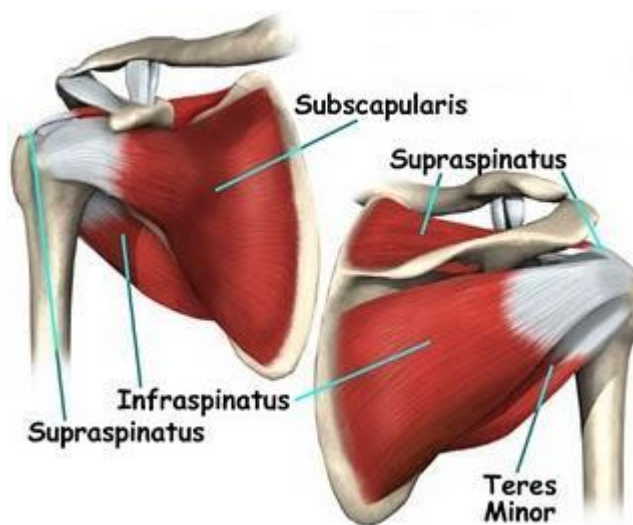
Treiber (1998) je s sodelavci ugotavljal vpliv štiritedenske vadbe z elastikami na koncentrične rotatorje rame in hitrost servisa pri elitnih tenisačih. Dvaindvajset teniških igralcev (žensk in moških) je bilo naključno razporejenih v dve skupini – skupina, ki je trenirala (eksperimentalna skupina) in kontrolna skupina. Merjenci so bili pred in po eksperimentu testirani z izokinetičnim dinamometrom in sicer je bil merjen navor koncentrične notranje in zunanje rotacije rame. Prav tako je bila izmerjena povprečna in maksimalna hitrost osmih servisov. Eksperimentalna skupina je kazala statistično značilno izboljšanje navora notranjih rotatorjev pri obeh hitrostih (120 in 300⁰/sek). Ta ista skupina je kazala statistično značilno izboljšanje navora tudi za zunanje rotatorje pri večji hitrosti. Kar se tiče hitrosti servisa pa je bilo izboljšanje še toliko bolj očitno. Eksperimentalna skupina je kazala visoko značilno izboljšanje v primerjavi s kontrolno skupino in sicer 6 % izboljšanje pri maksimalni hitrosti servisa in 7.9 % izboljšanje pri povprečni hitrosti servisa.

Signorile (2005) je s sodelavci izvedel raziskavo, v kateri je ugotavljal korelacijo in regresijo med izokinetičnimi testiranj in učinkom igralca na igrišču. Maksimalni izokinetični navor,

povprečno moč in celotno delo, so primerjali s hitrostjo žoge in natančnostjo udarcev (forhenda, bekenda in servisa). Petintrideset teniških igralcev, starih med 13 in 18 let z najmanj štirimi leti teniških izkušenj je bilo vrednotenih s tremi različnimi testi: notranja in zunanja rotacija rame, izteg nog in diagonalni metalni gib. Hitrost žoge je bila izmerjena z radarsko pištolo, natančnost pa je bila določena na osnovi pozicije žoge in njene globine. Če se pri rezultatih omejimo samo na servis, lahko povemo najprej to, da njihove raziskave niso pokazale nobene značilne korelacije med natančnostjo servisa in izmerjenimi izokinetičnimi testi. Nobene statistično značilne zveze ni bilo opaziti niti med maksimalno hitrostjo servisa in povprečno močjo ter celotnim delom pri katerikoli testni hitrosti. Regresijski model, ki uporablja maksimalni navor diagonalnega giba, se je izkazal kot dobra napoved maksimalne hitrosti servisa ($R^2 = 0.69$, Sig. < 0.0001). Ko pa so v model dodali se maksimalni navor notranje ali zunanje rotacije, se je sposobnost modela za napoved maksimalne hitrosti servisa očitno zmanjšala.

1.4 Rotatorji rame

Mišice ramenskega sklepa in ramenskega obroča omogočajo zgornjemu udu gibanje v prostoru. Velika gibljivost zgornjega uda gre na račun stabilnosti, le to pa zagotavljajo mišice. Mišice, ki nadzorujejo in stabilizirajo glavico nadlahtnice, imenujemo s skupnim imenom »rotatorna manšeta«. V to skupino spadajo m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. subscapularis, mm. teres major in minor. Ramenski sklep in ramenski obroč funkcionalno predstavljata prvo povezavo v kinetični verigi zgornjega uda, ki se nato nadaljuje v komolčnem sklepu in podlakti ter se konča v prstih (Jakoljević in Hlebš, 2002).



Slika 3. Nekaj pomembnejših mišic rame (Haller, 2009).

Na Sliki 3 so prikazane mišice rotatorne manšete.

V Tabeli 6 so slovenski izrazi mišic, ki jih v nadaljevanju sicer ne bomo uporabljali, vendar se nam je zdelo prav, da jih povemo tudi v domačem jeziku. Še naprej pa bomo uporabljali latinske izraze, ker so v medicinskem svetu nekako bolj uporabljeni in tako večini tudi veliko bolj domači.

Tabela 6

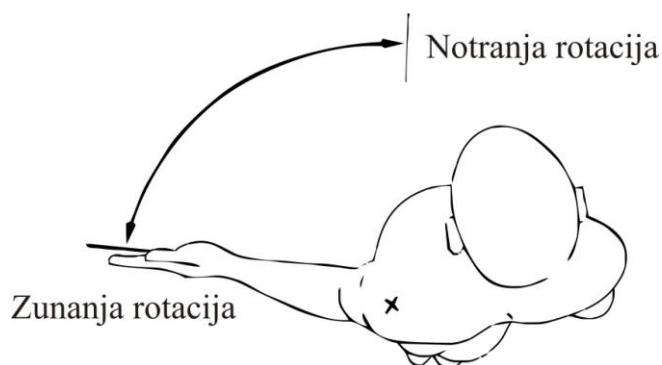
Latinski in slovenski prevodi izrazov mišic rame (Baixauli, 1990; Burnie, 1999, <http://sl.wikipedia.org>)

latinsko	slovensko
musculus coracobrachialis	pazdušna mišica
musculus deltoideus	deltasta mišica
musculus infraspinatus	podgrebenčnica
musculus latissimus dorsi	široka hrbtna mišica
musculus pectoralis major	velika prsna mišica
musculus rhomboideus major	velika rombasta mišica
musculus rhomboideus minor	mala rombasta mišica
musculus serratus anterior	sprednja nazobčana mišica
musculus subscapularis	podlopatična mišica
musculus supraspinatus	nadgrebenčnica
musculus teres major	velika okrogla mišica
musculus teres minor	mala okrogla mišica
musculus trapezius	kapucasta (trapezasta) mišica

1.4.1 Zunanja rotacija

Agonista zunanje rotacije v ramenskem sklepu sta m. infraspinatus in m. teres minor (Whiting in Rugg, 2006), ki sta šibkejši v primerjavi z mišicami, ki izvajajo notranjo rotacijo. Zunanja rotacija v ramenskem sklepu je združena z addukcijo lopatice (Jakoljević in Hlebš, 2002).

Sodelujoči sinergisti so zadnji snopi m. deltoideus (Whiting in Rugg, 2006), fiksatorji pa srednji snopi m. trapezius, m. rhomboideus major in m. rhomboideus minor (Jakoljević in Hlebš, 2002).



Slika 4. Gibanje rame – notranja in zunanja rotacija (Whiting in Rugg, 2006).

Na Sliki 4 je prikazan gib notranje in zunanje rotacije rame.

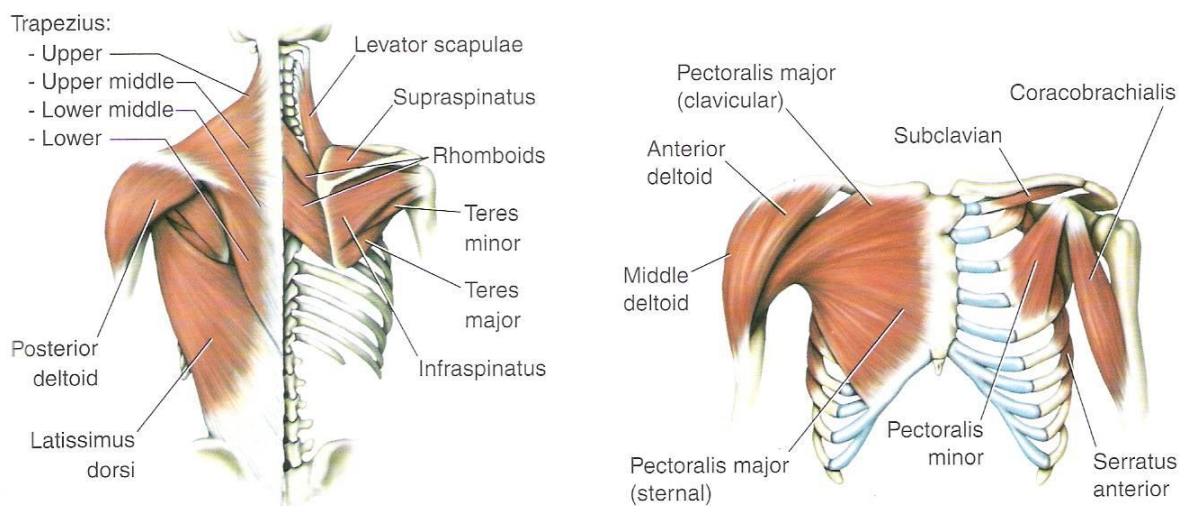
1.4.2 Notranja rotacija

Agonista notranje rotacije sta m. subscapularis in m. teres major (Jakoljević in Hlebš, 2002; Whiting in Rugg, 2006). Če štejemo še sodelujoče sinergiste, so mišice, ki izvajajo notranjo rotacijo številčnejše in močnejše v primerjavi z mišicami, ki izvajajo zunanjo rotacijo.

Notranja rotacija v ramenskem sklepu je združena z abdukcijo lopatice (Jakoljević in Hlebš, 2002).

Sodelujoči sinergisti so m. pectoralis major (sternokostalni del), m. latissimus dorsi, sprednji snopi m. deltoideus in m. teres major (Jakoljević in Hlebš, 2002).

M. pectoralis major in m. serratus anterior fiksirata lopatice – torej sta fiksatorja, sprednji snopi m. deltoideus, m. coracobrachialis in m. pectoralis major (klavikularni del) pa delujejo nasprotno od m. latissimus dorsi in m. teres major in so nevtralizatorji (Jakoljević in Hlebš, 2002).



Slika 5. Mišice, ki delujejo na lopatice in nadlahtnico – levo od zadaj, desno od spredaj (Behnke, 2006).

Na sliki 5 lahko vidimo vse mišice, ki sodelujejo pri premikih rame; torej so prikazane vse mišice, ki sodelujejo pri zunanji in notranji rotaciji rame.

