

КАРАКТЕРИСТИКЕ ИНДИКАТОРА ЗА ПРОЦЕНУ ЕКСПЛОЗИВНОСТИ ОПРУЖАЧА НОГУ ВРХУНСКИХ ОДБОЈКАША СРБИЈЕ ОБА ПОЛА (извод из магистарског рада)

Сажетак

Циљ истраживања је дефинисање изометријских F-t карактеристика екстензора ногу врхунских одбојкаша оба пола у односу на различито трениране и нетрениране особе које могу описати општи, специфични и специјални ниво утренираности. Тестирано је 107 испитаника распоређених у 3 групе према полу: врхунско тренирани одбојкаши и одбојкашице (Elite_{MALE}, N=19 i Elite_{FEMALE}, N=20), неспецифично тренирани спортисти и спортисткиње (Non-spec_{MALE}, N=18 i Non-spec_{FEMALE}, N=18) и контролна група сачињена од нетренираних особа оба пола (Control_{MALE}, N=20 i Control_{FEMALE}, N=12). За процену експлозивне изометријске силе екстензора ногу коришћена је стандардизована опрема, тензиометријска сонда и стандардизован тест у седећој позицији. Испитивано је 11, 8 апсолутно и 3 релативно дефинисаних индикатора за процену експлозивности екстензора ногу. Код свих праћених индикатора за процену експлозивности опружача ногу измерене су веће вредности код врхунско тренираних одбојкаша оба пола и то на нивоу Wilks Lambda 0.300, F=2.776, p=0.001 код жена и нивоу Wilks Lambda 0.145, F=6.520, p=0.000 код мушкараца. Највеће разлике су утврђене између: врхунских одбојкаша и неспецифично тренираних спортиста код показатеља општег нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности RFD_{BASICLEGEXTISO} (6081.23 N·s⁻¹, 261.23% разлика, p=0.000), врхунских одбојкашица и неспецифично тренираних спортисткиња код показатеља специјалног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности RFD_{30%LEGEXTISO} (10801.13 N·s⁻¹, 472.55% разлика, p=0.000). На основу добијених резултата дефинисан је утицај одређене спортске гране и специфичности тренажног процеса на посматране контрактилне карактеристике мишића екстензора ногу у односу на различито трениране популација. Поред тога, дефинисане су карактеристике F-t криве које се могу валидно научно користити као нови показатељи нивоа утренираности дате способности у функцији потпуне контроле и оптимизације тренажног процеса.

Кључне речи: /одбојка, изометријске F-t карактеристике, експлозивност, опружачи ногу/

1. УВОД

У односу на спортско - тренажне процесе који се у вишегодишњем периоду припрема примењују у функцији постизања што бољег, односно врхунског спортског резултата, неопходно је организовати и систем за контролу и праћење развоја одговарајућих физичких својстава спортисте или екипе у функцији добијања повратне информације о стању њихове утренираности. На основу тих података, тренер може пратити тренд напретка спортисте у функцији планираног периода припреме, и вршити одговарајуће корекције плана и програма тренинга у односу на пројектовани или актуелни статус припремљености. Систем управљања тренажним процесом зависи од тога у којој мери је систем за прикупљање информација о актуелном стању припремљености спортисте адекватан да својом информативношћу обезбеди прецизан увид у све, или потребне аспекте утренираности (Dopsaj, 2005; Milišić, 2007; Ivanović, 2009a).

Основно својство мишића је способност да оствари контракцију – контрактилна способност. Последица било које врсте мишићне контракције је мишићна сила, а подаци о вредностима реализоване силе у функцији времена остварене током изометријске (статичке) мишићне контракције, са својим карактеристикама (карактеристике $F - t$ криве), одређене мишићне групе представља фундаменталне податке о датој контрактилној способности у односу на спортисту. Таква врста података се може најпоузданије добити тестирањем, у стандардизованим условима мерења тј. у лабораторијским условима, и уз примену одговарајућих технолошких и мерних поступака и адекватне лабораторијске опреме (Mirkov et al., 2004; Zatsiorsky and Kraemer, 2006; Dopsaj et al., 2007; Dopsaj et al., 2009a; Ивановић, 2010).

Када се говори о техничко-тактичким захтевима у одбојци, мисли се на честе промене правца у фронталној и латералној равни, бројне високе и друге врсте скокова, као и скокове карактеристичне само за одбојку (Нешић, 2008). Одбојкаш кроз 5 сетова изведе око 250–300 акција у којима доминира експлозивна сила и потребна врста снаге мишића ногу. Од тога 50–60% су различити скокови, а у просеку по утакмици 22 офанзивна и одбрамбена скока (Hedrick, 2008; Ziv and Lidor, 2010). Према Зиву (Ziv and Lidor, 2010) највећи број забележених скокова по играчу у току две прволигашке утакмице је 73 код мушкараца и 45 код жена. У успешним тимовима, елементи одбојке, који се састоје од различитих скокова нпр. сервис, могу утицати на коначни резултат са ефикасношћу од 48.42 до 53.54%, као и елемент блока, са ефикасношћу од 53.25% (Нешић, 2008). Како су различите врсте вертикалног скока, са учешћем мишића екстензора ногу од 56% (Јарић, 1987), окарактерисане као један од најчешћих елемената током одбојкашке игре, са сигурношћу се може тврдити да у одбојци мишићна сила и снага екстензора ногу играју важну улогу у постизању врхунских резултата и да је ниво адекватне припремљености мишића екстензора ногу од изузетног значаја.

Дијагностика нивоа утренираности која се проверава на основу базичних параметара, односно према нивоу развијености максималне (F_{max}) или експлозивне силе ($RFD_{F_{max}}$) не обезбеђује увек довољно валидне податке у функцији потпуне контроле тренажног процеса, па самим тим ни довољно специфичних података за оптимизацију тренажног процеса. Значај процене експлозивности огледа се у

чињеници да је време неопходно да се достигне неки ниво силе у одређеним спортским активностима понекад и од пресудне важности. RFD најпрецизније одређује које се вредности максималне силе и времена потребног за њено испољавање могу постићи приликом реализације брзих покрета руку и ногу. За време брзих покрета екстремитета није могуће остваривање максималне силе за кратко време контракције. Врхунским спортистима за извођење брзих покрета потребно је од 50 до 250 ms, док је за достизање апсолутне мишићне силе код већине мишића потребно дуже време (од 300 ms код флексора лакта и екстензора колена, па све до 1000-1500 ms и 1900 ms за опружаче леђа и ногу, односно опружаче скочног зглоба, респективно) (Andersen and Aagaard, 2006; Rajić et al., 2004). Због тога је свако повећање RFD у специфичном временском интервалу у коме се покрет реализује веома значајно јер оно омогућава достизање виших нивоа интензитета стварања силе у раној фази мишићне контракције (првих 100–200 ms), односно последично ефикаснију и бржу спортску моторику тј. перформансу. Реализација специфичних скакачких техника у одбојци условава достизање веће максималне силе, вертикалну акцелерацију и складиштење еластичне енергије мишића екстензора ногу током контрактилног потенцијала прелазног режима мишићне контракције, односно контрактилног потенцијала силе који се може реализовати у временском интервалу од 250 ms. Како се спортске способности побољшавају, уочава се феномен интензификације игре шт доводи до веће брзине кретања, односно скраћивања времена извођења елементарне технике, па самим тим и улога специфичних карактеристика максималне и експлозивне силе у достизању високог нивоа такмичарске ефикасности је значајнија (Zatsiorsky and Kraemer, 2006). Савремени технолошки процеси тестирања спортиста користе хардверско-софтверске системе с тензиометријским сондама веома велике осетљивости помоћу којих је могуће анализирати све механичке карактеристике записа силе. С обзиром да се веома мали број аутора бавио специфичним параметрима силе и контролом њеног испољавања нарочито у функцији спортског тренинга, стиче се утисак да је потребно да се у циљу прикупљања информација битних за постизање врхунских резултата у одбојци који се односе на праћење, контролу и анализу стања утренираности врхунских одбојкаша оба пола испитају и карактеристике специфичних и специјалних параметара изометријске силе екстензора ногу.

Како подаци о карактеристикама F-t криве одређене мишићне групе представљају фундаменталне податке о датој контрактилној способности и основну информацију о датој способности у односу на спортисту, предмет овог истраживања су изометријске F-t карактеристике екстензора ногу врхунских одбојкаша описане варијаблама које се могу систематизовати у следећи модул (димензију) контрактилног простора за процену остварене експлозивности - *Rate of force development* као: општа, специфична и специјална експлозивност, анализирана са аспекта апсолутних, релативних (алометријских) вредности и индекса синергије као показатеља за процену односа развијености максималне и експлозивне силе (RFD) на нивоу од 100%, 50% и 30%.

У циљу дефинисања утицаја одређене спортске гране и специфичности тренажног процеса на контрактилне карактеристике мишићне силе екстензора ногу извршена је компарација резултата са аспекта различито тренираних и нетренираних

особа. Поред врхунских одбојкаша посматране су још две групе испитаника, неспецифично тренирана група испитаника и нетренирана група здравих и физички активних испитаника оба пола.

Циљ истраживања је дефинисање изометријских F-t карактеристика екстензора ногу врхунских одбојкаша оба пола у односу на различито трениране и нетрениране особе којима се може описати општи, специфични и специјални ниво утренираности.

На основу добијених резултата дефинисане су карактеристике F-t криве које се могу валидно научно користити као нови показатељи нивоа утренираности дате способности у функцији потпуне контроле и оптимизације тренажног процеса.

2. МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Узорак испитаника

Ефектив узорка испитаника чинило је укупно 107 испитаника распоређених у 3 групе према полу: врхунско тренирани одбојкаши и одбојкашице (Elite_{MALE}, N=19 и Elite_{FEMALE}, N=20), неспецифично тренирани спортисти и спортисткиње са аспекта експлозивне силе (Non-spec_{MALE}, N=18 и Non-spec_{FEMALE}, N=18) и контролна група сачињена од нетренираних особа женског пола и мушког пола (Control_{MALE}, N=20 и Control_{FEMALE}, N=12). Основни антропо-морфолошки показатељи тестираног узорка су били: ТВ_{ЖЕНЕ}=174.66±11.22 cm, ТМ_{ЖЕНЕ}=67.06±8.62 kg, БМИ_{ЖЕНЕ}=22.01±2.42, Узраст_{ЖЕНЕ}=23.02±4.82 година; ТВ_{МУШКАРЦИ}=188.80±9.25cm, ТМ_{МУШКАРЦИ}=84.79±10.57kg, БМИ_{МУШКАРЦИ}=23.78±2.53, Узраст_{МУШКАРЦИ}=24.14±4.27 година. Сви тестови су реализовани у Лабораторији за процену моторичких способности у Републичком заводу за спорт, применом исте стандардизоване процедуре, као и помоћу исте опреме.

2.2. Узорак варијабли

У истраживању је испитивано 11 варијабли и то као 8 апсолутно и 3 релативно дефинисаних индикатора, подељених у три групе:

а) Показатељи за процену општих карактеристика F-t криве

Апсолутни показатељи

- Показатељ општег или базичног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу, добијен је на основу следеће процедуре (Zatsiorsky and Kreamer, 2006; Rajić et al., 2008):

$$RFD_{\text{BASICLegExtISO}} = F_{\text{maxLegExtISO}} / tF_{\text{maxLegExtISO}}$$

Где: $F_{\text{maxLegExtISO}}$ представља максималну вредност достигнуте изометријске силе опружача ногу, док $tF_{\text{maxLegExtISO}}$ представља време у s потребно да се достигне $F_{\text{maxLegExtISO}}$, изражено у $N \cdot s^{-1}$.

- Општи индекс синергије, као критеријум за процену развијености базичног нивоа експлозивности и нивоа максималне силе (Mirkov et al., 2004; Zatsiorsky and Kreamer, 2006; Rajić et al., 2008):

$$\text{IndexSNG}_{\text{BASIC}} = \text{RFD}_{\text{BASICLEGExtISO}} / F_{\text{maxLEGExtISO}}$$

Где: $\text{RFD}_{\text{BASICLEGExtISO}}$ представља вредност општег показатеља развијености експлозивне силе опружача ногу, док $F_{\text{maxLEGExtISO}}$ представља вредност максималне изометријске силе опружача ногу, изражено у индексним вредностима.

Релативни показатељи

- Релативна вредност развијености опште експлозивности опружача ногу мерена алометријском методом – $\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}}$, у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$ добијена је на основу следеће процедуре (Vanderburgh et al., 1995; Jarić, 2002; Zatsiorsky and Kreamer, 2006):

$$\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}} = \text{RFD}_{\text{BASICLEGExtISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Где: $\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}}$ представља релативну вредност опште експлозивности опружача ногу релативизоване алометријском методом, у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$; $\text{RFD}_{\text{BASICLEGExtISO}}$ је показатељ развијености опште експлозивности опружача ногу у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$; BM је телесна маса, у kg .

b) Показатељи за процену специфичних карактеристика F-t криве

Апсолутни показатељи

- Показатељ развијености специфичног нивоа експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу или S gradiјent, измерен на 50% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$ добијен је на основу следеће процедуре (Zatsiorsky and Kreamer, 2006; Ивановић, 2010):

$$\text{RFD}_{50\% \text{LEGExtISO}} = F_{50\% \text{LEGExtISO}} / tF_{50\% \text{LEGExtISO}}$$

Где: $F_{50\% \text{LEGExtISO}}$ представља вредност изометријске силе достигнуте на 50% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$, док $tF_{50\% \text{LEGExtISO}}$ представља време у s потребно за достизање $F_{50\% \text{LEGExtISO}}$, изражено у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$.

- Индекс акцелерације или A gradiјent измерен на 50–100% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$ добијена је на основу следеће процедуре:

$$\text{RFD}_{50-100\% \text{LEGExtISO}} = F_{50-100\% \text{LEGExtISO}} / tF_{50-100\% \text{LEGExtISO}}$$

Где: $F_{50-100\% \text{LEGExtISO}}$ представља вредност изометријске силе достигнуте на 50–100% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$, док $tF_{50-100\% \text{LEGExtISO}}$ представља време у s потребно за достизање $F_{50-100\% \text{LEGExtISO}}$, изражено у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$.

- Коефицијент S/A gradiјент представља однос вредности S gradiјента и A gradiјента добијен је на основу следеће процедуре:

$$\text{Коef S/A gradiјент} = \text{RFD}_{50\% \text{LEGExtISO}} / \text{RFD}_{50-100\% \text{LEGExtISO}}$$

Где: $\text{RFD}_{50\% \text{LEGExtISO}}$ представља показатељ специфичног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности, измерене на 50% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$, док $\text{RFD}_{50-100\% \text{LEGExtISO}}$ показатељ специфичног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности, измерене на 50%–100% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$, изражено у индексним вредностима.

- Специфични индекс синергије, као критеријум за процену развијености специфичног нивоа експлозивности и нивоа максималне силе на 50% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$, односно у зони испољавања S gradiјента (Ivanović et al., 2010; Ивановић, 2010):

$$\text{IndexSNG}_{\text{SPEC}} = \text{RFD}_{50\% \text{LEGExtISO}} / F_{50\% \text{LEGExtISO}}$$

Где: $\text{RFD}_{50\% \text{LEGExtISO}}$ представља индикатор специфичног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности, измерене на 50% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$, док $F_{50\% \text{LEGExtISO}}$ представља вредност изометријске силе опружача ногу достигнуте на 50% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$, изражено у индексним вредностима.

Релативни показатељи

- Релативна вредност развијености специфичног нивоа експлозивности опружача ногу измерена на 50% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$ применом алометријске методе – $\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}50\%}$, изражена у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$ добијена је на основу следеће процедуре:

$$\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}50\%} = \text{RFD}_{50\% \text{LEGExtISO}} / \text{kgBM}^{0.667}$$

Где: $\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}50\%}$ представља релативну вредност развијености специфичног нивоа експлозивности опружача ногу релативизоване алометријском методом, изражене у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$; $\text{RFD}_{50\% \text{LEGExtISO}}$ је S gradiјент силе опружача ногу, у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$; BM је телесна маса, у kg.

v) Показатељи за процену специјалних карактеристика F-t криве

Апсолутни показатељи

- Показатељ специјалног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу, измерен на 30% од $F_{\text{maxLEGExtISO}}$ добијен је на основу следеће процедуре (Zatsiorsky and Kreamer, 2006; Ивановић, 2010):

$$\text{RFD}_{30\% \text{LEGExtISO}} = F_{30\% \text{LEGExtISO}} / tF_{30\% \text{LEGExtISO}}$$

Где: $F_{30\%LEGEXTISO}$ представља вредност изометријске силе достигнуте на 30% од $F_{maxLEGEXTISO}$, док $tF_{30\%LEGEXTISO}$ представља време у s потребно за достизање $F_{30\%LEGEXTISO}$, изражено у $N \cdot s^{-1}$.

- Специјални индекс синергије као критеријум за процену развијености специјалног нивоа експлозивности и нивоа максималне силе на 30% од $F_{maxLEGEXTISO}$ (Ivanović et al., 2010; Ивановић, 2010):

$$IndexSNG_{SPECIJ} = RFD_{30\%LEGEXTISO} / F_{30\%LEGEXTISO}$$

Где: $RFD_{30\%LEGEXTISO}$ представља показатељ специјалног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности, измерен на 30% од $F_{maxLEGEXTISO}$, док $F_{30\%LEGEXTISO}$ представља вредност изометријске силе опружача ногу достигнуте на 30% од $F_{maxLEGEXTISO}$, изражено у индексним вредностима.

Релативни показатељи

- Релативна вредност развијености специјалног нивоа експлозивности опружача ногу достигнуте на 30% од $F_{maxLEGEXTISO}$ израчунате алометријском методом – $RFD_{allomLEGEXTISO30\%}$, у $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$ добијена је на основу следеће процедуре:

$$RFD_{allomLEGEXTISO30\%} = RFD_{30\%LEGEXTISO} / kgBM^{0.667}$$

Где: $RFD_{allomLEGEXTISO30\%}$ представља релативну вредност развијености специјалног нивоа експлозивне силе опружача, изражене у $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$; $RFD_{30\%LEGEXTISO}$ представља показатељ специјалног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности, у $N \cdot s^{-1}$; BM је телесна маса, у kg .

