

DEFINISANI INTENZITET SILE STISKA ŠAKE – RAZLIKE I VARIJABILITET GREŠAKA KOD ZDRAVIH ODRASLIH OSOBA¹

Marija TRAJKOV^{*2}, Milivoj DOPSAJ^{**},
Fadilj EMINOVIĆ^{***}, Nemanja ČOPIĆ^{****}

^{*}Visoka zdravstvena škola strukovnih studija u Beogradu

^{**}Univerzitet u Beogradu – Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja

^{***}Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu
edukaciju i rehabilitaciju

^{****}Fakultet za sport Univerzitet „Union-Nikola Tesla“ Beograd

Procena intenziteta sile stiska šake se primenjuje u različitim oblastima istraživačke delatnosti. Uglavnom istraživači ispituju maksimalan intenzitet sile stiska šake, dok se ispitaniku ređe zadaje da ostvari definisan intenzitet sile bez vizuelnih povratnih informacija. Cilj rada je da se utvrde razlike u ispoljavanju varijabiliteta tj. grešaka u postizanju definisanog intenziteta sile stiska šake bez prisustva vizuelnih povratnih informacija kod zdravih odraslih osoba oba pola. Za potrebe istraživanja primenjen je standardizovani test – Stisak šake. U istraživanju je učestvovalo 40 ispitanika, 19 ženskog i 21 muškog pola, prosečne starosti 37 godina. Za utvrđivanje razlika u ispoljavanju greške u intenzitetu sile stiska šake unutar i između posmatranih grupa ispitanika korišćena je ANOVA i t-test. Statistički

1 Rad je deo projekta „Efekti primenjene fizičke aktivnosti na lokomotorni, metabolički, psiho-socijalni i vaspitni status populacije Republike Srbije“ broj III47015, a koji se finansira od strane Ministarstva prosvete i nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije – Ciklus naučnih projekata 2011-2015.

2 E-mail: marijatstankovic@gmail.com

značajna razlika ispoljavanja grešaka unutar grupe ispitanika muškog pola se javila na definisanom intenzitetu 10% od maksimalne sile stiska, dok se unutar grupe ispitanika ženskog pola javila na 90% od maksimalne sile. Između grupa tj. polova statistički značajna razlika u ispoljavanju grešaka se javila na definisanom intenzitetu 90% od maksimalne sile leve ruke. Ispitanici oba pola su više grešili u odnosu na manji definisan intenzitet, dok su na submaksimalnim intenzitetima greške bile statistički značajno manje. Generalno, muški ispitanici su bili precizniji u odnosu na žene. Uočena je i statistički značajna razlika u ostvarenom maksimalnom intenzitetu obe šake između muškaraca i žena. Dobijeni rezultati se mogu koristiti kao indikator za dalja istraživanja u specijalnoj edukaciji i rehabilitaciji, kao i u medicinskoj i profesionalnoj rehabilitaciji.

Ključne reči: stisak šake, ispoljavanje grešaka, definisan intenzitet sile, vizuelne povratne informacije

UVOD

Složena anatomska i funkcionalna struktura šake je uglavnom usmerena na hvatanje kao dominantnu motoričku funkciju ruke. U aktivnostima svakodnevnog života bilo koje osobe, hvatanje je motorička radnja koja se može kontinuirano posmatrati (Fernandes et al., 2014). Svakodnevne aktivnosti zahtevaju pokret hvatanja, te je razumljivo da se veliki broj istraživanja bavio identifikacijom različitih biomehaničkih aspekata sile stiska šake (Nicolay & Walker, 2005). Pored toga, analiza stiska šake je važna stavka i u funkcionalnoj evaluaciji ruke. Sila stiska šake se najčešće definiše kao fiziološka varijabla na koju utiču brojni faktori, između ostalog pol, uzrast, veličina tela, fizička pripremljenost i drugo (Dopsaj i sar., 2009a; Dopsaj i sar., 2009b). Sila stiska šake je ishod efektivnog pre-gibanja zglobova svih prstiju uz voljno maksimalno naprezanje koje osoba može da primeni u normalnim biokinetičkim uslovima.

Procena intenziteta sile stiska šake se primenjuje u različitim oblastima istraživačke delatnosti. U oblasti hirurgije ova metoda se koristi kao mogućnost da se predvide postoperativne komplikacije (Klidjian et al., 1980), u oblasti epidemiologije i gerontologije se koristi u proučavanju efekata starenja

u ljudskoj populaciji (Kerr et al., 2006; Rantanen et al., 1999), dok se u oblasti auksologije ova metoda koristi za proučavanje razvoja dece (Sartorio et al., 2002). Kada je reč o istraživanjima u različitim sportskim disciplinama, ova metoda se primenjuje kako kod rekreativaca, tako i kod vrhunskih sportista (Dopsaj i sar., 2009a; Ivanovic et al., 2009). Takođe, metoda je dobar pokazatelj zdravstvenih parametara kod odraslih osoba, kao što je gustina koštane mase (Foo et al., 2007) ili gubitak proteina (Windsor & Hill, 1988). Merenje intenziteta sile stiska šake može da omogući uvid u meru agresivnosti i socijalne konkurencije među adolescentima (Gallup et al., 2010). U oblasti rehabilitacije, ispitivanje karakteristika stiska šake se često primenjuje u proceni stepena oštećenja, odnosno povrede šake, koristi se u evaluaciji i komparaciji tretmana, služi da se dokumentuju napredak i oporavak, kao i da se prikupe povratne informacije tokom procesa rehabilitacije. Pored toga, evaluacija intenziteta sile stiska šake je neophodna kada je potrebno da se prikupe informacije koje se odnose na kapacitet rada, što pripada oblasti ergonomije.

Bez obzira u kojoj se naučnoj istraživačkoj oblasti primenjuje, procena intenziteta sile stiska šake je mera koja se jednostavno utvrđuje, a koja ukazuje na fizičko zdravlje i mišićnu funkciju (Gallup et al., 2007). Tačnije, stisak šake može da se kvantifikuje merenjem postignutog intenziteta izometrijske sile koju ruka generiše na dinamometru. Ovakvo merenje je pouzdano čak i kada ga sprovode različiti istraživači s obzirom da se koriste standardizovana metoda i kalibrisana oprema (Mathiowetz, 2002) ili kada se koriste različite vrste dinamometara. Uspostavljanje velike baze podataka sa referentnim vrednostima kod zdrave populacije u svim uzrasnim kategorijama može da bude od koristi za dalje tumačenje i komparaciju sa osobama različitog funkcionalnog i zdravstvenog stanja, kao i kod osoba sa različitim stepenima motoričkog oštećenja ili nekih drugih poremećaja (Dopsaj i sar., 2011).

