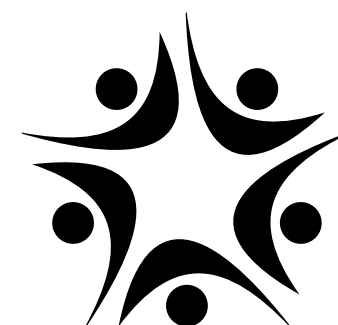


СПОРТ И БИЗНИС

Научни часопис

Број 4.



ФАКУЛТЕТ ЗА СПОРТ
БЕОГРАД

Београд
април, 2018.

ПОЛНИ ДИМОРФИЗАМ ОПШТИХ КАРАКТЕРИСТИКА ИЗОМЕТРИЈСКЕ F-T КРИВЕ
МИШИЋА ЕКСТЕНЗОРА НОГУ ВРХУНСКИХ ОДБОЈКАША СРБИЈЕ

GENDER DIMORPHISM OF BASIC INDICATORS OF LEG EXTENSORS F-T CURVE
REGARDING TOP LEVEL VOLLEYBALL IN SERBIA

ЈЕЛЕНА ИВАНОВИЋ
Универзитет „Унион – Никола Тесла“, Факултет за спорт, Београд,
Завод за спорт и медицину спорта Републике Србије, Београд, jelena.ivanovic@fzs.edu.rs

АЦО ГАЈЕВИЋ
Универзитет „Унион – Никола Тесла“, Факултет за спорт, Београд

НЕМАЊА ЋОПИЋ
Универзитет „Унион – Никола Тесла“, Факултет за спорт, Београд

Сажетак: Циљ рада је дефинисање општих карактеристика изометријске F-t криве мишића екстензора ногу врхунских одбојкаша Србије у односу на пол. Тестирано је 39 испитаника, распоређених у 2 субузорке према полу: врхунско тренирани одбојкаши и одбојкашице (EliteMALE, N=19; EliteFEMALE, N=20). За процену експлозивне изометријске силе екстензора ногу коришћена је стандардизована опрема, тензиометријска сонда и стандардизован тест у седећој позицији. Резултати свих испитиваних апсолутних и релативних индикатора за процену изометријске силе екстензора ногу показују да су веће, тј. боље вредности измерене код испитаника мушког пола и то на нивоу Wilks Lambda 0.055, F=23.803, p=0.000. Такође, утврђено је постојање статистички значајних разлика за испитиване контрактилне суб просторе у односу на посматране субузорке и то: код FmaxLEGEXTISO F=44.251, p=0.000; код FallomLEGEXTISO F=16.077, p=0.000; код tFmaxLEGEXTISO F=23.731, p=0.000; код RFDallomLEGEXTISO F=67.297, p=0.000; код RFDBASICLEGEXTISO F=73.121, p=0.000; код IndexSNGBASIC F=24.989, p=0.000. Највеће разлике код посматраних карактеристика изометријске F-t криве мишића екстензора ногу измерене су код опште експлозивне силе опружача ногу RFDBASICLEGEXTISO (238.88%), док су најмање разлике забележене код FallomLEGEXTISO (30.98%).

Кључне речи: Одбојка, изометријска сила, полни диморфизам, опружачи ногу

Abstract: The aim of this paper was to define gender dimorphism and model of basic indicators for evaluating leg extensors force-time characteristics, in top level volleyball players. Thirty-nine top level volleyball players of both genders (EliteMALE, N=19; EliteFEMALE, N=20) performed a standardized “isometric leg press” test in order to assess the characteristics of isometric force from their leg extensors. The results of all observed absolute and relative indicators for the estimation of the isometric force of the leg extensor indicate that they are beter values measured in male volleyball players at the level of Wilks Lambda 0.055, F=23.803, p=0.000. Also, it was founded that there are statistically significant differences in the examination of the contractile sub-space in relation to the subjects: FmaxLEGEXTISO F=44.251, p=0.000; FallomLEGEXTISO F=16.077, p=0.000; tFmaxLEGEXTISO F=23.731, p=0.000; RFDallomLEGEXTISO F=67.297, p=0.000; RFDBASICLEGEXTISO F=73.121, p=0.000; IndexSNGBASIC F=24.989, p=0.000. The greatest differences in the observed characteristics of the isometric F-t curve of leg extensors were measured in RFDBASICLEGEXTISO (238.88%), while the smallest differences were observed in FallomLEGEXTISO (30.98%).