2.3. Поступак мерења

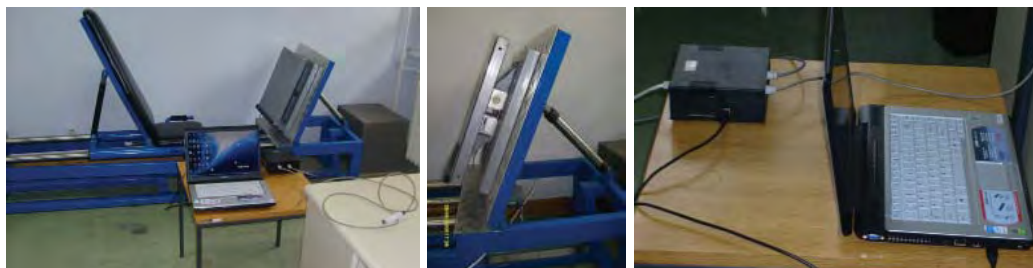
За процену максималне изометријске силе опружача ногу (билатерално) коришћена је стандардизована опрема, тј. справа металне конструкције за мерење изометријске силе опружача ногу у седећем положају. Испитаници су били у седећој позицији са задатком гурања ногама у тензиометријску сонду унутар платформе за стопала, која је била фиксирана за конструкцију (Слика 1, 2). Аквизиција “сирових” података је реализована коришћењем посебно израђеног хардверско-софтверског система (Институт „Никола Тесла“, Београд) (Слика 1). Тензиометријска сонда осетљивости мерења од 100 Hz била је повезана са читачем силе (индикатором силе) повезаним са рачунаром (Слика 2 (а), (б), (ц)). На основу употребљеног протокола тестирања, испитаници су током теста реализовали четири појединачна покушаја, према следећој процедури: сви испитаници су тестирани после 5 минута индивидуалног загревања. Задатак испитаника био је да остваре максималну мишићну силу у што краћем временском периоду у седећем положају (позиција билатералног гурања ногама). Тестирање је реализовано у изометријским условима напрезања и при углу натколенице и потколенице од 110–120°, односно при углу потколенице и стопала од 90° (Слика 1). Испитаник је изводио тестовни покушај на звучни сигнал мериоца. Сваки испитаник имао је право на четири покушаја, између којих је била пауза од једног минута.

Слика 1 Позиција испитаника приликом мерења



Резултати теста су аутоматски, помоћу коришћења тензиометријске сонде и припадајућег хардверско-софтверског система, бележени у посебну базу података уз могућност прегледа записа F-t криве. За потребе овог рада анализиран је покушај са највећом општом експлозивном силом опружача ногу.

Слика 2 Апаратура за мерење максималне изометријске силе опружача ногу са припадајућом хардверско-софтверском опремом (а), тензиометријска сонда унутар платформе за стопала (б), читач силе са рачунаром (ц)



2.4. Статистичка обрада података

Основне мере централне тенденције и мере дисперзије резултата приказане су помоћу: аритметичке средине (Mean), стандардне девијације (SD), коефицијента варијације (сV%) и граничне вредности тоталног опсега тј. распона (Min и Max). Од статистичких метода коришћени су, поред дескриптивног статистичког модела, и MANOVA, ANOVA и *post-hoc test* критеријумом за утврђивање разлика између парова појединачних варијабли (*Bonferonni's test*) (Hair et al., 1998). Све статичке методе рађене су помоћу софтверских пакета: Microsoft® Office Excel 2007 и SPSS for Windows, Release 17.0 (Copyright © SPSS Inc., 1996–2007.).

3. РЕЗУЛТАТИ

Резултати дескриптивне статистике у односу на групе испитаника женског пола приказани су у Табели 1.

Табела 1 Резултати дескриптивне статистике карактеристика експлозивне изометријске силе мишића екстензора ногу код жена

Резултати дескриптивне статистике код жена (N=50)						
Карактеристике		Mean	SD	cV% (%)	Min	Max
Elite _{FEMALE} , N=20	RFD _{BASICLegExtISO} (N·s ⁻¹)	2481.47	1083.12	43.65	1170.92	5145.60
	RFD _{50%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	13903.68	9074.06	65.26	2402.25	30882.61
	RFD _{50-100%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	1467.05	634.76	43.27	601.59	2963.58
	RFD _{30%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	13086.86	9095.16	69.50	1559.41	28223.84
	Koef S/A gradiјent (индекс)	12.6711	13.0150	102.71	1.7255	38.0696
	IndexSNG _{BASIC} (индекс)	1.0292	0.5637	54.77	0.4118	2.1529
	IndexSNG _{SPEC} (индекс)	10.7355	6.1802	57.57	2.4257	18.1818
	IndexSNG _{SPECIJ} (индекс)	17.0318	10.9444	64.26	2.6560	35.3982
	RFD _{allomLegExtISO} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	143.99	57.42	39.88	67.56	274.46
	RFD _{allomLegExtISO50%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	805.21	513.51	63.77	145.42	1781.86
	RFD _{allomLegExtISO30%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	758.91	521.07	68.66	94.40	1628.45
Non-spec _{FEMALE} , N=18	RFD _{BASICLegExtISO} (N·s ⁻¹)	1195.18	603.46	50.49	447.03	3249.95
	RFD _{50%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	3172.03	1753.09	55.27	644.06	6936.43
	RFD _{50-100%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	803.28	506.67	63.08	342.31	2677.60
	RFD _{30%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	2285.72	1577.87	69.03	398.75	6805.00
	Koef S/A gradiјent (индекс)	4.5972	3.2799	71.35	1.3507	12.8240
	IndexSNG _{BASIC} (индекс)	0.5538	0.1761	31.80	0.3323	1.0582
	IndexSNG _{SPEC} (индекс)	2.9816	1.7686	59.32	0.9576	8.5837
	IndexSNG _{SPECIJ} (индекс)	3.6382	2.9739	81.74	0.9881	14.0351
	RFD _{allomLegExtISO} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	73.93	35.51	48.04	32.46	187.51
	RFD _{allomLegExtISO50%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	199.06	113.66	57.10	46.77	437.50
	RFD _{allomLegExtISO30%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	144.01	102.35	71.07	28.96	429.21
Control _{FEMALE} , N=12	RFD _{BASICLegExtISO} (N·s ⁻¹)	1628.23	1047.06	57.73	395.79	5145.60
	RFD _{50%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	2994.15	7910.59	106.58	589.80	30882.61
	RFD _{50-100%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	1158.02	641.15	55.56	228.35	2963.58
	RFD _{30%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	2315.76	7921.18	119.78	366.49	28223.84
	Koef S/A gradiјent (индекс)	2.7173	9.4596	128.26	1.3507	38.0696
	IndexSNG _{BASIC} (индекс)	0.7820	0.4018	51.38	0.3019	1.8229
	IndexSNG _{SPEC} (индекс)	2.9596	2.0049	67.74	0.7645	8.2873
	IndexSNG _{SPECIJ} (индекс)	3.9037	3.9701	101.70	0.7918	15.6539
	RFD _{allomLegExtISO} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	100.99	52.91	52.39	25.70	207.45
	RFD _{allomLegExtISO50%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	187.17	123.29	65.86	32.54	471.60
	RFD _{allomLegExtISO30%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	143.37	134.96	94.13	20.22	534.48

Резултати дескриптивне статистике у односу на групе испитаника мушког пола приказани су у Табели 2.

Табела 2 Резултати дескриптивне статистике карактеристика експлозивне изометријске силе мишића екстензора ногу код мушкараца

Резултати дескриптивне статистике код мушкараца (N=57)						
Карактеристике		Mean	SD	cV% (%)	Min	Max
Elite MALE, N=19	RFD _{BASICLegExtISO} (N·s ⁻¹)	8409.12	2895.85	34.44	4108.23	15715.33
	RFD _{50%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	22130.80	9759.63	44.10	9142.50	56387.98
	RFD _{50-100%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	5454.97	2307.48	42.30	2649.37	11537.84
	RFD _{30%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	23440.97	10726.47	45.76	8923.08	48990.00
	Koef S/A gradijent (индекс)	4.6482	2.8252	60.78	2.1351	13.6195
	IndexSNG _{BASIC} (индекс)	2.0838	0.7456	35.78	1.1955	4.2508
	IndexSNG _{SPEC} (индекс)	10.7226	3.7686	35.15	4.9310	23.4852
	IndexSNG _{SPECIJ} (индекс)	18.8575	7.1144	37.73	8.8889	35.7398
	RFD _{allomLegExtISO} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	412.88	134.30	32.53	213.88	743.27
	RFD _{allomLegExtISO50%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	1095.94	490.07	44.72	475.96	2803.54
	RFD _{allomLegExtISO30%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	1159.28	528.94	45.63	464.54	2435.72
Non-spec MALE, N=18	RFD _{BASICLegExtISO} (N·s ⁻¹)	2327.89	901.16	38.71	952.21	4250.83
	RFD _{50%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	7298.11	7015.66	96.13	1339.50	28899.24
	RFD _{50-100%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	1566.08	660.71	42.19	738.65	3697.88
	RFD _{30%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	7073.53	8057.41	113.91	834.28	27638.97
	Koef S/A gradijent (индекс)	4.7182	3.8383	81.35	1.3516	13.2453
	IndexSNG _{BASIC} (индекс)	0.7949	0.3027	38.08	0.3594	1.3351
	IndexSNG _{SPEC} (индекс)	5.1933	5.0201	96.66	1.0111	18.8679
	IndexSNG _{SPECIJ} (индекс)	8.5825	9.8585	114.87	1.0496	30.0752
	RFD _{allomLegExtISO} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	126.95	48.01	37.82	55.20	236.58
	RFD _{allomLegExtISO50%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	393.46	355.58	90.37	77.65	1385.94
	RFD _{allomLegExtISO30%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	382.45	419.50	109.69	48.36	1325.50
Control MALE, N=20	RFD _{BASICLegExtISO} (N·s ⁻¹)	2917.89	1200.69	41.15	763.75	6009.52
	RFD _{50%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	10038.47	7035.71	70.09	936.64	22877.54
	RFD _{50-100%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	1846.54	793.55	42.98	644.73	4405.25
	RFD _{30%LegExtISO} (N·s ⁻¹)	9184.30	7889.31	85.90	570.76	22001.38
	Koef S/A gradijent (индекс)	5.5634	4.0714	73.18	1.3208	14.5221
	IndexSNG _{BASIC} (индекс)	0.9877	0.3725	37.72	0.3021	1.9685
	IndexSNG _{SPEC} (индекс)	6.7726	4.8986	72.33	0.7409	17.6991
	IndexSNG _{SPECIJ} (индекс)	10.1600	8.6997	85.63	0.7526	28.3688
	RFD _{allomLegExtISO} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	160.14	71.78	44.82	39.14	310.40
	RFD _{allomLegExtISO50%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	515.21	364.17	70.68	48.00	1384.92
	RFD _{allomLegExtISO30%} (N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667})	475.43	410.55	86.35	29.25	1295.14