Veliki broj studija se bavio ispitivanjem maksimalnog intenziteta sile stiska šake. Dobijeni podaci su uglavnom podeľjeni u nekoliko podgrupa i to u odnosu na uzrast, u odnosu na

pol kao i u odnosu na dominantnu i nedominatnu ruku. Jedan broj istraživača je ispitivao varijaciju sile stiska šake prema određenim antropometrijskim karakteristikama, kao što su telesna visina, telesna težina i indeks telesne mase (Fernandes et al., 2014). Drugi istraživači su dovodili u vezu maksimalnu silu stiska šake sa položajem zglobova ruke. Tako su, na primer, Katel i saradnici (Kattel al., 1996) ispitivali koja je maksimalna sila stiska šake u različitim položajima ramena, lakta i šake i došli do zaključka da ugao ramena i lakta ima značajnu ulogu na intenzitet sile stiska šake. Halbek i MekMalin (Hallbeck & McMullin, 1993) su merili maksimalnu silu stiska šake u različitim položajima ručnog zgloba i došli do zaključka da do opadanja maksimalne sile stiska šake dolazi kada se ugao ručnog zgloba povećava.

Analiza stiska šake u odnosu na pol ukazuje na veću silu stiska šake kod muškaraca nego kod žena bez obzira na starost, dok analiza u odnosu na starosnu grupu pokazuje da sila stiska šake kod oba pola dostiže vrhunac u četvrtoj deceniji života, a onda postepeno opada (Massy-Westropp et al., 2011). Dalje, u literaturi se može naći podatak o pravilu da je dominantna ruka za oko 10% jača od nedominatne ruke (Hager-Ross & Rosblad, 2002). Uporediv podatak nalazimo u istraživanju Kljajić i saradnika (2012), prema čijim rezultatima dominantna ruka ispitanika ženskog pola ima za 9,28% veći intenzitet sile u odnosu na nedominantnu ruku, dok je kod ispitanika muškog pola ta razlika manja i iznosi 7,39%.

Analizirajući podatke iz većeg broja istraživanja može se doći do zaključka da ispitivači uglavnom mere maksimalni intenzitet sile stiska šake (MacDougall et al., 1991; Müller et al., 2000). Američko udruženje radnih terapeuta (The American Society of Hand Therapists - ASHT, 1981) je dalo posebne smernice za merenje intenziteta sile stiska šake primenom Jamar dinamometra. Ta procedura je prihvaćena i klinički standardizovana (Fess, 1992). Međutim, u poslednje vreme, ispitivači koriste i novije instrumente za ispitivanje intenziteta stiska šake, uz mogućnost prikaza rezultata digitalno, na monitoru računara (Weinstock-Zlotnick et. al., 2011). Ova nova

tehnologija omogućava vizuelne povratne informacije tokom testiranja, što ranije nije bilo moguće sa Jamar dinamometrom. Važno je napomenuti da studije koje ispituju validnost nove tehnologije u odnosu na Jamar dinamometar ne uključuju korišćenje vizuelnih povratnih informacija. Da bi se izbegao bilo kakav negativni uticaj na rezultat, kliničarima se sugeriše da uklone vizuelnu komponentu prilikom testiranja dok se pozdano ne utvdi uticaj čula vida na intenzitet sile stiska šake.

Mali broj studija se bazira na istraživanju intenziteta sile stiska šake koji je ispitaniku definisan nalogom, u odnosu na sve zone intenziteta koji je manji od maksimalnog. Submaksimalni, veliki, srednji i mali intenzitet su izrazi koji ukazuju da osoba ne treba da koristi maksimalnu silu stiska tokom testiranja, već da koristi u standardizovano određenom procentu manju silu. Retka su istraživanja koja ispituju specifične parametre sile i kontrolu njene manifestacije. Može se spomenuti istraživanje koje je imalo za cilj da proceni varijabilitet kontrole realizacije ostvarenog definisanog intenziteta mišićne sile, ali kod mišića opružaća ruku (Amanović i sar., 2006). Drugim rečima, mali broj istraživanja je imao za cilj da se definisani intenzitet sile stiska šake ostvari po sopstvenom osećaju bez vizuelnih povratnih informacija.

Predmet ovog istraživanja je ispitivanje ispoljavanja varijabiliteta to jest grešaka na definisanom intenzitetu sile stiska šake kod zdravih odraslih osoba oba pola, bez prisustva vizuelnih povratnih informacija.

Cilj istraživanja je da se utvrdi relativna razlika u ispoljavanju grešaka na definisanom submaksimalnom intenzitetu koji iznosi 90% ($F_{90\%}$), zatim na srednjem, koji iznosi 50% ($F_{50\%}$) i na minimalnom koji iznosi 10% ($F_{10\%}$) od maksimalnog intenziteta sile stiska šake. Pored toga, cilj je i da se utvrdi u kom smeru se greška javlja u odnosu na definisan intenzitet, odnosno da li se koristi manja ili veća sila od definisane. Takođe, cilj je da se utvrdi relativna razlika u ispoljavanju greške u odnosu na levu i desnu ruku. Rezultati ovog istraživanja treba da ukažu da li postoji razlika u sposobnostima postizanja definisanog

intenziteta sile kada treba da se primeni: submaksimalni, srednji i minimalni, kao i da li se ispoljavanje greške manifestuje na isti način kod ispitanika muškog i ženskog pola. Tako će se dobiti informacije o sposobnosti i osećaju za primenu određenog intenziteta sile stiska šake kod odraslih zdravih osoba oba pola kao referentne populacije.

METOD ISTRAŽIVANJA

Uzorak

Uzorkom je obuhvaćeno 40 ispitanika i to 19 ispitanika ženskog pola (starosti $35,41 \pm 8,77$ godina, telesne visine – TV = $171,27 \pm 5,14$ cm, telesne mase – TM = $64,62 \pm 11,36$ kg, telesno maseni indeks $21,98 \pm 3,38$ kg/m²) i 21 ispitanik muškog pola (starosti $38,18 \pm 9,77$ godina, telesne visine – TV = $182,13 \pm 6,01$ cm, telesne mase – TM = $88,73 \pm 12,36$ kg, telesno maseni indeks $26,70 \pm 3,15$ kg/m²). Ispitanici se nisu sistematski bavili sportom, bili su upoznati sa uslovima testiranja i dobrovoljno su učestvovali u istraživanju. Istraživanje je realizovano u skladu sa uslovima Helsinške deklaracije, uz odobrenje i saglasnost Etičke komisije Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Beogradu.

Metoda merenja

Intenzitet sile stiska šake je meren metodom izometrijske dinamometrije. Korišćen je standardizovan test – *Stisak šake* (Dopsaj et al., 2007; Dopsaj et al., 2009a; Dopsaj i sar., 2010; Ivanovic et al., 2009). Nakon opisa procedure ispitivanja i samostalnog zagrevanja u trajanju od nekoliko minuta, svaki ispitanik je testiran prvo standardizovanim postupkom (Dopsaj i sar., 2011) kojim je utvrđena vrednost maksimalnog intenziteta sile stiska šake jedne pa druge ruke. Nakon pauze od 2 minuta, ispitanici su imali zadatak da nasumičnim redosledom u odnosu

na šake (leva ili desna) i u odnosu na intenzitet sile stiska (90%, 50% i 10%) naizmenično realizuju zadatak. Pauza između pojedinačnih pokušaja je bila jedan minut, a ispitanik je zadatak realizovao na pripremni znak merioca samo u jednom pokušaju. Ispitanici nisu imali mogućnost da prate intenzitet sile na monitoru tokom izvođenja, već su definisani intenzitet sile ostvarivali po sopstvenom osećaju. Svi ispitanici su prijavili desnu ruku kao dominantnu, odnosno levu ruku kao nedominantnu.