Tabela 7

Natančen opis sodelujočih »elementov« pri rotaciji rame (Jakoljević in Hlebš, 2002)

	Agonisti	Izvor	Narastišče	Oživčenje
Zunanja rotacija	m. infraspinatus	fossa infraspinata	tuberculum majus	n. suprascapularis C5, C6
	m. teres minor	zgornji del lateralnega dorzalnega roba lopatice	tuberculum majus	n. axilaris C5
	m. subscapularis	fossa subscapularis	tuberculum minus humeri	n. subscapularis C5,6
Notranja rotacija	m. teres major	spodnji del lateralnega roba lopatice, angulus inferior, rob kotanje fossa infraspinata	crista tuberculi minoris humeri	n. subscapularis C5, 6, 7

V Tabeli 7 so prikazane najpomembnejše mišice, ki sodelujejo pri zunanji in notranji rotaciji rame, njihov izvor in narastišče, ter živec, ki jih oživčuje.

1.5 Namen naloge

Ukvarjali smo se s primerjavo hitrosti servisa, rezultati testa meta medicinke in rezultati izokinetičnih testiranj rame pri teniških igralcih. Ugotavljali smo, koliko je maksimalna mišična jakost notranjih in zunanjih rotatorjev rame posameznika pomembna za izvedbo hitrega servisa in kako mišična jakost vpliva na dolžino meta medicinke. Ugotavljali smo tudi kako sta povezani dolžina meta medicinke in hitrost servisa.

1.6 Problem, cilji in hipoteze

1.6.1 Problem

Uspeh mnogih tenisačev je vsaj delno pogojen s kakovostjo njihovega servisa. Medtem ko igralna podlaga igra odločilno vlogo pri učinkovitosti teh servisov, mora biti tehnika in razvoj le-te eden pomembnih ciljev igralčevega razvoja.

Nas pa je zanimalo, koliko maksimalna moč nekaterih mišic vpliva na hitrost servisa. Ker pa je mišic, ki sodelujejo pri izvedbi servisa, zelo veliko, smo se osredotočili na notranje in zunanje rotatorje rame, ki naj bi bili po podatkih literature najpomembnejši dejavnik za uspešen servis.

1.6.2 Cilji

- ugotoviti povezavo med maksimalno mišično jakostjo, dolžino meta medicinke in hitrostjo servisa
- ugotoviti ali sta dolžina meta medicinke in hitrost servisa medsebojno povezana
- ugotoviti ali obstajajo razlike v povezanosti maksimalne mišične jakosti, dolžine meta medicinke in hitrosti servisa med dekleti in fanti

1.6.3 Hipoteze

H₀₁: maksimalna koncentrična jakost notranje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže ne vpliva na dolžino meta medicinke

H₀₂: maksimalna koncentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže ne vpliva na dolžino meta medicinke

H₀₃: maksimalna ekscentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže ne vpliva na dolžino meta medicinke

H₀₄: maksimalna koncentrična jakost notranje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže ne vpliva na hitrost servisa

H₀₅: maksimalna koncentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže ne vpliva na hitrost servisa

H₀6: maksimalna ekscentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže ne vpliva na hitrost servisa

H₀7: ne obstaja povezava med dolžino meta medicinke in hitrostjo servisa

H₀8: ne obstajajo razlike med povezavami teh treh spremenljivk za dekleta in fante

H_A1: maksimalna koncentrična jakost notranje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže značilno vpliva na dolžino meta medicinke

H_A2: maksimalna koncentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže značilno vpliva na dolžino meta medicinke

H_A3: maksimalna ekscentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže značilno vpliva na dolžino meta medicinke

H_A4: maksimalna koncentrična jakost notranje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže značilno vpliva na hitrost servisa

H_A5: maksimalna koncentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže značilno vpliva na hitrost servisa

H_A6: maksimalna ekscentrična jakost zunanje rotacije dominantne roke v odnosu na kg telesne teže značilno vpliva na hitrost servisa

H_A7: obstaja povezava med dolžino meta medicinke in hitrostjo servisa

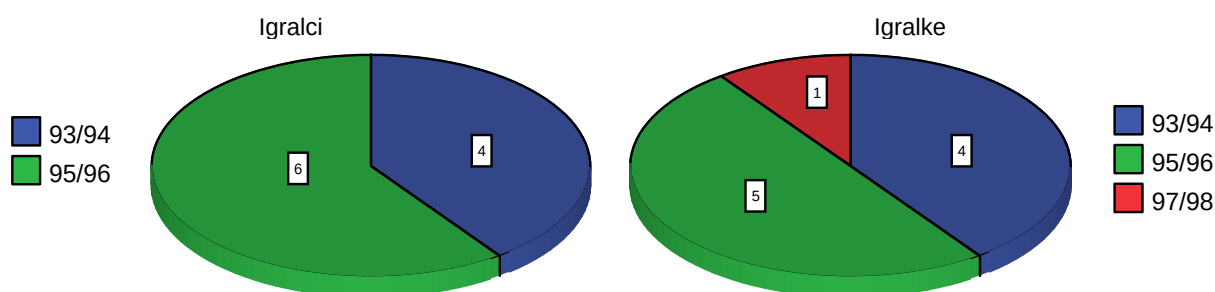
H_A8: obstajajo razlike med povezavami teh treh spremenljivk za dekleta in fante

2. METODE DELA

2.1 Preizkušanci

Vzorec merjencev je zajemal 10 oseb ženskega in 10 oseb moškega spola starih med 13 in 17 let, ki so se udeležili rednih letnih meritev teniških igralcev-k. Povprečna starost fantov je bila 14.86, povprečna starost deklet pa 14.63 let. Vsi merjenci so bili uvrščeni v širši izbor reprezentantov TZS.

Merjenci so nastopali v treh različnih starostnih kategorijah in sicer do 12 (igralci rojeni od 01.01.1997 do 31.12.1998), 14 (od 01.01.1995 do 31.12.1996) in 16 (od 01.01.1993 do 31.12.1994) let.



Slika 6. Razporeditev igralcev in igralk po starostnih kategorijah.

Na Sliki 6 je prikazana razporeditev igralcev, ki nastopajo v različnih starostnih kategorijah.

Merjenci so prihajali iz 11 različnih klubov po Sloveniji, od tega fantje iz 6, dekleta pa iz 9 različnih klubov. Skoraj vsi merjenci (18) so bili desničarji, 2 fanta sta bila levičarja.

Povprečna višina merjenih fantov je bila 172.09, povprečna višina deklet pa 165.10 cm, medtem ko je povprečna teža pri fantih znašala 59.31, pri dekletih pa 56.54 kg.

Fantje so imeli za sabo povprečno že 8.30 let treniranja, dekleta pa 8.44 let treniranja tenisa. Pri dekletih je bilo povprečje izračunano le za 9 deklet, saj podatka o začetku treniranja za eno dekle nismo imeli.

2.2 Pripomočki

Meritve hitrosti servisa smo izvedli z uporabo merilca hitrosti (Stalker Sport, Stalker Radar, Plano, U.S.A.), meritve jakosti mišic pa z izokinetičnim dinamometrom (model REV 9000, Technogym, Forlí, Italija). Za meritve dolžine meta medicinke smo rabili le merilni trak in težko žogo – 2 kilogramsko medicinko.



Slika 7. Merilec hitrosti Stalker SPORT (http://www.stalkerradar.com/sports_sport.shtml).

Na sliki 7 je prikazan merilec hitrosti, s katerim smo merili hitrost servisov naših merjencev. Merilec hitrosti Stalker sport meri z natančnostjo ± 1.0 mph, v razponu hitrosti od 5 do 250 mph (8 – 400 km/h).



Slika 8. Izokinetični dinamometer Technogym – REV 9000 (osebni arhiv).

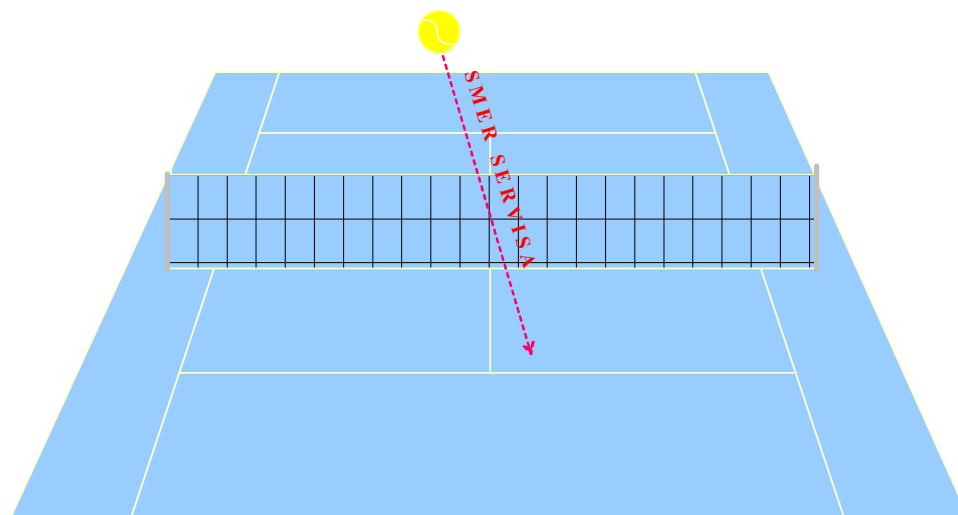
Na sliki 8 je iz več različnih kotov prikazan dinamometer, na katerem smo izvedli izokinetične meritve tenisačev.

2.3 Postopek

Podatke smo zbrali s tremi različnimi merskimi postopki: meritvami hitrosti servisa, izokinetičnimi meritvami rame in metom medicine.

2.3.1 Meritve hitrosti servisa

Vsak igralec-ka je izvedel-a 5 uspešnih servisov z desne strani igrišča (tudi levičarja sta servirala iz te strani). Smer servisa je morala biti v smeri sredinske črte (v T smeri). Merilec hitrosti servisa je z merilno pištolo stal 3 do 3.5 m za osnovno črto v podaljšku sredinske servisne črte (glej Sliko 9).



MERILEC HITROSTI

Slika 9. Smer servisa in postavitev merilca hitrosti.

2.3.2 Izokinetične meritve rame



Slika 10. Namestitev merjenca na dinamometer (osebni arhiv).