Keywords: Volleyball, Isometric Force, Gender Dimorphism, Leg Exstensors

1. УВОД¹

Техничко-тактички захтеви у одбојци укључују честе промене правца у фронталној и латералној равни, бројне високе и дуге скокове као и скокове карактеристичне за одбојку [1]. Учешће мишића екстензора ногу је од изузетног значаја код спортова у којима су најчешћи елементи различите врсте скокова. Ове карактеристике захтевају адекватну припремљеност и високе перформансе у односу на спортску технику, тактику и

базичну и специфичну физичку припрему с обзиром да постоји неколико скакачких техника у одбојци. Од параметара максималне и експлозивне изометријске силе три екстензорске групе у зглобовима ногу, највећи утицај на висину природног одскока имају оба параметра екстензора у зглобу колена. Без обзира која врста скокова се изводи током игре, учешће мишића екстензора ногу је 56% [2]. У циљу дефинисања полног диморфизма општих карактеристика Ф-т криве мишића екстензора ногу врхунских одбојкаша Србије посматрано је 6 варијабли који покривају простор максималне силе (анализиране са аспекта апсолутних и

¹ Рад је излаган на Конференцији „Спорт, здравље, животна средина“, 24.11.2017. у Београду

релативних вредности), експлозивности (анализиране са аспекта апсолутних, релативизованих (индексних) и релативних (алометријских) вредности) и времена потребног за достизање максималне силе.

2. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Узорак испитаника

Узорак испитаника чинило је укупно 39 одбојкаша распоређених у 2 групе према полу: врхунско тренирани одбојкаши (Мушкарци, N=19) и врхунско трениране одбојкашице (Жене, N=20). Основни антропо-морфолошки показатељи тестираног узорка су били: $TB_{\text{ЖЕНЕ}} = 184.65 \pm 7.00$ cm, $TM_{\text{ЖЕНЕ}} = 70.65 \pm 6.15$ kg, $ITM_{\text{ЖЕНЕ}} = 20.70 \pm 0.92$, $Узраст_{\text{ЖЕНЕ}} = 22.92 \pm 3.73$ година, $Спортска_{\text{ЖЕНЕ}} = 11.42 \pm 3.70$ година; $TB_{\text{МУШКАРЦИ}} = 199.21 \pm 4.94$ cm, $TM_{\text{МУШКАРЦИ}} = 91.05 \pm 6.95$ kg, $ITM_{\text{МУШКАРЦИ}} = 22.94 \pm 1.56$, $Узраст_{\text{МУШКАРЦИ}} = 22.58 \pm 2.97$ година, $Спортска_{\text{МУШКАРЦИ}} = 10.71 \pm 2.80$ година. Сви тестови су реализовани у Лабораторији за процену моторичких способности у Заводу за спорт и медицину спорта Републике Србије, применом исте стандардизоване процедуре, као и помоћу исте опреме.

2.2. Варијабле

Изометријске Ф-т карактеристике екстензора ногу врхунских одбојкаша оба пола описане су са 6 варијабли које се могу систематизовати у три повезане тематске целине које покривају простор:

- нивоа силе анализиране са аспекта *апсолутних вредности*:
 - максимална F_{max} у N,
- релативних вредности*:
 - применом алометријске методе у $N/BM^{0.667}$ [3-5,7]:

$$F_{\text{allom}} = F_{\text{max}} / BM^{0.667}$$

Где: F_{allom} представља релативну вредност максималне изометријске силе опружача ногу после алометријске парцијализације, у индексним вредностима ($N/BM^{0.667}$); F_{max} је максимална изометријска сила опружача ногу, у N; BM телесна маса, у kg.

