

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА

Кандидат:
мр Иван Тодоров

**ЕФЕКТИ СПЕЦИФИЧНОГ ТРЕНИНГА НА
КАРДИОРЕСПИРАТОРНУ ИЗДРЖЉИВОСТ И
КОНТРАКТИЛНИ ПОТЕНЦИЈАЛ МИШИЋА ЦУДИСТА**
Докторска дисертација

Ментор:
др Милован Братић
редовни професор

Ниш, децембар 2014.



мр Иван Тодоров

Комисија за оцену и одбрану

др Драган Радовановић, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, председник

др Милован Братић, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, ментор

др Драгана Берић, редовни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, члан

др Миливој Допсај, ванредни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Београду, члан

др Мирсад Нуркић, ванредни професор Факултета спорта и физичког васпитања у Нишу, члан

Научни допринос докторске дисертације

Ефекти специфичног тренинга на кардиореспираторну издржљивост и контрактилни потенцијал мишића џудиста је оригинално научно истраживање чији резултати дају допринос развоју теорије и праксе тренинга џудоа. Истраживани су ефекти осмонедељног специфично планираног тренинга на узорку утренираних џудиста са већ значајним такмичарским искуством. Доскора је било тешко квантификовати ефекте тренинга што је ограничавало прецизнију евалуацију различитих метода тренинга у џудоу. Добијени резултати истраживања пружају прецизније и обухватније информације о адаптивним одговорима кардиореспираторног и мишићног система код младих џудиста при специфично планираном тренингу и омогућавају успешнију практичну примену оваквих тренажних епизода у џудо тренингу.

**СПИСАК СКРАЋЕНИЦА**

VO ₂ max	максимална потрошња кисеоника
ЦНС	централни нервни систем
ТМГ	тензиомиографија
Dm	максимално мишићно вертикално померање
Dt	латентно време мишићне контракције
Tc	време трајања мишићне контракције
Tr	време релаксације мишића
Ts	време одржавања контракције
MANOVA	мултиваријантна анализа варијансе
ANOVA	униваријантна анализа варијансе

**САДРЖАЈ**

1	УВОД	5
1.1	Кардиореспираторна издржљивост	7
1.1.1	Максимална потрошња кисеоника	7
1.1.2	Лактати и планирање спортског тренинга	10
1.2	Контракtilни потенцијал мишића.....	12
1.2.1	Моторна јединица скелетног мишића.....	12
1.2.2	Појединачна мишићна контракција.....	13
1.3	Дефиниције основних појмова	16
2	ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА	17
2.1	Биоенергетски капацитет	17
2.2	Телесни састав.....	19
2.3	Мишићна сила и снага.....	20
3	ПРЕДМЕТ	22
4	ЦИЉ И ЗАДАЦИ	24
5	ХИПОТЕЗЕ	25
6	МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА	27
6.1	Узорак испитаника.....	27
6.2	Узорак мерних инструмената.....	27
6.2.1	Процена антропометријских карактеристика узорка	27
6.2.2	Процена кардиореспираторне издржљивости.....	28
6.2.3	Процена контракtilног потенцијала мишића	28
6.3	Опис мерних инструмената	29
6.3.1	Антропометријске карактеристике испитаника.....	29
6.3.1.1	Висина тела.....	29
6.3.1.2	Маса тела и телесни састав.....	29
6.3.2	Кардиоваскуларна издржљивост	31
6.3.2.1	Максимални вишестепени тест на ручном бицикл-ергометру	31
6.3.2.2	Одређивање концентрације лактата	34
6.3.3	Процена контракtilног потенцијала мишића	34
6.4	Организација мерења	37



6.5	Експериментални поступак.....	38
6.6	Методе обраде података	38
7	РЕЗУЛТАТИ	39
7.1	Дескриптивни статистички показатељи на иницијалном мерењу	39
7.2	Дескриптивни статистички показатељи на финалном мерењу	42
7.3	Разлике у кардиореспираторној издржљивости између иницијалног и финалног мерења	45
7.4	Разлике контрактилног потенцијала мишића између иницијалног и финалног мерења	48
8	ДИСКУСИЈА	51
9	ЗАКЉУЧАК	61
10	ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА	65
11	ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА	67
12	ПРИЛОГ	75
12.1	План рада осмонедељног специфично планираног тренинга	75
12.2	Графички прикази резултата истраживања	82
13	САЖЕТАК.....	92
14	SUMMARY	93
15	БИОГРАФИЈА	94

1 УВОД

Џудо је динамични, физички и моторички захтеван спорт који се карактерише високим интензитетом активности у кратком временском периоду. Велики број различитих варијабли (физиолошких, техничких, тактичких и психолошких) одређује коначни резултат у џудоу. Током последње две деценије спроведено је више истраживања с циљем да се утврде захтеви које џудиста мора да испуни како би остварио врхунски резултат (Ebine, Yonda & Hase, 1991; Borkowski, Faff & Straczewska-Czapowska, 2001; Radovanović, Bratić & Nurkić, 2009; Todorov, Nurkić, Stanković, & Lolić, 2010).

Такмичарска успешност у борилачким спортовима произашлим из древних вештина, као што је џудо, зависи од више фактора међу којима су и физиолошке карактеристике. Постојање значајних корелација физиолошких карактеристика и техничких елемената у џудоу значи да се побољшањем неких од физиолошких варијабли може позитивно утицати на извођење техника током борбе. Можда најилустративнији пример за то је да повећање анаеробног капацитета уз смањење процента масног ткива омогућава извођење већег броја напада у току борбе, док побољшање аеробног капацитета омогућава бржи процес опоравка између борби (Todorov, Bratić, Nurkić, & Radovanović, 2013). Па ипак, чврсту везу између физиолошких адаптација на тренинг, квалитета и квантитета тренинга, и нивоа техничких способности такмичара је веома тешко успоставити јер је џудо спорт у којем преовлађује техника, док су физиолошке карактеристике и њихови параметри само основа на којој џудиста базира своју технику и тактику (Todorov, Bratić, Radovanović, & Nurkić, 2010).

Према подацима из до сада спроведених истраживања, физиолошки профил џудо такмичара и међусобну повезаност аеробног и анаеробног метаболизма није лако утврдити. Ово може бити делимично приписано чињеници да су џудисти подељени у тежинске категорије, што ствара разлике у тежини тела и телесном саставу, делимично и у техничким и тактичким вештинама, што све заједно утиче на физиолошки профил



ових спортиста. Оба дела биоенергетског капацитета, анаеробни и аеробни, укључени су током трајања борбе. Анаеробни капацитет омогућава интензивно, али краткотрајно испољавање максималне мишићне снаге карактеристичне за ову врсту спорта. Аеробни капацитет омогућава продужене напоре током потенцијалног петоминутног трајања меча. Током цудо меча смењују се периоди максималне активности са кратким периодима опоравка, током којег се ниво активности смањује само на субмаксимални због припреме за следећу технику (напад). Због неопходности извођења жељених техника упркос створеном замору, потребан је висок ниво физичке припремљености.

Џудисте карактерише висок ниво развијености оба дела биоенергетског система, анаеробног и аеробног (Thomas, Cox, Legal & Verde, 1989). Међутим, истраживања цудо такмичара су открила статистички значајне разлике у анаеробном капацитету и максималној потрошњи кисеоника, што се делом може објаснити разликама у антропометријским карактеристикама (Callister R, Callister R.J, Staron, Fleck, Tesch & Dudley, 1991). Skirowski и сарадници (1987) категорисали су активности цудиста током меча у четири категорије трајања: 0–10 s, 11–20 s, 21–30 s и дуже од 30 s. Највећу фреквенцију (39%) имају активности трајања 11–20 s, док периоди одмора и/или прекиди трају (у око 80% случајева) 0–10 s. Слична истраживања су показала да се напади дешавају на сваких 10–15 s, због чега је код цудиста примарно ангажован анаеробни део биоенергетског капацитета (Sterkowicz & Emerson, 2000).

Истраживање спроведено анализом високо енергетских фосфата, спектроскопском методом нуклеарне магнетне резонанце, уз коришћење радиоактивног фосфора ^{31}P , одредило је два доминантна профила цудиста: аеробни и анаеробни (Gariod, Binzoni, Feretti, Le Bas, Reutenauer & Cerretelli, 1994). Аеробном профилу припадају цудисти који до победе долазе углавном у последњем минуту меча, док анаеробном профилу припадају цудисти који углавном побеђују на почетку меча. Анализе динамике смањења количине креатин-фосфата током максималне вољне контракције показале су да је оно било мање изражено код цудиста који су припадали аеробном профилу, али је ресинтеза креатин-фосфата код њих била бржа у односу на цудисте који су припадали анаеробном профилу.

Да би се добио прецизан одговор о стварном доприносу аеробног метаболизма код цудиста, требало би спровести мерење потрошње кисеоника током симулиране борбе што није могуће из очигледних техничких разлога. Штавише, цудо меч се



делимично обавља са издигнутим надлактицама и у квази-статичком стању. То подразумева одговарајуће ангажовање кардиоваскуларног система са порастом фреквенције срчаног рада, уз истовремено смањење потрошње кисеоника. Претходна истраживања су показала да је код статичких мишићних контракција при одређеном проценту максималне фреквенције срчаног рада проценат максималне потрошње кисеоника био мањи од оног који постоји при динамичким контракцијама (Collins, Cureton, Hill & Ray, 1991). Као последица тога губи се линеарност између фреквенције срчаног рада и потрошње кисеоника, што не дозвољава закључке у вези са метаболичким путевима добијања енергије у току цудо борбе.

1.1 Кардиореспираторна издржљивост

Кардиореспираторна или аеробна издржљивост је способност читавог тела да одржава дуготрајну физичку активност и укључује релативно велике мишићне групе. Побољшање издржљивости које је праћено редовним аеробним тренингом резултира бројним адаптацијама на тренажни стимуланс. Неки адаптивни процеси дешавају се унутар самих мишића, обезбеђујући ефикаснији транспорт и коришћење кисеоника и енергетских супстрата. Друге важне промене дешавају се у кардиоваскуларном систему, побољшавајући циркулацију до мишића и у њима. Адаптација респираторног система дешава се у мањем обиму (Радовановић, 2009).

Да би се пратили и проучавали тренажни ефекти на издржљивост, треба имати објективан и поновљив начин мерења капацитета кардиореспираторне издржљивости појединаца. Тако истраживачи који проучавају физичку активност (тренер, или спортиста) могу надгледати побољшање као физиолошку адаптацију, која се одвија током тренажног програма.

1.1.1 Максимална потрошња кисеоника

Већина научника који проучавају физичку активност сматра да је максимална потрошња кисеоника (VO_{2max}), понекад названа максимална аеробна моћ или уопштеније максимални аеробни капацитет, најобјективнија лабораторијска мера максималне кардиореспираторне издржљивости. Захваљујући ефектима тренинга издржљивости, више кисеоника може се допремити и искористити у активним мишићима. Та побољшања допуштају појединцу да физичку активност за коју је



неопходна издржљивост изводи вишим интензитетом побољшавајући могућност извођења. Без обзира колико је кардиоваскуларни систем адаптиран за надокнаду адекватних количина крви у ткивима, издржљивост би била ометана уколико респираторни систем не би био способан да допреми довољно кисеоника како би задовољио кисеоничке захтеве. Функција респираторног система обично не ограничава извођење физичких активности зато што вентилација може бити повећана у већем обиму него кардиоваскуларна функција (Coyle, 1995). Респираторни систем током тренинга издржљивости бива подрвргнут специфичној адаптацији како би своју ефикасност довео до вишег нивоа. Плућна вентилација обично није сматрана фактором ограничења извођења физичких активности типа издржљивости. Међутим, неки докази сугеришу да на одређеној тачки адаптације високо тренираног појединца капацитет плућног система за транспорт кисеоника може бити недовољно способан да задовољи захтеве делова тела и кардиоваскуларног система (Радовановић, 2009).

Кардиореспираторна издржљивост се сматра, према већини објављених радова и уџбеника из области науке о спорту, најважнијом компонентом физичке припремљености (Guyton & Hall, 2008). Она је главна одбрана спортисте од исцрпљености. Низак капацитет издржљивости води ка замору, чак и у спортовима и активностима ниже динамике. За сваког спортисту, без обзира на дисциплину или активност, замор представља главну препреку оптималног извођења. Чак и незнатан замор може омести укупно достигнуће спортисте због тога што је мишићна снага умањена, време реакције и кретања продужено, агилност и неуромускуларна координација умањени, брзина читавог тела смањена, концентрација и окретност смањени (Radovanović, 2009).

Кардиореспираторна издржљивост појединца је одређена великим бројем фактора. Најзначајнији међу њима су: године старости, пол, телесна тежина, генотип, физичка активност (степен утренираности), акутне и неке прележане болести итд. Максимална потрошња кисеоника VO_{2max} је најбољи показатељ аеробне способности организма, односно функционалне способности кардиоваскуларног система, респираторног система и способности ткива да искористе кисеоник. Максимална потрошња кисеоника VO_{2max} представља највећу количину кисеоника коју организам може примити (потрошити) током једног минута оптерећења максималног интензитета. Вредност VO_{2max} зависи од времена и трајања оптерећења, а може се мерити директним методама или процењивати индиректним методама. Директно мерење аеробног



капацитета даје објективне и прецизне вредности, али захтева сложену и скупу апаратуру. Због тога се у пракси, специфично у економски недовољно развијеним земљама, користе једноставнији поступци којима се индиректно одређује $VO_{2\max}$. Међутим, резултати таквих поступака варирају унутар релативно широког распона грешке, због чега је исправније користити термин процена максималне потрошње кисеоника (Грујић, 2003; Радовановић, 2009).

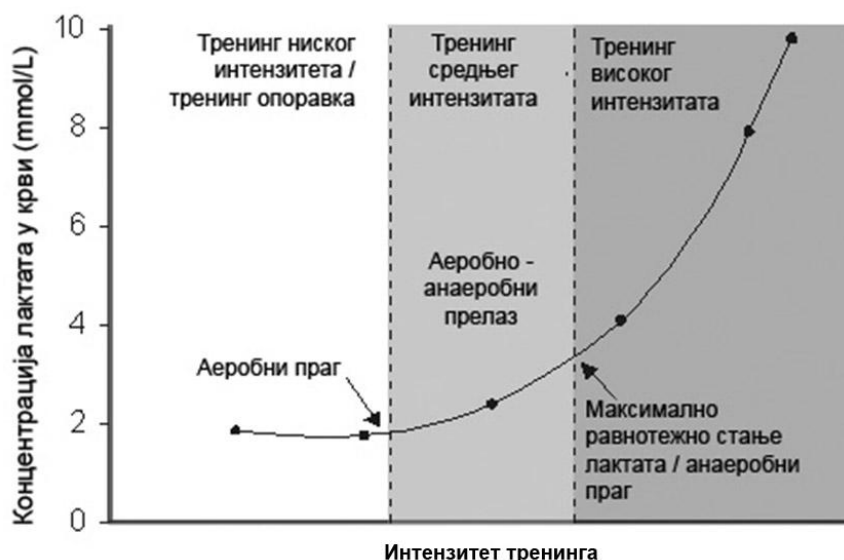
Првобитно се у научним круговима сматрало да постоји тачка напора у којој долази до интензивног коришћења анаеробне енергије. Овом тренутку одговара нагла промена потрошње кисеоника у односу на ослобађање угљен-диоксида, као и брза акумулација лактата у крви. С обзиром да би наведено представљало нагли прелазак из једног у друго физиолошко стање, промена је названа праг (Robergs, Ghiasvand & Parker, 2004). Сматрало се да промене у метаболизму настају због ограниченог допремања кисеоника и почетка коришћења анаеробне енергије. Процес је због тога назван анеаробним, отуда израз „анаеробни праг”. Термин „анаеробни праг” није одговарајући, јер се енергија из анаеробних извора користи чак и у стању мировања. Интензивирањем физичке активности, али значајно испод тачке која је одређена као „анаеробни праг”, коришћење анаеробне енергије се повећава, иако се само мала количина додатног лактата може појавити у крви. Код веома добро утренираних спортиста ће се јавити мала индикација повећане продукције лактата, чак и када је анаеробни систем скоро у потпуности искоришћен. Такође, изнад тачке која је одређена као „анаеробни праг” још увек постоји стални пораст коришћења енергије из аеробних извора, све до достизања максималне потрошње кисеоника. Циљана истраживања су показала да је термин „анаеробни праг” погрешно употребљен, пошто нема претпостављених изненадних промена у анаеробном метаболизму (Saltin, 1990; Svedahl & Macintosh, 2003), а постоји и даље повећање коришћења аеробне енергије.