3.1. Резултати истраживања у односу на узорак испитаника женског пола

МАНОВА је утврдила да између посматраних суб узорака код женских испитаника постоји генерална статистички значајна разлика свих испитиваних контрактилних карактеристика на нивоу Wilks Lambda 0.300, $F=2.776$, $p=0.001$. Статистички значајне разлике утврђене су и у свим испитиваним варијаблама посматраних субузорака: код $RFD_{BASICLEGEXTISO}$ $F=10.162$, $p=0.000$, код $RFD_{50\%LEGEXTISO}$ $F=19.761$, $p=0.000$, код $RFD_{50-100\%LEGEXTISO}$ $F=6.143$, $p=0.004$, код $RFD_{30\%LEGEXTISO}$ $F=19.567$, $p=0.000$, код Коef S/A $F=6.589$, $p=0.003$, код $IndexSNG_{BASIC}$ $F=6.046$, $p=0.005$, код $IndexSNG_{SPEC}$ $F=20.646$, $p=0.000$, код $IndexSNG_{SPECJ}$ $F=19.157$, $p=0.000$, код $RFD_{allomLEGEXTISO}$ $F=9.691$, $p=0.000$, код $RFD_{allomLEGEXTISO50\%}$ $F=19.505$, $p=0.000$, код $RFD_{allomLEGEXTISO30\%}$ $F=19.273$, $p=0.000$.

Резултати парцијалне разлике између посматраних контрактилних варијабли унутар испитиваних група женског пола приказани су на Табелама 3, 4, 5.

Показатељи за процену опитних карактеристика F-t криве

Табела 3 Парцијалне разлике апсолутних и релативних показатеља нивоа опште експлозивности изометријске силе екстензора ногу код испитаника женског пола

Парцијалне разлике између посматраних варијабли унутар испитиваних група					
F-t карактеристике	(I) субузорак	(J) субузорак	Апсолутне разлике	Релативне разлике %	p вредност
$RFD_{BASICLEGEXTISO}$ у $N \cdot s^{-1}$	Elite	Non-spec	1286.29*	107.62	0.000
		Control	853.24*	52.40	0.036
	Non-spec	Control	-433.05	-26.60	0.599
$RFD_{allomLEGEXTISO}$ у $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$	Elite	Non-spec	70.0628*	94.77	0.000
		Control	43.0018	42.58	0.064
	Non-spec	Control	-27.0572	-26.79	0.446
$IndexSNG_{BASIC}$ индексна вредност	Elite	Non-spec	0.4754*	85.85	0.003
		Control	0.2402	31.61	0.344
	Non-spec	Control	-0.2282	-29.17	0.458

Резултати су показали да код варијабле $RFD_{BASICLEGEXTISO}$ статистички значајно највећи ниво експлозивности екстензора ногу имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе (1286.29 $N \cdot s^{-1}$, 107.62% разлика, $p=0.000$) и нетрениране особе женског пола (853.24 $N \cdot s^{-1}$, 52.40% разлика, $p=0.036$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 3).

Код варијабле $RFD_{allomLEGEXTISO}$ статистички значајно највећи ниво релативне експлозивности екстензора ногу имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње (70.0628 $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-0.667}$, 94.77%

разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена у односу на нетрениране особе и између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 3).

Резултати су показали да код варијабле $\text{IndexSNG}_{\text{BASIC}}$ статистички значајно највећи индекс имају врхунско тренирани одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе (0.4754 , 85.85% разлика, $p=0.003$). Статистички значајна разлика није пронађена у односу на нетрениране особе и између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 3).

Показатељи за процену специфичних карактеристика F-t криве

Резултати су показали да код варијабле $\text{RFD}_{50-100\% \text{LegExtISO}}$ статистички значајно највећи ниво експлозивности екстензора ногу имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе ($663.76 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 82.63% разлика, $p=0.003$). Статистички значајна разлика није пронађена у односу на нетрениране особе и између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 4).

Код варијабле $\text{RFD}_{\text{allomLegExtISO50\%}}$, резултати су показали да статистички значајно највећи ниво релативне експлозивности екстензора ногу имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе ($606.1567 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 304.51% разлика, $p=0.000$) и нетрениране особе ($618.0447 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 330.21% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 4).

Табела 4 Парцијалне разлике апсолутних и релативних показатеља нивоа специфичне експлозивности изометријске силе екстензора ногу код испитаника женског пола

Парцијалне разлике између посматраних варијабли унутар испитиваних група					
F-t карактеристике	(I) субузорок	(J) субузорок	Апсолутне разлике	Релативне разлике %	p вредност
$\text{RFD}_{50\% \text{LegExtISO}}$ у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$	Elite	Non-spec	10731.65*	338.32	0.000
		Control	10909.51*	364.36	0.000
	Non-spec	Control	177.86	5.94	1.000
$\text{RFD}_{50-100\% \text{LegExtISO}}$ у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$	Elite	Non-spec	663.76*	82.63	0.003
		Control	309.02	26.69	0.459
	Non-spec	Control	-354.74	-30.39	0.327
$\text{RFD}_{\text{allomLegExtISO50\%}}$ у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$	Elite	Non-spec	606.1567*	304.51	0.000
		Control	618.0447*	330.21	0.000
	Non-spec	Control	11.8879	6.35	1.000
Koef S/A gradijent индексна вредност	Elite	Non-spec	8.0739*	175.63	0.016
		Control	9.9538*	366.32	0.008
	Non-spec	Control	1.8799	69.19	1.000
$\text{IndexSNG}_{\text{SPEC}}$ индексна вредност	Elite	Non-spec	7.7539*	260.06	0.000
		Control	7.7759*	262.73	0.000
	Non-spec	Control	0.0219	0.75	1.000

Резултати су показали да код варијабле $\text{IndexSNG}_{\text{SPEC}}$ статистички значајно највећи индекс имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе (7.7539, 260.06% разлика, $p=0.000$) и нетрениране особе (7.7759, 262.73% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 4).

Резултати су показали да код варијабле коефицијент S/A градијент статистички значајно највећи индекс имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе (8.0739, 175.63% разлика, $p=0.016$) и у односу на нетрениране особе (9.9538, 366.32% разлика, $p=0.008$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 4).

Показатељи за процену специјалних карактеристика $F-t$ криве

Резултати су показали да код варијабле $\text{RFD}_{30\% \text{LEGExtISO}}$ статистички значајно највећи ниво експлозивности екстензора ногу имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе ($10801.13 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 472.55% разлика, $p=0.000$) и у односу на нетрениране особе ($10771.10 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 465.12% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 5).

Код варијабле релативне вредности специјалне експлозивне силе опружача ногу добијене алометријском парцијализацијом $\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}30\%}$ резултати су показали да статистички значајно највећи ниво релативне експлозивности екстензора ногу имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње ($614.9075 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 426.98% разлика, $p=0.000$) и у односу на нетрениране особе ($615.5471 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 429.35% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 5).

Табела 5 Парцијалне разлике апсолутних и релативних показатеља нивоа специјалне експлозивности изометријске силе екстензора ногу код испитаника женског пола

Парцијалне разлике између посматраних варијабли унутар испитиваних група					
$F-t$ карактеристике	(I) субзорак	(J) субзорак	Апсолутне разлике	Релативне разлике %	p вредност
$\text{RFD}_{30\% \text{LEGExtISO}}$ у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}$	Elite	Non-spec	10801.13*	472.55	0.000
		Control	10771.10*	465.12	0.000
	Non-spec	Control	-30.03	-1.30	1.000
$\text{RFD}_{\text{allomLEGExtISO}30\%}$ у $\text{N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$	Elite	Non-spec	614.9075*	426.98	0.000
		Control	615.5471*	429.35	0.000
	Non-spec	Control	0.6395	0.45	1.000
$\text{IndexSNG}_{\text{SPEC}}$ индексна вредност	Elite	Non-spec	13.3935*	368.14	0.000
		Control	13.1280*	336.30	0.000
	Non-spec	Control	-2.655	-6.80	1.000

Резултати су показали да код варијабле специјални индекс синергије екстензора ногу $\text{IndexSNG}_{\text{SPECIJ}}$ статистички значајно највећи индекс имају врхунско трениране одбојкашице и то у односу на неспецифично трениране спортисткиње са аспекта експлозивне силе (13.3935, 368.14% разлика, $p=0.000$) и нетрениране особе (13.1280, 336.30% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортисткиња и нетренираних особа (Табела 5).