- експлозивности анализиране са аспекта *апсолутних вредности*:
 - Општа експлозивна сила опружача ногу као показатељ општег или базичног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности, добијена је на основу следеће процедуре [5-7]:

$$RFD_{\text{BASIC}} = (F_{\text{max}} / tF_{\text{max}}) \cdot 1000$$

Где: F_{max} представља максималну вредност достигнуте изометријске силе опружача ногу, док tF_{max} представља време у ms потребно да се достигне, изражено у $N \cdot s$.

релативизованих (индексних) вредности:

- Општи Индекс синергије, као критеријум за процену релације нивоа развијености експлозивне и максималне силе [5-7]:

$$IndexSNG_{\text{BASIC}} = RFD_{\text{BASIC}} / F_{\text{max}}$$

Где: RFD_{BASIC} представља вредност општег индикатора експлозивне сила опружача ногу, док F_{max} представља вредност максималне изометријске силе опружача

ногу, изражено у индексним вредностима.

релативних (алометријских) вредности:

- Релативне вредности опште експлозивне силе опружача ногу мерене алометријском методом – RFD_{allom} , $N \cdot s / BM^{0.667}$ добијена на основу следеће процедуре [3-5,7]:

$$RFD_{\text{allom}} = RFD_{\text{BASIC}} / BM^{0.667}$$

Где: RFD_{allom} представља релативну вредност опште експлозивности опружача ногу релативизоване алометријском методом, у индексним вредностима ($N \cdot s / BM^{0.667}$); RFD_{BASIC} је општа експлозивна сила опружача ногу у $N \cdot s$; BM је телесна маса, у kg.

- временских параметара:

време потребно за достизање максималне силе - tF_{max} .

2.3. Поступак мерења

За процену контрактилних карактеристика изометријске мишићне силе опружача ногу (билатерално) коришћена је стандардизована опрема, справа металне конструкције где је сила мерена у седећем положају [7]. Тестирање је реализовано коришћењем посебно израђеног хардверско – софтверског система (Институт Никола Тесла, Београд) (Слика 1) [7]. Тензиометријска сонда је била повезана са читачем силе (индикатором силе) повезаним са ПЦ рачунаром (Слика 1) [7].



На основу употребљеног протокола тестирања, испитаници су тестирање реализовали према следећој процедури: сви испитаници су били тестирани после 5 минута индивидуалног загревања, задатак испитаника је био да остваре максималну мишићну силу у што краћем временском периоду у седећем положају (позиција гурања ногама). Тестирање је реализовано у изометријским условима напрезања и при углу надколенице и подколенице од $110-120^\circ$, односно при углу потколенице и стопала од 90° . Испитаник је изводио тестовни покушај непосредно након звучног сигнала мериоца. Сваки испитаник је имао право на четири покушаја између којих

је била пауза од минута. Резултат теста је аутоматски, помоћу коришћене тензиометријске сонде и припадајућег хардверско-софтверског система, бележен у посебну базу података уз могућност прегледа записа F-t криве [7].

2.4. Статистичка обрада података

Од статистичких метода коришћени су, поред дескриптивног статистичког модела, и мултиваријантна

статистичка метода General Linear Model – multivariate procedure [8]. Све статичке методе рађене су помоћу софтверских пакета: Microsoft® Office Excel 2003 и SPSS for Windows, Release 11.5.0 (Copyright © SPSS Inc., 1989-2002).

3. РЕЗУЛТАТИ

Резултати дескриптивне статистике на нивоу целог узорка испитаника у односу на пол приказани су у Табели 1.