Из претходног се може закључити да аеробни и анаеробни лактатни пут нису алтернативе. Они су присно повезани механизми који теку паралелно и користе се у зависности од нивоа физичке активности. При физичкој активности нижег интензитета енергија се углавном обезбеђује оксидативним (аеробним) путем, али ни стварање лактата није комплетно напуштено. Мале количине лактата се стварају и одмах уклањају из мишића крвљу. Успоставља се равнотежа између стварања лактата и његове елиминације, осигуравајући на тај начин константан ниво лактата у крви (Faude, Kindermann & Meyer, 2009). Уколико се интензитет напора повећа, на пример

повећањем брзине трчања, одстрањивање лактата не може више да прати повећано стварање лактата и ниво лактата у крви почиње да расте. Ова тачка се назива лактатни праг. Лактатни праг представља прелаз из равне лактатне кривуље у стрми део, али не постоји јединствени став у вези са његовим дефинисањем. Најчешће се лактатни праг дефинише као: преломна тачка – највиша вредност максималне потрошње кисеоника, која може бити одређена за време физичке активности, пре него што се утврди повећање концентрације лактата у крви. Наведено се јавља баш непосредно пре повећања лактата у крви које се примећује када се лактат у крви прикаже у односу на вредност максималне потрошње кисеоника. Овај феномен се такође назива и лактатна преломна тачка и аеробни праг. Максимално равнотежно стање лактата представља највећи интензитет физичке активности на ком се постиже равнотежа између стварања и елиминације лактата из крви (Радовановић, 2012).

1.1.2 Лактати и планирање спортског тренинга

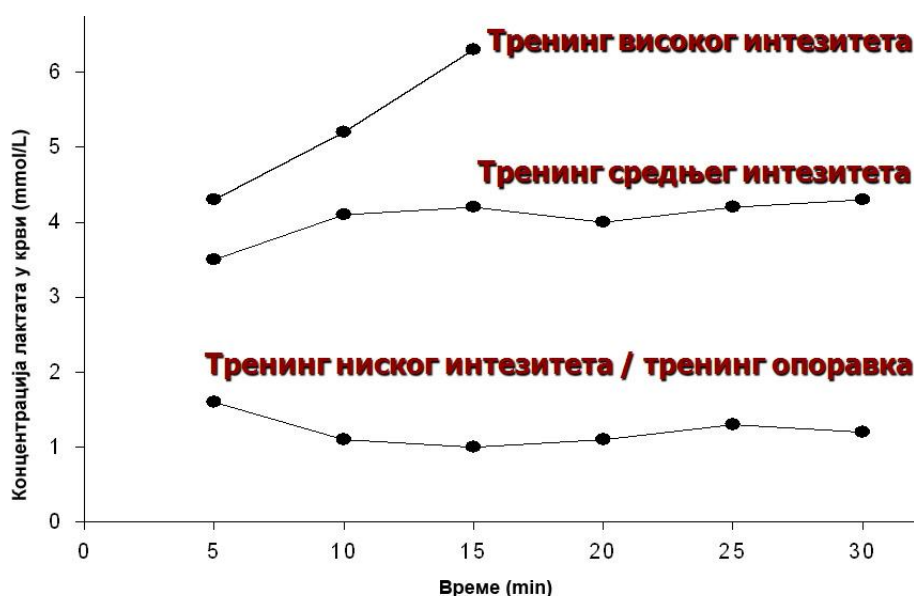
Спортски тренинг повећава ниво лактатног (аеробног) прага и ниво максималног равнотежног стања лактата тако што доводи до физиолошких адаптација које резултују повећањем снабдевања активних мишића кисеоником, чиме се смањује процес стварања лактата и повећава његова елиминација. Одређивање вредности концентрације лактата се користи за оквирно планирање и дозирање интензитета спортског тренинга (Графикон 1).



Графикон 1. Однос вредности концентрације лактата и интензитета спортског тренинга (Адаптирано према: Faude et. al. 2009).

Оквирне физиолошке смернице за планирање спортског тренинга (Радовановић, 2012) на основу вредности концентрације лактата су следеће (Графикон 2):

- Тренинг ниског интензитета/тренинг опоравка = испод лактатног (аеробног) прага.
- Тренинг средњег интензитета = тренинг између лактатног (аеробног) прага и максимално равнотежно стање лактата.
- Тренинг високог интензитета = тренинг изнад максималног равнотежног стања лактата, али испод вредности максималне потрошње кисеоника VO_{2max} .
- Изнад вредности VO_{2max} = супрамаксимални (анаеробни) тренинг.



Графикон 2. Изглед кривуља лактата у крви у односу на интензитет тренинга (преузето из Радовановић, 2012).

Изражавање лактатног (аеробног) прага и максималног равнотежног стања лактата као процента максималне потрошње кисеоника (VO_{2max}) сматра се најбољом одредницом припремљености спортисте у дисциплинама издржљивости (трчање, брзо ходање, бициклизам итд).

Нетренирна особа има вредност лактатног (аеробног) прага на око 50% – 60% свог VO_{2max} , док врхунски спортисти вредност лактатног прага достижу тек на 70% – 80% свог VO_{2max} .



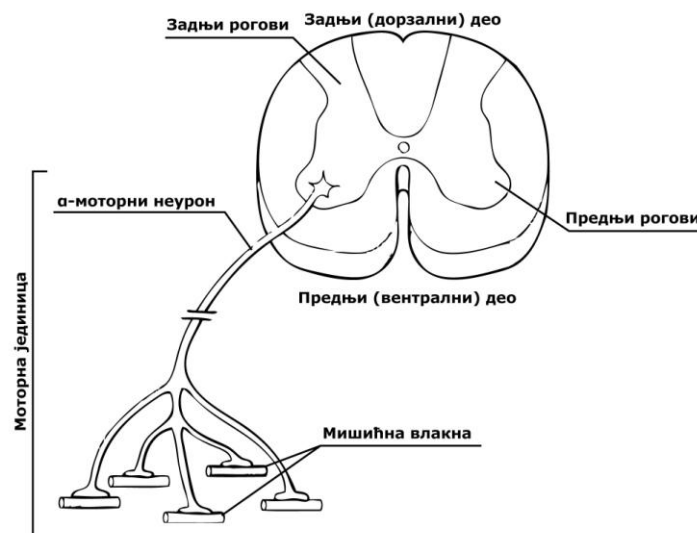
Прецизније физиолошке смернице за планирање интензитета спортског тренинга на основу вредности концентрације лактата и вредности VO_{2max} (Радовановић, 2012) су следеће:

- **Тренинг ниског интензитета** / тренинг опоравка = испод лактатног (аеробног) прага
 - горња граница приближно (\sim) 70% VO_{2max}
 - трајање \sim 3 часа
 - ниво лактата у крви на нивоу у мировању и стабилан.
- **Тренинг средњег интензитета** = тренинг између лактатног (аеробног) прага и максимално равнотежно стање лактата
 - горња граница \sim 85% VO_{2max}
 - трајање \sim 1–2 часа
 - ниво лактата у крви изнад нивоа у мировању и стабилан.
- **Тренинг високог интензитета** = тренинг изнад максималног равнотежног стања лактата, али испод вредности максималне потрошње кисеоника VO_{2max}
 - трајање \sim 5–60 min
 - интензитет на граници \sim 100% VO_{2max} може трајати 4–8 min
 - ниво лактата у крви знатно изнад нивоа у мировању и повећава се током тренинга.
- Изнад вредности VO_{2max} = **супрамаксимални (анаеробни) тренинг**

1.2 Контрактилни потенцијал мишића

1.2.1 Моторна јединица скелетног мишића

Сва мишићна влакна инервисана појединачним моторним нервним влакном називају се моторне јединице (слика 1). Да би инервисао своја мишићна влакна, моторни неурон који напушта кичмену мождину дели се у колатерале завршним гранањем. Просечан број мишићних влакана у моторној јединици је око 100, али може бити и преко 1000 (Радовановић, 2012). Свака моторна јединица садржи само један тип мишићних влакана.

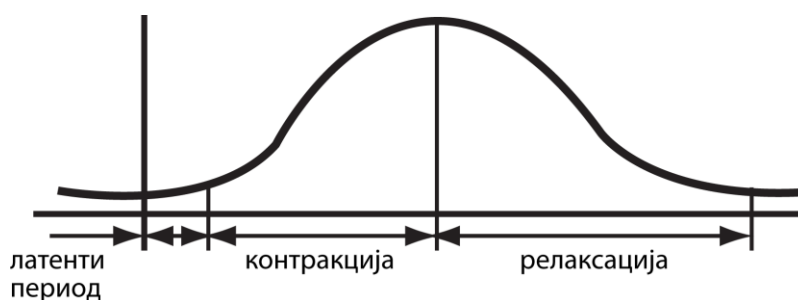


Слика 1. Моторна јединица скелетног мишића
(преузето из Радовановић, 2009)

Мишићни тонус (рефлексни тонус) или напетост (напон) скелетних мишића у мировању, последица је пристизања акционих потенцијала на појединачне моторне јединице. Појединачне контракције се не могу запазити јер се моторне јединице наизменично (асинхроно) контрахују. Мишићни тонус у мировању (мирујући мишићни тонус) је регулисан рефлексима (Радовановић, 2012).

1.2.2 Појединачна мишићна контракција

Појединачна (проста) мишићна контракција настаје деловањем једног стимулуса на мишић. Може се изазвати тренутно, дражењем нерва мишића или применом кратког електричног стимулуса кроз сам мишић, што доводи до појединачне, брзе контракције која траје део секунде. Трајање контракције прилагођено је функцији сваког мишића. На овај начин изведена појединачна мишићна контракција је изотонична и траје око 0,1 s. На кривуљи прости мишићне контракције могу се уочити три дела: латентни период, фаза контракције и фаза релаксације (Графикон 3).



Графикон 3. Појединачна (проста) мишићна контракција
(преузето из Радовановић, 2012)



Латентни период представља временски период од тренутка дражења моторног неурона до тренутка отпочињања контракције и траје око 0,01 s. Латентни период се јавља јер је потребно време да импулс раздражења дође до моторне плоче, да се преко исте пренесе до мишића, да се савлада вискозност и еластичност мишића, као и због инертности региструјуће апаратуре. Фаза контракције траје око 0,04 s. У фази релаксације, која траје око 0,05 s, мишић се враћа на почетну дужину. На изглед кривуље појединачне мишићне контракције утичу различити фактори, међу којима је најважнији замор мишића (Радовановић, 2012). Замор мишића доводи до продужетка фазе латенције, смањења амплитуде и успоравања фазе контракције и изразитог продужетка фазе релаксације

Способност за савладавање оптерећења специфична је за мишићну групу, тип контракције, брзину контракције и угао зглоба који се тестира у циљу њеног одређивања. Због тога не постоји универзална процена мишићног потенцијала, односно, способности различитих мишићних група за испољавања силе и снаге. Да би се што прецизније одредила мишићна способност одређених мишића и мишићних група, неопходна су мерења у различитим спољашњим условима. Она могу бити изведена у статичким условима (без очигледног кретања мишића или дела тела) или динамичким (кретање спољашњег оптерећења или дела тела) при коме мишић мења дужину.

Са аспекта анализе и дијагностике у спорту, односно са аспекта метролошких процедура у спорту (Зациорски, 1982), излазна мерна величина којом се, у случају вољног напрезења мишића, дефинише развијеност контрактилног потенцијала се зове – мишићна сила. Дакле, последица било које врсте вољне мишићне контракције је мишићна сила, као фундаментално својство, или остварена мишићна снага, као манифестно својство.

Информације тј. подаци о вредностима реализоване силе, саме по себи, или силе у функцији времена остварене током изометријске (статичке) мишићне контракције, са својим карактеристикама (карактеристике криве сила–брзина), код одређене мишићне групе представља базичне податке о потенцијалу контрактилне способности у односу на спортисту (Dopsaj, 2010; Dopsaj, Blagojevic, Koropanovski & Vuckovic, 2010). Са друге стране, током плиометријске или миометријске контракције, односно у динамичком режиму напрезања мишића, параметри остварене снаге током датог покрета



представљају специфичне податке о физичкој припремљености спортисте у смислу неког облика испољавања брзинске снаге или снажне издржљивости (Радовановић и Игњатовић, 2009). Обе врсте података се могу најпоузданије добити тестирањем, у стандардизованим условима мерења тј. у лабораторијским условима, и уз примену одговарајућих технолошких и мерних поступака и адекватне лабораторијске опреме (Linnamo, Moritani, Nicol & Komi 2002; Mirkov, Nedeljkovic, Milanovic & Jaric 2004; Haff, Carlock, Hartman et al., 2005; Zatsiorsky & Kraemer, 2006; Dopsaj & Ivanović, 2011; Ivanović, Dopsaj, Ćopić & Nešić, 2011).

Најновија технологија за мерење контрактилног потенцијала одређених мишићних група код људи је тензиомиографија (*tensiomyography*) – ТМГ. Оно што ТМГ метода пружа у односу на досадашње методе мерења контрактилног потенцијала мишића је да она припада апсолутно стандардизованим методама којима се мери контрактилни потенцијал појединачних мишићних група применом невољне површинске електростимулације (Tous-Fajardo, Moras, Rodríguez-Jiménez, Usach, Doutres & Maffioletti, 2010; Šimunič, 2012; Ditroilo, Smith, Feirweather, & Hunter, 2013; Rusu, Cosma & Cernaianu, 2013).

1.3 Дефиниције основних појмова

Кардиореспираторна издржљивост

Кардиореспираторна издржљивост је повезана са развојем способности кардиоваскуларног и респираторног система да одржавају допремање кисеоника до ангажованих мишића током дуготрајне физичке активности, као и са способношћу мишића да неопходну енергију добијају аеробним процесима (Hawkins, Raven, Snell, Stray-Gundersen & Levine, 2007). Наведено је разлог због кога се термини кардиореспираторна и аеробна издржљивост понекад користе као синоними.

Максимална потрошња кисеоника – VO_{2max}

Максимална потрошња кисеоника VO_{2max} представља највећу количину кисеоника коју организам може примити (потрошити) током једног минута оптерећења максималног интензитета.

Лактат

Лактат је натријумова со млечне киселине. Настаје уколико је ћелији потребна енергија, а нема кисеоника, када пирогрожђана прелази у млечну киселину, која напушта ћелију и тако омогућава даљу анаеробну разградњу.

Тензиомиографија – ТМГ

Тензиомиографија је технологија мерења контрактилног потенцијала одређених мишићних група код људи применом невољне површинске електростимулације.

Спортски тренинг

Спортски тренинг је специфични адаптациони процес са циљем повећања потенцијала организма за постизање високих спортских достигнућа.

Физиолошка тестирања спортиста

Физиолошка тестирања спортиста представљају скуп неинвазивних процедура које обезбеђују дијагностичке и прогностичке информације и служе за процену способности појединца за тренажна и такмичарска оптерећења.

2 ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Биоенергетски капацитет

Општи закључак до сада спроведених циљаних научних истраживања је да физиолошки профил џудиста, као и међусобну повезаност аеробног и анаеробног метаболизма, није могуће прецизно дефинисати. Наведену констатацију делимично може објаснити чињеница да су џудисти подељени у тежинске категорије, што ствара разлике у тежини тела и телесном саставу, а делимично индивидуалне техничке и тактичке вештине, што све заједно утиче на физиолошки профил ових спортиста. Оба дела биоенергетског капацитета, анаеробни и аеробни, укључени су током трајања борбе. Анаеробни капацитет омогућава интензивно, али краткотрајно испољавање максималне мишићне снаге карактеристичне за ову врсту спорта. Аеробни капацитет је џудистима основа за понављане и продужене напоре током трајања борбе, а нарочито током продужетка у случају да коначна одлука није донета на крају уобичајеног петоминутног трајања меча (International judo federation referee rules, 2003).

Као што је познато, основна карактеристика џудоа је променљивост, у смислу промена интензитета напора и прекида током меча. Овакве временске карактеристике борбе имају важне физиолошке утицаје, будући да кратки периоди високог интензитета напора, са још краћим интервалима одмора резултују великим процентом учешћа лактатног анаеробног метаболизма на почетку меча, као и током појединих његових делова. Џудисти се често надмећу у неколико борби истог дана, понекад са веома кратким временским интервалима између њих. Због тога је врло могуће да уколико је накупљање лактата узрок мишићног замора, џудиста који је у стању да уклони лактате брже почиње следећи меч са мањом склоношћу ка замору и на тај начин има већу шансу да постигне бољи такмичарски резултат. Због тога за врхунски резултат џудиста мора да има одговарајуће лактатне анаеробне и аеробне енергетске системе за одржавање такмичарских способности током целог периода меча. Развој оба дела биоенергетског капацитета треба да буде један од основних циљева током



припремног периода, а његов састав и трајање (кроз појединачне тренинге и као укупно оптерећење) треба да омогући постизање оптималних физиолошких адаптација.

На основу резултатата истраживања спроведеног током шестонедељног припремног периода пред национално првенство, који су показали статистички значајно веће вредности анаеробног капацитета (релативне вредности просечне снаге) и максималне потрошње кисеоника, уз смањење телесне тежине и процента масног ткива, аутори су закључили да измене у плану и програму тренинга пред само такмичење могу резултовати значајним променама чак и код такмичара који су више година у тренажном процесу (Radovanovic, Bratic, Nurkic & Vukajlovic, 2005).