Vsi merjenci so izvedli 6 minutno ogrevanje zgornjih okončin in kratko 10 sekundno raztegovanje mišic rame. Nato smo izvedli meritve maksimalne mišične jakosti notranjih in zunanjih rotatorjev rame v sedečem položaju. Premike trupa in medenice smo preprečili z

udobno fiksacijo čez prsni koš in predel medenice (Slika 10). Roka, na kateri se meritve niso izvajale, je bila med testiranjem na trebuhu. Os rotacije je bila določena z vzdolžno osjo nadlahtnice skozi olekranon. Test je bil izveden v nevtralni poziciji rame - 90° abdukcije rame in 90° fleksije komolca. Izokinetični test je bil izvršen od 20° notranje do 10° zunanje rotacije - tako, da je bil cel razpon giba 30° . Pred testom je vsak merjenec v testni poziciji izvršil dve maksimalni poskusni izokinetični kontrakciji z notranjimi in zunanji rotatorji rame. Sledilo je 60 sekund pavze, nakar so merjenci izvedli 5 maksimalnih koncentričnih kontrakcij pri $90^{\circ}/\text{sek}$ za zunanje in notranje rotatorje. Ponovno je sledilo 60 sekund pavze, zatem pa zadnji del testa, ko so morali merjenci izvesti 3 maksimalne ekscentrične kontrakcije zunanjih rotatorjev pri $90^{\circ}/\text{sek}$.

2.3.3 Met medicinke

Merilec je stal ob strani merila, ki ga je predhodno zarisal na tleh z nalepkami (prvo nalepko je prilepil 2 metra od začetne črte). Po vsakem metu je odčital rezultat na mestu, kjer se je težka žoga dotaknila merila. Natančnost merjenja je bila 10 cm. Če je merjenec naredil napako (prestop, napačen met), je moral met ponoviti. Vsak merjenec je izvedel 3 mete.

2.3.4 Obdelava rezultatov

Dobljene rezultate smo obdelali s programskim paketom SPSS (verzija 14). Povezanost testov smo ugotavljali s Pearsonovim koeficientom korelacije (vsi testi so bili enosmerni), vpliv posameznih predikcijskih spremenljivk na kriterijsko spremenljivko pa z regresijsko analizo – z metodo Enter.

S korelacijo izražamo povezanost, z regresijo pa odvisnost.

Pearsonov korelacijski koeficient R meri linearno povezanost dveh intervalnih spremenljivk.

Predpostavke za uporabo Pearsonovega korelacijskega koeficienta:

- linearna povezanost,
- intervalni nivo spremenljivk,
- simetrična in unimodalna porazdelitev obeh spremenljivk.

Regresija - napovemo koliko bo neznana odvisna spremenljivka Y (ob znani X).

Predpostavke za uporabe regresijske analize:

- merski nivo (vse prediktorske spremenljivke morajo biti numerične ali dihotomne),
- ne sme biti multikolearnosti,
- neodvisnost vzorca,
- napake morajo biti normalno porazdeljene,
- linearna odvisnost kriterija od prediktorjev.

Ker so bile nekatere predpostavke kršene, moramo dobljene rezultate jemati z rezervo.

3. REZULTATI

Vsi merjenci so, kot sem že povedala, opravili tri različne vrste testiranj. Najprej so opravili motorični del testiranja (med 19 različnimi testi je bil tudi test meta medicinke), zatem pa še meritve hitrosti servisa.

Tabela 8

Pomembnejši rezultati prvih dveh sklopov meritev - motorični del in hitrost servisa

Merjenec	Spol	ITM	DR	Kategorija	HS [km/h]	MM [cm]
merjenec1	M	23.2	leva	93/94	169	1400
merjenec2	M	21.2	leva	93/94	177	1620
merjenec3	M	19.8	desna	93/94	165	1310
merjenec4	M	19.5	desna	93/94	152	1340
merjenec5	M	22.2	desna	95/96	153	990
merjenec6	M	19.1	desna	95/96	146	1040
merjenec7	M	18.8	desna	95/96	136	1080
merjenec8	M	20.4	desna	95/96	133	1060
merjenec9	M	17.7	desna	95/96	144	1090
merjenec10	M	16.4	desna	95/96	133	970
merjenec11	Ž	23.4	desna	93/94	134	1140
merjenec12	Ž	23.6	desna	93/94	134	1010
merjenec13	Ž	20.6	desna	93/94	132	820
merjenec14	Ž	20.6	desna	93/94	138	800
merjenec15	Ž	20.3	desna	95/96	135	930
merjenec16	Ž	18.3	desna	95/96	124	800
merjenec17	Ž	20.2	desna	95/96	135	890
merjenec18	Ž	26.3	desna	95/96	123	710
merjenec19	Ž	17.3	desna	95/96	122	900
merjenec20	Ž	17.4	desna	97/98	127	890

Legenda: ITM – indeks telesne mase; DR – dominantna roka; HS – hitrost servisa; MM – met medicinke; M – moški spol; Ž – ženski spol

V Tabeli 8 so prikazane nekatere osebne značilnosti merjencev, maksimalna hitrost servisa in najboljši rezultat meta medicinke vsakega posameznika. Iz rezultatov Tabele 8 smo dobili tudi povprečno hitrost servisa, ki pri fantih znaša 150.8, pri dekletih pa 130.4 km/h. Prav tako smo izračunali povprečno dolžino meta medicinke. Le-ta je pri fantih 1190, pri dekletih pa 889 cm.

Izračunali smo tudi povprečno hitrost servisa (tako za dekleta kot za fante) in povprečno dolžino meta medicinke ločeno po kategorijah. Starejši fantje (letnik 93/94) imajo kar za 25 km/h hitrejši povprečni servis (165 km/h) od mlajših fantov (letnik 95/96), ki so dosegli povprečno hitrost servisa 140 km/h. Tudi pri dekletih so razlike glede na starost očitne, vendar veliko manj kot pri fantih. Starejša dekleta imajo s povprečnim servisom 134 km/h le 7 km/h hitrejši povprečni servis od mlajših deklet (127 km/h). Tako kot pri hitrosti servisa pa so razlike glede na starost opazne tudi pri metu medicinke. Povprečna dolžina meta medicinke pri starejših fantih tako znaša 1417 cm, pri mlajših pa 1038 cm. Tudi pri metu medicinke se, tako kot pri hitrosti servisa, razlike v povprečni dolžini prav tako pokažejo pri dekletih,

vendar so razlike tudi tukaj manjše. Starejša dekleta so v povprečju medicinko metala 942 cm, mlajša dekleta pa 846 cm.

Na koncu so se merjenci udeležili še izokinetičnih meritev jakosti mišic rame. Vse vrednosti navorov, pridobljenih med izokinetičnimi meritvami, smo normalizirali glede na telesno težo. Izokinetične meritve ramenskega sklepa v abdukciji 90° so vključevale meritve koncentrične jakosti notranje rotacije ter koncentrične in ekscentrične jakosti zunanje rotacije. Rezultate prikazuje Tabela 9.

Tabela 9

Rezultati izokinetičnih meritev

Merjenec	IRC L [Nm/kg TT]	IRC D [Nm/kg TT]	ERC L [Nm/kg TT]	ERC D [Nm/kg TT]	ERECC L [Nm/kg TT]	ERECC D [Nm/kg TT]
merjenec1	0.44	0.32	0.17	0.22	0.26	0.25
merjenec2	0.25	0.36	0.17	0.20	0.17	0.24
merjenec3	0.38	0.55	0.23	0.23	0.26	0.32
merjenec4	1.07	0.81	0.42	0.57	0.68	0.68
merjenec5	0.27	0.35	0.22	0.22	0.26	0.24
merjenec6	0.46	0.46	0.14	0.30	0.26	0.32
merjenec7	0.66	0.62	0.37	0.37	0.31	0.46
merjenec8	0.48	0.35	0.39	0.33	0.50	0.66
merjenec9	0.42	0.56	0.42	0.34	0.38	0.36
merjenec10	0.72	0.81	0.29	0.36	0.32	0.54
merjenec11	0.47	0.69	0.34	0.31	0.42	0.31
merjenec12	0.78	0.81	0.72	0.48	0.84	0.56
merjenec13	0.67	0.82	0.45	0.39	0.62	0.69
merjenec14	0.45	0.49	0.23	0.31	0.26	0.42
merjenec15	0.33	0.45	0.14	0.22	0.12	0.27
merjenec16	0.49	0.41	0.32	0.45	0.24	0.17
merjenec17	0.40	0.73	0.29	0.51	0.33	0.56
merjenec18	0.26	0.47	0.27	0.24	0.29	0.32
merjenec19	0.58	0.75	0.46	0.52	0.41	0.50
merjenec20	0.45	0.71	0.28	0.38	0.28	0.28

Legenda: IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije; ERECC – ekscentrična jakost zunanje rotacije

V Tabeli 9 so prikazani rezultati izokinetičnih meritev. Merjeni sta bili tako leva kot desna roka vsakega posameznika, vendar smo kasneje pri obdelavi podatkov uporabljali le rezultate dominantne (igralne) roke.

Naredili smo pairwise T test (dvosmerni), s katerim smo želeli ugotoviti razlike med dominantno in nedominantno roko. Test je bil le za eno spremenljivko (IRC) statistično značilen. Za drugi dve spremenljivki (ERC, ERECC) nam razlik med igralno in neigralno roko ni uspelo dokazati, kar pa ne pomeni, da jih ni. Tako ne moremo splošiti, da je v splošnem igralna roka naših merjencev močnejša od neigralne roke.

Za boljšo predstavbo naj podam še okvirne vrednosti navora, normalizirane glede na telesno težo in prilagojene glede na starost in šport (tenis). Minimalna vrednost koncentrične jakosti

notranje rotacije je 0.50, optimalna vrednost pa več kot 0.65 Nm/kg TT. Za koncentrično jakost zunanje rotacije pa je minimalna 0.35, optimalna vrednost pa več kot 0.40 Nm/kg TT.

V Tabeli 9 so zasenčene vrednosti, ki pomenijo slabo notranjo oz. zunanjo rotacijo glede na telesno težo. Kot vidimo, je to več kot polovica vrednosti. Prav to potrjujejo tudi povprečne vrednosti izokinetičnih meritev, ki so prikazane v Tabeli 10.

Če dobro pogledamo rezultate v Tabeli 9, lahko opazimo, da ima zadovoljive vrednosti notranjih in zunanjih rotatorjev rame le 5 merjencev – 2 fanta (merjenec 4 in 7) in 3 dekleta (merjenec 12, 13 in 19).

Tabela 10
Povprečja izokinetičnih meritev

	IRC L [Nm/kg TT]	IRC D [Nm/kg TT]	ERC L [Nm/kg TT]	ERC D [Nm/kg TT]
Povprečje VSI	0.50	0.58	0.31	0.35
Povprečje FANTJE	0.52	0.52	0.28	0.31
Povprečje DEKLETA	0.49	0.63	0.35	0.38

Legenda: IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije; L – leva roka; D – desna roka

V Tabeli 10 so prikazana povprečja izokinetičnih meritev koncentrične jakosti notranje in zunanje rotacije. Kot lahko vidimo, imajo merjenci v splošnem boljše povprečne rezultate desne roke, kar je najverjetneje posledica tega, da so merjenci v večini desničarji.