Varijable

Intenzitet sile stiska šake bio je definisan sledećim varijablama:

I. Parametri apsolutnog intenziteta mišićne sile:

1. Maksimalna mišićna sila stiska šake (F_{\max}), desne ruke kod muškaraca ($F_{\max DM}$) i žena ($F_{\max D\check{Z}}$), i leve ruke kod muškaraca ($F_{\max LM}$) i žena ($F_{\max L\check{Z}}$), izražena u dekanjutnima (daN);
2. Mišićna sila stiska šake ostvarene na 90% od maksimuma ($F_{90\%}$), desne ruke kod muškaraca ($F_{90\% DM}$) i žena ($F_{90\% D\check{Z}}$), i leve ruke kod muškaraca ($F_{90\% LM}$) i žena ($F_{90\% L\check{Z}}$), izražena u dekanjutnima (daN);
3. Mišićna sila stiska šake ostvarene na 50% od maksimuma ($F_{50\%}$), desne ruke kod muškaraca ($F_{50\% DM}$) i žena ($F_{50\% D\check{Z}}$), i leve ruke kod muškaraca ($F_{50\% LM}$) i žena ($F_{50\% L\check{Z}}$), izražena u dekanjutnima (daN);
4. Mišićna sila stiska šake ostvarene na 10% od maksimuma ($F_{10\%}$), desne ruke kod muškaraca ($F_{10\% DM}$) i žena ($F_{10\% D\check{Z}}$), i leve ruke kod muškaraca ($F_{10\% LM}$) i žena ($F_{10\% L\check{Z}}$), izražena u dekanjutnima (daN).

II. Razlike između definisanog i ostvarenog intenziteta sile:

1. Razlika između maksimalnog intenziteta sile stiska šake desne ruke kod muškaraca i žena ($F_{\max DM}$ vs $F_{\max D\check{Z}}$) i leve ruke kod muškaraca i žena ($F_{\max LM}$ vs $F_{\max L\check{Z}}$) izražena u procentima (%);

2. Razlika između definisanog i ostvarenog intenziteta sile stiska šake na 90% od maksimuma ($F_{90\%}$), desne ruke kod muškaraca ($\Delta F_{90\%DM}$) i žena ($\Delta F_{90\%D\check{Z}}$), i leve ruke kod muškaraca ($\Delta F_{90\%LM}$) i žena ($\Delta F_{90\%L\check{Z}}$), izražena u procentima (%);
3. Razlika između definisanog i ostvarenog intenziteta sile stiska šake na 50% od maksimuma ($F_{50\%}$), desne ruke kod muškaraca ($\Delta F_{50\%DM}$) i žena ($\Delta F_{50\%D\check{Z}}$), i leve ruke kod muškaraca ($\Delta F_{50\%LM}$) i žena ($\Delta F_{50\%L\check{Z}}$), izražena u procentima (%);
4. Razlika između definisanog i ostvarenog intenziteta sile stiska šake na 10% od maksimuma ($F_{10\%}$), desne ruke kod muškaraca ($\Delta F_{10\%DM}$) i žena ($\Delta F_{10\%D\check{Z}}$), i leve ruke kod muškaraca ($\Delta F_{10\%LM}$) i žena ($\Delta F_{10\%L\check{Z}}$), izražena u procentima (%).

III. Relacije greške između definisanog i ostvarenog intenziteta sile u odnosu na pol:

1. Indeks greške između polova u odnosu na $F_{90\%}$, desne ruke ($\Delta F_{90\%DM}/\Delta F_{90\%D\check{Z}}$) i leve ruke ($\Delta F_{90\%LM}/\Delta F_{90\%L\check{Z}}$);
2. Indeks greške između polova u odnosu na $F_{50\%}$, desne ruke ($\Delta F_{50\%DM}/\Delta F_{50\%D\check{Z}}$) i leve ruke ($\Delta F_{50\%LM}/\Delta F_{50\%L\check{Z}}$);
3. Indeks greške između polova u odnosu na $F_{10\%}$, desne ruke ($\Delta F_{10\%DM}/\Delta F_{10\%D\check{Z}}$) i leve ruke ($\Delta F_{10\%LM}/\Delta F_{10\%L\check{Z}}$).

Statistička obrada podataka

Primenjene su osnovne mere deskriptivne statistike: srednja vrednost (AS), standardna devijacija (SD), raspon, kao i standardna greška merenja izražena u procentima (SGM). Za utvrđivanje razlika između skupova varijabli u funkciji pola i intenziteta definisane sile korišćeni su ANOVA i *t*-test. Sve statističke analize su izvršene uz pomoć softverskog paketa SPSS 19.0, dok je za nivo statističke značajnosti korišćena granica 95% verovatnoće, za vrednost $p < 0,05$.

REZULTATI

U Tabeli 1 su date osnovne deskriptivne statističke mere korišćenih varijabli za sve ispitanike, a potom diferencirano prema polu ispitanika. Rezultati pokazuju da se $F_{\max D\check{Z}}$ desne ruke ispitanika ženskog pola nalazi u rasponu od 22,20 do 50,10 daN, dok se kod ispitanika muškog pola $F_{\max DM}$ taj raspon kreće od 42,40 do 89,00 daN. Za levu ruku raspon $F_{\max L\check{Z}}$ ispitanika ženskog pola je od 22,20 do 44,80 daN, a kod ispitanika muškog pola $F_{\max LM}$ od 42,10 do 80,20 daN. Takođe, prikazane su i razlike između definisanog i ostvarenog intenziteta sile na 90%, 50% i 10% F_{\max} leve i desne ruke. Iz dobijenih rezultata uočavaju se greške na svim definisanim intenzitetima sile stiska šake kod ispitanika oba pola na obe ruke.