Резултати дескриптивне статистике на нивоу целог узорка у односу на пол (Elite, N=39)						
F-t карактеристике	Жене (N=20)			Мушкарци (N=19)		
	Mean±SD	cV%	Min-Max	Mean±SD	cV%	Min-Max
$F_{\text{maxLegExtISO}}$	2631.76±692.57	26.32	1820.26-3910.17	4080.47±666.05	16.32	2262.00-5322.00
$F_{\text{allomLegExtISO}}$	153.98±40.02	25.99	107.02-239.09	201.68±33.83	16.77	117.76-277.06
$RFD_{\text{BASICLegExtISO}}$	2481.47±1083.12	43.65	1170.92-5145.60	8409.12±2895.85	34.44	4108.23-15715.33
$RFD_{\text{allomLegExtISO}}$	143.99±57.42	39.88	67.56-274.46	412.88±134.30	32.53	213.88-743.27
$tF_{\text{maxLegExtISO}}$	1.275±0.649	50.95	0.465-2.429	0.529±0.156	29.67	0.235-0.837
$IndexSNG_{\text{BASIC}}$	1.0292±0.5637	54.77	0.4118-2.1529	2.0838±0.7456	35.78	1.1955-4.2508

Табела 1. Дескриптивна статистика на нивоу целог узорка у односу на пол

Мултиваријантна статистичка анализа је утврдила да код врхунских одбојкаша оба пола постоји генерална статистички значајна разлика свих испитиваних контрактилних карактеристика на нивоу Wilks Lambda 0.248, $F=16.201$, $p=0.000$. На парцијалном нивоу, утврђено је постојање статистички значајних разлика за испитиване контрактилне суб просторе у односу на посматрани суб узорак у односу на пол и то: код F_{max} $F=44.251$, $p=0.000$; код F_{allom} $F=16.077$, $p=0.000$; код tF_{max} $F=23.731$, $p=0.000$; код RFD_{allom} $F=67.297$, $p=0.000$; код RFD_{BASIC} $F=73.121$, $p=0.000$; код $IndexSNG_{\text{BASIC}}$ $F=24.989$, $p=0.000$.

У Табели 2. приказане су апсолутне и релативне разлике посматраних F-t карактеристика врхунских одбојкаша у односу на пол.

Парцијалне разлике између посматраних варијабли врхунских одбојкаша у односу на пол					
F-t карактеристике	(И) субузорак	(Ј) субузорак	Апсолутне разлике	Релативне разлике %	Значајност
$F_{\text{maxLegExtISO}}$	Мушкарци	Жене	1448.71*	55.05	0.000
$F_{\text{allomLegExtISO}}$	Мушкарци	Жене	47.70*	30.98	0.000
$RFD_{\text{BASICLegExtISO}}$	Мушкарци	Жене	5927.65*	238.88	0.000
$RFD_{\text{allomLegExtISO}}$	Мушкарци	Жене	268.89*	186.74	0.000
$tF_{\text{maxLegExtISO}}$	Мушкарци	Жене	-0.746*	-58.51	0.000
$IndexSNG_{\text{BASIC}}$	Мушкарци	Жене	1.0546*	102.47	0.000

Табела 2. Парцијалне разлике посматраних F-t карактеристика врхунских одбојкаша у односу на пол испитаника

4. ДИСКУСИЈА

Резултати свих испитиваних како апсолутних тако и релативних контрактилних карактеристика за процену изометријске силе екстензора ногу показују да су веће тј. боље вредности измерене код испитаника мушког пола. Код праћених општих карактеристика изометријске силе мишића опружача ногу највеће разлике измерене су код опште експлозивне силе опружача ногу RFD_{BASIC} (238.9%) док су најмање разлике забележене код F_{allom} (30.9%) (Табела 2).

С обзиром да је телесна маса код испитаница женског пола мања у односу на мушкарце (70.65 ± 6.15 kg наспрот 91.05 ± 6.95 kg), не изненађује чињеница да су веће разлике у односу на пол утврђене код праћених апсолутних вредности индикатора на истим нивоима испољавања максималне и експлозивне силе опружача ногу. Чест разлог нижих разлика вредности релативних у односу на апсолутне показатеље је управо већа телесна маса и већи телесно-масени индекс код мушкараца, не само испољене експлозивне и максималне силе различитих мишићних група већ и снаге, издржљивости...