3.1 Povezanost meta medicine in hitrosti servisa z rotatorji za vse merjence

Tabela 11
Jakost povezanosti spremenljivk za vse merjence

	MM		HS	
	Sig.	R	Sig.	R
max. konc. jakost notranje rotacije / kg TT	0.150	-0.244	0.032	-0.421
max. konc. jakost zunanje rotacije / kg TT	0.087	-0.317	0.008	-0.530
max. eksc. jakost zunanje rotacije / kg TT	0.235	-0.171	0.091	-0.310
max. konc. jakost notranje rotacije	0.416	-0.051	0.228	-0.176
max. konc. jakost zunanje rotacije	0.219	-0.184	0.057	-0.364
max. eksc. jakost zunanje rotacije	0.418	-0.050	0.271	-0.145

Legenda: MM – met medicine; HS – hitrost servisa; Sig. – statistična značilnost (signifikanca); R – Pearsonov korelacijski koeficient

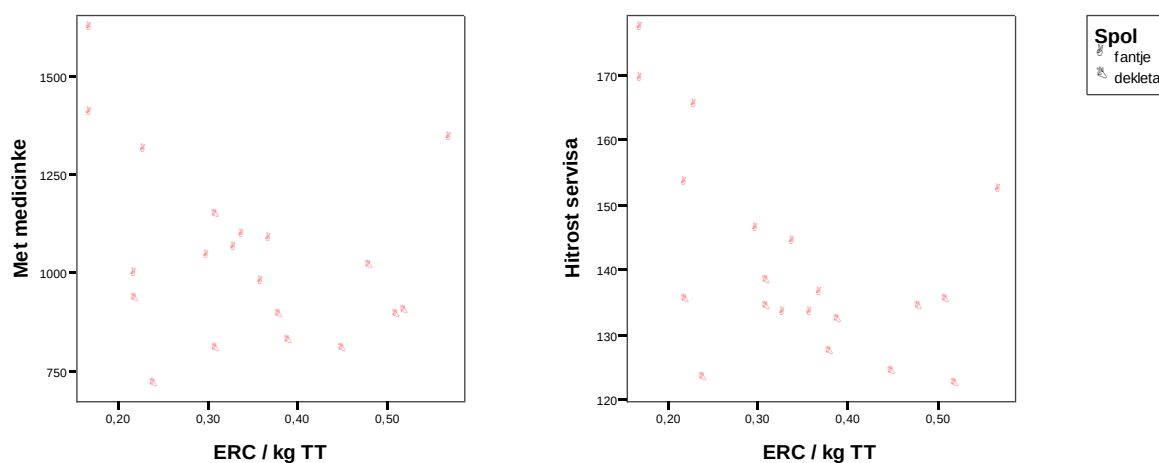
V Tabeli 11 so prikazani korelacijski koeficienti in statistične značilnosti za vseh 20 merjencev. Pri izračunu so upoštevane jakosti rotatorjev dominantne roke. Zasenčene so vrednosti, kjer so povezave statistično značilne.

Za lažjo predstavljaljivost podatkov naj predstavimo naslednjo razporeditev koeficientov povezanosti. Jakost (moč) povezanosti (R) se običajno poimenuje:

0:	ni povezanosti
0-0,2 :	neznatna (pozitivna / negativna) povezanost
0,2-0,4 :	nizka (šibka) povezanost
0,4-0,7 :	srednja (zmerna) povezanost
0,7-0,9 :	visoka povezanost
0,9-1 :	zelo visoka (močna) povezanost
1:	popolna (funkcijska) povezanost

Kot lahko razberemo iz Tabele 11, sta met medicinke in hitrost servisa najbolj povezana z maksimalno koncentrično jakostjo zunanje rotacije na kilogram telesne teže (ERC / kg TT). Met medicinke in ERC / kg TT sta šibko (-0.317) povezana, medtem ko sta hitrost servisa in ERC / kg TT zmerno (-0.530) povezana (Slika 11). Zmerno (-0.421) povezanost kažeta tudi hitrost servisa in maksimalna koncentrična jakost notranje rotacije na kilogram telesne teže (IRC / kg TT). Ne smemo pa pozabiti, da so vse povezanosti negativne!

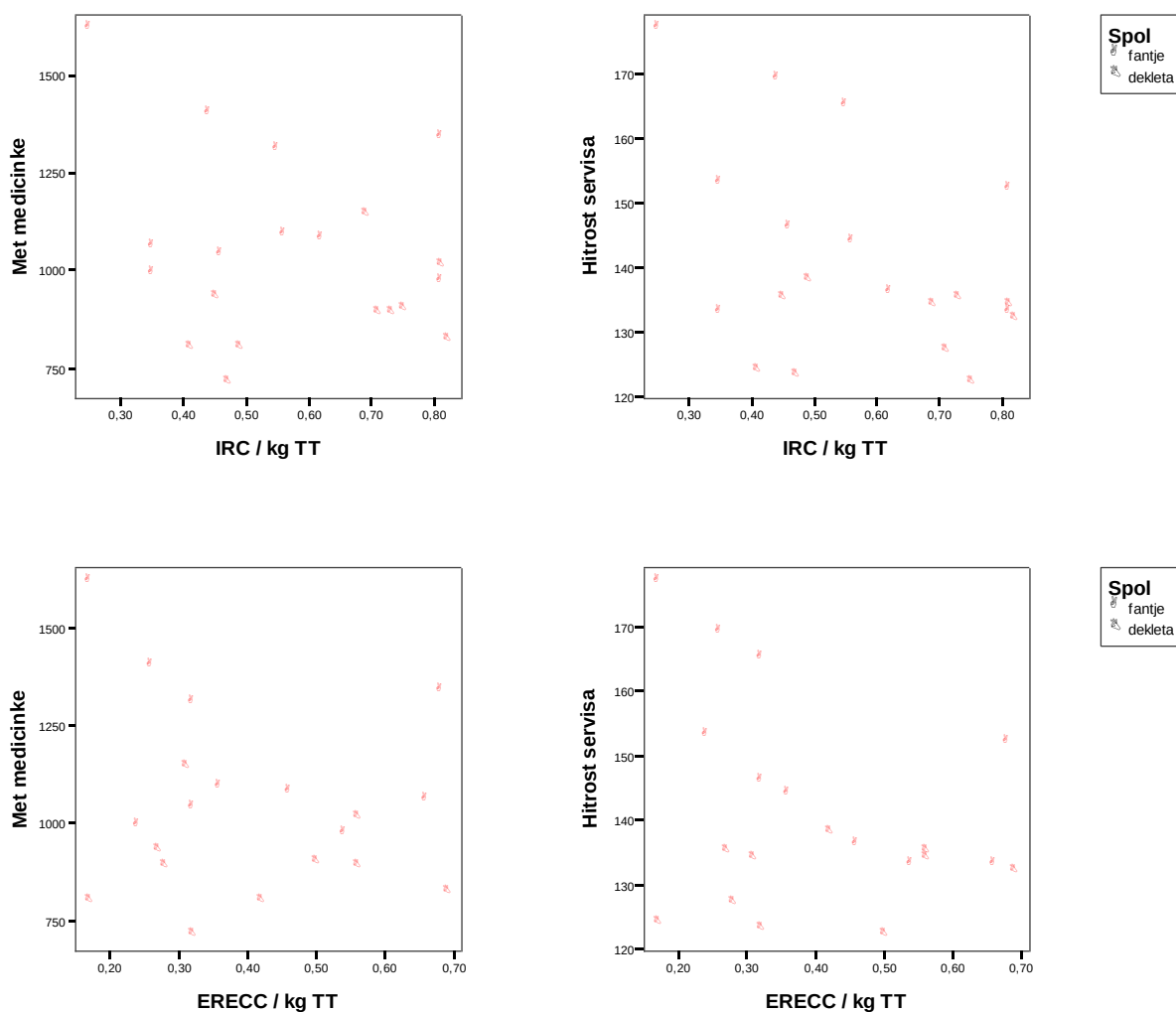
To, da so povezanosti negativne, je precej nenavadno, saj smo pričakovali, da bodo »močnejši« igralci servirali hitreje in medicinko metali dlje. Vendar pa povezanosti niso tako visoke, vzorec pa je majhen, zato lahko rečemo, da rezultatov nikakor ne smemo posploševati.



Slika 11. Povezanost meta medicinke (levo) in hitrosti servisa (desno) s koncentrično jakostjo zunanje rotacije dominantne roke na kilogram telesne teže.

Slika 11 prikazuje negativno povezanost meta medicinke in hitrosti servisa s koncentrično jakostjo zunanje rotacije.

Hitrost servisa in spremenljivki ERC / kg TT (Sig. = 0.008) ter IRC / kg TT (Sig. = 0.032) predstavljajo edini statistično značilni odnos med vsemi pari testiranih spremenljivk (v Tabeli 11 zasenčeno s sivo barvo). Povezanost lahko vidimo na Sliki 12.



Slika 12. Povezanost meta medicine (levo) in hitrosti servisa (desno) s koncentrično jakostjo notranje (zgoraj) in ekscentrično jakostjo zunanje (spodaj) rotacije dominantne roke na kilogram telesne teže.

Tabela 12

Prikaz regresijske analize med hitrostjo servisa in izokinetičnimi meritvami

prediktorji	R^2	prilagojen R^2
IRC / kg TT	0.177	0.131
ERC / kg TT	0.281	0.241
ERECC / kg TT	0.096	0.046

*odvisna spremenljivka je HS

Legenda: R^2 – determinacijski koeficient; IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije; ERECC – ekscentrična jakost zunanje rotacije

Tabela 12 predstavlja rezultate regresijske analize z odvisno spremenljivko hitrosti servisa. Koncentrična jakost notranje rotacije kot vidimo pojasni le 17.7 % hitrosti servisa oz. le 13.1 %, če upoštevamo še prilagoditev za tako majhno populacijo kot jo imamo mi. Koncentrična jakost pojasni 28.1 % oz. natančneje 24.1 %, ekscentrična jakost zunanje rotacije pa 9.6 % oz. celo samo 4.6 % hitrosti servisa.

Tabela 13

Prikaz regresijske analize med metom medicinke in izokinetičnimi meritvami

prediktorji	R ²	prilagojen R ²
IRC / kg TT	0.059	0.007
ERC / kg TT	0.101	0.051
ERECC / kg TT	0.029	-0.025

*odvisna spremenljivka je MM

Legenda: R² – determinacijski koeficient; IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije; ERECC – ekscentrična jakost zunanje rotacije

Tabela 13 predstavlja rezultate regresijske analize z odvisno spremenljivko meta medicinke. Koncentrična jakost notranje rotacije pojasni 5.9 % meta medicinke oz. le 0.7 %, če ponovno upoštevamo prilagoditev za našo populacijo. Koncentrična jakost pojasni 10.1 % oz. natančneje 5.1 %, ekscentrična jakost zunanje rotacije pa 2.9 % oz. - 2.5 % meta medicinke.