На узорку најбољих џудиста кадетског узраста истраживан је значај функционалних варијабли за постизање такмичарског успеха (Bratić, Radovanović, Nurkić & Kafentarakis, 2008). Истраживање је спроведено током завршног периода припрема за Европско кадетско првенство, а резултати су показали да такмичаре који постижу боље резултате карактерише већа снага горњег дела тела и већа аеробна издржљивост.

С циљем добијања квантитативних показатеља физиолошких адаптација на физичке захтеве током дугогодишњег специфичног тренинга извршена су тестирања осам најбољих младих џудиста Србије током припремног периода за Европско првенство (Радовановић, Братић & Нуркић, 2009). Батерија тестова састојала се од одређивања параметара анаеробног капацитета Вингејт тестом, процене максималне потрошње кисеоника након субмаксималног теста на ручном и ножном бицикл-ергометру и мерења параметара форсиране експирације пре и после теста оптерећења. Аутори су предложили наведену батерију тестова за процену функционалног статуса младих џудиста, што је и коришћено у истраживањима која су следила иза овог.

Истраживање с циљем одређивања односа између испољене снаге током краткотрајног напора максималног интензитета и смањења форсираних плућних параметара спроведено је на узорку од 11 врхунских џудиста (Radovanovic, Bratic, Nurkic & Stankovic, 2011). Форсирани витални капацитет (FVC) и форсирани експираторни волумен у првој секунди (FEV_1) одређивани су пре и након 30-секундног максималног теста на бицикл-ергометру. Анализом је утврђено да је корелација позитивна (они испитаници који су имали више вредности параметара пре, имају више вредности и после теста) и статистички значајна. Поред тога уочено је да за FVC и



FEV₁ јачина корелације најнижа одмах после теста, а да се затим повећава временом у току којег долази до опоравка плућне функције. Овакви резултати су показали да код врхунских џудиста снага испољена током краткотрајног напора максималног интензитета нема негативан утицај на процес опоравка између два напада.

2.2 Телесни састав

Соматотип врхунски џудиста одликују наглашена мезоморфна својства (изражена мишићавост и правилне пропорције уз низак проценат масти). У идеалном случају, џудисти би требало да оптималном комбинацијом тренинга и правилне исхране одржавају проценат масног ткива од 7 до 10% (Franchini, Del Vecchio, Matsushigue & Artioli, 2011), са изузетком највећих тежинских категорија (до 100 кг и изнад 100 кг). Истраживања су показала да врхунски такмичари (освајачи олимпијских и светских медаља) имају мање од 10% масног ткива (Sbriccoli, Bazzucchi, Di Mario et al., 2007; Franchini, Nunes, Moraes et al., 2007).

У истраживању спроведеном на узорку од 11 искусних џудо такмичара (освајача медаља на државним и Балканским првенствима) који се такмиче у нижим тежинским категоријама закључено је да баш наведене ниске вредности процента телесних масти карактеришу најуспешније такмичаре (Радовановић, Нуркић & Радовановић, 2006).

С циљем да се испитају ефекати двонедељне суплементације креатин монохидратом и специфично планираног тренинг програма на анаеробни капацитет и телесни састав џудиста, коришћени истраживачки протокол састојао се од лабораторијског Вингејт теста на бицикл-ергометру за горње екстремитете, процене телесног састава и теренског специфичног џудо фитнес теста (Radovanović, Bratić & Milovanović, 2008). Добијени резултати су указали да двонедељни процес суплементације креатин монохидратом и специфично планирани тренинг програм, иако краћи од описаних у литератури, имају значајни ефекат на анаеробни капацитет и телесни састав џудиста.

На основу објављених резултата циљаних научних истраживања и дугогодишњих искустава, у циљу адекватне припреме врхунских џудиста Србије, направљене су стратегије за регулисање телесне тежине и смањење телесних масти (Радовановић & Тодоров, 2011). Кроз објективно утврђивање индивидуалних циљева у



одговарајућем периоду (базични–припремни, специфични–припремни, такмичарски и прелазни) утврђене су препоруке и приступи за регулисање телесне тежине и/или смањење телесних масти које су уклопљене у специфичне тренажне садржаје за одговарајући период. Један од циљева наведених стратегија је избегавање екстремних краткорочних приступа за смањење телесне тежине који негативно утичу на такмичарску успешност. Због специфичне морфологије џудиста, неопходна су истраживања усмерена ка стандардизацији морфолошких варијабли и морфолошких индекса за мерење и процену телесног састава (Dopsaj, Todorov, Vuković, Radovanović, 2013).

2.3 Мишићна сила и снага

Висок ниво мишићне силе и снаге, уз добру мишићну издржљивост толеранцију замора, неопходни су предуслови за такмичарски успех обзиром да се џудо карактерише смењивањем активности максималног интезитета просечног трајања 15–30s и одмора у трајању од око 10s (Sterkowich & Emerson, 2000). Врхунске џудисте карактеришу високе вредности мишићне снаге и мишићне издржљивости, нарочито у горњем делу тела (Franchini, Takito, Kiss et al. 2005; Blais, Trilles & Lacouture, 2007). То директно указује да физичку припрему треба фокусирати на побољшање мишићних параметара горњег дела тела. Иако су наведене карактеристике идентификоване у више различитих студија са врхунским џудистима и као такве се могу сматрати идеалним профилем коме треба тежити током припремног периода, много мање се зна о разликама између идеалних профила у различитим тежинским категоријама. Поред тога, објављена су и истраживања која су показала да су вредности мишићне снаге израженије у доњем делу тела (Franchini, Del Vecchio, Matsushigue & Artioli, 2011).

У истраживању које је обухватило 20 младих високоселекционисаних џудиста процена мишићне снаге и мишићне издржљивости вршена је комбинацијом лабораторијских и теренских тестова. Тестирања су вршена на почетку припремног периода и након 10 недеља, на крају припремног периода. На основу добијених резултата закључено је да правилна периодизација тренинга снаге, као дела тренажног програма припремног периода, омогућава адекватну физиолошку адаптацију џудиста што резултује повећањем мишићне снаге уз очување мишићне издржљивости (Bratić, Radovanović & Nurkić, 2008).



На узорку врхунских младих џудиста, дискриминативна функција је показала да постоји значајна разлика, на мултиваријантном нивоу, између резултата на почетку и крају припремног периода. Дискриминативна функција је најбоље била дефинисана тестовима: релативна вредност просечне снаге, релативна вредност највеће снаге и релативна вредност потрошње кисеоника, што је показало да је припремни период позитивно утицао на побољшање функционалних способности врхунских младих џудиста (Nurkić, Bratić, Radovanović & Војић, 2009).

Због претходно наведених промена у организму које настају током мечева, џудисти су често подвргнути истовременом тренингу за развој мишићне силе и развој аеробне (кардиореспираторне) издржљивости са циљем достизања адаптација специфичних за оба типа тренинга. Међутим, остаје отворено питање колико су компатибилна два типа тренинга када се изводе истовремено, ако се има у виду да њихова примена има за резултат различите физиолошке адаптације. Због тога је током 12-недељног упоредног тренинга за повећање снаге и кардиореспираторне издржљивости праћена промена параметара оксидативног стреса код 14 џудиста, подељених у експерименталну и контролну групу (Radovanovic Bratic, Nurkic, Svetkovic, Ignjatovic & Aleksandrovic, 2009). Осим тога, поређени су ефекти оваквог тренинга са уобичајеним тренинг програмом џудиста на максималну потрошњу кисеоника, параметре анаеробног капацитета, ситуационо-моторичке способности и телесни састав. Добијени резултати су показали да упоредни тренинг снаге и издржљивости доводи до повећања максималне потрошње кисеоника и анаеробног капацитета, али узрокује поремећај равнотеже између реактивних врста кисеоника и антиоксидативног система у организму. У раду је разматрана могућност да стварање прооксиданата представља стимулус за повећање антиоксидативне одбране у циљу постизања оптималне физиолошке адаптације на овакву врсту тренинга.

Следеће истраживање у којем су испитаници били подвргнути краћем програму упоредног тренинга (укупно четири недеље) и са мањим оптерећењима током тренинга снаге, показало је да оваква врста предтакмичарске припреме не мора да буде праћена негативним ефектима исказаним кроз повећање параметара оксидативног стреса (Radovanovic, Stankovic, Ponoras, Nurkic & Bratic, 2012). Ипак мора се нагласити да су испитаници у овом истраживању били телесне тежине која је у складу са њиховом такмичарском категоријом, тј. да нису у наведеном предтакмичарском тренажном програму били подвргнути значајнијој редуцији телесне тежине.



3 ПРЕДМЕТ

Врхунски спорт модерног доба, организационо је утемељен као вишегодишњи систем тренинга и представља контролисан систем (Koprivica, 2013). Током датог периода вишегодишњих циклуса тренинга спортиста пролази кроз различите фазе, како тренажне тако и психо-социјално-биолошко развојне, током чије реализације контрола ефеката примењених средстава и метода тренинга има значајну улогу (Milišić, 2007).

Развојем нових мерних инструментарија усавршава се и технологија мерења којом се усавршавају постојећа знања, односно омогућава се усавршавање метода и техника добијања нових информација значајних за систем спорта (Kasum & Dopsaj, 2012).

Предмет истраживања у овом раду су ефекти специфично планираног тренинга на кардиореспираторну издржљивост и контрактилни потенцијал мишића високоселекционих џудиста.

Светска џудо федерација (*International Judo Federation – IJF*) је 2010. године извршила промену правила у складу са тенденцијама приближавања џудоа гледаоцима, преко динамичнијих борби, покушајем да се све више борби заврши максималним скором 10:0 (*ippon-gachi*), као и враћањем џудоа традиционалним коренима (Kiyoshi, Nobuyoshi, Mitsuru, Naoya, Masahiro & Nobuyoshi, 2013). Овим правилима се фаворизује офанзивни џудо, где још више на значају добија борба за доминантан гард и висина такмичара односно дужина ектремитета, што условљава и кориговање стандарда у односу на морфолошку структуру и телесни састав самих такмичара.

За усавршавање технологије спортског тренинга различитих спортских дисциплина, као мултидимензионалног и мултидисциплинарног система, потребно је истраживати у свим областима од којих такмичарски резултат и зависи, у методологији, физиологији, морфологији, психологији, техници и тактици, односно генерално у свему што је повезано са способностима спортисте и такмичарским учинком. Таква истраживања представљају фундаменталне методе стицања новог



знања, тако да се и цудо технолошки усавршава кроз сопствена специфична истраживања (Degoutte, Jouanel & Filaire, 2003; Artioli, Gualano, Franchini et al., 2010; Kim, Cho, Jung & Yoon, 2011; Vecchio, Vecchio, Gonçalves, Franchini & Padovani, 2011; Sterkowicz, Sacripanti & Sterkowicz-Przybycień, 2013).

Проблем истраживања у овом раду су физиолошке адаптације које настају током специфично планираног тренинга код претходно већ утренираних и искусних цудиста.



4 ЦИЉ И ЗАДАЦИ

Циљ истраживања је да се утврде ефекти осмонедељног специфично планираног тренинга на кардиореспираторну издржљивост и контрактилни потенцијал мишића високоселекционих џудиста. На основу овако дефинисаног општег циља постављени су задаци истраживања:

- Обезбедити адекватан, специфично селекционисани узорак испитаника.
- Обезбедити сагласност испитаника, односно њихових родитеља за учешће у експерименту.
- Обезбедити адекватне просторне и организационе услове за спровођење експерименталног програма у трајању од осам недеља.
- Обезбедити адекватну опрему за мерење.
- Обезбедити адекватне просторне и организационе услове за спровођење мерења.
- Извршити иницијално мерење одабраних параметара кардиореспираторне издржљивости и контрактилног потенцијала мишића на адекватном узорку испитаника пре почетка експерименталног третмана.
- Спровести осмонедељни експериментални програм у одговарајућим условима.
- Извршити финално мерење након експерименталног третмана.
- Приступити одговарајућој статистичкој обради података.
- Утврдити разлике у одабраним параметрима кардиореспираторне издржљивости и контрактилног потенцијала мишића испитаника између иницијалног и финалног мерења.
- Спровести анализу и интерпретацију резултата истраживања.

5 ХИПОТЕЗЕ

На основу проблема и предмета истраживања, као и зацртаних циљева, постављене су следеће хипотезе:

- X₁** Вредности одабраних параметара кардиореспираторне издржљивости и контрактилног потенцијала мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга неће се статистички значајно разликовати у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка.
- X₂** Вредности одабраних параметара кардиореспираторне издржљивости након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка.
- X_{2.1} Вредност параметра максимална потрошња кисеоника након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.
- X_{2.2} Вредност параметра процењени анаеробни праг након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.
- X_{2.3} Вредност параметара концентрације лактата (одмах након завршетка теста, један минут након завршетка теста, три минута након завршетка теста, пет минута након завршетка теста, седам минута након завршетка теста и десет минута након завршетка теста) у капиларној крви након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.



X₃ Вредности одабраних параметара контрактилног потенцијала мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка.

X_{3.1} Вредност параметра максимално мишићно вертикално померање након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.

X_{3.2} Вредност параметра латентно време мишићне контракције након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.

X_{3.3} Вредност параметра време трајања мишићне контракције након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.

X_{3.4} Вредност параметра време релаксације мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.

X_{3.5} Вредност параметра време одржавања контракције након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка.

6 МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Свим испитаницима и њиховим тренерима су дате информације у писаној форми о циљевима, току, учествовању и евентуалним нежељеним ефектима истраживања. Сви испитаници и њихови тренери су пре отпочињања истраживања добровољно дали писмену сагласност за учествовање у истраживању и били подвргнути општем лекарском прегледу. У односу на врсту истраживања планирана докторска дисертација припада примењеним (апликативним) истраживањима, које је организовано применом експерименталне методе, и то као ситуациони (природни) експеримент са једном групом испитаника.

6.1 Узорак испитаника

Истраживање је спроведено на узорку од 25 младих, високо селекционисаних џудиста, чланова ширег списка кадетске и јуниорске репрезентације Србије узраста од 14 до 18 година. Поред тога, критеријум за укључивање испитаника у истраживање био је да су својим пласманом на првенствима државе обезбедили место на списку потенцијалних репрезентативаца за првенство света, првенство Европе или првенство Балкана.

6.2 Узорак мерних инструмената

6.2.1 Процена антропометријских карактеристика узорка

1. Телесна висина (cm)
2. Маса тела (kg)
3. Телесни састав (%)



6.2.2 Процена кардиореспираторне издржљивости

1. Измерена вредност максималне потрошње кисеоника – $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)
2. Процењени анаеробни праг ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)
3. Концентрација лактата у капиларној крви одмах након завршетка максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
4. Концентрација лактата у капиларној крви један минут након завршетка максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
5. Концентрација лактата у капиларној крви три минута након завршетка максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
6. Концентрација лактата у капиларној крви пет минута након завршетка максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
7. Концентрација лактата у капиларној крви седам минута након завршетка максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
8. Концентрација лактата у капиларној крви 10 минута након завршетка максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)

6.2.3 Процена контрактилног потенцијала мишића

1. Максимално мишићно вертикално померање – Дм (*Displacement maximal* – Dm) изражено у милиметрима (mm)
2. Латентно време мишићне контракције – Тд (*Delay time* – Dt) изражено у милисекундама (ms)
3. Време трајања мишићне контракције – Тк (*Time contraction* – Tc) изражено у ms
4. Време релаксације мишића – Тр (*Time relaxation* – Tr), изражено у ms
5. Време одржавања контракције – Тс (*Time sustain* – Ts), изражено у ms

6.3 Опис мерних инструмената

6.3.1 Антропометријске карактеристике испитаника

6.3.1.1 Висина тела

Мерење висине тела вршено је антропометром *GPM* (Швајцарска), тако што су испитаници стајали на хоризонталној равној подлози у усправном ставу, испружених леђа и спојених пета. Доња страна крака антропометра била је постављена на најистуренији део темена главе (*vertex*). Резултат мерења био је читаван са тачношћу од 0,1 cm.

6.3.1.2 Маса тела и телесни састав

Мерење телесне масе било је вршено електронски, тако што су испитаници били минимално обучени и стајали мирно на стајној осовини апарата *InBody 720* (Biospace Co., USA) у усправном ставу. Резултат мерења масе тела је читаван са екрана ваге са тачношћу од 0,1 kg. Процена телесног састава је вршено лабораторијском методом анализе биоелектричне импеданце (*Bioelectrical Impedance Analysis – BIA*) коришћењем апарата *InBody 720 Tetrapolar 8-Point Tactile Electrode System* (Biospace Co., USA). Подаци о проценту масног и немасног ткива били су читавани са екрана апарата са тачношћу 0,1%.



Слика 2. Апарат *InBody 720* за процену телесног састава



Апарат *InBody 720* (Слика 2) користи најновију технологију за мерење телесног састава директном сегментарном мултифреквентном методом (*Direct Segmental Multi-frequency – DSM method*) анализе биоелектричне импеданце. Метода се заснива на употреби различитог фреквентног опсега од 1kHz до 1MHz и реактивном мерењу квантитета или тежине све четири велике телесне компоненте: воде, масти, протеина и минерала са великим степеном тачности (Anderson, Erceg & Schroeder, 2012).