Tabela 1 – Osnove deskriptivne mere varijabli ispoljene sile stiska šake

Sila stiska šake	$F_{\max LM}$ (daN)			$F_{\max LZ}$ (daN)			$F_{\max DM}$ (daN)			$F_{\max D\check{Z}}$ (daN)			$\Delta F_{90\%LM}$ (%)			$\Delta F_{90\%LZ}$ (%)			$\Delta F_{50\%LM}$ (%)			$\Delta F_{50\%LZ}$ (%)		
	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U
N	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40
AS	56,09	32,19	44,7	62,06	35,31	49,35	-6,55	9,30	0,98	23,07	30,78	26,73	9,19	5,66	14,29	10,19	7,4	16,12	17,67	13,49	17,56	27,65	25,68	26,68
SD	2,01	1,30	2,26	2,22	1,64	2,55	3,85	3,09	2,78	6,03	5,89	4,22	2,01	1,30	2,26	2,22	1,64	2,55	3,85	3,09	2,78	6,03	5,89	4,22
Min	42,10	22,20	22,20	42,40	22,20	22,20	-37,41	-21,81	-37,41	-33,02	-19,65	-33,02	42,10	22,20	22,20	42,40	22,20	22,20	-37,41	-21,81	-37,41	-33,02	-19,65	-33,02
Max	80,20	44,80	80,20	89,00	50,10	89,00	21,28	37,05	37,05	72,52	71,52	72,52	80,20	44,80	80,20	89,00	50,10	89,00	21,28	37,05	37,05	72,52	71,52	72,52
	$\Delta F_{10\%LM}$ (%)			$\Delta F_{10\%LZ}$ (%)			$\Delta F_{90\%DM}$ (%)			$\Delta F_{90\%D\check{Z}}$ (%)			$\Delta F_{50\%DM}$ (%)			$\Delta F_{50\%D\check{Z}}$ (%)			$\Delta F_{10\%DM}$ (%)			$\Delta F_{10\%D\check{Z}}$ (%)		
	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U	M	Ž	U
N	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40	21	19	40
AS	243,96	279,31	260,75	-8,23	-10,81	-9,45	15,52	25,97	20,48	195,50	290,28	240,52	131,63	175,19	152,87	12,17	13,68	12,81	21,89	27,08	24,74	110,50	188,09	157,76
SD	28,73	40,19	24,17	2,65	3,14	2,02	4,78	6,21	3,91	24,11	43,15	24,94	28,73	40,19	24,17	2,65	3,14	2,02	4,78	6,21	3,91	24,11	43,15	24,94
Min	56,79	-50,31	-50,31	-43,71	-39,52	-43,71	-22,03	-25,50	-25,50	-2,21	-56,11	-56,11	56,79	-50,31	-50,31	-43,71	-39,52	-43,71	-22,03	-25,50	-25,50	-2,21	-56,11	-56,11
Max	565,08	587,66	587,66	7,07	10,28	10,28	66,72	84,50	84,50	438,22	780,00	780,00	565,08	587,66	587,66	7,07	10,28	10,28	66,72	84,50	84,50	438,22	780,00	780,00

Skracenicke: M-muškarci; Ž-žene; U-ukupno; $F_{\max L}$ i $F_{\max D}$ – Maksimalna sila stiska šake leve i desne ruke; $\Delta F_{90\%L}$ i $\Delta F_{90\%D}$ – Relativna razlika ispoljavanja greške na definisanom intenzitetu 90% od maksimalne sile stiska šake leve i desne ruke; $\Delta F_{50\%L}$ i $\Delta F_{50\%D}$ – Relativna razlika ispoljavanja greške na definisanom intenzitetu 50% od maksimalne sile stiska šake leve i desne ruke; $\Delta F_{10\%L}$ i $\Delta F_{10\%D}$ – Relativna razlika ispoljavanja greške na definisanom intenzitetu 10% od maksimalne sile stiska šake leve i desne ruke.

Razlike između ispitanika muškog i ženskog pola u ostvarenim intenzitetima sile F_{\max} leve i desne ruke, kao i razlike u postizanju definisanog intenziteta sile stiska šake obe ruke prikazane su u Tabeli 2. Utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike između ispitanika muškog i ženskog pola u F_{\max} na obe ruke. Takođe, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između ostvarenih rezultata ispitanika muškog i ženskog pola na definisanom intenzitetu od 90% ($F_{90\%}$). Međutim, nije utvrđeno postojanje statistički značajnih razlika između grešaka ispitanika muškog i ženskog pola na ostalim intenzitetima definisane sile stiska šake, što znači da su ispitanici oba pola imali slične greške kada je definisani intenzitet sile bio na 50% i 10% od maksimuma ($F_{50\%}$ i $F_{50\%}$) i to na obe ruke, kao i kod definisanog intenziteta od $F_{90\%}$ kod desne ruke.

Tabela 2 – Razlike između polova u ispoljavanju maksimalnog intenziteta sile stiska šake i ispoljavanju greške u postizanju definisanog intenziteta sile stiska šake

Sila stiska šake	$F_{\max LM}$ vs $F_{\max LZ}$	$F_{\max DM}$ vs $F_{\max DZ}$	$\Delta F_{90\% LM}$ vs $\Delta F_{90\% LZ}$	$\Delta F_{50\% LM}$ vs $\Delta F_{50\% LZ}$	$\Delta F_{10\% LM}$ vs $\Delta F_{10\% LZ}$	$\Delta F_{90\% DM}$ vs $\Delta F_{90\% DZ}$	$\Delta F_{50\% DM}$ vs $\Delta F_{50\% DZ}$	$\Delta F_{10\% DM}$ vs $\Delta F_{10\% DZ}$
Suma kvadrata	5698,32	7139,98	2506,00	592,83	12468,29	66,19	1087,75	89608,97
<i>F</i> (df)	95,56 (1)	90,64 (1)	10,01 (1)	0,83 (1)	0,53 (1)	0,40 (1)	1,82 (1)	3,87 (1)
<i>p</i>	0,000	0,000	0,003	0,368	0,472	0,532	0,186	0,057

Skraćenice: $F_{\max L}$ i $F_{\max D}$ – Maksimalna sila stiska šake leve i desne ruke; $\Delta F_{90\% L}$ i $\Delta F_{90\% D}$ – Relativna razlika ispoljavanja greške na definisanom intenzitetu 90% od maksimalne sile stiska šake leve i desne ruke; $\Delta F_{50\% L}$ i $\Delta F_{50\% D}$ – Relativna razlika ispoljavanja greške na definisanom intenzitetu 50% od maksimalne sile stiska šake leve i desne ruke; $\Delta F_{10\% L}$ i $\Delta F_{10\% D}$ – Relativna razlika ispoljavanja greške na definisanom intenzitetu 10% od maksimalne sile stiska šake leve i desne ruke.

Kod ispitanika muškog pola utvrđene su statistički značajne razlike u ostvarivanju F_{\max} desne šake u odnosu na levu šaku, kao i u ispoljavanju greške kod definisanog intenziteta 10% od maksimuma ($F_{10\%}$) leve šake u odnosu na desnu šaku (Tabela 3).

Tabela 3 – Postignuća ispitanika muškog pola (N=21) na maksimalnom i definisanom intenzitetu sile stiska desne u odnosu na levu šaku

	$F_{\max DM}$ vs $F_{\max LM}$	$\Delta F_{90\% LM}$ vs $\Delta F_{90\% DM}$	$\Delta F_{50\% LM}$ vs $\Delta F_{50\% DM}$	$\Delta F_{10\% LM}$ vs $\Delta F_{10\% DM}$
AS	5,97	1,68	7,54	48,46
SD	5,25	14,81	23,48	100,31
SGM	1,15	3,23	5,12	21,89
<i>t</i> (df)	5,21 (20)	0,52 (20)	1,47 (20)	2,21 (20)
<i>p</i>	0,000	0,608	0,156	0,039

Skraćenice: $F_{\max LM}$ i $F_{\max DM}$ – Maksimalna sila stiska šake leve i desne ruke kod muškaraca; $\Delta F_{90\% LM}$ vs $\Delta F_{90\% DM}$ – Relativna razlika mišićne sile stiska između leve i desne ruke na 90% od maksimalne vrednosti kod muškaraca; $\Delta F_{50\% LM}$ vs $\Delta F_{50\% DM}$ – Relativna razlika mišićne sile stiska između leve i desne ruke na 50% od maksimalne vrednosti kod muškaraca; $\Delta F_{10\% LM}$ vs $\Delta F_{10\% DM}$ – Relativna razlika mišićne sile stiska između leve i desne ruke na 10% od maksimalne vrednosti kod muškaraca.