Povezanosti niso ravno najboljše, kot smo ugotovili že iz podatkov v Tabeli 9, pa so imeli merjenci precej slabe rezultate notranjih in zunanjih rotatorjev rame. Zato smo se odločili, da preverimo še povezanost meta medicinke in hitrosti servisa z rezultati maksimalne koncentrične jakosti notranje in zunanje rotacije samo za tiste merjence, ki so dosegli optimalne oz. vsaj minimalne rezultate dominantne roke.

Tega pa nismo naredili za maksimalno ekscentrično jakost zunanje rotacije na kilogram telesne teže, ker nismo imeli okvirnih vrednosti navora, normaliziranih glede na telesno težo, prilagojenih glede na starost in šport za to spremenljivko.

Tabela 14

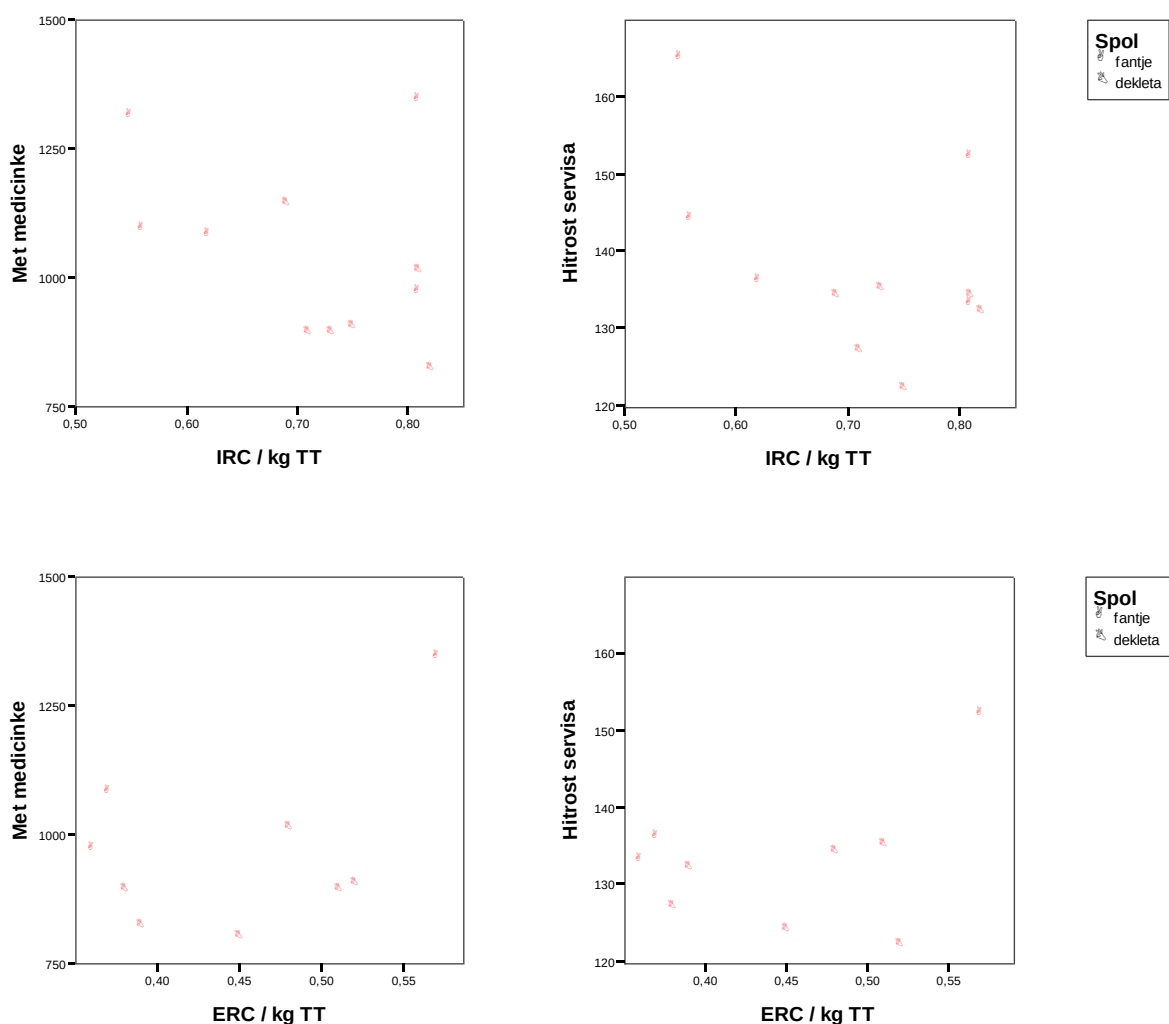
Jakost povezanosti spremenljivk za merjence z minimalnimi in optimalnimi rezultati izokinetičnih testiranj

	zadovoljivost rezultata	št. oseb	MM		HS	
			Sig.	R	Sig.	R
IRC / kg TT	minimalna	11	0.111	-0.401	0.067	-0.482
ERC / kg TT	minimalna	9	0.136	0.411	0.175	0.354
IRC / kg TT	optimalna	8	0.418	0.087	0.180	0.376
ERC / kg TT	optimalna	5	0.047	0.814	0.085	0.721

Legenda: MM – met medicinke; HS – hitrost servisa; Sig. – statistična značilnost (signifikanca); R – Pearsonov korelacijski koeficient; IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije

V Tabeli 14 so prikazani korelacijski koeficienti in statistične značilnosti za tiste merjence, ki so imeli pri posamezni spremenljivki optimalne oz. vsaj minimalne rezultate.

Vidimo, da so tukaj povezanosti med spremenljivkami precej boljše (glej tudi Sliko 13). Met medicinke je za merjence, ki so dosegli vsaj minimalne rezultate, v zmerni (negativni) povezanosti z notranjimi (-0.401) in pozitivni z zunanjimi (0.411) rotacijami. Podobno velja za hitrost servisa, ki je z notranjo rotacijo v zmerni negativni (-0.482), z zunanjo rotacijo pa v šibki pozitivni povezanosti (0.354).

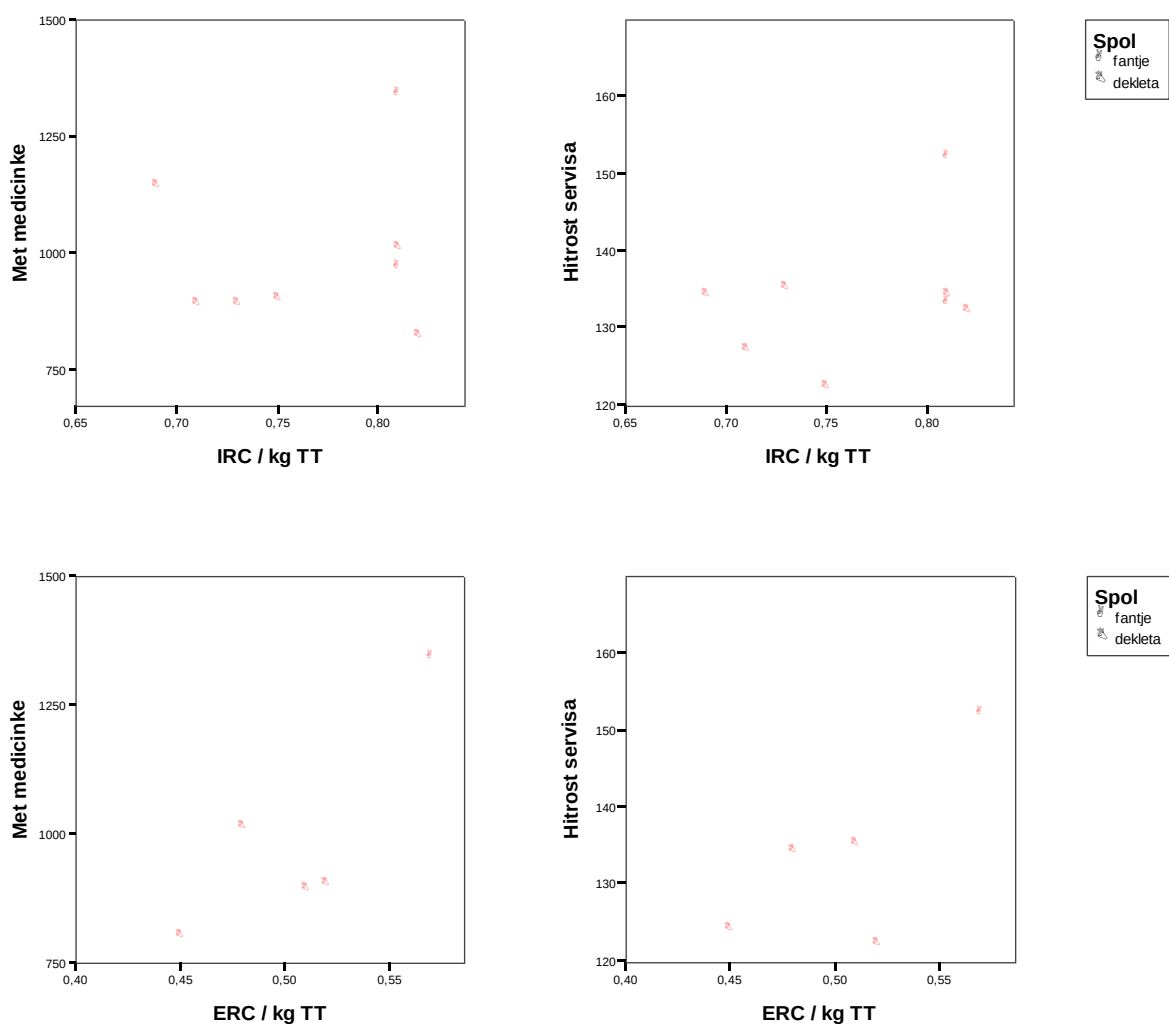


Slika 13. Povezanost meta medicine (levo) in hitrosti servisa (desno) z izokinetičnimi meritvami za merjence, ki so dosegli minimalno zadovoljive rezultate.

Iz Tabele 14 in Slike 14 lahko razberemo tudi, da je met medicine pri merjencih, ki so dosegli optimalne rezultate, sicer v neznatni (0.087) povezanosti z notranjo rotacijo, je pa v visoki (0.814) povezanosti z zunanjo rotacijo; ta povezanost pa je tudi statistično značilna (Sig. = 0.047). Hitrost servisa je pri teh merjencih sicer v šibki (0.376) povezanosti z notranjo rotacijo (kar je boljše kot pri metu medicine, kjer ni niti najmanjše povezanosti), je pa prav tako kot met medicine v visoki (0.721) povezanosti z zunanjo rotacijo, ki pa ni statistično značilna.

Povezanosti so relativno dobre, saj se moramo zavedati, da pri metu medicine do notranje in zunanje rotacije sploh ne pride. Zato je v bistvu visoka povezanost zunanje rotacije in met medicine, ki je celo statistično značilna, precej presenetljiva.