Очигледно је, да су измерене разлике у функцији пола код вредности карактеристика за процену изометријске експлозивне силе опружача ногу значајно веће од разлика у функцији пола измерених вредности максималне изометријске силе опружача ногу. Овакве разлике између карактеристика силе и експлозивности у функцији пола нису изненађујуће и сличне су резултатима и других истраживања и различитих мишићних група [9-12]. У истраживањима доступним у литератури, просечне процентуалне вредности разлика у функцији пола апсолутне максималне силе различитих мишићних група, су на нивоу од око 30% у корист мушког пола [9-12], док су разлике утврђене у овом истраживању на нивоу опште изометријске експлозивне силе опружача ногу 238.9%. Коми и Карлсон [9], истражујући разлике у функцији пола максималне силе екстензора ногу су утврдили да су средње вредности максималне изометријске силе екстензора ногу девојака на нивоу од 80.3% измерене средње вредности код мушкараца (171.9±30.0 кр насупрот 214.2±54.5 кр), док је средња вредност времена потребног за достизање 70% од максималне силе код девојака на нивоу од 198.9% измерених средњих вредности код мушкараца. Другим речима, девојкама у односу на мушкарце потребно је скоро 2 пута дуже времена за достизање истог нивоа максималне силе, (748.1±344.2 ms насупрот 376.3±255.7 ms) [9]. Слични резултати су добијени и у дефинисању полних диморфизама различитих мишићних група код врхунских кошаркаша оба пола [10]. Уколико упоредимо коефицијенте односа полног диморфизма максималне силе екстензора ногу, можемо да закључимо да су добијени скоро идентични резултати у односу на резултате у ранијим истраживањима [10]. У истраживању Хакинена [10] коефицијент односа полног диморфизма максималне силе екстензора ногу био је на нивоу 0.6955 у односу на коефицијенте односа полног диморфизма од 0.6450 у овом истраживању. У истом истраживању [10] мушкарцима је требало знатно краће време за испољавање истог нивоа максималне силе него женама, поготово код виших вредности нивоа силе (за достизање нивоа силе од 2000 N мушкарцима је требало 93±24 ms а женама 331±191 ms). Такође, и на нивоу осталих мишићних група од значаја за ефикасност извођења покрета у различитим спортским дисциплинама утврђено је да су коефицијенти односа на приближно истом нивоу као и максималне силе опружача ногу овог истраживања [10-12]. На пример за десну шаку утврђен је полни диморфизам на нивоу индексне вредности од 0.5922, за леву 0.5829, код максималне силе прегибача трупа је на нивоу 0.5240, максималне силе опружача трупа је на нивоу 0.5860. [10-12].

Значај процене брзине развоја силе огледа се у чињеници да је време неопходно да се достигне одређени ниво силе у спортским или неким свакодневним активностима понекад и од пресудне важности [7]. Разлике у времену достизања одређеног нивоа силе су приметне и у функцији пола. Управо код резултата поменутих истраживања разлике у времену

потребном за достизање одређеног нивоа силе биле су процентуално веће него разлике у испољеној максималној сили у односу на пол. Самим тим, може се закључити да је и разлика достигнуте експлозивне силе у том временском периоду већа од разлика у измереним вредностима максималне силе у односу на пол. Код врхунско тренираних одбојкаша у овом истраживању, измерена је разлика у временским показатељима за процену изометријске силе опружача од 58.51% за време потребно за достизање 100% од максималне силе (Табела 2).