3.2. Резултати истраживања у односу на узорак испитаника мушког пола

Мултиваријатна статистичка анализа је утврдила да између посматраних субузорака код мушких испитаника постоји генерална статистички значајна разлика свих испитиваних контрактилних карактеристика на нивоу Wilks Lambda 0.145, $F=6.520$, $p=0.000$. Статистички значајне разлике утврђене су и у свим испитиваним варијаблама посматраних субузорака: код $\text{RFD}_{\text{BASICLEGEXTISO}}$ $F=55.666$, $p=0.000$, код $\text{RFD}_{50\% \text{LEGEXTISO}}$ $F=18.865$, $p=0.000$, код $\text{IndexSNG}_{\text{BASIC}}$ $F=34.627$, $p=0.000$, код $\text{IndexSNG}_{\text{SPEC}}$ $F=7.181$, $p=0.002$, код $\text{IndexSNG}_{\text{SPECIJ}}$ $F=7.784$, $p=0.001$, код $\text{RFD}_{30\% \text{LEGEXTISO}}$ $F=18.886$, $p=0.000$, код $\text{RFD}_{50-100\% \text{LEGEXTISO}}$ $F=39.704$, $p=0.000$, код $\text{RFD}_{\text{allomLEGEXTISO}}$ $F=53.991$, $p=0.000$, код $\text{RFD}_{\text{allomLEGEXTISO}50\%}$ $F=15.922$, $p=0.000$, код $\text{RFD}_{\text{allomLEGEXTISO}30\%}$ $F=16.332$, $p=0.000$. Код варијабле Коef S/A градијент није утврђена статистички значајна разлика.

Резултати парцијалне разлике између посматраних контрактилних варијабли унутар испитиваних група мушког пола приказани су на Табелама 6, 7, 8.

Показатељи за процену општих карактеристика F-t криве

Резултати су показали да код $\text{RFD}_{\text{BASICLEGEXTISO}}$ статистички значајно највећи ниво експлозивности екстензора ногу имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте ($6081.23 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 261.23% разлика, $p=0.000$) и нетрениране особе мушког пола ($5336.63 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 173.69% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 6).

Код варијабле $\text{RFD}_{\text{allomLEGEXTISO}}$ статистички значајно највећи ниво релативне експлозивности екстензора ногу имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте ($285.92 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 225.23% разлика, $p=0.002$) и нетрениране особе мушког пола ($252.74 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 157.82% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 6).

Табела 6 Парцијалне разлике апсолутних и релативних показатеља нивоа опште експлозивности изометријске силе екстензора ногу код испитаника мушког пола

Парцијалне разлике између посматраних варијабли унутар испитиваних група					
F-t карактеристике	(I) субзорак	(J) субзорак	Апсолутне разлике	Релативне разлике %	p вредност
RFD _{BASICLegExtISO} у N·s ⁻¹	Elite	Non-spec	6081.23*	261.23	0.000
		Control	5336.63*	173.69	0.000
	Non-spec	Control	-744.60	-24.23	0.722
RFD _{allomLegExtISO} у N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667}	Elite	Non-spec	285.9235*	225.23	0.000
		Control	252.74*	157.82	0.000
	Non-spec	Control	-33.19	-20.73	0.822
IndexSNG _{BASIC} индексна вредност	Elite	Non-spec	1.2889*	162.15	0.000
		Control	1.0961*	110.97	0.000
	Non-spec	Control	-1.1928	-19.52	0.757

Резултати су показали да код IndexSNG_{BASIC} статистички значајно највећи индекс имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте (1.2889, 162.15% разлика, p=0.000) и нетрениране особе мушког пола (1.0961, 110.97% разлика, p=0.000). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 6).

Показатељи за процену специфичних карактеристика F-t криве

Резултати су показали да код варијабли RFD_{50%LegExtISO} статистички значајно највећи ниво експлозивности екстензора ногу имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте (14832.69 N·s⁻¹, 203.24 % разлика, p=0.000) и нетрениране особе мушког пола (12319.87 N·s⁻¹, 125.57% разлика, p=0.000). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 7).

Табела 7 Парцијалне разлике апсолутних и релативних показатеља нивоа специфичне експлозивности изометријске силе екстензора ногу код испитаника мушког пола

Парцијалне разлике између посматраних варијабли унутар испитиваних група					
F-t карактеристике	(I) субзорак	(J) субзорак	Апсолутне разлике	Релативне разлике %	p вредност
RFD _{50%LegExtISO} у N·s ⁻¹	Elite	Non-spec	14832.69*	203.24	0.000
		Control	12319.87*	125.57	0.000
	Non-spec	Control	-2512.82	-25.61	1.000
RFD _{50-100%LegExtISO} у N·s ⁻¹	Elite	Non-spec	3888.88*	248.32	0.000
		Control	3506.42*	179.95	0.000
	Non-spec	Control	-382.47	-19.63	1.000
RFD _{allomLegExtISO50%} у N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667}	Elite	Non-spec	702.4804*	178.54	0.000
		Control	580.73*	112.72	0.000
	Non-spec	Control	-121.75	-23.63	1.000
IndexSNG _{SPEC} индексна вредност	Elite	Non-spec	5.5291*	106.47	0.002
		Control	3.9500*	58.32	0.029
	Non-spec	Control	-1.5792	-23.32	0.884
Koef S/A gradijent индексна вредност	Elite	Non-spec	-0.0699	-1.48	1.000
		Control	-0.4423	-8.69	1.000
	Non-spec	Control	-0.3723	-7.31	1.000

Резултати су показали да код варијабле $RFD_{50-100\%LEgExtISO}$ статистички значајно највећи ниво експлозивности екстензора ногу имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисти са аспекта експлозивне силе ($3888.88 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 248.32% разлика, $p=0.000$) и нетрениране особе мушког пола ($3506.42 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 179.95% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 7).

Код варијабле $RFD_{allomLEgExtISO50\%}$ резултати су показали да статистички значајно највећи ниво релативне експлозивности екстензора ногу имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте ($702.47 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 178.54 % разлика, $p=0.000$) и нетрениране особе мушког пола ($580.73 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 112.72% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 7).

Резултати су показали да код варијабле $IndexSNG_{SPEC}$ статистички значајно највећи индекс имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте (5.5291 , 106.47% разлика, $p=0.002$) и нетрениране особе мушког пола (3.9500 , 58.32% разлика, $p=0.029$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 7).

Статистички значајне разлике нису пронађене код варијабле коефицијент S/A градијент (Табела 7).

Показатељи за процену специјалних карактеристика F-t криве

Резултати су показали да код варијабле $RFD_{30\%LEgExtISO}$ статистички значајно највећи ниво специфичне експлозивности екстензора ногу имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте са аспекта експлозивне силе ($16367.43 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 231.39% разлика, $p=0.000$) и у односу на нетрениране особе мушког пола ($14372.87 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 158.50% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 8).

Код варијабле $RFD_{allomLEgExtISO30\%}$ резултати су показали да статистички значајно највећи ниво релативне вредности специфичне експлозивности екстензора ногу имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте са аспекта експлозивне силе ($776.82 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 203.12% разлика, $p=0.000$) и у односу на нетрениране особе мушког пола ($683.85 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-0.667}$, 143.84% разлика, $p=0.000$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 8).

Табела 8 Парцијалне разлике апсолутних и релативних показатеља нивоа специјалне експлозивности изометријске силе екстензора ногу код испитаника мушког пола

Парцијалне разлике између посматраних варијабли унутар испитиваних група					
F-t карактеристике	(I) субузорок	(J) субузорок	Апсолутне разлике	Релативне разлике %	p вредност
RFD _{30%LEgExtISO} у N·s ⁻¹	Elite	Non-spec	16367.43*	231.39	0.000
		Control	14372.87*	158.50	0.000
	Non-spec	Control	-1994.56	-22.00	1.000
RFD _{allomLEgExtISO30%} у N·s ⁻¹ ·kg ^{-0.667}	Elite	Non-spec	776.82*	203.12	0.000
		Control	683.85*	143.84	0.000
	Non-spec	Control	-92.98	-19.56	1.000
IndexSNG _{SPECU} индексна вредност	Elite	Non-spec	10.2750*	119.72	0.002
		Control	8.6975*	85.61	0.008
	Non-spec	Control	-1.5775	-15.53	1.000

Резултати су показали да код варијабле IndexSNG_{SPECU} статистички значајно највећи индекс имају врхунско тренирани одбојкаши и то у односу на неспецифично трениране спортисте са аспекта експлозивне силе (10.2750, 119.72% разлика, $p=0.002$) и нетрениране особе мушког пола (8.6975, 85.61% разлика, $p=0.008$). Статистички значајна разлика није пронађена између неспецифично тренираних спортиста и нетренираних особа (Табела 8).