Naj na tem mestu omenimo tudi to, da so izokinetične meritve lokalne in osredotočene le na določeno skupino mišic, met medicine in servis pa sta celostni gibanji.



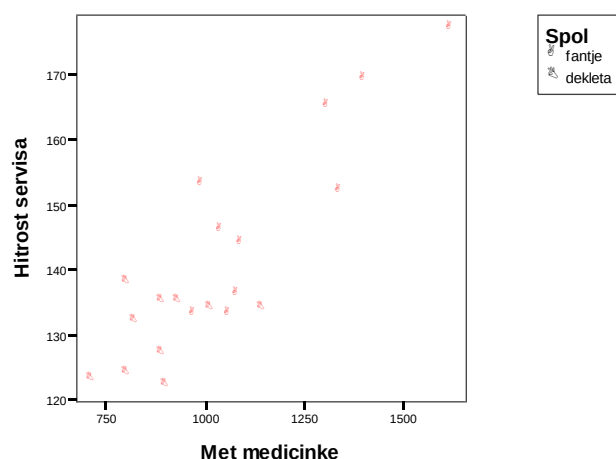
Slika 14. Povezanost meta medicinke (levo) in hitrosti servisa (desno) z notranjimi (zgoraj) in zunanji (spodaj) rotatorji za merjenje, ki so dosegli optimalne rezultate.

Na Sliki 14 spodaj vidimo dobro povezanost meta medicinke in hitrosti servisa z zunanji rotatorji za merjenje z optimalnimi doseženimi rezultati izokinetičnih meritev. To lahko potrdimo tudi z rezultati iz Tabele 14, saj je povezanost zunanji rotatorjev in meta medicinke visoka in statistično značilna ($R = 0.814$, $\text{Sig.} = 0.047$), povezanost med zunanji rotatorji in hitrostjo servisa pa je prav tako visoka ($R = 0.721$), ni pa statistično značilna.

3.2 Povezanost meta medicinke in hitrosti servisa

Povezanost hitrosti servisa in meta medicinke je visoko značilna za vse merjenje ($\text{Sig.} = 0.000$), Pearsonov korelacijski koeficient ($R = 0.876$) pa kaže visoko povezanost teh dveh spremenljivk, kar vidimo tudi na Sliki 15.

Tudi regresija jasno pokaže odvisnost teh dveh spremenljivk. Met medicinke pojasni 76.8 % hitrosti servisa; če upoštevamo prilagojen R^2 pa nekaj manj, vendar še vedno veliko in to je 75.5 %.



Slika 15. Povezanost meta medicinke in hitrosti servisa.

Slika 15 potrjuje že zgoraj omenjeno visoko povezanost meta medicinke in hitrosti servisa.

3.3 Povezanost spremenljivk ločeno za dekleta in fante

Tabela 15

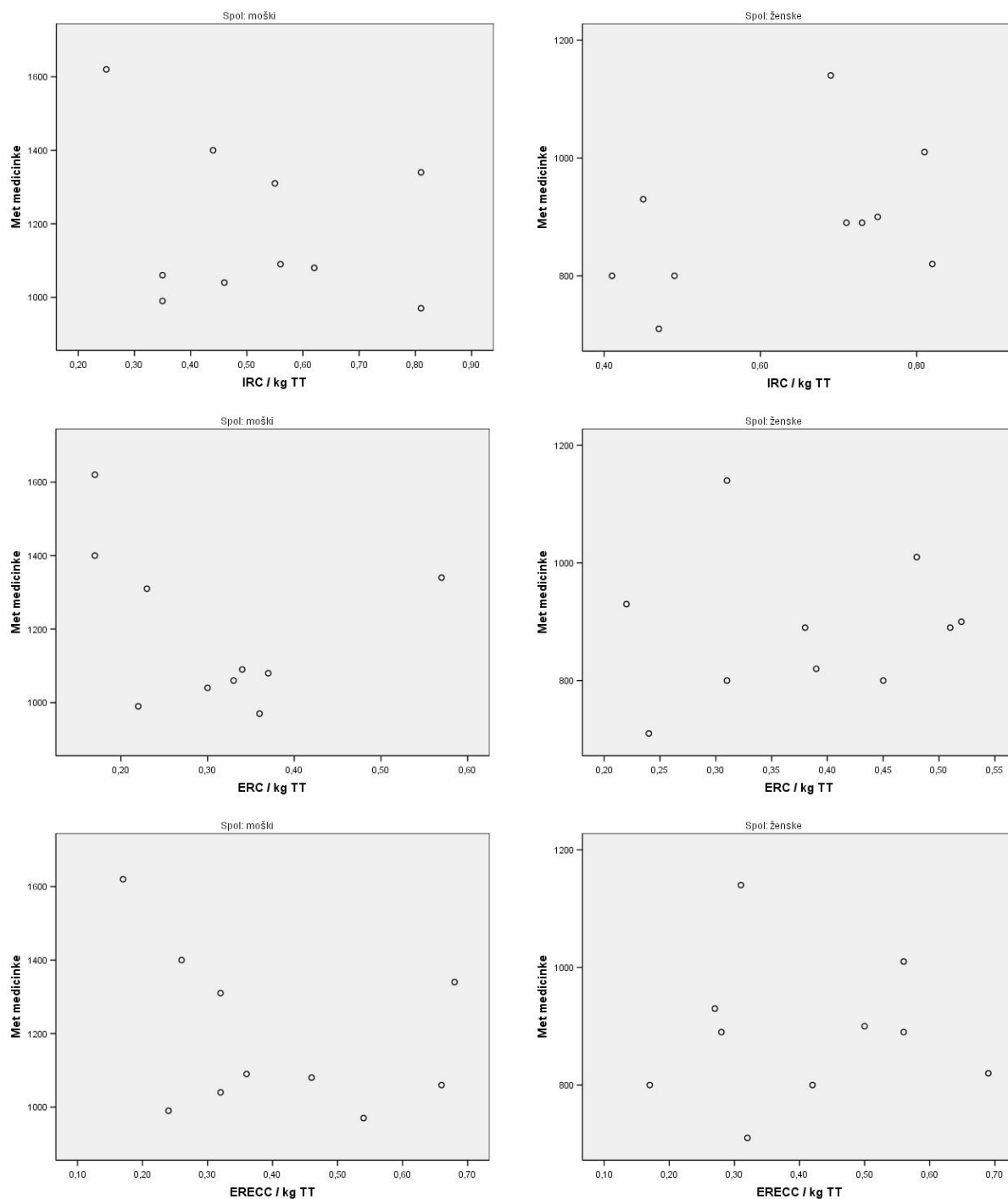
Jakost povezanosti spremenljivk ločeno za dekleta in fante

	spol	MM		HS	
		Sig.	R	Sig.	R
IRC / kg TT	M	0.223	-0.272	0.098	-0.446
	Ž	0.095	0.452	0.365	0.125
ERC / kg TT	M	0.220	-0.276	0.042	-0.573
	Ž	0.373	0.118	0.291	-0.199
ERECC / kg TT	M	0.162	-0.348	0.013	-0.694
	Ž	0.466	0.031	0.196	0.305

Legenda: MM – met medicinke; HS – hitrost servisa; Sig. – statistična značilnost (signifikanca); R – Pearsonov korelacijski koeficient; IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije; ERECC – ekscentrična jakost zunanje rotacije; M – moški spol; Ž – ženski spol

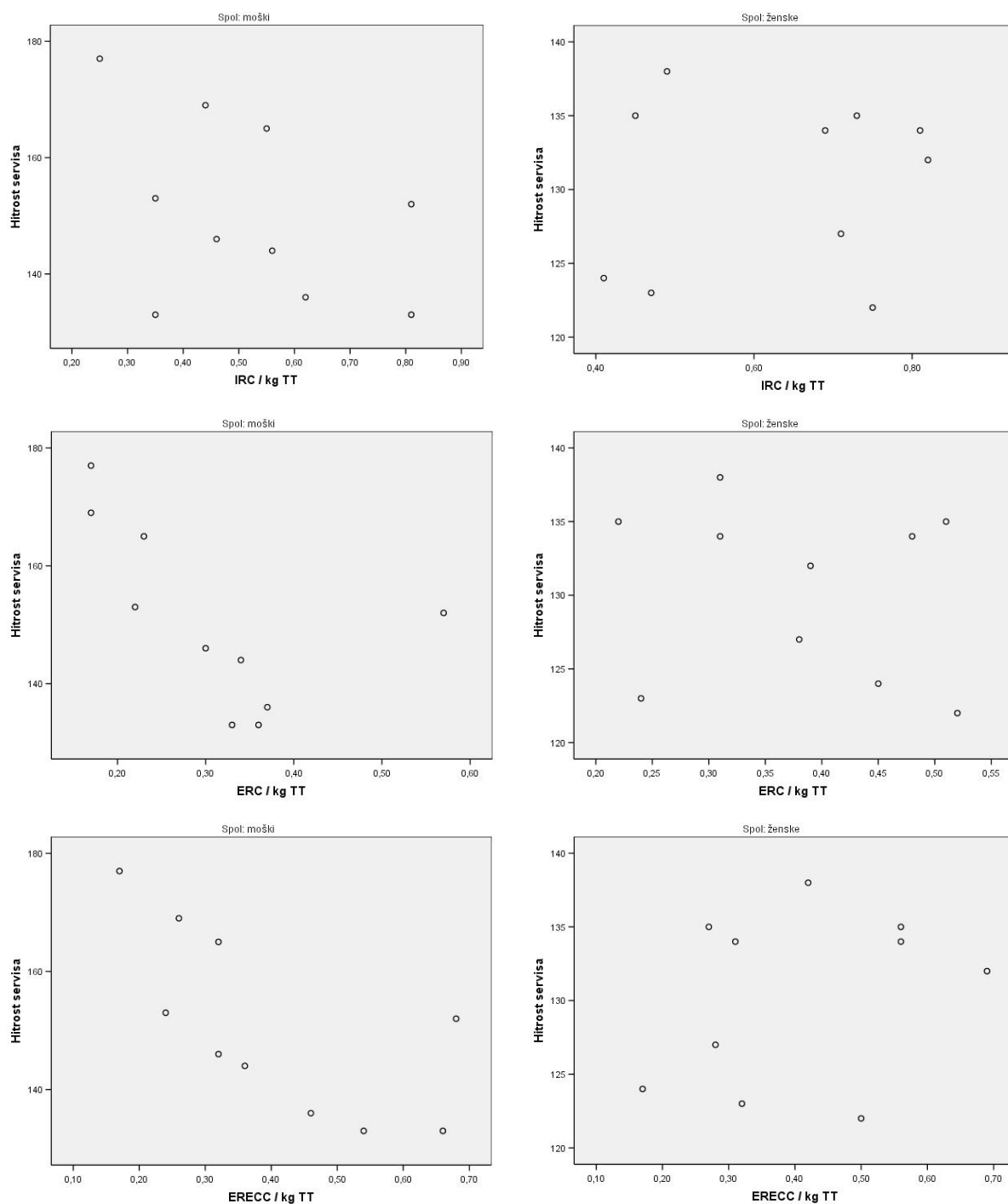
V Tabeli 15 so prikazani korelacijski koeficienti in statistične značilnosti ločeno za dekleta in fante. Pri izračunu so upošteevane jakosti rotatorjev dominantne roke. Zasenčeni sta vrednosti, kjer sta povezavi statistično značilni.