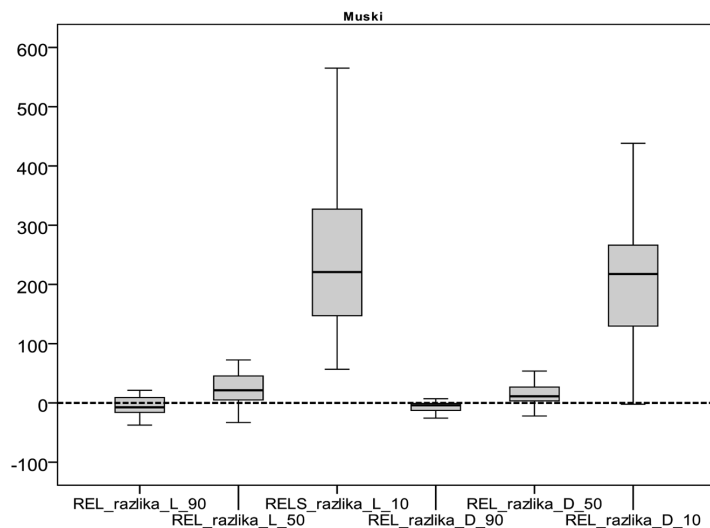
Statistički značajne razlike su utvrđene u ostvarivanju maksimalnog intenziteta sile stiska desne šake u odnosu na levu kod ispitanika ženskog pola. Takođe, utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike u ispoljavanju greške definisanog intenziteta $F_{90\%}$ od maksimuma leve šake u odnosu na desnu (Tabela 4).

Tabela 4 – Postignuća ispitanika ženskog pola (N=19) na maksimalnom i definisanom intenzitetu sile stiska desne u odnosu na levu šaku

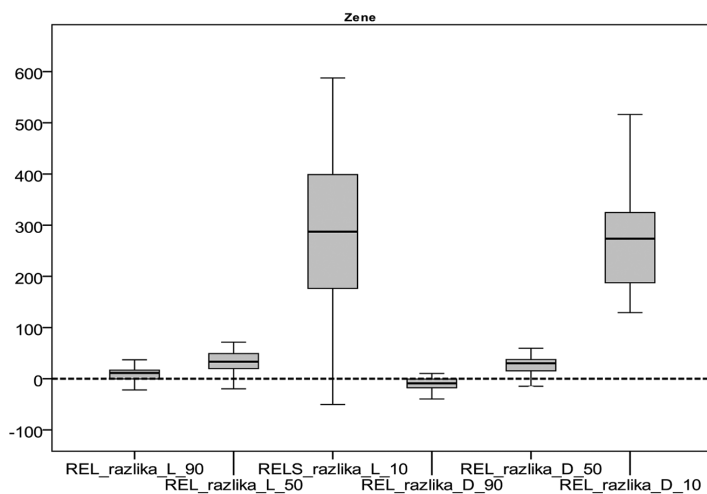
	$F_{\max Dž}$ vs $F_{\max Lž}$	$\Delta F_{90\% Lž}$ vs $\Delta F_{90\% Dž}$	$\Delta F_{50\% Lž}$ vs $\Delta F_{50\% Dž}$	$\Delta F_{10\% Lž}$ vs $\Delta F_{10\% Dž}$
AS	3,12	20,11	4,81	-10,97
SD	3,65	23,22	32,27	189,62
SGM	0,84	5,33	7,40	43,50
<i>t</i> (df)	3,72 (18)	3,775 (18)	0,65 (18)	-0,25 (18)
<i>p</i>	0,002	0,001	0,524	0,804

Skraćenice: $F_{\max Lž}$ i $F_{\max Dž}$ – Maksimalna sila stiska šake leve i desne ruke kod žena; $\Delta F_{90\% Lž}$ vs $\Delta F_{90\% Dž}$ – Relativna razlika mišićne sile stiska između leve i desne ruke na 90% od maksimalne vrednosti kod žena; $\Delta F_{50\% Lž}$ vs $\Delta F_{50\% Dž}$ – Relativna razlika mišićne sile stiska između leve i desne ruke na 50% od maksimalne vrednosti kod žena; $\Delta F_{10\% Lž}$ vs $\Delta F_{10\% Dž}$ – Relativna razlika mišićne sile stiska između leve i desne ruke na 10% od maksimalne vrednosti kod žena.

Na grafikonima 1 i 2 prikazane su relativne vrednosti razlika (izraženo kao greška u procentima) između definisanog i realizovanog intenziteta sile stiska šake na 90%, 50% i 10% od F_{\max} kod muškaraca (grafikon 1) i žena (grafikon 2).



Grafikon 1 – Vrednosti razlika (izraženo kao greška u procentima) između definisanog i realizovanog intenziteta sile stiska šake na 90%, 50% i 10% od F_{max} kod muškaraca



Grafikon 2 – Vrednosti razlika (izraženo kao greška u procentima) između definisanog i realizovanog intenziteta sile stiska šake na 90%, 50% i 10% od F_{max} kod žena

DISKUSIJA

Manipulacija objektima je manuelna veština koja je u svakodnevnom životu često prisutna. Vešta manipulacija objektom nije moguća ako nije razvijena mišićna sila šake koja treba da se prilagodi zahtevima objekta. Ostvarena sila stiska šake varira od minimalne do maksimalne i prilagođava se objektu i radnji koja treba da se izvrši. Brojni mehanizmi učestvuju u kontroli intenziteta sile stiska šake. Ti mehanizmi se uglavnom zasnivaju na vizuelnim i somatosenzornim povratnim informacijama. Prilikom hvatanja objekta vizuelne informacije su ključne za prilagođavanje hvata i sile koja treba da se upotrebi (Cole, 2008). Značaj vizuelnih informacija se smanjuje kada je objekt uhvaćen i podignut s obzirom da postoji razlika u kontroli sile stiska kada postoje vizuelne povratne informacije i kada one nisu prisutne (Nowak, 2004). Nasuprot ovome, somatosenzorne povratne informacije (taktilne i proprioceptivne) su od suštinskog značaja za brzo prilagođavanje sile stiska šake (Hermsdörfer & Nowak, 2009).

U nekoliko studija autori su objavili normativne podatke maksimalnog intenziteta sile stiska šake za različite populacije korišćenjem raznih metoda merenja (Desrosiers et al., 1995; Hager-Ross & Rosblad, 2002). Ako se posmatra maksimalni intenzitet sile stiska šake ispitanika ovog istraživanja i poredi sa ispitanicima iz sličnih istraživanja (Dopsaj i sar., 2011; Kljajić i sar., 2012), uočava se da ispitanici ženskog pola imaju na obe ruke veći intenzitet sile stiska šake. Kod ispitanika muškog pola maksimalna sila stiska leve šake je manja, a desne šake veća od ispitanika pomenutih istraživanja. Međutim, treba uzeti u obzir da su ispitanici ovog istraživanja u proseku za 15 godina stariji. U istraživanju iz 2011. godine (Peters et al., 2011) sila stiska šake u ženskoj populaciji starosti 20–29 godina je za 0,2% manja, a kod muškaraca manja za 0,5% u odnosu na populaciju starosti 30–39 godina. Pored toga, ako se sagledaju ispitivanja populacija približnih godina (od 35 do 39 godina života), može se uvideti da ispitanici muškog pola

ovog istraživanja i desnom i levom rukom ostvaruju veći intenzitet sile stiska šake od ispitanika u drugim istraživanjima (Mohammadian et al., 2014).