Сва мерења реализована су у складу са препорукама произвођача на следећи начин:

- 48 сати пре мерења испитаници нису конзумирали било која алкохолна пића,
- 12 сати пре мерења испитаници нису имали велики физички напор,
- вече пре мерења испитаници нису узимали никакву храну после 21:00,
- на дан мерења испитаници нису узимали никакву храну нити пили течности пре завршетка процедуре мерења,
- мерења су извођена у јутарњим часовима (између 8:30 и 10:00),
- пре мерења испитаници су обавили основне физиолошке потребе,
- пре мерења испитаници су стајали најмање 5 минута, како би дошло до поделе телесне течности у ткивима,
- мерење је вршено у стојећем положају по поступку који препоручује произвођач (руке у страну постављене бочно 15 cm од тела).

Квантификација телесног састава има важну улогу у праћењу спортиста који се такмиче у спортовима са тежинским категоријама, због значајног утицаја састава тела на такмичарску успешност. Током прошлог века је предложено безброј техника и једначина за квантификацију телесног састава, али све оне имају неке својствене проблеме, било у методологији мерења или у претпоставкама које праве. До данас не постоји универзално применљив критеријум или методологија која би представљала „златни стандард” за процену телесног састава. Размотривши питања тачности, поновљивост и применљивости, посебна радна група Медицинске комисије Међународног олимпијског комититета је мулти-компонентни модел (којем припада и директна сегментарна мултифреквентна метода) означила као најбољи могући избор за квантификовану процену телесног састава (Ackland, Lohman, Sundgot-Borgen et al., 2012).



Напомињемо да процена телесног састава лабораторијском методом анализе биоелектричне импеданце није примарни циљ, нити задатак, ове експерименталне студије. Добијени подаци о процентима масног и немасног ткива, на иницијалном и финалном мерењу, коришћени су за анализу промена параметара кардиореспираторне издржљивости. Због прецизније евалуације ефеката осмонедељног специфично планираног тренинга анализирани су евентуалне адаптације кардиоваскуларног и респираторног система у циљу повећања допремања кисеоника до ангажованих мишића, као и адаптације мишића да неопходну енергију добијају аеробним процесима. Такво повећање би представљало побољшање кардиореспираторне издржљивости у апсолутним вредностима. С друге стране, и сама промена телесног састава у смеру смањења процента масног ткива може резултовати побољшањем кардиореспираторне издржљивости. Такво побољшање представља напредак у релативним вредностима кардиореспираторне издржљивости.

6.3.2 Кардиоваскуларна издржљивост

6.3.2.1 Максимални вишестепени тест на ручном бицикл-ергометру

Задатак и протокол: Коришћен је максимални вишестепени тест на ручном бицикл-ергометру, при чему је вредност VO_{2max} директно мерена уз константни мониторинг срчане фреквенције. За директно мерење потрошње кисеоника коришћен је уређај *Fitmate Med* (Cosmed, Italy), чија је валидност потврђена одговарајућим студијама (Nieman, Austin, Benezra, Pearce, McInnis, Unick et al., 2006; Nieman, Lasasso, Austin, Pearce, McInnis & Unick, 2007). Вредности кардиоваскуларних и респираторних параметара су аутоматски регистроване на сваких 15 секунди.

Протокол максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру:

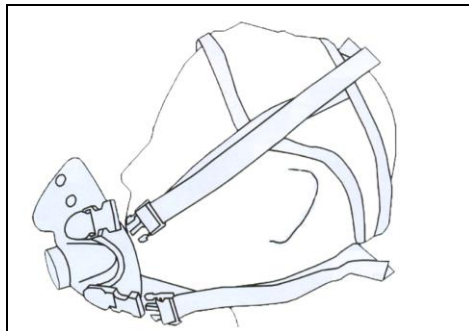
За извођење теста коришћен је ручни бицикл-ергометар *Monark Rehab 881 E* (Monark, Sweden). Испитаник је седео током извођења теста, тако да су центри ручица (педала) ергометра били у висини рамена испитаника. Коришћен је стандардизовани степенести континуирани тест протокол. Након троминутног загревања при оптерећењу од 25W, оптерећење је повећавано за по 25W свака три минута до краја теста. Од почетка загревања до краја теста испитаницима су давале инструкције да педале ергометра окрећу брзином од 50 обртаја у минути. Испитаници су вољно одлучивали о прекиду теста на основу субјективне процене замора, уколико претходно нису испуњена два од четири критеријума за прекидање теста:

- достигнут плато $VO_{2\max}$ (варијације $\leq 2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$),
- достигнута вредност максималне срчане фреквенције (HR_{\max}),
- коефицијент респираторне размене (RER) $> 1,2$ или
- појава субјективних тегоба.

На крају теста испитаници су били замољени да не престану рад одмах, већ да и даље током 3 минута при оптерећењу од 50 W, наставе да окрећу педале ергометра произвољном брзином, док још мерење потрошње кисеоника траје.

Припрема испитаника за извођење теста:

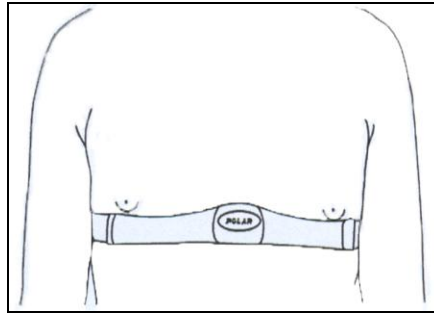
Након позиционирања испитаника специјално дизајнирана маска (Hans Rudolph, Kansas City, USA) била је фиксирана, као што је приказано на слици 3. Еластичне копче које служе за причвршћивање капице су лагано повлачене и затезане како би се онемогућило евентуално цурење ваздуха. Маска мора бити беспрекорно причвршћена за лице испитаника, чему је посвећена нарочита пажња.



Слика 3. Постављање маске при мерењу директне потрошње кисеоника

Након фиксирања маске постављан је монитор срчане фреквенције (пулсметар) *Polar* (PolarElectro, Finland) на следећи начин:

- подешава се позиција одашиљача на еластичној траци,
- поставља се трака око груди непосредно испод брадавица и закопчава,
- не откопчавајући траку мало се одваја одашиљач од тела да би се површина која је у контакту са одашиљачем премазала проводљивим раствором. Након тога се одашиљач враћа у почетни положај.
- након квашења електрода одашиљач се не помера по телу, јер би то могло покварити сигнал пулсметра.



Слика 4. Положај монитора срчане фреквенције

Пулсметар је постављан директно на голу кожу да би се омогућило успешно мерење (Слика 4). Треба напоменути да у случају да се пулсметар поставља преко мајице неопходно је наквасити мајицу да би се осигурао добар сигнал.

Мерни инструменти:

Покретни ручни бицикл-ергометар *Monark Rehab 881 E* (Monark, Sweden), систем за директно мерење потрошње кисеоника *Fitmate Med* (Cosmed, Italy), специјално дизајнирана маска (Hans Rudolph, Kansas City, USA) и монитор срчане фреквенције *Polar* (PolarElectro, Finland). Позиционирања испитаника током извођења максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру, уз директно мерење потрошње кисеоника, приказано на слици 5.



Слика 5. Испитаник у току извођења максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру.

6.3.2.2 Одређивање концентрације лактата

Одређивање концентрације лактата у капиларној крви (изражени у $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) вршено је одмах након завршетка максималног вишестепеног тест на ручном бицикл-ергометру и током периода опоравка у временским интервалима 1, 3, 5, 7 и 10 мин након завршетка теста. Узорци капиларне крви ($0.7\ \mu\text{L}$) узимани су из хиперемичне ушне ресице помоћу специјалних тест трачица. Одмах након узорковања, помоћу лактат анализатора *Lactate Plus analyzer* (Nova Biomedical, USA) ензиматски је одређиване вредности концентрације лактата (слика 6). Време потребно за одређивање концентрације лактата помоћу овог лактат анализатора износи 13 секунди, што га чини погодним за примену у планираном истраживању обзиром на кратак период од само једног минута између прва два узорковања. Сензитивност и валидност одређивања концентрације лактата коришћењем анализатора *Lactate Plus analyzer* (Nova Biomedical, USA) потврђена је одговарајућим студијама (Tanner, Fuller & Ross, 2010; Hart, Drevets, Alford, Salacinski & Hunt, 2013).



Слика 6. Одређивање вредности концентрације лактата у капиларној крви.

6.3.3 Процена контрактилног потенцијала мишића

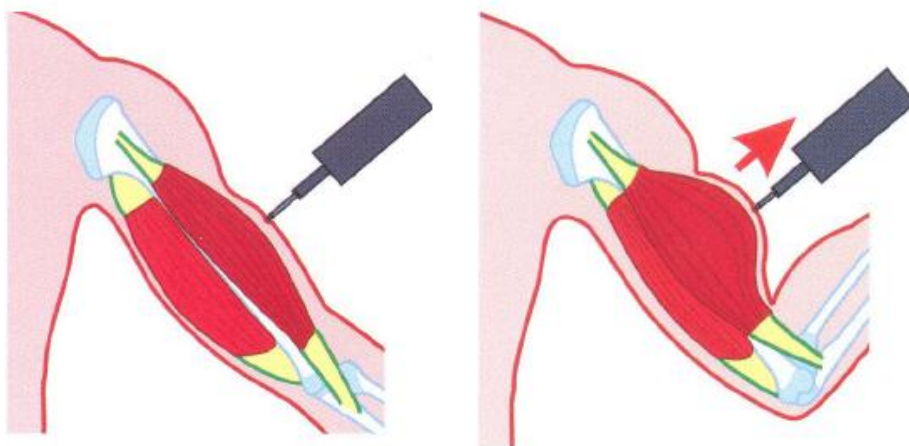
За потребе овог истраживања коришћен је тензиомиографски апарат најновије генерације ТМГ систем 100 (TMG System 100, TMG-BMC d.o.o., Slovenia) са припадајућим софтвером базе података (Слика 7).



Слика 7. Тензиомиографски апарат ТМГ систем 100

Метод тензиомиографије и апарат ТМГ систем 100 имају валидност и поузданост која је потврђена одговарајућим истраживањима (Tous-Fajardo, Moras, Rodríguez-Jiménez, Usach, Doutres & Maffioletti, 2010; Šimunič, 2012; Rusu, Cosma & Cernaianu, 2013), а последњих година су коришћени у већем броју истраживања чији су резултати објављени у водећим научним часописима (García-Manso, Rodríguez-Matoso & Sarmiento, 2012; Hunter, Galloway, Smith et al., 2012; Rey, Lago-Peñas & Lago-Ballesteros, 2012; Rey, Lago-Peñas, Lago-Ballesteros & Casáis, 2012).

Технолошки принцип мерења на којем функционише ТМГ метод заснован је на физиолошкој законитости да се површинском електростимулацијом изазива невољна спонтана контракција стимулисаног мишића чије се карактеристике интензитет и време контракције региструју опто-механичким сензором (Слика 8).



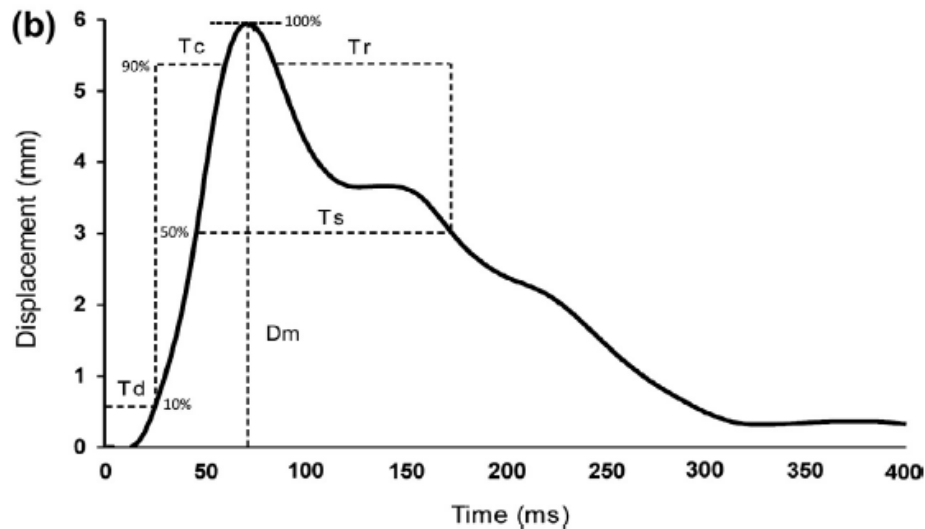
Слика 8 Илустрација начина површинске електростимулације и контракције стимулисаног мишића

На тај начин добијају се вредности максималног мишићног вертикалног померања на ординати у функцији времена на апциси, што се графички приказује Д-т кривом (Слика 9). Све измерене вредности се софтверски обрађују, графички приказују и смештају у меморију преносивог рачунара.



Слика 9. Софтверски запис карактеристика Д-т криве *m.biceps brachii*

Коришћењем ТМГ методе могуће је измерити пет основних параметра (Ditroilo et al., 2013) помоћу којих се описује контрактилни потенцијал дате мишићне групе (Графикон 4):



Графикон 4. Стандардан ТМГ запис Д-т криве *m.gastrocnemius medialis* са параметрима

- Максимално мишићно вертикално померање – Дм (*Displacement maximal* – D_m) изражено у милиметрима (mm)
- Латентно време мишићне контракције – Тд (*Delay time* – D_t) изражено у милисекундама (ms)
- Време трајања мишићне контракције – Тк (*Time contraction*– T_c) изражено у ms
- Време релаксације мишића – Тр (*Time relaxation* – T_r), изражено у ms
- Време одржавања контракције – Тс (*Time sustain* – T_s), изражено у ms

Место и услови тестирања:

Сва претходно описана мерења вршена су у просторијама у којима је температура износила 21–23°C, а влажност ваздуха 55–60%, тако да су микроклиматски услови одговарали препорученим. Сва мерења су обављана у преподневним часовима, у приближно исто време.

6.4 Организација мерења

Мерења кардиореспираторне издржљивости и контрактилног потенцијала мишића пре (иницијално) и након (финално) осмонедељног специфично планираног

тренинга, била су спроведена коришћењем стандардизованих тест протокола, у складу са препорукама произвођача апаратуре и опреме која је коришћена.

За реализацију сваког мерења (иницијалног и финалног) било је потребно пет дана, по пет сати дневно. Мерења су обавили висококвалификовани стручњаци са претходним искуством у поменутих мерењима.

6.5 Експериментални поступак

Експериментални специфично планирани програм тренинга у трајању од осам недеља предложен од стране кандидата, реализатора пројекта, на основу дугогодишњег тренажног и такмичарског искуства, детаљно је приказан у Прилогу.

6.6 Методе обраде података

Подаци добијени претходно описаним поступком мерења анализирани су применом дескриптивне статистике уз одређивање основне мере централне тенденције (средња вредност) и мере дисперзије (стандардна девијација, минимална и максимална вредност праћених параметара). Правилност дистрибуције испитиваних параметара утврђена је применом непараметријског теста Колмогоров-Смирнов (*Kolmogorov-Smirnov's test*). Разлике између иницијалног и финалног мерења у односу на примењени специфично планирани програм тренинга, као експерименталног фактора, на генералном нивоу, утврђене су применом мултиваријатне анализе варијансе (*MANOVA*), разлике између варијансе парова параметара утврђене су применом униваријантне анализе варијансе (*ANOVA*), док су разлике између средњих вредности појединачних параметара утврђене применом Студентовог т-теста за зависне узорке (*Student's t-test*).

7 РЕЗУЛТАТИ

7.1 Дескриптивни статистички показатељи на иницијалном мерењу

Параметри дистрибуције примењених мерних инструмената за одређивање телесних карактеристика, кардиореспираторне издржљивости, контрактилног потенцијала мишића код испитаника на иницијалном и финалном мерењу приказани су у Табелама 1–6. За сваку меру су наведене вредности аритметичке средине (Mean), минималан резултат (Min), максималан резултат (Max), распон резултата (Range), стандардне девијације (SD) и грешке (Error). Дистрибуција параметара проверена је тестом Колмогоров-Смирнов-а, израчунати су и резултати вертикалног и хоризонталног одступања од нормалне криве. За сваки параметар је дата вредност коефицијента спљоштености (Kurtosis) и коефицијента закривљености (Skewness). Због своје fine прецизности и осетљивости овај поступак је супериорнији од осталих употребљаваних тестова чији је недостатак зависност од броја испитаника и који је веома неподесан за мали узорак, јер захтева претерано велико одступање до теоретске релативне кумулативне огиве за одбацивање нулте хипотезе. Са аспекта антропологије познато је да су све људске латентне димензије које су прави предмет мерења мултиваријантно нормално распоређене.