Zanimivo je dejstvo, da so pri fantih spremenljivke za vse izračunane primerjave negativno povezane, medtem ko so pri dekletih vsi pari spremenljivk, z izjemo enega (koncentrična jakost zunanje rotacije in hitrosti servisa), pozitivno povezani. Moramo pa poudariti, da je večina povezav ponovno statistično neznačilnih. Statistično značilni sta le povezavi hitrosti servisa s koncentrično ($R = -0.573$, Sig. = 0.042) in ekscentrično ($R = -0.694$, Sig. = 0.013) jakostjo zunanje rotacije pri fantih.



Slika 16. Povezanost meta medicine za fante (levo) in dekleta (desno) z notranjimi in zunanji rotatorji.

Slika 16 prikazuje povezanost meta medicine ločeno za dekleta in fante z vsemi tremi izokinetičnimi meritvami – to je maksimalno koncentrično jakostjo notranje rotacije, maksimalno koncentrično jakostjo zunanje rotacije in maksimalno ekscentrično jakostjo zunanje rotacije. Najboljšo povezanost prikazuje desni zgornji graf (MM – IRC / kg TT za dekleta), kar potrjuje tudi rezultati v Tabeli 15 ($R = 0.452$), vendar povezava ni statistično značilna.



Slika 17. Povezanost hitrosti servisa za fante (levo) in dekleta (desno) z notranjimi in zunanji rotatorji.

Slika 17 prikazuje povezanost hitrosti servisa ločeno za dekleta in fante z vsemi tremi, že zgoraj omenjenimi, izokinetičnimi meritvami. Najboljšo povezanost prikazujeta levi zgornji in srednji graf (HS – ERC / kg TT in HS – ERECC / kg TT za fante), kar ponovno potrjuje rezultata v Tabeli 15, ki sta tudi statistično značilna.

Tabela 16

Prikaz regresijske analize po spolu med hitrostjo servisa in izokinetičnimi meritvami

prediktorji	R ²		prilagojen R ²	
	M	Ž	M	Ž
IRC / kg TT	0.199	0.016	0.099	-0.107
ERC / kg TT	0.329	0.039	0.245	-0.081
ERECC / kg TT	0.482	0.093	0.417	-0.020

*odvisna spremenljivka je HS

Legenda: R² – determinacijski koeficient; IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije; ERECC – ekscentrična jakost zunanje rotacije; M – moški spol; Ž – ženski spol

Tabela 16 predstavlja rezultate regresijske analize z odvisno spremenljivko hitrosti servisa ločeno za dekleta in fante. Kot vidimo hitrost servisa najboljše pojasnjuje ekscentrična jakost zunanje rotacije, še posebej pri fantih, saj pojasni 48.2 % hitrosti servisa oz. 41.7 %, če upoštevamo prilagoditev za našo populacijo.

Tabela 17

Prikaz regresijske analize po spolu med hitrostjo servisa in izokinetičnimi meritvami

prediktorji	R ²		prilagojen R ²	
	M	Ž	M	Ž
IRC / kg TT	0.074	0.204	-0.042	0.105
ERC / kg TT	0.076	0.014	-0.039	-0.109
ERECC / kg TT	0.121	0.001	0.011	-0.124

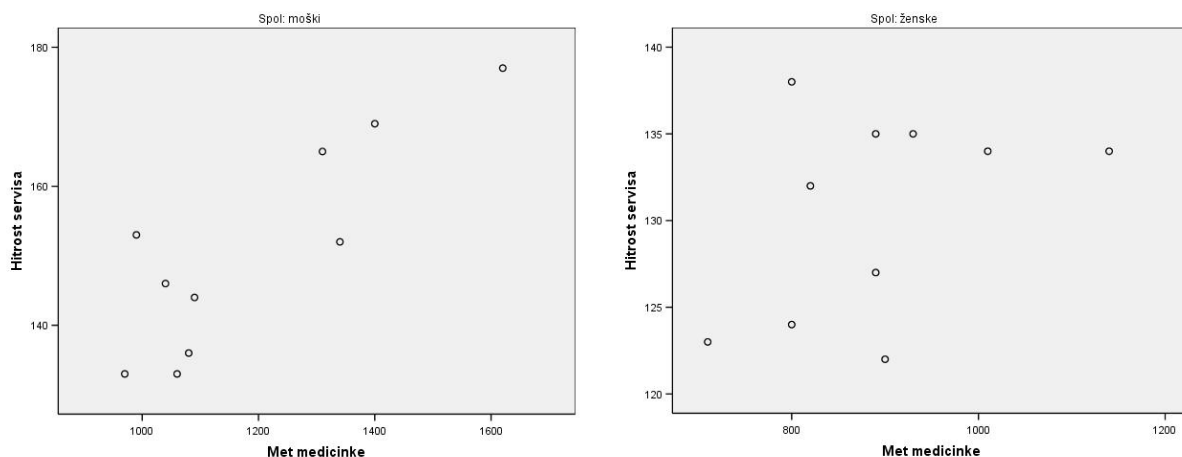
*odvisna spremenljivka je MM

Legenda: R² – determinacijski koeficient; IRC – koncentrična jakost notranje rotacije; ERC – koncentrična jakost zunanje rotacije; ERECC – ekscentrična jakost zunanje rotacije; M – moški spol; Ž – ženski spol

Tabela 17 predstavlja rezultate regresijske analize z odvisno spremenljivko meta medicinke ločeno za dekleta in fante. Tukaj lahko vidimo, da met medicinke še najboljše pojasnjuje koncentrična jakost notranje rotacije, vendar še to samo pri dekletih, in sicer z 20.4 % oz. po prilagoditvi le še z 10.5 %.

Povezanost meta medicinke in hitrosti servisa ločeno za dekleta in fante je ponovno pokazala najbolj zanimive rezultate. Povezanost med tema dvema spremenljivkama obstaja, vendar je pri fantih veliko večja ($R = 0.863$) kot pri dekletih ($R = 0.400$). Še pomembnejše pa je to, da je pri fantih povezava visoko statistično značilna ($\text{Sig.} = 0.001$), pri dekletih pa povezava sploh ni statistično značilna ($\text{Sig.} = 0.126$).

Da je pri fantih povezanost precej boljša kot pri dekletih je bilo pričakovano, saj dekleta manj izrazito koristijo pentljo, kar pa je ključno gibanje pri katerem pride do zunanje in notranje rotacije.



Slika 18. Povezanost meta medicine hitrosti servisa za fante (levo) in dekleta (desno).

Slika 18 prikazuje povezanost meta medicine in hitrosti servisa ločeno za dekleta in fante. Tudi na sliki lahko opazimo precej boljše povezanost teh dveh spremenljivk pri fantih kot pri dekletih.

Naredili smo tudi regresijo ločeno za dekleta in fante in z njo poizkušali pokazati odvisnost meta medicine in hitrosti servisa. Met medicine pri fantih pojasni 74.5 % hitrosti servisa (če gledamo prilagojeni R^2 pa 71.3 %). Pri dekletih pa je ta številka precej nižja, saj met medicine pojasni le 16 % hitrosti servisa, če upoštevamo prilagojeni R^2 pa celo samo 5.5 %.

4. RAZPRAVA

Uspešnega serviserja odlikuje dobra tehnika, taktika, mentalna in kondicijska priprava. Vse to zagotavlja konstanten kvaliteten prvi in drugi servis. Čeprav primeri iz prakse (87 asov Iva Karlovića na tekmi Hrvaške Davis cup reprezentance proti Češki na primer ni zadoščalo za zmago) kažejo, da zgolj izjemen servis ne pomeni vedno zagotovila za uspeh v tekmovalnem okolju, lahko pa predstavlja izjemno orožje in način pridobivanja »poceni točk«. Slednje je lahko še posebej koristno v stresnih trenutkih ko srečanja dosegajo vrhunec. Čeprav morda kvaliteta servisa na prvem mestu ni pogojena s telesno preddispozicijo, pa zaradi preprostih zakonov fizike, višina in moč gotovo pripomoreta k razvoju le-tega. Najbolj vidne so te razlike na vrhunskem nivoju tenisa, kjer lahko govorimo o neke vrste taktični, tehnični in mentalni dovršenosti igralcev.

Ker je bila naša želja izdelati diplomsko delo, ki bi lahko koristilo obstoječim ali bodočim trenerjem, bi na tem mestu radi izpostavili najpomembnejša področja, kjer bi spoznanja lahko uporabili. Dokazali smo statistično povezanost meta medicine in hitrosti servisa in tako sprejeli H_{A7} . Dokazali smo tudi razlike med spremenljivkami za dekleta in fante ter sprejeli še H_{A8} . Žal pa nam ni uspelo dokazati nobene od povezav postavljenih v hipotezah H_{A1} do H_{A6} , kar pa ne pomeni, da povezav ni.

Glede na dokazano povezanost med metom medicine in hitrostjo servisa, bi torej lahko sklepali, da lahko met medicine, kot sestavni del testiranja tenisačev, predstavlja dobro napovedno spremenljivko. Beleženje nadaljnjih rezultatov testiranja in statistična obdelava le teh pa bi lahko v prihodnosti pomenila še bolj gotovo napovedovanje uspehov teniških igralcev.

Naslednje področje je kondicijska priprava tenisačev. Res da je na to temo napisane precej literature, vendar z izjemo del dr. Filipčiča v slovenskem prostoru predstavljajo precejšnjo redkost. V slovenskem prostoru je servis ob retenu eden bolj zanemarjenih teniških udarcev, zato se kot takemu malo pozornosti posveča tudi na »suhem treningu«. Tako lahko to delo služi kot opomin, hkrati pa kot pripomoček. Z delom na moči bicepsa, kot je razvidno iz diplomskega dela, ne bomo izboljšali servisa, čeprav je morda podan nekoliko bizaren primer, pa pretiravanje v mejah normale s pozitivnimi cilji ne bi smelo škodovati.

Samo zdrav športnik je lahko uspešen športnik, tretja faza je torej preventiva. Čeprav slednja spada tudi v domeno kondicijskih trenerjev, pa jo je potrebno posebej izpostaviti, saj je za njeno uspešnost običajno potreben multidisciplinarni »team«. Gotovo si nihče ne želi, da bi še kakšen slovenski tenisač šel po stopinjah Katarine Srebotnik, z vidika poškodbe rame in posledično nazadovanju na WTA lestvici. Poznavanje strukture miškulature in strukture ramenskega obroča ter ostalih pri servisu sodelujočih mišičnih tkiv lahko omogoči pravilen in posledično varen ter uspešen trening. Redne meritve in testiranja lahko dajejo dodatno vrednost in potrjujejo ali zanikajo kvaliteto dela, predvsem na področju mehkega tkiva.