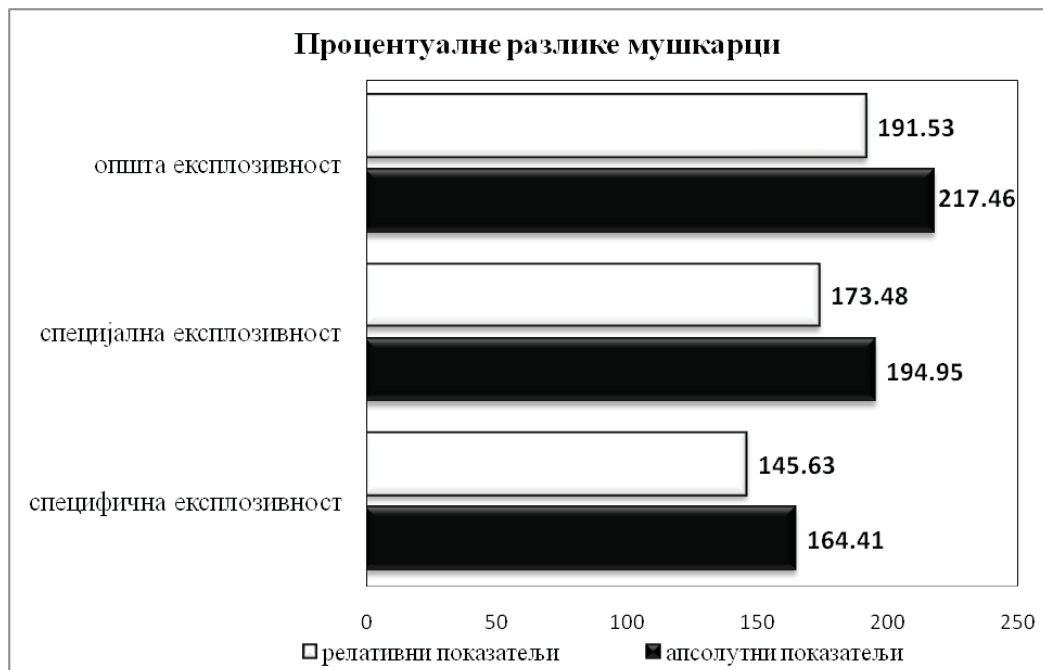
4. ДИСКУСИЈА

Највеће средње вредности апсолутних и релативно дефинисаних показатеља за процену нивоа опште експлозивности екстензора ногу измерене су код врхунско тренираних одбојкаша оба пола. Процентуалне разлике код испитаника мушког пола кретале су се на нивоу од 110.97% суфицита за општи индекс синергије у односу на нетрениране особе до 261.23% за показатељ општег или базичног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу суфицита у односу на неспецифично трениране спортисте (Табела 2,6). Процентуалне разлике код испитаника женског пола кретале су се на нивоу од 31.61% суфицита за општи индекс синергије у односу на нетрениране спортисткиње до 107.62% суфицита за показатељ општег или базичног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу у односу на неспецифично трениране спортисткиње (Табела 1 и 3).

Осим код варијабле Коef S/A градијент, највеће средње вредности апсолутних и релативно дефинисаних показатеља за процену нивоа специфичне експлозивности екстензора ногу измерене су код врхунско тренираних одбојкаша оба пола. Процентуалне разлике код испитаника мушког пола кретале су се на нивоу од 8.69% дефицита за Коef S/A градијент у односу на нетрениране спортисте до 248.32% суфицита за индекс акцелерације екстензора ногу измерен на нивоу 50–100% од максималне у односу на неспецифично трениране спортисте (Табела 2,7). Процентуалне разлике

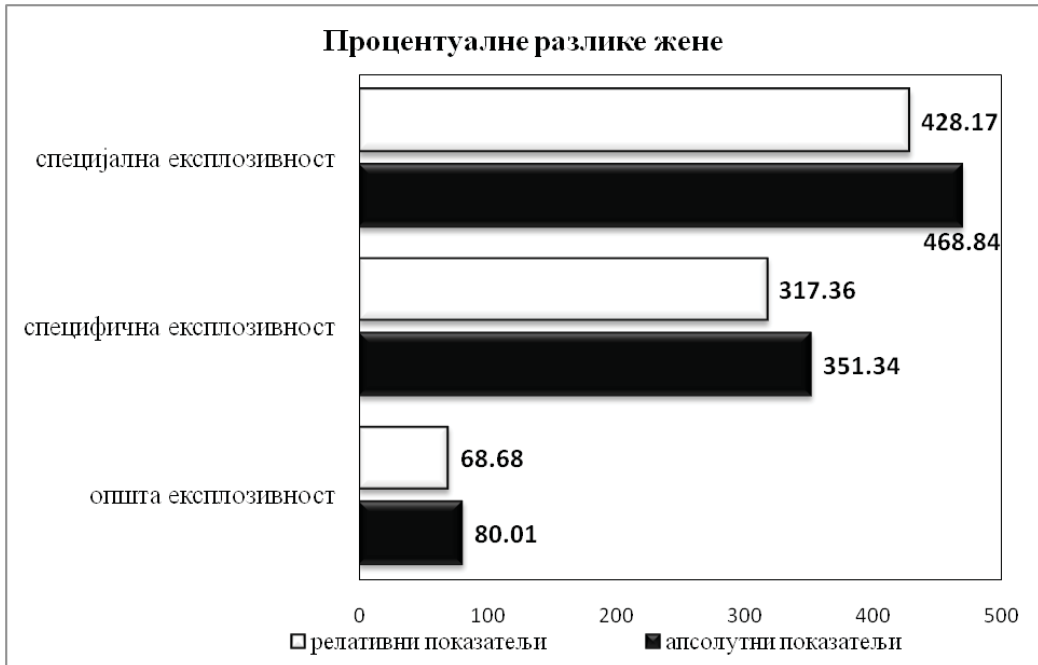
код испитаника женског пола кретале су се на нивоу од 26.69% суфицита, индекс акцелерације екстензора ногу измерен на нивоу 50–100% од максималне силе у односу на нетрениране спортисткиње до 366.32% суфицита за Коef S/A градијент у односу на нетрениране спортисткиње (Табела 1 и 4).

Графикон 1 Просечне процентуалне разлике апсолутних и релативних показатеља контрактилних карактеристика изометријске силе екстензора ногу врхунско тренираних одбојкаша у односу на неспецифично трениране и нетрениране групе испитаника



Највеће средње вредности апсолутних и релативно дефинисаних показатеља за процену нивоа специјалне експлозивности екстензора ногу су измерене код врхунско тренираних одбојкаша оба пола. Процентуалне разлике код испитаника мушког пола кретале су се на нивоу од 85.61% суфицита за специјални индекс синергије у односу на нетрениране спортисте до 231.39% суфицита за показатељ специјалног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу у односу на неспецифично трениране спортисте са аспекта експлозивне силе (Табела 2 и 8). Процентуалне разлике код испитаника женског пола кретале су се на нивоу од 336.3% суфицита за специјални индекс синергије у односу на нетрениране спортисткиње до 472.55% суфицита за показатељ специјалног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу у односу на неспецифично трениране спортисткиње (Табела 1 и 5).

Графикон 2 Просечне процентуалне разлике апсолутних и релативних показатеља контрактилних карактеристика изометријске силе екстензора ногу врхунско тренираних одбојкашица у односу на неспецифично трениране и нетрениране групе испитаника



На Графиконима 1 и 2 приказане су просечне процентуалне вредности разлика праћених апсолутних и релативних показатеља контрактилних карактеристика мишићне силе опружача ногу врхунских одбојкаша и одбојкашица у односу на неспецифично трениране и нетрениране испитанике. Уочљиво је да су просечне вредности мерених карактеристика врхунских одбојкаша оба пола у односу на неспецифично трениране и нетрениране групе испитаника веће, посебно код испитаника женског пола, на нивоу специфичне, а поготово специјалне експлозивности, односно на нивоу карактеристика испољене силе у односу на временске интервале потребне за достизање 30 и 50% од максималне силе који су са моторичког аспекта одговорни за реализацију специфично техничко-тактичких захтева, честе промене правца, наскоке, скокове, различите комбинације поменутих кретњи..., у великом броју спортских дисциплина, као и за посебне захтеве одбојкашке игре.

Код спортова у којима су најчешћи елементи различите врсте скокова, учешће мишића екстензора ногу је од изузетног значаја. Време неопходно да се достигне одређени ниво силе и значај процене брзине развоја силе – експлозивности у одбојци је посебно изражено. Различите врсте вертикалних скокова и изузетан значај учешћа мишића екстензора ногу у реализацији скокова допринели су да највеће вредности општих, специфичних и специјалних карактеристика експлозив-