У Табели 1. приказани су резултати дескриптивне статистике узраста и антропометријских карактеристика испитаника ($n=25$) на иницијалном мерењу. Резултати Колмогоров-Смирнов теста су показали да сви параметри имају правилну дистрибуцију, односно да дистрибуција резултата не одступа значајно од нормалне дистрибуције. На основу вредности скјуниса и куртозиса може се закључити да је већина резултата груписана око средње вредности. Вредности варијабле проценат масти је распршена на дистрибуцији резултата, а разлоге треба тражити у великом броју тежинских категорија код младих људи. Мере распршења резултата показују да је већина варијабли добро прилагођена за мерење. То такође потврђују и вредности стандардне девијације и распона резултата што је добар показатељ могућности диференцирања резултата испитаника. Резултати антропометријских карактеристика

испитаника на иницијалном мерењу слични су резултатима претходних истраживања са младим џудистима приближно истог узраста (Nurkić, Bratić, Radovanović & Bojić, 2009; Radaković, 2011).

Табела 1. Основни статистички показатељи узраста и антропометријских карактеристика испитаника (n=25) на иницијалном мерењу

Варијабла (јединица)	N	Mean	Min	Max	Range	SD	Error	Skewness	Kurtosis
Узраст (године)	25	16.18	14.00	18.00	4.00	1.298	0.260	0.1893	-1.2312
Телесна висина (cm)	25	176.98	166.50	185.50	19.00	4.510	0.902	-0.4165	-0.0622
Телесна маса (kg)	25	73.44	61.60	91.30	29.70	7.245	1.449	0.8896	0.5862
Масно ткиво (%)	25	11.71	6.85	18.23	11.38	3.308	0.662	0.1248	-1.0569

Легенда: **N** – број испитаника; **Mean** – аритметичка средина; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Range** – распон резултата; **SD** – стандардна девијација; **Error** – грешка; **Skewness** – коефицијент закривљености; **Kurtosis** – коефицијент спљоштености.

У Табели 2. приказани су резултати дескриптивне статистике кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=25) на иницијалном мерењу. Уочљиво је да су резултати примењених тестова на иницијалном мерењу добро груписни око средњих вредности резултата изузев резултата тестова La рге и La 5' где су резултати прилично развучени на дистрибуцији резултата, односно постоје минимални и максимални резултати са великом разликом.

Табела 2. Основни статистички показатељи кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=25) на иницијалном мерењу

Параметар (јединица)	N	Mean	Min	Max	Range	SD	Error	Skewness	Kurtosis
VO_{2max} (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	25	34.26	28.10	40.90	12.80	3.633	0.727	0.1630	-0.8679
Анаеробни праг (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	25	23.28	16.70	32.80	16.10	4.184	0.837	0.4361	-0.1400
La pre (mmol·L ⁻¹)	25	1.74	1.00	2.10	1.10	0.224	0.045	-1.3271	3.8907
La 0' (mmol·L ⁻¹)	25	10.27	6.10	13.60	7.50	2.048	0.410	-0.5803	-0.1554
La 1' (mmol·L ⁻¹)	25	10.32	5.80	13.60	7.80	2.240	0.448	-0.3819	-0.6447
La 3' (mmol·L ⁻¹)	25	9.11	6.70	13.20	6.50	1.743	0.349	0.8504	0.0688
La 5' (mmol·L ⁻¹)	25	7.75	5.20	12.90	7.70	1.836	0.367	1.3444	1.8846
La 7' (mmol·L ⁻¹)	25	5.99	3.90	8.60	4.70	1.175	0.235	0.3799	-0.0142
La 10' (mmol·L ⁻¹)	25	4.71	3.30	6.60	3.30	0.800	0.160	0.3520	-0.0920

Легенда: **N** – број испитаника; **Mean** – аритметичка средина; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Range** – распон резултата; **SD** – стандардна девијација; **Error** – грешка; **Skewness** – коефицијент закривљености; **Kurtosis** – коефицијент спљоштености; **VO_{2max}** – измерена вредност максималне потрошње кисеоника; **La 0'** – концентрација лактата у капиларној крви у мировању; **La 1'** – концентрација лактата у капиларној крви један минут након завршетка теста; **La 3'** – концентрација лактата у капиларној крви три минута након завршетка теста; **La 5'** – концентрација лактата у капиларној крви пет минута након завршетка теста; **La 7'** – концентрација лактата у капиларној крви седам минута након завршетка теста; **La 10'** – концентрација лактата у капиларној крви десет минута након завршетка теста.

Табела 3. Основни статистички показатељи контрактилног потенцијала мишића испитаника (n=25) на иницијалном мерењу

Параметар (јединица)	N	Mean	Min	Max	Range	SD	Error	Skewness	Kurtosis
Tc (ms)	25	17.37	10.70	28.70	18.00	4.052	0.810	0.9293	1.2661
Td (ms)	25	19.76	15.50	27.60	12.10	2.928	0.586	0.7338	0.5405
Tr (ms)	25	98.10	4.00	284.70	280.70	87.516	17.503	0.5261	-0.7408
Dm (mm)	25	7.09	0.90	19.50	18.60	5.001	1.000	1.0287	0.1751
Ts (ms)	25	140.58	15.40	380.00	364.60	107.626	21.525	0.3713	-0.7837

Легенда: **N** – број испитаника; **Mean** – аритметичка средина; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Range** – распон резултата; **SD** – стандардна девијација; **Error** – грешка; **Skewness** – коефицијент закривљености; **Kurtosis** – коефицијент спљоштености; **Tc** – време трајања мишићне контракције; **Td** – латентно време мишићне контракције; **Tr** – време релаксације мишића; **Dm** – максимално мишићно вертикално померање; **Ts** – време одржавања контракције.

У Табели 3. приказани су резултати дескриптивне статистике контрактилног потенцијала мишића испитаника (n=25) на иницијалном мерењу. Основни дескриптивни параметри су добро груписани и распоређени око средњих вредности осим параметра време релаксације мишића.

7.2 Дескриптивни статистички показатељи на финалном мерењу

У Табели 4. приказани су резултати дескриптивне статистике узраста и антропометријских карактеристика испитаника (n=25) на иницијалном мерењу. Резултати антропометријских варијабли на финалном мерењу су остали у границама оних са иницијалног мерења с тим да је дошло до хомогенизације неких мера (процент масти) што се може сматрати последицом повећане енергетске потрошње, услед већег интензитета рада током осмонедељног специфично планираног тренинга.

Табела 4. Основни статистички показатељи узраста и антропометријских карактеристика испитаника (n=25) на финалном мерењу

Варијабла (јединица)	N	Mean	Min	Max	Range	SD	Error	Skewness	Kurtosis
Узраст (године)	25	16.18	14.00	18.00	4.00	1.298	0.260	0.1893	-1.2312
Телесна висина (cm)	25	177.12	166.50	185.50	19.00	4.473	0.895	-0.4523	0.0889
Телесна маса (kg)	25	73.30	60.70	89.30	28.60	7.630	1.526	0.4685	-0.0685
Масно ткиво (%)	25	10.89	6.91	16.99	10.08	2.932	0.586	0.3753	-0.9083

Легенда: **N** – број испитаника; **Mean** – аритметичка средина; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Range** – распон резултата; **SD** – стандардна девијација; **Error** – грешка; **Skewness** – коефицијент закривљености; **Kurtosis** – коефицијент спљоштености.

Табела 5. Основни статистички показатељи кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=25) на финалном мерењу

Параметар (јединица)	N	Mean	Min	Max	Range	SD	Error	Skewness	Kurtosis
$\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	25	35.70	31.70	41.50	9.80	2.810	0.562	0.5125	-0.7938
Анаеробни праг ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	25	25.03	16.70	33.60	16.90	3.333	0.667	0.0054	1.6999
La pre ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	25	1.71	1.20	2.00	0.80	0.211	0.042	-0.7806	0.0206
La 0' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	25	10.81	9.50	13.60	4.10	0.947	0.189	1.0254	1.6862
La 1' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	25	10.86	8.80	13.60	4.80	1.000	0.200	0.4731	1.5304
La 3' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	25	8.98	7.00	11.20	4.20	0.893	0.179	-0.1247	1.3563
La 5' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	25	7.65	5.20	11.50	6.30	1.111	0.222	1.2805	5.9189
La 7' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	25	6.16	4.00	8.20	4.20	0.857	0.171	-0.1380	1.1266
La 10' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	25	4.72	3.70	6.60	2.90	0.742	0.148	0.6950	0.0778

Легенда: **N** – број испитаника; **Mean** – аритметичка средина; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Range** – распон резултата; **SD** – стандардна девијација; **Error** – грешка; **Skewness** – коефицијент закривљености; **Kurtosis** – коефицијент спљоштености; $\text{VO}_{2\text{max}}$ – измерена вредност максималне потрошње кисеоника; La 0' – концентрација лактата у капиларној крви у мировању; La 1' – концентрација лактата у капиларној крви један минут након завршетка теста; La 3' – концентрација лактата у капиларној крви три минута након завршетка теста; La 5' – концентрација лактата у капиларној крви пет минута након завршетка теста; La 7' – концентрација лактата у капиларној крви седам минута након завршетка теста; La 10' – концентрација лактата у капиларној крви десет минута након завршетка теста.

У Табели 5. приказани су резултати дескриптивне статистике кардиореспираторне издржљивости испитаника (n=25) на финалном мерењу. Уочава се да је експериментални третман на њих утицао тако да су прилично распршени на дистрибуцији вредности, што показују вредности распон резултата, коефицијент спљоштености и коефицијент закривљености.

Табела 6. Основни статистички показатељи контрактилног потенцијала мишића испитаника (n=25) на финалном мерењу

Параметар (јединица)	N	Mean	Min	Max	Range	SD	Error	Skewness	Kurtosis
Tc (ms)	25	24.54	12.40	43.90	31.50	9.185	1.837	0.6133	-0.7049
Td (ms)	25	21.39	13.10	28.50	15.40	3.009	0.602	-0.3820	2.0166
Tr (ms)	25	86.08	5.10	269.70	264.60	72.648	14.530	1.3130	1.4980
Dm (mm)	25	5.66	2.60	10.10	7.50	2.001	0.400	0.3900	-0.6106
Ts (ms)	25	176.53	18.80	546.00	527.20	139.215	27.843	1.5148	2.2776

Легенда: **N** – број испитаника; **Mean** – аритметичка средина; **Min** – минимална вредност; **Max** – максимална вредност; **Range** – распон резултата; **SD** – стандардна девијација; **Error** – грешка; **Skewness** – коефицијент закривљености; **Kurtosis** – коефицијент спљоштености; **Tc** – време трајања мишићне контракције; **Td** – латентно време мишићне контракције; **Tr** – време релаксације мишића; **Dm** – максимално мишићно вертикално померање; **Ts** – време одржавања контракције.

У Табели 6. приказани су резултати дескриптивне статистике контрактилног потенцијала мишића испитаника (n=25) на финалном мерењу. Резултати имају распршену дистрибуцију коју сматрамо последицом различитих мишићних адаптација током осмонедељног специфично планираног тренинга.

7.3 Разлике у кардиореспираторној издржљивости између иницијалног и финалног мерења

За утврђивање ефеката осмонедељног специфично планираног тренинга на кардиореспираторну издржљивост џудиста примењена је мултиваријантна анализа варијансе. Произведени ефекти су дефинисани стањем између иницијалног и финалног мерења. Мултиваријантна анализа варијансе (MANOVA) у основи анализира једну варијаблу, али вектор варијаблу чији су елементи варијабле у простору истраживања. За ту вектор варијаблу се претпоставља да је мултиваријантно нормално дистрибуирана са једнаким дисперзијама (варијансама) за сваку популацију из које је извучена група испитаника. Основни циљ овог дела истраживања био је да се установи да ли постоји статистички значајна разлика између аритметичких средина кардиореспираторне издржљивости испитаника између иницијалног и финалног мерења. Ако се установи статистички значајна разлика између два мерења, онда треба установити које варијабле највише доприносе тој разлици између два мерења.

Табела 7. Резултати мултиваријантне анализе варијансе кардиореспираторне издржљивости испитаника

Test	Value	F	Effect - df	Error - df	p
Wilks	0.708776	1.826	9	40	0.093342

Тестирањем значајности разлика аритметичких средина свих варијабли кардиореспираторне издржљивости између два мерења, установљено је да нема статистички значајних разлика, пошто Wilks Lambda износи .0708, што приликом F апроксимације од 1.826 и уз степен слободе $DF1 = 9$ и $DF2 = 40$ не даје значајност разлика на нивоу од 0,00 већ на нивоу 0,093. Према томе, у реализованом експерименту кардиореспираторна издржљивост статистички значајно се не разликује на финалном мерењу у односу на иницијално мерење. Да би се ово потврдило и на униваријантном нивоу, израчуната је и униваријантна анализа варијансе (Табела 8) као и Т-тест (Табела 9) за сваки параметар који је примењен за процену кардиореспираторне издржљивости џудиста. Резултати кардиореспираторне издржљивости испитаника графички су приказани у Прилогу (Графикони 5–14).

Табела 8. Резултати униваријантне анализе варијансе кардиореспираторне издржљивости испитаника

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	F	p
$\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	Иницијално	34.26	3.633	2.4438	0.1246
	Финално	35.70	2.810		
Анаеробни праг ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	Иницијално	23.28	4.184	2.6816	0.1081
	Финално	25.03	3.333		
La pre ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Иницијално	1.74	0.224	0.2076	0.6507
	Финално	1.71	0.211		
La 0' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Иницијално	10.27	2.048	1.4107	0.2408
	Финално	10.81	0.947		
La 1' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Иницијално	10.32	2.240	1.2297	0.2730
	Финално	10.86	1.000		
La 3' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Иницијално	9.11	1.743	0.1206	0.7299
	Финално	8.98	0.893		
La 5' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Иницијално	7.75	1.836	0.0543	0.8168
	Финално	7.65	1.111		
La 7' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Иницијално	5.99	1.175	0.3496	0.5571
	Финално	6.16	0.857		
La 10' ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	Иницијално	4.71	0.800	0.0030	0.9564
	Финално	4.72	0.742		

Легенда: **Mean** – аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност; $\text{VO}_{2\text{max}}$ – измерена вредност максималне потрошње кисеоника; La 0' – концентрација лактата у капиларној крви у мировању; La 1' – концентрација лактата у капиларној крви један минут након завршетка теста; La 3' – концентрација лактата у капиларној крви три минута након завршетка теста; La 5' – концентрација лактата у капиларној крви пет минута након завршетка теста; La 7' – концентрација лактата у капиларној крви седам минута након завршетка теста; La 10' – концентрација лактата у капиларној крви десет минута након завршетка теста.

Табела 9. Резултати Т-теста кардиореспираторне издржљивости испитаника

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	t-value	p
$\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	Иницијално	34.26	3.633	-1.5633	0.1246
	Финално	35.70	2.810		
Анаеробни праг ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	Иницијално	23.28	4.184	-1.6376	0.1081
	Финално	25.03	3.333		
La pre ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Иницијално	1.74	0.224	0.4556	0.6507
	Финално	1.71	0.211		
La 0' ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Иницијално	10.27	2.048	-1.1877	0.2408
	Финално	10.81	0.947		
La 1' ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Иницијално	10.32	2.240	-1.1089	0.2730
	Финално	10.86	1.000		
La 3' ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Иницијално	9.11	1.743	0.3473	0.7299
	Финално	8.98	0.893		
La 5' ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Иницијално	7.75	1.836	0.2330	0.8168
	Финално	7.65	1.111		
La 7' ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Иницијално	5.99	1.175	-0.5913	0.5571
	Финално	6.16	0.857		
La 10' ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Иницијално	4.71	0.800	-0.0550	0.9564
	Финално	4.72	0.742		

Легенда: **Mean** – аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност Т-теста; **$\text{VO}_{2\text{max}}$** – измерена вредност максималне потрошње кисеоника; **La 0'** – концентрација лактата у капиларној крви у мировању; **La 1'** – концентрација лактата у капиларној крви један минут након завршетка теста; **La 3'** – концентрација лактата у капиларној крви три минута након завршетка теста; **La 5'** – концентрација лактата у капиларној крви пет минута након завршетка теста; **La 7'** – концентрација лактата у капиларној крви седам минута након завршетка теста; **La 10'** – концентрација лактата у капиларној крви десет минута након завршетка теста.

На основу претходно приказаних резултата може се констатовати да за време експерименталног третмана није дошло до статистички значајних промена нити једног параметра за процену кардиореспираторне издржљивости што показује да осмонедељни специфично планирани тренинг не утиче статистички значајно на кардиореспираторну издржљивост џудиста.

7.4 Разлике контрактилног потенцијала мишића између иницијалног и финалног мерења

За утврђивање ефеката осмонедељног специфично планираног тренинга на контрактилни потенцијал мишића џудиста такође је примењена мултиваријантна анализа варијансе (MANOVA). Произведени ефекти су дефинисани стањем између иницијалног и финалног мерења. Основни циљ овог дела истраживања био је да се установи да ли постоји статистички значајна разлика између аритметичких средина контрактилног потенцијала мишића испитаника између иницијалног и финалног мерења. Ако се установи статистички значајна разлика између два мерења, онда треба установити које варијабле највише доприносе тој разлици између два мерења.