У великом броју досадашњих истраживања, фактори који имају утицај на испољавање мање мишићне силе код испитаника женског пола су полне разлике у површини попречног пресека мишића (екстензори ногу - 25% мања код жена), у структури мишића (однос брзоконтрахујућих и спороконтрахујућих мишићних влакана), архитектуре мишића, однос дужине влакана и површине физиолошког пресека (површина влакна типа II, 7700 насупрот 4040 μm²), разлике у брзини нервне активације мишића, разлике скелетно мишићне масе (33.0 насупрот 21.0 kg, 38.4 насупрот 30.6%), и статистички значајна корелација мишићне снаге и попречног пресека мишића екстензора ногу [13,14]. Међутим, велики број аутора на основу резултата истраживања полног диморфизма [9,10,12] сугеришу да разлике добијене у измереним вредностима како максималне изометријске силе различитих мишићних група тако и максималне снаге, издржљивости... између мушкараца и жена, како тренираних тако и не тренираних, не могу бити објашњене само на основу полних разлика већ и на основу целокупног интензитета и обима и/или врсте експлозивног и тренинга снаге током тренажног процеса на шта се мора обратити посебна пажња у раду са спортистима. Аутори закључују да се добијене разлике у измереним вредностима мишићне силе и површинама попречних пресека мишића екстензора ногу између тестираних тренираних и нетренираних популација могу објаснити и разликама у мишићном ткиву и максималној нервnoj активацији мишића током специфичног тренинга, односно адаптацији на специфични тренинг поред разлика у полним карактеристикама.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду дефинисане су разлике општих карактеристика изометријске F-t криве мишића екстензора ногу врхунских одбојкаша Србије у функцији пола.

Далеко веће средње вредности карактеристика изометријске F-t криве мишића екстензора ногу измерене су код испитаника мушког пола. Мултиваријантна статистичка анализа је утврдила да између посматраних субузорака у односу на пол постоји генерална статистички значајна разлика свих испитиваних контрактилних карактеристика на нивоу

Wilks Lambda 0.248, F=16.201, p=0.000. Различити фактори, површина попречног пресека мишића, састав мишићних влакана, мишићна маса као директни фактори који утичу на испољавање мишићне силе су један од основних разлога добијених разлика између мерених испитаника оба пола.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Нешић, Г. (2008). Структура такмичарске активности одбојкашица. *Годишњак*, 14. Стр. 89-112.

[2] Jarić, S. (1987). Biomechanical studies of maximal counter movement jump and their implication in practice. *Physical Culture*, 41(1). Стр. 30–37.

[3] Vanderburgh, P.M., Mahar, M.T., Chou, C.H. (1995). Allometric scaling of grip strength by body mass in college-age men and women. *Res Q Exerc Sport*, 66(1). pp. 80–84.

[4] Jarić, S. (2002). Muscle strength testing: use of normalisation for body size. *Sports Med*, 32(10). Стр. 615–631.

[5] Zatsiorsky, V. M., Kraemer W. J. (2006). *Science and practice of strength training (Sec. Ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics.

[6] Mirkov, D.M. et al. (2004). Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *Eur J Appl Physiol*, 91. pp. 147–154.

[7] Ивановић, Ј. (2014). *Моделне карактеристике индикатора експлозивне силе опружача ногу код врхунских спортиста*. График центар: Београд

[8] Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis (Fifth Ed.)*. New Jersey, USA: Prentice - Hall, Inc.

[9] Komi, P.V., Karlsson, J. (1978). Skeletal muscle fibre types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiologica Scandinavica*, 103(2). pp. 210–219.

[10] Hakkinen, K. (1991). Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male and female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 31. pp. 325–331.

[11] Demura, S. et al. (2003). Reliability and gender differences of static explosive grip parameters based on force – time curves. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43. pp. 38-35.

[12] Dopsaj, M. et al. (2007). Maximal isometric hand grip force in well-trained university students in Serbia: Descriptive, functional and sexual dimorphic model. *Serb J Sports Sci*, 1(1–4). pp. 138–147.

[13] Miller, A.E.J. et al. (1993). Gender differences in strength and muscle fiber characteristics. *European Journal of Applied Physiology*, 66. pp. 254-262.

[14] Janssen, I, et al. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89. pp. 81-88.