Hkrati se je potrebno zavedati, da tako kot tehnično znanje koristi kondicijskemu trenerju, je tudi poznavanje osnovnih elementov kondicijskega treninga bistveno za kvalitetno delo teniških trenerjev, predvsem kadar se pogovarjamo o vrhunskem nivoju. Na primer razumevanje delovanja človeškega telesa ne pripomore le h kvalitetnejšemu delu temveč nam nudi tudi možnost za kreativnejšo sestavo treninga.

V slovenščini smo glede nekaterih izrazov nekoliko osiromašeni. Tako si lahko moč razlagamo na več različnih načinov, a brez ustreznega izraza pred besedo moč, ki natančneje opredeljuje za katero vrsto moči gre (statična, repetitivna, eksplozivna), lahko hitro pride do napake v komunikaciji. Na žalost ni možno poznati načina treninga v posameznih klubih, vendar pa bi bil ravno slednji lahko eden od razlogov za različno povezanost rezultatov pri posameznih igralcih. Seveda ob tem ne gre zanemariti tudi že omenjenih dejavnikov tehnike ter mentalnega treninga. Nenazadnje je že Mamassis (2005) v svojem članku prikazal pomen mentalnega treninga na uspešnost servisa.

Ravno vsi ti dejavniki in njihovo medsebojno prepletanje dokazujejo, kako pomembni so, in da odsotnost enega lahko pomeni odsotnost ali bistveno nižjo kvaliteto drugega. Medsebojno vplivanje je eden od razlogov, da, tako kot praktično pri vseh tovrstnih raziskavah, ni možno podati nekega natančnega in točno določenega odgovora na precizno zastavljena vprašanja. Možno pa si je ustvariti neko sliko in mnenje, ter odgovoriti na neka splošna vprašanja, ter na ta način morda komu pomagati razrešiti dilemo.

Četudi izokinetičnih testiranj ne bi bilo možno neposredno povezati s servisom oziroma katerim koli drugim udarcem ali teniškim gibanjem, pa je enakomernost mišičnega razvoja v smislu preventive tako zelo pomembna, da vsekakor obstaja posredna povezanost med rezultati tovrstnih testov in na primer hitrostjo servisa.

Kakor smo že ugotovili, v Sloveniji nimamo nobenih povezav o delu trenerjev, kako pripraviti igralce-ke, da bo njihova pripravljenost optimalna v vseh ozirih. Še ne preveč oddaljena zgodovina poškodb naših igralcev oziroma še bolj igralk nam pove, da je na tem področju znanje naših trenerjev zelo šibko oz. celo napačno interpretirano in posledica napačnih odločitev trenerjev oziroma treningov so nepopravljiva škoda za igralce-ke. V tej luči bi morala strokovna javnost v sodelovanju trenerjev in igralcev-k narediti mnogo več kot samo nekaj posvetov. Zelo bi bil dobrodošel tudi osnovni priročnik kje, kdaj in kako trenirati igralce-ke, da ne bi že zaradi napačnih treningov prišlo do poškodb, ki so že ob pravilni vadbi še kako prisotne. Le ta bi se vsako leto dopolnjeval v publikaciji novih spoznanj na področju teniške igre in športnega treniranja. Resda so tovrstni dejavnosti namenjeni različni seminarji, srečanja, simpoziji, okrogle mize in podobno, vendar hkrati obstaja dejstvo, da to predstavlja prevelik časovni in finančni strošek za večino trenerjev.

Ob dovolj velikem številu igralcev in igralk v sodelovanju medicinske stroke in tehnične podpore bi morali športni strokovnjaki izvesti testiranja, ki bi zanesljivo pokazala, kdaj in kako naj se izvajajo treningi, da bi športnik-ca dosegel glede na svojo starost in svojo konstitucijo optimalne rezultate za igro v čim več fazah treninga.

Samo pravilno treniran igralec-ka bo dosegel tako fizično kakor tudi tehnično in mentalno dovolj visok nivo, da bodo njegovi rezultati tudi na igrišču dokazali strokovno pravi pristop k treningu.

5. SKLEP

Izokinetične meritve uporabljamo za pridobitev informacij o jakosti mišic, saj predstavljajo pomemben podatek, ki lahko pripomore k analizi treninga in prilagoditvi vadbenih programov. Meritve posameznih mišičnih skupin so zanesljive in ponovljive.

Ob pregledu rezultatov izokinetičnih meritev smo ugotovili, da ima več kot polovica merjencev slabe vrednosti rezultatov notranje oz. zunanje rotacije glede na telesno težo, kar bi lahko vplivalo na rezultate korelacijskih in regresijskih analiz naše raziskave, ki niso pokazale nikakršnih statistično značilnih povezav oz. odvisnosti.

Zaradi že omenjene težave slabih rezultatov maksimalne mišične jakosti smo naredili še korelacijo med izokinetičnimi meritvami s hitrostjo servisa in metom medicine za merjence, ki so dosegli minimalno in optimalno zadovoljive rezultate izokinetičnih testiranj. Medtem ko korelacije, kjer so bili vključeni minimalno zadovoljivi rezultati, ponovno niso pokazale nobene povezanosti, pa je korelacija optimalno doseženih rezultatov koncentrične jakosti zunanje rotacije s hitrostjo servisa in metom medicine pokazala dobro povezanost, ki pa je bila za met medicine še celo visoko statistično značilna.

Ugotovili smo tudi visoko statistično značilno povezanost meta medicine s hitrostjo servisa, kar je potrdila tudi regresijska analiza teh dveh spremenljivk.

Nazadnje smo se posvetili še obdelavi spremenljivk ločeno za dekleta in fante. Edine rezultate, ki jih je bilo mogoče logično interpretirati, je ponovno pokazala povezanost meta medicine s hitrostjo servisa, vendar je bila ta povezava statistično značilna le pri fantih. To je ponovno potrdila tudi regresijska analiza, ki je potrdila visoko odvisnost meta medicine in hitrosti servisa pri fantih.

Glede na navedene ugotovitve moramo reči, da posebej za primerjavo izokinetičnih meritev s hitrostjo servisa in metom medicine, ne moremo trditi nobene povezanosti. Mislimo, da bi bilo za bolj zanesljive rezultate, s katerimi bi lahko kaj več dokazali in, ki bi jih lahko posplošili, potrebno pridobiti merjence z boljšimi rezultati maksimalne jakosti notranjih in zunanjih rotatorjev rame. Dobro bi bilo, da bi bilo merjencev večje število, ker je vzorec precej majhen. Zaradi kompleksnosti problema pa za nadaljnje raziskave predlagamo še bolj poglobljeno analizo.

6. VIRI

Baixauli, V. M. (1990). Anatomija človeka. Ljubljana: Mladinska knjiga.

Behnke, R. S. (2006). Kinetic Anatomy, 2nd ed. United States: Human Kinetics.

Burnie, D. (1999). Leksikon človeškega telesa. Ljubljana: Mladinska knjiga.

Elliot, B. (2001). The serve. Coaching & Sport Science Review, 9th year, Issue 24.

Elliot, B., Reid, M., in Crespo, M. (2003). Biomechanics of advanced tennis. London: International tennis federation.

Fastest Men's Tennis Serves. Pridobljeno 02.02.2010, iz <http://www.listafterlist.com/tabid/57/listid/8250/Sports++Recreation/Fastest+Mens+Tennis+Serves.aspx>

Fastest Women's Tennis Serves. Pridobljeno 02.02.2010, iz <http://www.listafterlist.com/tabid/57/listid/8249/Sports++Recreation/Fastest+Womens+Tennis+Serves.aspx>

Filipčič, A. (2000a). Tenis: tehnika in taktika. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Filipčič, A. (2000b). The reliability and validity of motor tests in tennis. Coaching & Sport Science Review, 8th year, Issue 20.

Filipčič, A. (2006). ŠT – Tenis; predavanja, program UNI, VSS. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Haller, C. (2009). Exercise Spotlight – The External Rotation. Pridobljeno 26.01.2010, iz <http://colinhaller.blogspot.com/2009/07/exercise-of-week-external-rotation.html>

Izokinetično testiranje – uvod. Pridobljeno 15.11.2009, iz <http://www.sportsrehabilitation.net/izokinetika1.htm>

Izokinetika – natančno vodena vadba v procesu rehabilitacije. Pridobljeno 15.11.2009, iz <http://www.termecatez.si/si/catez/zdravje/center/izokinetika/>

Jakovljević, M. in Hlebš, S. (2002). Manualno testiranje mišic. Ljubljana: Visoka šola za zdravstvo.

Kondrič, M. in Filipčič, A. (2009). Scientific approach in table tennis and tennis in Slovenia. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Mamassis, G. (2005). Improving Serving Speed in Young Tennis Players. Coaching & Sport Science Review, 13th year, Issue 35.

Medicine Ball Javelin Quadrathlon. Pridobljeno 19.03.2010, iz <http://www.brianmac.co.uk/medballquad.htm>

Mont, M. A., Cohen, D. B., Campbell, K. R. Gravare, K. in Mathur, S. K. (1994). Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players. The american journal of sports medicine, Vol. 22, No. 4.

Pezarat Correia, P. in Veloso, A. (1998). Neuromuscular patterns in the serve. Coaching & Sport Science Review, 6th year, Issue 16.

Serve (tennis). Pridobljeno 02.02.2010, iz
<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/tennis+serve>

Signorile, J. F., Sandler, D. J., Smith, W. N. in Stoutenbergm M. (2005). Correlation analyses and regression modeling between isokinetic testing and on-court performance in competitive adolescent tennis players. Journal of strength and conditioning research, 19(3).

Speed of the Fastest Tennis Ball. Pridobljeno 10.03.2010, iz
<http://hypertextbook.com/facts/2001/TinaCheung.shtml>

Stalker: The world leader in ports speed measurement. Pridobljeno 21.03.2010, iz
http://www.stalkerradar.com/sports_sport.shtml

Tenis. Wikipedija, prosta enciklopedija. Pridobljeno 26.01.2010, iz
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Tenis>

Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G. in Davis, H. (1998). Effects of theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. The american journal of sports medicine, Vol. 26, No. 4.

What is the fastest tennis serve on record? Pridobljeno 02.02.2010, iz
[http://wiki.answers.com/Q/What is the fastest tennis serve on record](http://wiki.answers.com/Q/What_is_the_fastest_tennis_serve_on_record)

Whiting, W. C. in Rugg, S. (2006). Dynatomy: dynamic human anatomy. Champaign: Human Kinetics.