Табела 10. Резултати мултиваријантне анализе варијансе контрактилног потенцијала мишића испитаника

Value	F	Effect - df	Error - df	p
0.654	4.638	5	44	0.001

Тестирањем значајности разлика аритметичких средина свих параметара контрактилног потенцијала мишића између два мерења, установљена је статистички значајна разлика, пошто Wilks Lambda износи 0,654 што приликом F апроксимације од 4.638 и уз степен слободе $DF1 = 5$ и $DF2 = 44$ даје значајност разлика на нивоу од 0,001. Према томе, у реализованом експерименту контрактилни потенцијал мишића статистички значајно се разликују на финалном мерењу у односу на иницијално мерење. Да би се ово потврдило и на униваријантном нивоу израчуната је и униваријантна анализа варијансе (Табела 11) као и Т-тест (Табела 12) за сваки параметар која је примењена за процену контрактилног потенцијала мишића џудиста. Резултати контрактилног потенцијала мишића испитаника графички су приказани у Прилогу (Графикони 15–20).

Табела 11. Резултати униваријантне анализе варијансе контрактилног потенцијала мишића испитаника

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	F	p
Tc (ms)	Иницијално	17.37	4.052	12.7448	0.000
	Финално	24.54	9.185		
Td (ms)	Иницијално	19.76	2.928	3.7406	0.0590
	Финално	21.39	3.009		
Tr (ms)	Иницијално	98.10	87.516	0.2788	0.599
	Финално	86.08	72.648		
Dm (mm)	Иницијално	7.09	5.001	1.7771	0.188
	Финално	5.66	2.001		
Ts (ms)	Иницијално	140.58	107.626	1.0436	0.312
	Финално	176.53	139.215		

Легенда: **Mean** – аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност; **Tc** – време трајања мишићне контракције; **Td** – латентно време мишићне контракције; **Tr** – време релаксације мишића; **Dm** – максимално мишићно вертикално померање; **Ts** – време одржавања контракције.



Табела 12. Резултати Т-теста контрактилног потенцијала мишића испитаника

Параметар (јединица)	Мерење	Mean	SD	t-value	p
Tc (ms)	Иницијално	17.37	4.052	-3.5700	0.000
	Финално	24.54	9.185		
Td (ms)	Иницијално	19.76	2.928	-1.9341	0.059
	Финално	21.39	3.009		
Tr (ms)	Иницијално	98.10	87.516	0.5280	0.599
	Финално	86.08	72.648		
Dm (mm)	Иницијално	7.09	5.001	1.3331	0.188
	Финално	5.66	2.001		
Ts (ms)	Иницијално	140.58	107.626	-1.0216	0.312
	Финално	176.53	139.215		

Легенда: **Mean** – аритметичка средина; **SD** – стандардна девијација; **p** – статистичка значајност Т-теста; **Tc** – време трајања мишићне контракције; **Td** – латентно време мишићне контракције; **Tr** – време релаксације мишића; **Dm** – максимално мишићно вертикално померање; **Ts** – време одржавања контракције.

На основу претходно приказаних резултата може се констатовати да је за време експерименталног третмана дошло до статистички значајних промена контрактилног потенцијала мишића што показује да осмонедељни специфично планирани тренинг утиче статистички значајно на контрактилни потенцијал мишића цудиста.

Анализе добијених резултата показале су да је осмонедељни специфично планирани тренинг највише утицао на вредност параметра време трајања мишићне контракције, која је статистички значајно увећана ($p < 0.001$) након завршетка експерименталног третмана. Поред тога, статистички значајној промени контрактилног потенцијала мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга допринело је и повећање латентног времена мишићне контракције које је на граници статистичке значајности ($p = 0.059$).

8 ДИСКУСИЈА

Проблем планирања тренажног процеса је најсложенији у теорији спортског тренинга због великог броја фактора који на различите начине утичу на све врсте припреме спортиста, а тиме и на спортски резултат. План и програм тренинга су основни документи према којима се реализује процес спортске припреме и контролишу ефекти који су постигнути њиховом применом.

Периодизација спортске припреме важан је део планирања и програмирања у џудоу. Тренери и цели стручни тимови користе периодизацију тренинга да би спортиста могао да постигне оптималне ефекте тренажног рада у сваком циклусу, али, што је још важније, да постигне врхунски, односно најбољи резултат у најважнијем тренутку годишњег циклуса (Вотра, 1999). Јуниорима се строго препоручује примена једноцикличног модела периодизације. Основна предност оваквог модела периодизације јесте дуг припремни период у којем се не одржавају такмичења. На тај начин омогућен је рад на усавршавању технике џудоа, као и рад на изградњи снажних темеља физичке припреме. Двоциклични модел периодизације препоручује се спортистима националног нивоа. Чак и примена овог модела периодизације омогућава значајнији и период у коме је могуће радити на развоју фундаменталних способности које утичу на спортско постигнуће у џудоу. Трициклични модел периодизације препоручује се спортистима интернационалног нивоа.

Најзначајнији облик рада у џудоу представљају тренажне епизоде. То је облик рада који се спроводи са сталном групом џудиста одређеног узраста и пола, под руководством стручног лица – тренера. Тренажна епизода се одржава по одређеном плану и програму који омогућава расподелу тренажног рада по поступности и омогућује континуитет. У тренажној епизоди се предвиђа прецизна организација, средства и одабир метода тренажног рада зависно од задатка тренажне епизоде у периодизацији и конкретних услова. Дужина трајања тренажне епизоде зависи од узрасних и полних карактеристика џудиста, те од периода у којем се тренажна епизода спроводи. Обично се дужина тренажне епизоде креће од 45 min (школа џудоа,

почетници), 60–90 min (узраст кадета и јуниора), па до 150 min за врхунске џудисте. Тренажна епизода у џудоу се састоји од три (или четири) дела: уводни, припремни, основни и завршни. Границе између делова тренажне епизоде нису строго повучене и треба схватити ову шему као оријентацију, а не као шаблон који се намеће, или строго мора поштовати

Базу сваког планирања и програмирања чине прецизни дијагностички поступци за процену иницијалних карактеристика спортиста. Дијагностика стања спроводи се путем општих и специфичних процедура и тестова, са циљем процењивања моторичких и функционалних способности, здравственог статуса, морфолошких карактеристика и психосоциолошке димензије (Franchini et al., 2011).

Бавећи се одабраним спортом, услед феномена адаптације на тренажне и спортске напоре, спортиста временом добија све израженије карактеристике типичне за тај спорт (Milišić, 2007; Korpić, 2013). Резултати претходних истраживања су показали да, што су спортска достигнућа већа, то су она у тешњој вези са саставом и грађом тела спортиста (Filaire, Maso, Degoutte, Jouanel, & Lac, 2001; Kubo, Chishaki, Nakamura, Muramatsu, Yamamoto, Ito, Saitou, & Kukidome, 2006; Franchini, Nunes, Morisson Moraes, & Del Vecchio 2007). Зато се у већини спортова, а нарочито у спортовима са тежинским категоријама, значајна пажња поклања изучавању физиолошког и морфолошког статуса такмичарски активних спортиста, али и оних који су у некој од узрасних категорија у неким од борилачких спортова (Jonnalagadda, Skinner & Moore, 2004; Kurt, Kobaş, Ayas, Dindar & Ömürlü, 2010; Clarys, Geelen, Aerenhouts, Deriemaeker & Zinten, 2011).

Имајући у виду чињеницу да у борилачким спортовима постоје тежинске категорије, тежња спортиста је да имају оптималну телесну структуру, са циљем што већег мишићног ткива, као контрактилног потенцијала, у односу на што мању заступљеност масног ткива, као баластног ткива (Kim et al., 2011). Дати принцип, условљава два образаца понашања спортиста и то: начин тренинга и начин исхране са методама корекције телесне масе (Filaire et al., 2001; Artioli et al., 2010; Vecchio et al., 2011). Било какво одступање правилима дефинисане телесне масе, па чак и на основу добитка чисте мишићне масе може представљати проблем ако доводи до ситуације акутног, тј. принудног мењања такмичарске категорије. Због тога је одређивање модела применом различитих физиолошких параметара и индикатора телесног састава, као и

њихова континуирана контрола током различитих фаза тренинга од изузетне важности (Clarys P. et al, 2011; Kasum i Dopsaj, 2012).

Претходна истраживања су утврдила да је код џудиста проценат масног ткива већи код такмичара виших тежинских категорија (Callister, R., Callister, R.J., Staron, Flock, Tesch & Dudley, 1991; Ebine, Yonda & Hase, 1991; Bratić, Radovanović & Nurkić, 2007). Уопштено, мањи проценат масног ткива је жељена карактеристика независно од тежинске категорије. Одређивање телесног састава је корисна метода за праћење, не само зато што указује на неопходност смањивања масног ткива, већ и зато што може указати на потребу преласка у вишу тежинску категорију због пораста чисте мишићне масе без масног ткива.

Да би се добио прецизан одговор о стварном доприносу аеробног метаболизма код џудиста, требало би спровести мерење потрошње кисеоника током симулиране борбе што није могуће из очигледних техничких разлога. Штавише, џудо меч се делимично обавља са издигнутим надлактицама и у квази-статичком стању. То подразумева одговарајуће ангажовање кардиоваскуларног система са порастом фреквенције срчаног рада, уз истовремено смањење потрошње кисеоника (Radaković, 2011). Претходна истраживања су показала да је код статичких мишићних контракција при одређеном проценту максималне фреквенције срчаног рада проценат максималне потрошње кисеоника био мањи од оног који постоји при динамичким контракцијама (Collins, Cureton, Hill & Ray, 1991). Као последица тога губи се линеарност између фреквенције срчаног рада и потрошње кисеоника, што не дозвољава закључке у вези са метаболичким путевима добијања енергије у току џудо борбе. Сматрамо да је примењени максимални вишестепени тест на ручном бицикл-ергометру, са директним мерењем VO_{2max} и одређивањем концентрације лактата током периода опоравка, једно од најбољих могућих решења за процену функционалних параметара џудиста.

Када је оваква врста тестова праћена одређивањем концентрације лактата у крви, уобичајено се бележи експоненцијални пораст концентрације лактата у крви. Најзначајнија је интерпретација промене концентрације лактата у зависности од капацитета издржљивости. Генерално је прихваћено да нижа концентрација лактата у крви при задатом оптерећењу (помак криве лактата удесно) може бити интерпретиран у смислу побољшања капацитета издржљивости (Midgley, McNaughton & Jones, 2007). Насупрот томе, већа концентрација лактата у крви при задатом оптерећењу (помак



криве лактата улево) обично представља смањење капацитета издржљивости (Мујика & Padilla, 2001).

Основна карактеристика цудоа је променљивост, у смислу промена интензитета напора и прекида током меча. Овакве временске карактеристике борбе имају важне физиолошке утицаје, будући да кратки периоди високог интензитета напора, са још краћим интервалима одмора, резултују великим процентом учешћа лактатног анаеробног метаболизма на почетку меча, као и током појединих његових делова. Међутим, пораст максималне концентрације лактата у крви указује да код наизменичних активности високог интензитета пре појаве замора највећи извор енергије представљају аеробни метаболички процеси, док је удео анаеробних значајно нижи (Bogdanis, Nevill & Lakomy, 1994; Bogdanis, Nevill, Boobis & Lakomy, 1996). Због тога цудиста мора да има одговарајуће лактатне анаеробне и аеробне енергетске системе за одржавање такмичарских способности током целог периода меча. (Callister, R., Callister, R.J., Staron, Fleck, Tesch & Dudley, 1991). Резултати циљаних научних истраживања указали су да током меча постоји потреба за интензивним стварањем енергије из глукозе јер су након борбе регистровани високи нивои концентрације лактата у крви цудиста (Gupta, Goswami, Sadhukhan & Mathur, 1996; Franchini, Takito & Bertuzzi, 2005)

Повећање интензитета оптерећења током вишестепеног прогресивног теста користи се као метод за постизање максимума потрошње кисеоника и одређивање VO_{2max} . Могућност испитаника да одржи већи интензитет пре настанка замора и/или прекида теста означава већу вредност аеробне издржљивости (Bentley, McNaughton & Thompson, 2001). Наведено је од велике важности с обзиром да током физичке активности која је немаксималног интензитета метаболички одговор може бити различит, у зависности од степена утренираности испитиваног субјекта (Baldwin, Snow & Febbraio, 2000). Заједничко методолошко ограничење у свим објављеним студијама је дужина етапе током вишестепеног прогресивног теста и укупно трајање коришћеног теста. Могуће је да модификација протокола вишестепеног прогресивног теста и процедуре анализе лактата може утицати на максималне и субмаксималне физиолошке параметре (Coyle, 1995). Ове промене могу бити значајне у погледу интерпретације физиолошких параметара у циљу праћења ефеката одређеног тренинга или предвиђања нивоа развоја способности (Bentley, Newell & Bishop, 2007). Из доступне литературе,

чини се да вишестепени прогресивни тест који се састоји од троминутних етапа омогућава добијање најпоузданијих података за анализу.

Са методолошке тачке гледишта место са којег се узима узорак крви за мерење концентрације лактата (ушна шкољка, врх прста), врста крвног суда (венски, артеријски, капиларни) и лабораторијске методе које се користе (врста лактат анализатора) могу такође утицати на резултат теста (Thin, Hamzah & FitzGerald, 1999; McNaughton, Thompson, Philips, 2002; Bosquet, Leger & Legros, 2002). Узорци узети са ушне шкољке су показали нижи резултат концентрације лактата у крви него узорци узети из прста (Forsyth & Farrally, 2000).

Претходно приказани резултати показују да осмонедељни специфично планирани тренинг не утиче статистички значајно на кардиореспираторну издржљивост људиста. Због тога није била потребна прецизнија евалуација ефеката експерименталног третмана на евентуалне адаптације кардиоваскуларног и респираторног система у циљу повећања допремања кисеоника до ангажованих мишића, као и адаптација мишића да неопходну енергију добијају аеробним процесима. У вези с тим, можемо да констатујемо да је процена телесног састава испитаника лабораторијском методом анализе биоелектричне импеданце показала да није било статистички значајних промена између иницијалног и финалног мерења (Табеле 1 и 4). Смањење телесне тежине испитаника због смањења процента телесних масти, оба без статистичке значајности, можемо приписати већем укупном интензитету рада током осмонедељног специфично планираног тренинга у односу на базични припремни период који су испитаници спровели у својим клубовима.

Са аспекта праксе људоа, овакав резултат се не сматра негативним јер је током периодизације припрема у појединим периодима циљ очувати претходно стечене карактеристике. Вредност максималне потрошње кисеоника од $34.2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \pm 3.6$ на иницијалном и $35.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \pm 2.8$ на финалном мерењу показује да је овај циљ остварен и да је дошло до благог повећања вредности. Добијени резултати су у нивоу резултата истраживања са сличним узрастом испитаника. Готово исти односи утврђени су код параметра анаеробни праг. Напомињемо да је у практичном смислу параметар максимална потрошња кисеоника далеко важнији и чешће коришћен, пре свега због чињенице да је то директно мерена вредност. Вредности оба параметра показују да су испитаници током осам недеља специфичног тренинга очували задовољавајући ниво



кардиореспираторне издржљивости, што наново указује на важност општег (базичног) припремног периода када треба тежити ка што вишим вредностима ових параметара и тренинге планирати са тим примарним циљем.

Радаковић (2011) је спровео истраживање са циљем да се утврди повезаност максималне потрошње кисеоника и метаболизма лактата са ситуационом ефикасношћу селекционисаних младих џудиста. Истраживање је спроведено на узорку од 30 младих високоселекционисаних џудиста, узраста $16.4 \text{ година} \pm 0.8$, а просечна вредност максималне потрошње кисеоника током континуираног прогресивног теста на ручном бицикл-ергометру износила је $41.3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \pm 2.7$. На основу анализе добијених резултата аутор је закључио да постоји статистички значајна повезаност максималне потрошње кисеоника и индекса специјалног џудо фитнес теста код селекционисаних младих џудиста, као и да постоји статистички значајна повезаност нивоа лактатних прагова и индекса специјалног џудо фитнес теста код селекционисаних младих џудиста.

У истраживању Росессо, Gatterer, Ruedl & Burtcher (2012) спроведеном на узорку од осам младих џудиста, узраста $15.3 \text{ година} \pm 0.9$, просечна вредност максималне потрошње кисеоника током континуираног прогресивног теста на ручном бицикл-ергометру износила је $35.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \pm 4.3$. Иако су тип и врста теста били слични нашим, изведени су са различитим мерним инструментима и по другачијем протоколу што онемогућава потпуно поређење добијених резултата.

У слично конципираном истраживању Росессо & Burtcher (2013) спроведеном на узорку од 17 младих џудиста, узраста $14.0 \text{ година} \pm 1.4$, просечна вредност максималне потрошње кисеоника током континуираног прогресивног теста на ручном бицикл-ергометру износила је $38.4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \pm 4.9$. И у овом истраживању неподударност опреме и протокола са оним које смо ми спровели онемогућава потпуно поређење добијених резултата.