Ispoljavanje varijabiliteta, to jest grešaka kod ispitanika u ovom istraživanju manifestuje se u dva smera. Ispitanici su ispoljavali greške tako što su upotrebljavali veću ili manju silu od definisane. Tako su ispitanici muškog pola ispoljavali grešku u smeru primene manje sile na $F_{90\%}$ na obe ruke, dok su u svim ostalim zadacima na obe ruke ispoljavali greške u smeru primene veće sile od definisane. U proseku, muški ispitanici su na definisanom intenzitetu sile od $F_{90\%}$ desnom i levom rukom grešili u smeru ostvarivanja manje sile. Na definisanom intenzitetu sile od $F_{50\%}$ ispitanici su ostvarili veću silu na obe ruke, dok su na definisanom intenzitetu od $F_{10\%}$ ispitanici takođe koristili veću silu, to jest sa obe ruke su upotrebili prosečno dva puta veću silu od definisane (Tabela 1). Sa druge strane, kod ispitanica greške su ispoljene u smeru primene manje sile na $F_{90\%}$ desnom rukom, dok su u svim ostalim zadacima na obe ruke ispoljavali greške u smeru primene veće sile, to jest realizovali su stisak šake veći od definisanog (Tabela 1). Iz ovih rezultata možemo zaključiti da su se greške javljale na definisanim manjim intenzitetima, na obe ruke kod oba pola. Takođe, možemo zaključiti da se većina grešaka na obe ruke i kod oba pola javlja u smeru primene veće sile od definisane.

Generalno, ako se ovi rezultati uporede sa istraživanjem koje je sprovedeno na mišićima opružaća ruku (Amanović i sar., 2006), može se uvideti sličan mehanizam ispoljavanja grešaka. Rezultati njihovog istraživanja pokazuju da ispitanici veće greške ispoljavaju kada treba da primene manju silu ($F_{30\%}$ kao najmanjeg testiranog intenziteta sile), dok su na ostalim ispitivanim intenzitetima ($F_{50\%}$, $F_{70\%}$ i $F_{90\%}$) ispitanici znatno manje grešili. Takođe, Galganski sa saradnicima 1993. godine na osnovu rezultata istraživanja dolazi do zaključka da se i kod starijih osoba greške ispoljavaju na manjim intenzitetima definisane sile (u ispitivanom rasponu od $F_{5\%}$ do $F_{50\%}$). Kontrola finih motornih sposobnosti značajno zavisi od preciznog podešavanja intenziteta mišićne sile, pa je očekivano da prilikom

definisane manje sile ispitanici imaju problem da zadatak precizno realizuju.

S obzirom da je jedna ruka uvek dominantna, javlja se motorna asimetrija ruku. Desna ruka kod zdravih odraslih osoba ima sklonost da bude brža (Elliott et al. 1999), preciznija (Roy et al., 1994) i manje varijabilna (Elliott et al., 1999) od leve ruke. Ispoljavanje greške u postizanju definisanog intenziteta sile stiska šake se može sagledati kroz dva aspekta. Prvi aspekt je sagledavanje varijabiliteta odnosno ispoljavanja greške definisanog intenziteta sile stiska šake unutar grupa. Drugi aspekt sagledavanja je utvrđivanje varijabiliteta grešaka između polova.

Unutar grupe ispitanika muškog pola prva statistički značajna razlika uočava se u odnosu na maksimalan stisak leve i desne ruke (Tabela 3). Dalje, najveća relativna razlika između leve i desne ruke uočava se na definisanom intenzitetu sile $F_{10\%}$. Ispitanici su upotrebili mnogo veću silu levom rukom nego desnom (Tabela 3). Na drugim definisanim intenzitetima ($F_{90\%}$ i $F_{50\%}$) nisu ustanovljene statistički značajne razlike unutar grupe muških ispitanika. Međutim, iz dobijenih podataka može se uvideti da su muški ispitanici na $F_{90\%}$ bili precizniji levom u odnosu na desnu ruku, dok su na definisanom intenzitetu sile od $F_{10\%}$ i $F_{50\%}$ bili precizniji desnom rukom (Tabela 1).

Unutar ženske grupe na definisanom intenzitetu sile od $F_{90\%}$ ispitanice su desnom rukom ostvarile manju silu od definisane, a levom rukom veću. Relativna razlika ispoljavanja greške kod ovih varijabli je utvrđena kao statistički značajna (Tabela 4). Unutar ove grupe, isto kao i kod ispitanika muškog pola, statistički značajna razlika se javila i pri maksimalnom stisku šake ($p=0,002$). Ispitanice su bile preciznije levom rukom na definisanim intenzitetima sila od $F_{90\%}$ i $F_{10\%}$, dok su na $F_{50\%}$ bile preciznije desnom rukom (Tabela 1).

Drugi aspekt ispoljavanja varijabiliteta greške u postizanju definisanog intenziteta sile stiska šake se može sagledati u odnosu na pol ispitanika. Statistički značajna razlika između ispitanika muškog i ženskog pola na definisanom intenzitetu

sile od $F_{90\%}$ leve ruke je potvrđena je na nivou $p=0,003$ (Tabela 2). S obzirom da je na ovom intenzitetu potvrđen drugačiji smer greške u odnosu na pol, jer su muški ispitanici ispoljili grešku u smeru ostvarivanja manje sile, a ispitanice u smeru ostvarivanja veće sile od definisane, relativna razlika utvrđena je kao statistički značajna. Na drugim definisanim intenzitetima ($F_{50\%}$ i $F_{10\%}$) ispitanici oba pola su ispoljili greške u istom smeru, pa stoga nije utvrđena statistički značajna relativna razlika. Muški ispitanici su na obe ruke bili bliži definisanom intenzitetu, precizniji u odnosu na žene. U sličnom istraživanju Kinga i Fineta (2004) žene su bile preciznije u ostvarivanju definisane sile u odnosu na muškarce. I u njihovom istraživanju desna ruka je bila bliža definisanom intenzitetu, posebno kad su bili definisani veći intenziteti.

Distribucije grešaka tj. postignutih odstupanja od definisane vrednosti, u odnosu na pol, u ovom istraživanju su na nivou značajnosti uočene na submaksimalnom intenzitetu. Kada je u pitanju desna ruka i muškarci i žene su ostvarivali manju silu od definisane. Kod leve ruke muškarci su koristili manju, a žene veću silu, ali su bili precizniji od žena. Žene su ostvarivale levom rukom veću silu od muškaraca iako je opštepoznato da su muškarci dominantniji u aktivnostima koje zahtevaju snagu. Kada je u pitanju stisak šake, 90% treniranih žena ima silu stiska šake 95% od netreniranih muškaraca (Leyk et al., 2007). Polne razlike u pogledu manuelnih sposobnosti se ogledaju u antropometrijskim parametrima ruke, mišićima koji učestvuju u stisku šake, neuralnoj kontroli mišića, u samoj strukturi mišića, kao i proprioceptiji. Istraživači su dokumentovali i razlike u moždanim strukturama (corpus callosum, koji je odgovoran za komunikaciju između dve hemisfere), koje učestvuju u motornim veštinama (Utamsing, 1982).