не силе екстензора ногу буду измерене код испитаника из групе врхунско тренираних одбојкаша. Не изненађује чињеница да управо код датих спортиста, код којих се адаптација најинтензивније дешава на нивоу силе, постоји значајна повезаност спортске гране и продукције мишићне силе екстензора ногу у односу на неспецифично трениране и нетрениране популације. Ове разлике се могу објаснити између осталог и начинима и методама спровођења тренажног процеса. Према великом броју аутора, најефикаснији метод физичке припреме у одбојци и спортским гранама које су према моторичким захтевима слични одбојци, је плиометријски модел тренинга који се састоји из великог броја скокова са различитих висина, дизања тегова максималне, субмаксималне и мале тежине као и бројне комбинације ових метода. Показало се да овако комбиновани тренинзи у тренажном процесу врхунских спортиста побољшавају брзину и стартно убрзање, као и физичке карактеристике које се ослањају на експлозивну силу и снажну реакцију ногу при одскоку, спринту, продукцији максималне силе као и времена потребног за достизање максималне силе (Rajić et al., 2004; Zatsiorsky and Kraemer, 2006). На тај начин, оваквим тренажним активностима може се повећати брзина покрета експлозивно – реактивног типа који је између осталог битан и за добар вертикални скок. Као последица таквог специфичног тренинга, повећава се мишићна сила у временским интервалима од 100 ms до 200 ms, са тенденцијом померања криве силе-време према пику од 100 ms. Rajić, Dopsaj i Abela (2004) су истраживали утицај специфичног модела експлозивног тренинга на механичке карактеристике максималне изометријске силе најзаступљенијих мишићних група у одбојци у циљу дефинисања најефикаснијег модела тренинга за одбојкашице и у циљу побољшања контрактилно-механичких карактеристика мишићне силе. Сви обрађени подаци у овом истраживању потврђују резултате и истраживања других аутора (Zatsiorsky and Kraemer, 2006; Rajić et al., 2008) о утицају специфичног тренинга, где је значајно редуковано време потребно за достизање специфичног нивоа силе и максималне силе. Анализирајући криву сила-време, специфични метод тренинга померио је криву у лево, што практично значи да је скратио време за генерисање мишићне силе на нивоу од 200–350 ms. Поред тога, Рајић и сарадници (Rajić et al., 2008), на пример, истичу да су специфични параметри свих мерених одбојкашица постали више хомогени у смислу експлозивности у временским интервалима који се углавном препознају као типични за одбојкашку игру и за реализацију конкретних одбојкашких елемената, под утицајем примењеног специфичног модела тренинга. Такође, овај специфични модел тренинга побољшао је најбитнији моменат - контрактилни потенцијал прелазног режима мишићне контракције – *Stretch-Shortening cycle of Contraction (SSC)*, то јест смањено је време потребно за прелазак са концентричне на ексцентричну мишићну контракцију, које синхронизују мишићне јединице.

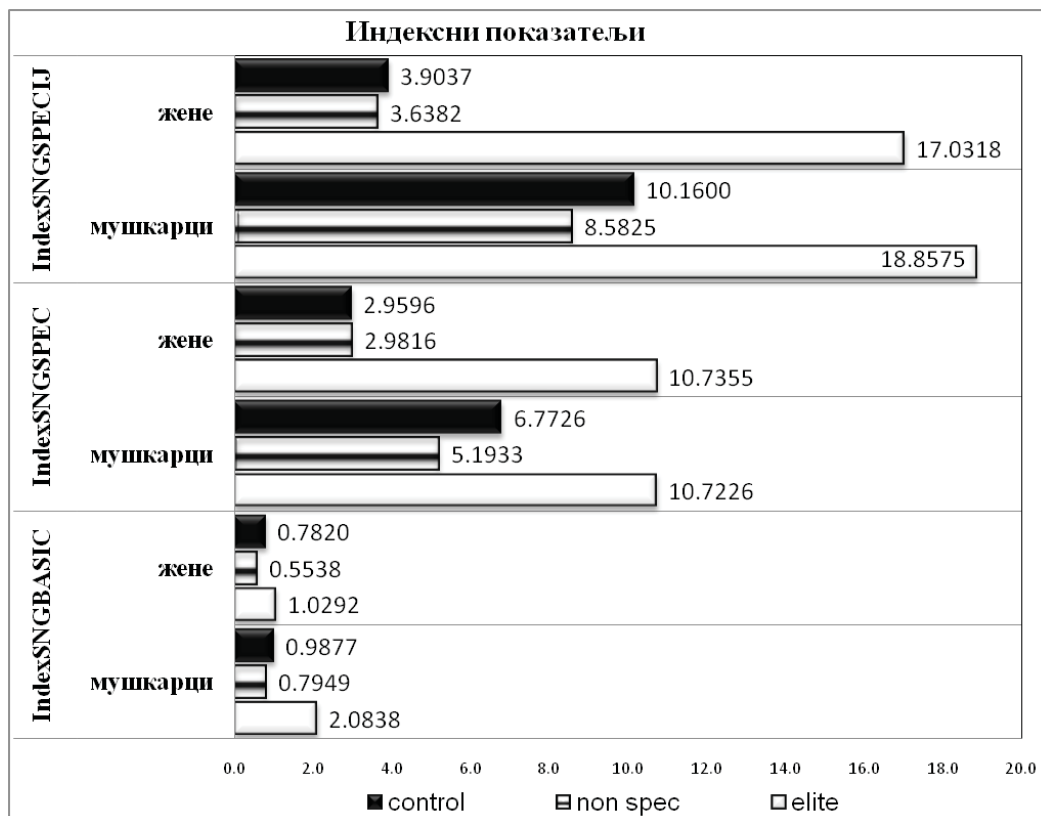
Ове резултате потврђују и резултати нашег истраживања. Највеће апсолутне, релативне и статистички значајне разлике између посматраних варијабли код испитаника женског пола измерене су код $RFD_{30\%LEGEXTISO}$ и износе $10801.13 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ односно 472.55% , што практично значи да су достигнуту изометријску силу на 30% од $F_{\max LEGEXTISO}$ врхунско трениране одбојкашице постигле за знатно краће време у односу на неспецифично трениране и нетрениране особе женског пола. И код испитаника муш-

ког пола дошло се до сличних резултата. Поред тога, резултати су показали да код испитиване групе врхунских одбојкаша оба пола иако играју у различитим клубовима, сви испитаници су репрезентативци и не пролазе кроз исте тренажне процесе, проценат коефицијента варијације за све испитиване варијабле је нижи у односу на неспецифично трениране и нетрениране физички активне особе. Ово је посебно изражено код врхунских одбојкаша где се коефицијент варијације у односу на све испитиване варијабле налази на нивоу између 32.53% за варијаблу $RFD_{allomLEGExtISO}$ до 60.78% за варијаблу Коef S/A gradiјent.

Дефинишући карактеристике опшних и специфичних показатеља експлозивне силе екстензора ногу добро тренираних одбојкашица које се такмиче у Другој српској лиги, мерених у стојећој позицији, Рајић и сарадници (Рајић et al., 2008) добили су средње вредности општег индекса синергије екстензора ногу $Index-SNG_{BASIC}=0.7598$, у индексним вредностима. Уколико упоредимо резултате овог истраживања и добијене вредности нашег истраживања, вредности разлика се налазе на нивоу од 5.13% или 0.0390 дефицита за субузорок жена и 35.45% или 0.2694 суфуцита за субузорок врхунско тренираних одбојкашица. Поред тога, резултати истог истраживања показују да вредности експлозивне силе екстензора ногу измерене код испитаника женског пола на нивоима 100 ms, 180 ms, 250 ms као и на нивоу 50% од максималне силе значајно превазилазе добијене вредности опште експлозивности (око четири пута су веће). Ове резултате потврђују и резултати нашег истраживања. На субузорок женског пола индикатор специфичне експлозивности опружача ногу 4.08 пута превазилази добијене вредности опште експлозивности, док код субузорок врхунско тренираних одбојкашица вредности индикатора специфичне специфичне експлозивности опружача ногу превазилазе добијене вредности опште експлозивности 5.59 пута. Оно што може бити занимљив податак, а тиче се односа експлозивности на различитим нивоима испољавања, резултати су показали да је једино код испитаника врхунско тренираних одбојкаша мушког пола утврђена већа средња вредност показатеља специјалног нивоа развијености експлозивне силе тј. експлозивности опружача ногу у односу на показатељ специфичног нивоа развијености ($RFD_{30\%LEGExtISO}=23440.97\pm 10726.47 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$; $RFD_{50\%LEGExtISO}=22130.80\pm 9759.63 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$).

Резултати ранијих истраживања показали су да се и критеријуми за процену развијености нивоа експлозивности и нивоа испољене силе могу мењати под утицајем специфичности тренажног процеса (Aagaard et al., 2002, Andersen et al., 2010). На Графикону 3 приказани су индекси синергије са аспекта опшних, специфичних и специјалних карактеристика мишићне силе екстензора ногу у односу на различито трениране и нетрениране испитанике оба пола. Разлике индекса синергије на свим нивоима испољене силе врхунских одбојкаша оба пола у односу на различито трениране и нетрениране испитанике су очигледне. Као и код осталих димензија контрактилних карактеристика изометријске силе екстензора ногу разлике су веће на нивоима испољене силе на 30 и 50% од максималне у односу на максималну изометријску силу опружача ногу.

Графикон 3 Индексни показатељи у односу на различито трениране и нетрениране испитанике оба пола



Као последица адаптације на дуготрајни тренинг оптерећења, специфичног у односу на максималну силу и снагу, утврђене су разлике у мереним карактеристикама максималне и експлозивне силе на различитим нивоима испољавања и код различитих мишићних група врхунских спортиста у односу на специфичности различитих спортских грана. На пример, код бодибилдера, који равномерно користе и десну и леву руку, како у функцији такмичарске активности, тако и током тренинга, тј. тренажних активности, функционални диморфизам максималне силе стиска шаке између недоминантне и доминантне руке је и најусаглашенији у односу на врхунске спортисте из других спортских грана. Поред тога, код бодибилдера су измерене и значајно веће вредности максималне силе стиска шаке обе руке у односу на спортисте из осталих спортских грана, као и у односу на контролну популацију (Ivanović et al., 2009). Истражујући опште и специфичне карактеристике експлозивности стиска шаке и временских параметара код различито тренираних популација са аспекта снаге, Допсај и сарадници (Dopsaj et al., 2009) дошли су до сличних резултата. Значајно веће вредности опште експлозивности, S градијента, релативних параметара опште експлозивности и S градијента и времена потребног за достизање 50 и 100% од F_{max} измерене су код *Power Lifters* у односу на добро трениране студенте и контролну групу испитаника (Dopsaj et al., 2009).