Такмичарска успешност у борилачким спортовима произашли из древних вештина, као што је џудо, зависи од више фактора међу којима су физиолошки једни од најзначајнијих. Као последицу тога, чврсту везу између физиолошких адаптација на тренинг, нивоа, квалитета и квантитета тренинга и техничких способности је веома тешко успоставити. Међутим, побољшање способности опоравка после џудо борбе може имати значајни утицај на успешност у различитом броју борби у оквиру истог



такмичарског дана. Лактати произведени у активним мишићима током физичке активности максималаног интензитета накнадно се метаболишу током фазе опоравка (Westerblad, Allen & Lannergren, 2002). Према Saltin-у (1990) постоје докази да се повратак на вредности које приближно одговарају базалним вредностима лактата у крви могу најраније очекивати 30 до 60 min након физичке активности високог интензитета праћене високом акумулацијом лактата. Пошто се акумулација лактата у крви након џудо меча креће у просечним вредностима од 10 до 17 mmol/l, временски интервал између мечева од 15 до 30 min током турнирског такмичења није довољан да би се адекватно уклонили лактати. Као последица тога, спортиста се такмичи у наредном мечу у ситуацији где се замор може очекивати знатно раније у односу на претходни меч. Џудисти се често надмећу у неколико борби истог дана, понекад са веома кратким временским интервалима између њих. Због тога је врло могуће да уколико је накупљање лактата узрок мишићног замора, спортиста који је у стању да уклони лактате брже почиње следећи меч са мањом склоношћу ка замору и на тај начин има већу шансу да постигне бољи такмичарски резултат.

На основу претходно приказаних резултата можемо закључити да није било статистички значајних промена у метаболизму лактата током осмонедељног специфично планираног тренинга. Објашњење за наведено можемо тражити у самом садржају тренажних епизода, исказаним кроз пре свега њихово трајање, јер се у планирању није тежило фокусирању појединачних карактеристика већ целини утицаја. Такође, испитаници су били млади џудисти и треба очекивати да се метаболизам лактата даље развија у смислу његове ефикасности. С друге стране, треба очекивати и већу индивидуалну толеранцију на високе нивое лактата као последицу вишегодишњих сложених адаптација посебно код врхунских спортиста (Радовановић 2009).

Резултати спроведеног истраживања представљају квантитативне приказе физиолошке адаптације најбољих младих џудиста на физичке захтеве током вишегодишњег специфичног тренажног процеса. Предложена батерија тестова може бити коришћена за процену функционалног статуса такмичара и прецизније одређивање такмичарског профила за врхунски џудо. Међутим, не сме се заборавити да је џудо спорт у којем преовлађује техника, те да су испитиване карактеристике и њихови параметри само основа на којој џудиста базира своју технику и тактику.



Степен утицаја физиолошких карактеристика џудиста на њихове такмичарске способности у току борбе и даље је неразрешен и недовољно испитан, због чега су потребна даља истраживања. Као што је претходно наведено врло је могуће да џудиста који је у стању да уклони лактате брже, почиње следећи меч са мањом склоношћу ка замору и на тај начин има већу шансу да постигне бољи такмичарски резултат. Због тога за врхунски резултат џудиста мора да има одговарајућу кардиореспираторну издржљивост, у циљу одржавања такмичарских способности током целог периода меча, као и у низу сукцесивних борби током целодневног турнирског типа такмичења.

Будуће студије могу бити пројектоване тако да физиолошка мерења буду повезана са прецизном анализом меча, у покушају да се успостави још чвршћа веза између физиолошких и техничких карактеристика у џудоу. У практичном смислу може се покушати да се током тренинга наизменично смењују различите серије високог интензитета вежбања са техничким акцијама против супарника, уз дозвољавање кратких пауза између наредних серија. Оваква врста тренинга може бити корисна за развој способности толеранције благе до високе концентрације лактата, као и за рад при интензитету који је увек изнад границе високе фреквенције срчаног рада.

Бројне технике су тренутно доступне за проучавање функције мишића у лабораторијским или теренским условима. Тензиомиографија (ТМГ) развијена је у последњих 15 година као неинвазивна техника која користи преносни уређај за процену механичких особина скелетних мишића као одговора на електричне стимулусе. Овај одговор се састоји од просторних и временских параметара насталих радијалним померањем скелетног мишића, а тензиомиографске студије најчешће су фокусиране на два параметра: време трајања мишићне контракције (T_c) и максимално мишићно вертикално померање (D_m).

Контракtilни потенцијал скелетних мишића помоћу ТМГ-а може се пратити у различитим условима: у миру, после загревања, после максималне вољне мишићне контракције и у условима замора.

Замор се може дефинисати као значајно ограничење физичке активности, али процеси који га прате и даље нису схваћени у потпуности, упркос читавом веку истраживања. Овоме очигледно доприноси чињеница да је замор веома сложен концепт, који укључује велики број физиолошких и психолошких фактора. Мишићни замор се дефинише као било која редукација максималног капацитета за генерисање

силе или излазне снаге изазване физичком активношћу. Замор који је проузрокован физичком активношћу заснива се на физиолошким основама. Овај физиолошки замор се тумачи као механизам за упозорење који треба да спречи пренапрегнуће читавог организма или појединог његовог дела (Радовановић, 2009).

Устаљено је мишљење да метаболички фактори играју значајну улогу у мишићном замору, деловањем на функционисање мишића спречавањем ресинтезе аденозин-трифосфата или ометањем односа ексцитација-контракција на неуромишићној синапси. До одређене мере и под одређеним околностима, нагомилавање киселих производа метаболизма (млечна киселина, лактат и др.) и губљење извора енергије су од значаја, али не тако често како се верује. Веза између млечне киселине и замора углавном је посредна преко смањења рН вредности, уз могуће оштећење контрактилних елемената. Ово се догађа при физичкој активности великог и максималног интензитета, када за добијање енергије уз помоћ кисеоника нема времена, па се користи енергија из анаеробних извора. Ограничење у снабдевању енергијом услед пражњења депоа енергије, првенствено гликогена, узрок је замора при физичкој активности умереног интензитета у условима равнотежног стања (Радовановић, 2009).

У спроведеном истраживању вршено је тензиомиографско испитивање три мишића који су у највећој мери ангажовани током ђудо борбе: *m. erector spinae*, *m. latissimus dorsi* и *m. triceps brachii* (Графикони 21, 22 и 23). Као што је претходно наведено, за време експерименталног третмана дошло је до статистички значајних промена контрактилног потенцијала мишића (Табеле 10,11 и 12), највише захваљујући статистички значајној увећаној вредности ($p < 0.001$) параметра време трајања мишићне контракције. Овакав налаз показује да су тренажне епизоде реализоване током осмонедељног специфично планираног тренинга резултовале новим неуромишићним адаптацијама код испитаника са дугогодишњим тренажним и такмичарским искуством. Како је већ претходно анализирано, током експерименталног третмана није дошло до статистички значајних промена у телесном саставу испитаника па разлоге промена контрактилног потенцијала мишића можемо тражити у неуролошким адаптацијама. Неки од могућих адаптивних механизма укључују комбинацију деловања следећих фактора: веће ефикасности у нервном спровођењу, веће активности ЦНС-а, побољшања у синхронизацији моторних јединица, смањења инхибиторних неурорефлекса и инхибиције Голцијевих тетивних органа (Carroll, Riek & Carson, 2002;



Аagaard 2003). Поред наведеног, могуће је повећани контрактилни потенцијал мишића приписати неуромишићној адаптацији израженој кроз повећање активности α -мотонеурона (који је олакшавао покретање моторне јединице) и повећаним еластичитетом мишића обухваћених тренингом (Garfinkel & Cafarelli, 1992; Higbie, Cureton & Warren, 1996).

Пошто знамо да су испитаници имали вишегодишње тренажно и такмичарско искуство, мишљења смо да су специфично планирани тренажни садржаји били адекватни стимулус за покретање нових адаптивних процеса и њихово формирање на вишем нивоу. Такође, мишљења смо да је статистички значајна промена контрактилног потенцијала мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга доказ његове ефективности. Надамо се да ће овако планирани тренинг постати део планирања и програмирања тренинга, посебно у раду са младим џудистима.

С обзиром да је тензиомиографија релативно нова метода, нама нису били познати и доступни подаци о сличним истраживањима са џудистима што нам је онемогућило било каква поређења. Параметри време релаксације мишића и време одржавања контракције били су у широком распону и на иницијалном и на финалном мерењу. Могуће објашњење оваквих налаза су разлике у мишићној маси испитаника које су последица постојања тежинских категорија у џудоу.

Анализа добијених резултата нас опредељује ка уверењу да је потребан већи број слично конципираних истраживања и са оволиким бројем испитаника да би се ТМГ метода стандардизовала као метода за праћење контрактилног потенцијала мишића током тренажног процеса. Уверени смо да је тензиомиографија са садашњим научним сазнањима много кориснија у праћењима индивидуалних адаптивних одговора у краћим временским интервалима.

9 ЗАКЉУЧАК

Истраживање је спроведено са основним циљем да се утврде ефекти осмонедељног специфично планираног тренинга на кардиореспираторну издржљивост и контрактилни потенцијал мишића високоселекционих џудиста. Истраживање је спроведено на узорку од 25 младих, високо селекционисаних џудиста, чланова ширег списка кадетске и јуниорске репрезентације Србије старосне доби од 14 до 18 година. Експериментални специфично планирани програм тренинга у трајању од осам недеља предложен је од стране кандидата, реализатора пројекта, на основу дугогодишњег тренажног и такмичарског искуства.

Коришћењем тренутно најсавременије опреме праћени су параметри за процену кардиореспираторне издржљивости и процену контрактилног потенцијала мишића. За статистичку обраду података примењене су одговарајуће статистичке процедуре на основу којих је било могуће вршити интерпретацију добијених резултата.

На основу статистички обрађених података и анализе добијених резултата истраживања изведени су следећи закључци:

1. На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг није довео до статистички значајних разлика параметара кардиореспираторне издржљивости у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка, али и резултата којима је утврђено да је експериментални третман довео до статистички значајних разлика параметара контрактилног потенцијала мишића у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка, закључујемо да се хипотеза H_1 , која гласи „вредности одабраних параметара кардиореспираторне издржљивости и контрактилног потенцијала мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга неће се статистички значајно разликовати у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка“, **може делимично прихватити.**



2. На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг није довео до статистички значајних разлика параметара кардиореспираторне издржљивости у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка, закључујемо да се хипотеза X_2 , која гласи „вредности одабраних параметара кардиореспираторне издржљивости након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**
3. На основу резултата т-теста којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, није довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра максимална потрошња кисеоника, закључујемо да се хипотеза $X_{2.1}$, која гласи „вредност параметра максимална потрошња кисеоника након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**
4. На основу резултата т-теста којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, није довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра процењени анаеробни праг, закључујемо да се хипотеза $X_{2.2}$, која гласи „вредност параметра процењени анаеробни праг након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**
5. На основу резултата т-теста којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, није довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра процењени анаеробни праг, закључујемо да се хипотеза $X_{2.3}$, која гласи „вредност параметара концентрације лактата (одмах након завршетка теста, један минут након завршетка теста, три минута након завршетка теста, пет минута након завршетка теста, седам минута након завршетка теста и десет минута након завршетка теста) у капиларној крви након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на



- вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**
6. На основу резултата мултиваријантне анализе варијансе којима је утврђено да је осмонедељни специфично планирани тренинг довео до статистички значајних разлика параметара контрактилног потенцијала мишића у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка, закључујемо да се хипотеза $H_{3,1}$, која гласи „вредности одабраних параметара контрактилног потенцијала мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредности истих параметара пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може прихватити.**
7. На основу резултата т-теста којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, није довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра максимално мишићно вертикално, закључујемо да се хипотеза $H_{3,2}$, која гласи „вредност параметра максимално мишићно вертикално померање након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**
8. На основу резултата т-теста којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, није довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра латентно време мишићне контракције, закључујемо да се хипотеза $H_{3,3}$, која гласи „вредност параметра латентно време мишићне контракције након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**
9. На основу резултата т-теста којима је утврђено да је осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра време трајања мишићне контракције, закључујемо да се хипотеза $H_{3,4}$, која гласи „вредност параметра време трајања мишићне контракције након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у



односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може прихватити.**

10. На основу резултата т-теста којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, није довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра време релаксације мишића, закључујемо да се хипотеза $H_{3.4}$, која гласи „вредност параметра време релаксације мишића након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**
11. На основу резултата т-теста којима је утврђено да осмонедељни специфично планирани тренинг, као експериментални фактор, није довео до статистички значајних разлика у вредностима параметра време одржавања контракције, закључујемо да се хипотеза $H_{3.5}$, која гласи „вредност параметра време одржавања контракције након осмонедељног специфично планираног тренинга ће се статистички значајно разликовати у односу на вредност истог параметра пре отпочињања експерименталног поступка“, у **потпуности може одбацити.**

10 ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

У осмишљавању овог истраживања пошли смо од две добро познате чињенице: прво, да је проблем планирања тренажног процеса најсложенији у теорији спортског тренинга, због великог броја фактора који на различите начине утичу на све врсте припреме спортиста, а тиме и на спортски резултат, и друго да базу сваког успешног планирања и програмирања тренажног процеса чине прецизни дијагностички поступци за процену индивидуалних карактеристика спортиста.

Значај овог експерименталног програма се огледа у томе што су истраживани ефекти осмонедељног специфично планираног тренинга на узорку утренираних џудиста са већ значајним такмичарским искуством. Доскора је било тешко квантификовати ефекте тренинга што је ограничавало прецизнију евалуацију различитих метода тренинга у џудоу. У спроведеном истраживању коришћена је методологија мерења кардиореспираторне издржљивости, контрактилног потенцијала мишића, као и телесног састава, која тренутно представља највише стандарде у области спортских наука.

Надамо се да су резултати спроведеног истраживања пружили прецизније и обухватније информације о хроничним адаптивним одговорима кардиореспираторног и мишићног система џудиста, у односу на до сада спроведена истраживања. Такође, надамо се да ће добијени резултати послужити као одреднице за планирање и програмирање ефективнијих тренинг програма. Сматрамо да процењивање способности и особина спортиста мора да представља примарну информацију која пружа увид у правилну примену тренажних оптерећења. Такође, планирање и програмирање тренинга младих џудиста мора бити у складу са календаром такмичења, при чему су најважнији елементи програмирања датуми најважнијих такмичења.

Мишљења смо да резултати нашег истраживања пружају корисне информације о хроничним адаптивним одговорима кардиореспираторног и мишићног система код младих џудиста при специфично планираном тренингу, те да омогућавају успешнију практичну примену оваквих тренажних епизода у џудо тренингу. Коришћена



методологија истраживања, начин организовања експерименталног поступка и добијени резултати могу служити као основ за планирање новог истраживања у овој области.

Сматрамо да будуће студије у овој области треба да буду пројектоване тако да физиолошка мерења буду повезана са прецизном анализом меча, с циљем да се успостави још чвршћа веза између физиолошких карактеристика и техничких елемената у цудоу.



11 ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function. *Exercise and Sport Science Reviews*, 31, 61–67.
2. Ackland, T.R., Lohman, T.G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R.J., Meyer, N.L., Stewart, A.D., & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Medicine*, 42(3), 227–249.
3. Anderson, L.J., Erceg, D.N., & Schroeder, E.T. (2012). Utility of multifrequency bioelectrical impedance compared with dual-energy x-ray absorptiometry for assessment of total and regional body composition varies between men and women. *Nutrition Research*, 32(7), 479–485.
4. Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha, A. H. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(3), 436–442.
5. Baldwin, J., Snow, R.J., & Febbraio, M.A. (2000). Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 1648–1654.
6. Bentley, D.J., McNaughton, L.R., & Thompson, D. (2001). Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 2077–2081.
7. Bentley, D.J., Newell, J., & Bishop, D. (2007). Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Medicine*, 37(7), 575–586.
8. Blais, L., Trilles, F., & Lacouture, P. (2007). Validation of a specific machine to the strength training of judokas. *Journal of Strength Conditioning Research*, 21 (2), 409–412.
9. Bogdanis, G.C., Nevill, M.E., & Lakomy, H.K.A. (1994). Effects of previous dynamic arm exercise on power output during repeated maximal sprint cycling. *Journal of Sports Science*, 12, 363–370.
10. Bogdanis, G.C., Nevill, M.E., Boobis, L.H., & Lakomy, H.K.A. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80, 876–884.
11. Bompa, T. (1999). *Periodization, Theory and Methodology of Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.