Važan faktor motorne kontrole je sposobnost generisanja i korišćenja senzornih informacija. Senzorne informacije imaju bitnu ulogu u svim aspektima kretanja, uključujući prilagođavanja motornih planova na osnovu prethodnog iskustva pokreta i praćenja izvršenog kretanja kroz poređenja i predviđanja (Goble et. al., 2006). Kada se iz motorne akcije isključe

pojedine povratne informacije, ispoljavanje greške u obavljanju motorne radnje je realno očekivana pojava. Prilikom izvođenja motornih akcija koje zahtevaju izometrijsku silu mišića ruke, kada se isključe vizuelne informacije, varijabilnost primenjene sile se povećava kod zdravih mladih osoba (Slifkin et al., 2000). S obzirom da ispitanici ovog istraživanja prilikom izvođenja zadataka nisu imali vizuelne povratne informacije, morali su se osloniti na propriocepciju i prethodno iskustvo. Stoga, ispoljavanje greške u postizanju definisanog intenziteta sile stiska šake obe ruke može se objasniti i nedostatkom vizuelnih povratnih informacija.

ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje imalo je za cilj da utvrdi razlike u ispoljavanju varijabiliteta to jest greške u postizanju definisanog intenziteta ispoljene sile stiska šake bez prisustva vizuelnih povratnih informacija kod zdravih odraslih osoba oba pola. Rezultati istraživanja su pokazali da su se greške javile na svim definisanim intenzitetima sile na obe ruke kod oba pola. Statistički značajne razlike potvrđene su na maksimalnom intenzitetu sile stiska šake između polova ($p=0,000$). Jedina statistički značajna razlika nivoa greške ostvarene sile između polova utvrđena je na definisanom submaksimalnom intenzitetu sile od 90% na levoj ruci ($p=0,003$). Unutar grupe ispitanika muškog pola statistički značajna relativna razlika je potvrđena na definisanom intenzitetu sile od $F_{10\%}$ ($p=0,039$), a unutar ženske grupe na $F_{90\%}$ ($p=0,001$).

Na osnovu dobijenih podataka o nivou ispoljenih grešaka preciznosti stiska šake u okviru različitih intenziteta (90%, 50% i 10% od F_{\max}) možemo zaključiti da i žene i muškarci više greše desnom rukom na definisanom submaksimalnom intenzitetu $F_{90\%}$. Kod žena, u odnosu na desnu ruku utvrđeno je i ispoljavanje greške na definisanom intenzitetu od $F_{10\%}$, što znači da su žene bile preciznije desnom rukom samo na definisanim srednjim intenzitetima ($F_{50\%}$). Kod muškaraca, desna

ruka je bila preciznija na definisanim srednjim i malim intenzitetima ($F_{50\%}$ i $F_{10\%}$). Generalno, muški ispitanici su manje grešili od žena na svim definisanim intenzitetima. Varijabilnost to jest ispoljavanje grešaka je bilo učestalije u smeru ostvarivanja veće sile, a ispitanici oba pola su pravili greške na definisanim manjim intenzitetima.

LITERATURA

1. Amanović, Đ., Milošević, M., Mudrić, R., Dopsaj, M., & Perić, D. (2006). Modelling variability of the assigned force of level during isometric contractions of the arms extensor muscles at untrained males. *Facta Universitatis Series: Physical Education and Sport*, 4(1), 35-48.
2. Cole, K. J. (2008). Lifting a familiar object: visual size analysis, not memory for object weight, scales lift force. *Experimental Brain Research*, 188(4), 551-557.
3. Desrosiers, J., Bravo, G., Hebert, R., & Dutil, E. (1995). Normative data for grip strength of elderly men and women. *The American Journal of Occupational Therapy*, 49(7), 637-644.
4. Dopsaj, M., Blagojević, M., Marinković, B., Miljuš, D., Vučković, G., Koropanovski, N., & Janković, R. (2010). *Modelne karakteristike osnovnih antropometrijskih pokazatelja i bazično-motoričkih sposobnosti (BMS) zdravih i treniranih mladih osoba oba pola – populacioni pokazatelji Republike Srbije*. Beograd: Kriminalističko-policijska akademija.
5. Dopsaj, M., Ivanović, J., Blagojević, M., Koropanovski, N., Vučković, G., Janković, R., & Miljuš, D. (2009a). Basic and specific characteristics of the hand grip explosive force and time parameters in different strength trained population. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 3(2), 177-193.
6. Dopsaj, M., Ivanović, J., Blagojević, M., & Vučković, G. (2009b). Descriptive, functional and sexual dimorphism of explosive isometric hand grip force in healthy university students in Serbia. *FACTA UNIVERSITATIS: Series Physical Education and Sport*, 7(2), 125-139.

7. Dopsaj, M., Koropanovski, N., Vučković, G., Blagojević, M., Marinković, B., & Miljuš, D. (2007). Maximal isometric hand grip force in well-trained university students in Serbia: Descriptive, functional and sexual dimorphic model. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 1(4), 139-147.
8. Dopsaj, M., Kljajić, D., Eminović, F., Koropanovski, N., Dimitrijević, R., & Stojković, I. (2011). Modelni pokazatelji karakteristika mišićne sile kod mladih i zdravih osoba pri motoričkom zadatku – stisak šake: pilot istraživanje. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 10(1), 15-36.
9. Elliott, D., Heath, M., Binsted, G., Ricker, K. L., Roy, E. A., & Chua, R. (1999). Goal-directed aiming: correcting a force-specification error with the right and left hands. *Journal of Motor Behavior*, 3(4), 309-324.
10. Fernandes, A. A., Natali, A. J., Vieira, B. C., Neves do Valle, M. A. A., Moreira, D. G., Massy-Westropp, N., & Marins, B. (2014). The relationship between hand grip strength and anthropometric parameters in men. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(3), 160-164.
11. Fess, E. E. (1992). Grip strength. In: J. S. Casanova (Ed.), *Clinical Assessment Recommendations*, 2nd ed. (pp. 41-45). Chicago, IL: American Society of Hand Therapists.
12. Foo, L. H., Zhang, Q., Zhu, K., Ma, G., Greenfield, H., & Fraser, D. R. (2007). Influence of body composition, muscle strength, diet and physical activity on total body and forearm mass in Chinese adolescent girls. *The British Journal of Nutrition*, 98(6), 1281-1287.
13. Galganski, M. E., Fuglevand, A. J., & Enoka, R. M. (1993). Reduced control of motor output in a human hand muscle of elderly subjects during submaximal contractions. *Journal of Neurophysiology*, 69(6), 2108-2115.
14. Gallup, A. C., White, D. D., & Gallup, G. G. (2007). Handgrip strength predicts sexual behavior, body morphology, and aggression in male college students. *Evolution and Human Behavior*, 28(6), 423-429.
15. Gallup, A., O'Brien, D., White, D., & Wilson, D. (2010). Handgrip strength and socially dominant behavior in male adolescents. *Evolutionary Psychology*, 8(2), 229-243.