Може изненадити податак да су код неспецифично тренираних спортиста са аспекта експлозивне силе оба пола измерене ниже вредности великог броја праћених карактеристика изометријске силе екстензора ногу у односу на нетрениране особе. Изабрани узорак испитаника неспецифично тренираних спортиста са аспекта силе чине представнице спортских грана у којима експлозивност мишића ногу не игра пресудну и ограничавајућу улогу за постизање врхунског резултата. Услед тога, највероватније као последица, како селекције тако и тренажне адаптације, мерене контрактилне карактеристике доњег дела тела, тј. мишића екстензора ногу су у односу на остале тестиране групе испитаника на апсолутном нивоу најниже. Ипак, за нека будућа истраживања, треба поставити питање, какве би резултате у својим дисциплинама постизале, уколико би резултати мерења општих и специфичних карактеристика експлозивне изометријске силе екстензора ногу биле на вишем нивоу?

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду дефинисане су опште, специфичне и специјалне карактеристике експлозивне изометријске силе мишића екстензора ногу врхунских одбојкаша оба пола у односу на различито трениране популације. На основу добијених резултата дефинисан је утицај одређене спортске гране и специфичности тренажног процеса на посматране контрактилне карактеристике мишића екстензора ногу у односу на различито трениране популација. Статистички значајно, веће средње вредности испитиваних општих, специфичних и специјалних карактеристика експлозивности екстензора ногу, измерене су код врхунско тренираних одбојкаша оба пола.

У односу на посматрани модул за процену остварене експлозивности резултати су показали:

највеће разлике су утврђене између:

- врхунских одбојкаша и неспецифично тренираних спортиста код варијабле $RFD_{\text{BASICLEGEXTISO}}$ ($6081.23 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 261.23% разлика, $p=0.000$),
- врхунских одбојкашица и неспецифично тренираних спортисткиња код варијабле $RFD_{\text{30\%LEGEXTISO}}$ ($10801.13 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$, 472.55% разлика, $p=0.000$),

најмање разлике су утврђене између:

- врхунских одбојкаша и неспецифично тренираних спортиста код варијабле коефицијент S/A gradijent (0.0699, 1.48% разлика),
- врхунских одбојкашица и нетренираних спортисткиња код варијабле $\text{IndexSNG}_{\text{BASIC}}$ (0.2472, 31.61% разлика).

На основу приказаних резултата ове студије, дијагностике нивоа утренираности дате способности и обезбеђивања потпуних и валидних података у функцији праћења, сталне контроле и оптимизације тренажног процеса, поред општих (базичних) показатеља нивоа развијености максималне силе ($F_{\text{maxLEGEXTISO}}$) и експлозивности

($RFD_{\text{BASICLEGEXTISO}}$) опружача ногу код одбојкаша, предлаже се коришћење следећих параметара:

- Показатељ развијености специфичног нивоа експлозивности – $RFD_{50\% \text{LEGEXTISO}}$ и показатељ развијености специјалног нивоа експлозивности – $RFD_{30\% \text{LEGEXTISO}}$;
- Показатељ релативне вредности развијености специфичног нивоа експлозивности – $RFD_{\text{allomLEGEXTISO}50\%}$ и показатељ релативне вредности развијености специјалног нивоа експлозивности $RFD_{\text{allomLEGEXTISO}30\%}$;
- Специфични Индекс синергије – $\text{IndexSNG}_{\text{SPEC}}$ и Специјални Индекс синергије – $\text{IndexSNG}_{\text{SPECIJ}}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., Poulsen P. D.** (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1318–1326.
2. **Andersen L. L., Aagaard P.** (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 46–52.
3. **Andersen L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., Aagaard, P.** (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 162–169.
4. **Vanderburgh, P.M., Mahar, M.T., Chou, C.H.** (1995). Allometric scaling of grip strength by body mass in college-age men and women. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 66 (1), 80–84.
5. **Допсај, М.** (2005). Конституисање дијагностичко-прогностичког система за праћење и процену карактеристика изометријске силе различитих мишићних група спортиста СЦГ у функцији узраста, пола и такмичарске успешности (*Научно-истраживачки пројекат*). Београд: Републички завод за спорт.
6. **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 (1-4), 138-147.
7. **Dopsaj, M., Ivanović, J., Blagojević, M., Vučković G.** (2009) 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.
8. **Dopsaj, M., Ivanović, J., Blagojević, M., Koropanovski, N., Vučković, G., Janković, R., Marinković, B., Atanasov, D., & 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.

9. **Zatsiorsky, V. M., Kraemer W. J.** (2006). *Science and practice of strength training* (Sec. Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
10. **Ziv, G., Lidor, R.** (2010). Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*.
11. **Ivanović, J., Koropanovski, N., Vučković, G., Janković, R., Miljuš, D., Marinković, B., Atanasov, D., Blagojević, M., Dopsaj, M.** (2009). Functional dimorphism and characteristics considering maximal hand grip force in top level athletes in the Republic of Serbia. *Gazzeta Medica Italiana*, 168 (5), 297-310.
12. **Ivanović, J.** (2009a). The influence of information factors on professional success in coaching. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 3 (3), 111-119.
13. **Ivanović, J., Nešić, G., Mirkov, D., Dopsaj, M.** (2010). Opšte i specifične karakteristike eksplozivne sile mišića ekstenzora nogu vrhunskih odbojkašica Srbije u odnosu na različito trenirane populacije. U: V. Koprivica, I. Juhas (Eds.), Zbornik radova sa: *Međunarodna naučna konferencija, Teorijski, metodološki i metodički aspekti takmičenja i pripreme sportista* (pp. 90-97). Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
14. **Ивановић, Ј.** (2010). Изометријске F-t карактеристике екстензора ногу врхунских одбојкаша оба пола у односу на друге трениране и нетрениране особе (*Магистарски рад*). Београд: Факултет спорта и физичког васпитања.
15. **Jarić, S.** (1987). Biomehanička istraživanja maksimalnog sunožnog odskoka i njihove implikacije u praksi. *Fizička kultura*, 41 (1), 30-37.
16. **Jarić, S.** (2002). Muscle strength testing: use of normalisation for body size. *Sports Medicine*, 32 (10), 615-631.
17. **Milišić, B.** (2007). Efficiency In Sport And Training Management Theory. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 1 (1-4), 7-13.
18. **Mirkov, D.M., Nedeljkovic, A., Milanovic, S., Jaric, S.** (2004). Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 147-154.
19. **Nešić, G.** (2008). Struktura takmičarske aktivnosti odbojkašica. *Godišnjak Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*, 14, 89-112.
20. **Rajić, B., Dopsaj, M., Abela, C. P.** (2004). The Influence of the combined method on the development of explosive strength in female volleyball players and on the isometric muscle strength of different muscle. *Facta Universitatis Series: Physical Education and Sport*, 2 (1), 1-12.
21. **Rajić, B., Dopsaj, M., Abella, C. P.** (2008). Basic and specific parameters of the explosive force of leg extensors in high trained serbian female volleyball players: characteristics of the isometric force- time curve model. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 2 (4), 131-139.
22. **Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W.** (1998). *Multivariate Data Analysis* (Fifth Ed.). New Jersey, USA: Prentice - Hall, Inc.
23. **Hedrick, A.** (2008). Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part II: Training program. *Strength and Conditioning Journal*, 30 (1), 12-21.

CHARACTERISTICS OF INDICATORS FOR EVALUATING LEG EXTENSORS EXPLOSIVENESS IN THE ELITE VOLLEYBALL PLAYERS IN SERBIA OF BOTH GENDERS

Summary

The aim of this research was to define isometric F-t characteristics of leg extensors in top level volleyball players in regard to different trained and untrained persons, both males and females, covering the space of basic, specific and special indicators of leg extensors muscle force. Sample included 107 examinees divided into 3 groups by gender: highly trained male and female volleyball players (Elite_{MALE} N=19 and Elite_{FEMALE} N=20), nonspecific trained male and female athletes (Non-spec_{MALE} N=18 and Non-spec_{FEMALE} N=18) and control group containing untrained males and females (Control_{MALE} N=20 and Control_{FEMALE} N=12). In order to assess characteristics of the F-t isometric leg extensors force, tensiometric probe and standardized „seating leg extension“ test were used. The measurement range was defined by 11, 8 absolute and 3 relative indicators for evaluating explosiveness of the leg extensors. The results of all tested indicators for evaluating leg extensors explosiveness, showed increased values in elite volleyball players at the level of Wilks' Lambda 0.300, F=2.776, p=0.001 for female and at the level of Wilks Lambda 0.145, F=6.520, p=0.000 for male. The highest differences in the observed characteristics of isometric F-t curve of leg extensors were measured between: Elite_{MALE} and Non-spec_{MALE} at the basic level of rate of force development RFD_{BASICLEGEXTISO} (6081.23 N·s⁻¹, 261.23%) and between Elite_{FEMALE} and Non-spec_{FEMALE} at the special level of rate of force development, that is of explosiveness – RFD_{30%LEGEXTISO} (10801.13 N·s⁻¹, 472.55%). With the obtained results we were able to define the influence of different sports on the observed contractile characteristics of the leg extensors muscle force in regard to different trained and untrained persons. Besides, the obtained results helped us to define the new parameters and characteristics of F-t curve, which can be scientifically used in order to follow fitness profile of athletes, to control and optimize training process.

Keywords: /volleyball, isometric F-t characteristics, leg extensors, explosiveness/