16. Goble, D., Lewis, A. C., & Brown, S. H. (2006). Upper limb asymmetries in the utilization of proprioceptive feedback. *Experimental Brain Research*, 168(1-2), 307-311.
17. Hager-Ros, C., & Rosblad, B. (2002). Norms for grip strength in children aged 4–16 years. *Acta Paediatrica*, 91(6), 617-625.
18. Hallbeck, M. S., & McMullin, D. L. (1993). Maximal power grasp and throw-jaw chuck pinch force as a function of wrist position, age, and glove type. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 11(3), 195-206.
19. Hermsdörfer, J., & Nowak, D. A. (2009). Disorders of the somatosensory system. In D. A. Nowak & J. Hermsdörfer (Eds.) *Sensorimotor Control of Grasping: Physiology and Pathophysiology* (pp. 269-284). Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
20. Ivanovic, J., Koropanovski, N., Vuckovic, G., Jankovic, R., Miljus, D., Marinkovic, B., & Dopsaj, M. (2009). Functional dimorphism and characteristics considering maximal hand grip force in top level athletes in the Republic of Serbia. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, 168(5), 297-310.
21. Kattel, B. P., Fredericks, T. K., Fernandez, J. E., & Lee, D. C. (1996). The effect of upper-extremity posture on maximum grip strength. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(5-6), 423-429.
22. Kerr, A., Syddall, H. E., Cooper, C., Turner, G. F., Briggs, R. S., & Sayer, A. A. (2006). Does admission grip strength predict length of stay in hospitalized older patients? *Age and Ageing*, 35(1), 82-84.
23. King, P. M., & Finet, M. (2004). Determining the accuracy of the psychophysical approach to grip force measurement. *Journal of Hand Therapy*, 17(4), 412-416.
24. Klidjian, A. M., Foster, K. J., Kammerling, R. M., Cooper, A., Karran, S. J. (1980). Relation of anthropometric and dynamometric variables to serious postoperative complications. *British Medical Journal*, 281(6245), 899-901.
25. Kljajić, D., Eminović, F., Trgovčević, S., Dimitrijević, R., & Dopsaj, M. (2012). Funkcionalni odnos nedominantne i dominantne ruke pri motoričkom zadatku – izdržljivost u sili stiska šake. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 11(1), 67-85.

26. Leyk, D., Gorges, W., Ridder, D., Wunderlich, M., Rütther, T., Sievert, A., & Essfeld, D. (2007). Hand-grip strength of young men, women and highly trained female athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 99(4), 415-421.
27. MacDougall, D., Wenger, H., & Green, H. (1991). *Physiological testing of the high performance athlete* (2nd Ed.). Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics Books.
28. Massy-Westropp, N. M., Gill, T. K., Taylor, A. W., Bohannon, R. W., & Hill, C. L. (2011). Hand Grip Strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BMC Research Notes*, 14, 127.
29. Mathiowetz, M. (2002). Comparison of Rolyan and Jamar dynamometers for measuring grip strength. *Occupational Therapy International*, 9(3), 201-209.
30. Mohammadian, M., Choobineh, A., Haghdoost, A., & Hasheminejad, N. (2014). Normative data of grip and pinch strengths in healthy adults of Iranian population. *Iranian Journal of Public Health*, 43(8), 1113-1122.
31. Müller, E., Benko, U., Raschner, C., & Schwameder, H. (2000). Specific fitness training and testing in competitive sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 216-220.
32. Nicolay, C. W., & Walker, A. L. (2005). Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(7), 605-618.
33. Nowak, D. A. (2004). Different modes of grip force control: voluntary and externally guided arm movements with a handheld object. *Clinical Neurophysiology*, 115(4), 838-848.
34. Peters, M. J., van Nes, S. I., Vanhoutte, E. K., Bakkers, M., van Doorn, P. A., Merkies, I. S., & Faber, C. G. (2011). Revised normative values for grip strength with the Jamar dynamometer. *Journal of the Peripheral Nervous System*, 16(1), 47-50.
35. Rantanen, T., Guralnik, J. M., Foley, D., Masaki, K., Leveille, S., Curb, J. D., & White, L. (1999). Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *Journal of the American Medical Association*, 281(6), 558-560.

36. Roy, E. A., Kalbfleisch, L., & Elliott, D. (1994). Kinematic analyses of manual asymmetries in visual aiming movements. *Brain Cognition*, 24(2), 289-295.
37. Sartorio, A., Lafortuna, C. L., Pogliaghi, S., & Trecate, L. (2002). The impact of gender, body dimension and body composition on hand-grip strength in healthy children. *Journal of Endocrinological Investigation*, 25(5), 431-435.
38. Slifkin, A. B., Vaillancourt, D. E., & Newell, K. M. (2000). Intermittency in the control of continuous force production. *Journal of Neurophysiology*, 84(4), 1708-1718.
39. Utamsing, C., & Holloway, R. L. (1982). Sexual dimorphism in human corpus callosum. *Science*, 216(4553), 1431-1432.
40. Weinstock-Zlotnick, G., Bear-Lehman, J., & Yu, T. Y. (2011). A test case: does the availability of visual feedback impact grip strength scores when using a digital dynamometer? *Journal of Hand Therapy*, 24(3), 266-275.
41. Windsor, J. A., Hill, G. L. (1988). Grip strength: A measure of the proportional protein loss in surgical patients. *British Journal of Surgery*, 75(9), 880-882.
42. World Medical Organization (1996). Declaration of Helsinki. *British Medical Journal*, 313(7070), 1448-1449.

DEFINED HANGRIP FORCE / DIFFERENCES AND ERROR VARIABILITY IN HEALTHY ADULTS

Marija Trajkov*, Milivoj Dopsaj**, Fadilj Eminović***, Nemanja Ćopić****

**High School of Health Professional Studies*

***University of Belgrade – Faculty of Sport and Physical Education*

****University of Belgrade – Faculty of Special Education and Rehabilitation*

*****University „Union-Nikola Tesla“ – Faculty of Sport, Beograd*

Summary

Assessment of the intensity of hand grip force is applied in different areas of research activities. Generally researchers test the maximum intensity of the hand grip force, while the respondents are less frequently asked to achieve the defined intensity of force without visual feedback.

This study aims to determine the differences in error variabilities in achieving the defined hand grip force, without the visual feedback, in healthy adults of both sexes. A standardized test- the handgrip test was used for the purpose of this study.

Forty participants took part in this study, 19 women and 21 men, with the median age of 37. ANOVA and t-test were used in order to determine the differences in the manifestation of errors of hand grip force, within and between the subject groups.

A statistically significant difference in the manifestation of errors within the group of male subjects appeared at 10% of the maximum grip force, whereas the female group demonstrated it at 90% of the maximum force. Between both groups, a significant difference in the manifestation of errors manifested at 90% of the maximum force of the left nondominant hand. Subjects of both sexes have erred at lower defined levels of force, while at submaximal levels, errors decreased significantly. In general, male subjects were more accurate than female. Moreover, there was a statistically significant difference in the attainment of maximum force in both hands between men and women.

The results can be used as an indicator for further research in special education and rehabilitation, as well as in medical and vocational rehabilitation.

Keywords: hand grip, error manifestation, defined level of force, visual feedback

Primljeno: 14.06.2015.

Prihvaćeno: 01.12.2015.