12. Borkowski, L., Faff, J., & Straczewska-Czapowska, J. (2001). Evaluation of the aerobic and anaerobic fitness in judoists from the Polish national team. *Biology of Sports*, 18, 107-117.
13. Bosquet, L., Leger, L., & Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*, 32(11), 675–700.
14. Bratić, M. (2003). *Džudo*. Niš: SIA.
15. Bratic, M., Radovanovic, D., Nurkic, M., & Kafentarakis, I. (2007). Functional characteristics as determinants of competition success in cadets judo players. In: W. Stawrosta & B. Jevtic (Eds), *Proceedings of 10th Sport Kinetics International Conference, Belgrade, Serbia* (pp. 250–253). Belgrade: International Association of Sport Kinetics Warsaw & Faculty of Sport and Physical Education Belgrade.
16. Bratić, M., Radovanović, D., & Nurkić, M. (2008). The effects of preparation period training program on muscular strength of first class judo athletes. *Acta Medica Mediana*, 47 (1), 22–26.
17. Bratić, M., Nurkić, M., & Cicović, B. (2014). *Judo*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
18. Callister, R., Callister, R.J., Staron, R.S., Fleck, S.J., Tesch, P., & Dudley, G.A. (1991). Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 196-203.
19. Carroll, T.J., Riek, S., & Carson, R.G. (2002). The sites of neural adaptation induced by resistance training in humans. *Journal of Physiology*, 544, 641–652.
20. Clarys, P., Geelen, B., Aerenhouts, D., Deriemaeker, P., & Zinten, E. (2011). Estimation of body composition in adolescent judo athletes. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 2(2), 73–77.
21. Collins, M.A., K.J. Cureton, D.W. Hill, & C.A. Ray. (1991). Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 636–640.
22. Coyle, E.F. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exercise and Sport Science Reviews*, 23, 25–63.
23. Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 245–249.
24. Ditroilo, M., Smith, I., Feirweather, M., & Hunter, A. (2013). Long-term stability of tensiomyography measured under different muscle conditions, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23, 558–563.
25. Dopsaj, M. (2010). Karakteristike F-t krive: Analitički i dijagnostički značaj u sportu. U: Stanković, R. (Ed.). *Zbornik radova sa: XIV Međunarodni naučni skup FIS Komunikacije 2010 u sportu, fizičkom vaspitanju u rekreaciji* (str. 36-51). Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
26. Dopsaj, M., Blagojevic, M., Koropanovski, N., & Vuckovic, G. (2010). Structural analysis of basic leg extensor isometric F-t curve characteristics in male athletes in different sports measured in standing position. In: M.J. Duncan & M. Lyons (Eds.) *Trends in Human Performance Research* (pp 55–70). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers.



27. Dopsaj, M., & Ivanović, J. (2011). The analysis of the reliability and factorial validity in the basic characteristics of isometric F-t curve of the leg extensors in well trained Serbian males and females. *Measurement Science Review*, 11(5), 165–172.
28. Dopsaj, M., Todorov, I., Vuković, M., & Radovanović, D. (2013). Different morphological indicators in elite judo athletes defined by using the multichannel bioelectrical impedance analysis. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 7 (3), 85–90.
29. Ebine, K., Yoneda, I., & Hase, H. (1991) Physiological characteristics of exercise and findings of laboratory tests in Japanese elite judo athletes. *Médecine du Sport*, 65, 73–79.
30. Faude, O., Kindermann, T., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), 469–490.
31. Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 454–459.
32. Forsyth, J.J., & Farrally, M.R. (2000). A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear, and fingertip after a simulated rowing exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 35–38.
33. Franchini, E., Takito, M.Y., & Bertuzzi, R.C.M. (2005). Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. *Archives of budo*, 1, 1–7.
34. Franchini, E., Takito, M.Y., Kiss, M.A.P.D.M., & Sterkowicz, S. (2005). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of Sport*, 22, 315–328.
35. Franchini, E., Nunes, V.A., Morisson Moraes, M.J., & Del Vecchio B.F. (2007). Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *Journal of Physiological Anthropology*, 26(2), 59–67.
36. Franchini, E., Nunes, A.V., Moraes, J.M., et al. (2007). Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *Journal of Physiological Anthropology*, 26, 59–67.
37. Franchini, E., Del Vecchio, F.B., Matsushigue, K.A., & Artioli, G.G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medicine*, 41 (2), 147–166.
38. García-Manso, J.M., Rodríguez-Matoso, D., Sarmiento, S., de Saa, Y., Vaamonde, D., Rodríguez-Ruiz, D., & Da Silva-Grigoletto, M.E. (2012). Effect of high-load and high-volume resistance exercise on the tensiomyographic twitch response of biceps brachii. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(4), 612–619.
39. Garfinkel, S., & Cafarelli, E. (1992). Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional area after isometric training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 1220–1227.
40. Gariod, L., Binzoni, T., Ferretti, G., Le Bas, J.F., Reutenauer, H., & Cerretelli, P. (1994). Standardisation of ³¹P-nuclear magnetic resonance spectroscopy determinations of high energy phosphates in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 68(2), 107–110.
41. Grujić, N. (2003). *Fiziologija sporta*. Novi Sad: SIA.



42. Guyton, A.C., & Hall, J.E. (2008). *Medicinska fiziologija, 11. izdanje*. Beograd: Savremena administracija.
43. Haff, G.G., Carlock, J.M., Hartman, M.J., Kilgore, J.L., Kawamori, N., Jackson, J.R., Morris, R.T., Sands, W.A., & Stone, M.H. (2005). Force-time characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women Olympic weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 741–748.
44. Hawkins, M.N., Raven, P.B., Snell, P.G., Stray-Gundersen, J., & Levine, B.D. (2007). Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 103–107.
45. Higbie, E.J., Cureton, K.J., & Warren, G.L. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*, 81, 2173–2181.
46. Hunter, A.M., Galloway, S.D., Smith, I.J., Tallent, J., Ditroilo, M., Fairweather, M.M., & Howatson, G. (2012). Assessment of eccentric exercise-induced muscle damage of the elbow flexors by tensiomyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(3), 334–341.
47. International judo federation referee rules. (2003). *International Judo Federation Congress, Osaka, Japan*. Osaka: International Judo Federation.
48. Ivanović, J., Dopsaj, M., Čopić, N., & Nešić, G. (2011). Is there a relation between maximal and explosive leg extensors isometric force? *Facta Universitatis Series Physical Education and Sport*, 9(3), 239–254.
49. Jonnalagadda, S. S., Skinner, R., & Moore, L. (2004). Overweight athlete: fact or fiction? *Current Sports Medicine Reports*, 3(4), 198–205.
50. Kasum, D., & Dopsaj, M. (2012). Descriptive profile of body structure of top Greco-Roman style wrestlers defined with method of multichannel bioelectrical impedance. *SportLogia*, 8(2), 213–228.
51. Kim, J., Cho, H. C., Jung, H. S., & Yoon, J. D. (2011). Influence of performance level on anaerobic power and body composition in elite male judoists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1346–1354.
52. Kiyoshi, I., Nobuyoshi, H., Mitsuru, N., Naoya, M., Masahiro, T. & Nobuyoshi, H. (2013). The transformation of technical-tactical behaviors for hand techniques used in attacking below the belt after the 2010 International Judo Federation rule revision. *Archives of Budo*, 9(1), 1–6.
53. Koprivica, V. (2013). *Teorija sportskog treninga – prvi deo*. Beograd: 3D+.
54. Kubo, J., Chishaki, T., Nakamura, N., Muramatsu, T., Yamamoto, Y., Ito, M., Saitou, H., & Kukidome, T. (2006). Differences in the fat-free mass and muscle thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 654–657.
55. Kurt, C., Kobaş, İ., Ayas, S., Dindar, D. M., & Ömürlü, K. İ. (2010). The body composition and some conditional features of women judoists of the Turkish national team. *Facta universitatis series Physical Education and Sport*, 8(2), 133–139.



56. Linnamo, V., Moritani, T., Nicol, C., & Komi, P.V. (2002). Motor unit activation patterns during isometric, concentric and eccentric actions at different force levels. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13, 93–101.
57. McNaughton, L.R., Thompson, D., & Philips, G. (2002). A comparison of the Lactate Pro, Accusport, Analox GM7 and Kodak Ektachem lactate analysers in normal, hot and humid conditions. *International Journal of Sports Medicine*, 23(2), 130–135.
58. Midgley, A.W., McNaughton, L.R., & Jones, AM. (2007). Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? *Sports Medicine*, 37(10), 857–880.
59. Milišić, B. (2007). Efficiency in sport and training management theory. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 1(1), 7–13.
60. 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.
61. Mujika, I., & Padilla, S. (2001). Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(3), 413–421.
62. Nurkić, M., Bratić, M., Radovanović, D., & Bojić I. (2009). The effects of preparation period training program on functional abilities of first class judokas. In: M. Mikalački (Ed.), *Proceeding book of the 1st International Scientific Conference Exercise and Quality of Life, Novi Sad, Serbia* (pp. 333–338). Novi Sad, Serbia: Faculty of Sport and Physical Education University of Novi Sad.
63. Pocecco, E., Gatterer, H., Ruedl, G., & Burtscher, M. (2012). Specific exercise testing in judo athletes, *Archives of Budo*, 8(3), 133–139.
64. Pocecco, E., & Burtscher, M. (2013). Sex-differences in response to arm and leg ergometry in juvenile judo athletes. *Archives of Budo*, 9(3), 181–187.
65. Radaković, R. (2011). *Povezanost maksimalne potrošnje kiseonika i metabolizma laktata sa situacionom efikasnošću visokoselekcionisanih mladih džudista*. Neobjavljena magistarska teza, Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
66. Radovanovic, D., Bratic, M., Nurkic, M., & Vukajlovic, V. (2005). Effects of specially designed judo training on anaerobic and aerobic capacity in young judo competitors. In: K. Christodoulakis (Ed.), *Proceedings of the 4th EFSMA European Sports Medicine Congress, Lemesos, Cyprus* (pp. 111–115). Bologna: Medimond International.
67. Radovanovic, D., Nurkic, M., & Radovanovic, N. (2006). Physiological profile of elite judo players competing in the lower weight categories. *Proceedings of the 8th International Congress of the Sports Medicine Association of Greece, Thessaloniki, Greece* (pp. 239-243). Thessaloniki: Sports Medicine Association of Greece.
68. Radovanović, D., Bratić, M., & Milovanović, D. (2008). Effects of creatin monohydrate supplementation and training on anaerobic capacity and body composition in judo athletes. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*, 25 (3), 115–120.



69. Radovanovic, D., Bratic, M., & Nurkic, M. (2009). Physiological profile of elite young judoists. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianaе*, 1, 35–42.
70. Radovanovic, D., Bratic, M., Nurkic, M., Cvetkovic, T., Ignjatovic, A., & Aleksandrovic, M. (2009). Oxidative stress biomarker response to concurrent strength and endurance training. *General Physiology and Biophysics*, 28 (SI), 205–211.
71. Radovanović, D. (2009). *Fiziologija za studente Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
72. Radovanović, D., & Ignjatović, A. (2009). *Fiziološke osnove treninga sile i snage*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
73. Radovanovic, D., Bratic, M., Nurkic, M., & Stankovic, N. (2011). Recovery of dynamic lung function in elite judoists after short-term high intensity exercise. *Archives of Budo*, 7 (1), 21–26.
74. Radovanovic, D., & Todorov, I. (2011). Strategies for the regulation of body weight and reduction of body fat in judokas. In: G. Bosnjak & S. Simovic (Eds), *Proceedings of the 2nd International Scientific Conference 2010, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina* (pp.16–21). Banja Luka: Faculty of Physical Education and Sport.
75. Radovanović, D. (2012). *Praktikum iz fiziologije za studente Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, drugo dopunjeno izdanje*. Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
76. Radovanovic, D., Stankovic, N., Ponorac, N., Nurkic, M., & Bratic, M. (2012). Oxidative stress in young judokas: effects of four week pre-competition training period. *Archives of Budo*, 8 (3), 147–151.
77. Rey, E., Lago-Peñas, C., & Lago-Ballesteros, J. (2012). Tensiomyography of selected lower-limb muscles in professional soccer players. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(6), 866–872.
78. Rey, E., Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., & Casáis, L. (2012). The effect of recovery strategies on contractile properties using tensiomyography and perceived muscle soreness in professional soccer players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 26(11), 3081–3088.
79. Robergs, R.A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology*, 287, 502–516.
80. Rusu, L.D., Cosma, G.G., Cernaianu, S.M., Marin, M.N., Rusu, P.F., Cioc Nescu, D.P., & Neferu, F.N. (2013). Tensiomyography method used for neuromuscular assessment of muscle training. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), 67–75.
81. Saltin, B. (1990). *Anaerobic capacity: past, present and prospective*. In: A.W. Taylor, P.D. Gollnick, H.J. Green, C.D. Lanuzo, E.G. Nobel, & G. Metivier, editors, *Biochemistry of exercise* (pp. 387–412). Champaign: Human Kinetics.
82. Sbriccoli, P., Bazzucchi, I., Di Mario, A., et al. (2007). Assessment of maximal cardiorespiratory performance and muscle power in the Italian Olympic judoka. *Journal of Strength Conditioning Research*, 21 (3), 738–744.



83. Sikorski, W.G., Mickiewicz, G., Maole, B., & Laska, C. (1987). *Structure of the content and work capacity of the judoists*. Warsaw: Polish Judo Association.
84. Sterkowicz, S., & Emerson, F. (2000). A comparison of techniques used by lightweight and heavyweight judoist during the World and Olympic tournaments (1995–1999). *IJF World Judo Conference Research Paper*. International Judo Federation.
85. Sterkowicz, S., Sacripanti, A., & Sterkowicz-Przybycień, K. (2013). Techniques frequently used during London Olympic judo tournaments: a biomechanical approach. *Archives of Budo*, 9(1), 51–58.
86. Svedahl, K., & MacIntosh, B.R. (2003). Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(2), 299–323.
87. Šimunič, B. (2012). Between-day reliability of a method for non-invasive estimation of muscle composition. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22, 527–530.
88. Tabakov, S., Maksimov, D., Rađo, I., Crnogorac, B., & Drid, P. (2014). *Planiranje i programiranje treninga vrhunskih džudista*. U P.Drid, & I.Todorov. Džudo: Nauka i praksa. Beograd: Data Status.
89. Todorov, I., Bratić, M., Radovanović, D., & Nurkić, M. (2010). Physiological profile of elite junior judoists. In: N. Živanović (Ed.), *Proceedings of the 5th European FIEP Congress* (pp. 446–450). Niš: Faculty of Sport and Physical Education.
90. Todorov, I., Nurkić, M., Stanković, N., & Lolić, D. (2010). Razlike u specifičnim motoričkim sposobostima kod džudista različitog uzrasta. U: R. Stanković (Ur.), *XIV Međunarodni naučni skup FIS Komunikacije 2010*. (pp. 315–321). Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
91. Todorov, I., Bratić, M., Nurkić, M., & Radovanović, D. (2013). The influence of physiological characteristics on the competitive success of judo athletes. *Facta Universitatis series Physical Education and Sport*, 11(3), 196–201.
92. Thin, A.G., Hamzah, Z., & FitzGerald, M.X. (1999). Lactate determination in exercise testing using an electrochemical analyser: with or without blood lysis? *European Journal of Applied Physiology*, 79(2), 155–159.
93. Thomas, S.G., Cox, M.H., Legal, Y., & Verde, T.J. (1989). Physiological profiles of the Canadian national judo team. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 3, 142–147.
94. Tous-Fajardo, J., Moras, G., Rodríguez-Jiménez, S., Usach, R., Doutres, D.M., & Maffiuletti, N.A. (2010). Inter-rater reliability of muscle contractile property measurements using non-invasive tensiomyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(4), 761–766.
95. Vecchio, D. B. F., Vecchio, D. M. H. A., Gonçalves, A., Franchini, E. & Padovani, R. C. (2011). The canonical correlation between the biological markers of performance and physical fitness in high level judo athletes. *Facta Universitatis series Physical Education and Sport*, 9, 2, 121–129.
96. Westerblad, H., Allen, D.G., & Lannergren, J. (2002). Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1456–1460.



97. Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training* (2nd Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
98. Зациорски, В. (1982). *Спортивна метрлогия*. Москва: Физкультура и спорт.



12 ПРИЛОГ

12.1 План рада осмонедељног специфично планираног тренинга

План рада за прву недељу експерименталног тренинг програма

ПОНЕДЕЉАК	УТОРАК	СРЕДА	ЧЕТВРТАК	ПЕТАК
<ul style="list-style-type: none"> • Трчање: 40мин • Теретана: 5 серија x 8-12 понављаја • Потисак са клупе/привлачење до клупе • Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/Веслања стојећи • Повлачења лат машина/Веслање седећи лат машина • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • Трчање: Загревање 15мин • Деонице: 12 мин + 12 мин • Теретана: 5 серија x 8-12 понављаја • Получучањ са поскоком • Набачај/Згибови • Прегегиби подлактице са шипком/опружања подлактице • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • Трчање: : Загревање 15мин • Деонице: 4x5мин • Теретана: 5 серија x 8-12 понављаја • Потисак са клупе/привлачење до клупе • Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/Веслања стојећи • Повлачења лат машина/Веслање седећи лат машина • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • Трчање: лагано 30мин • Теретана 40 мин – кружни метод рада • претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • Трчање: 30 мин • Теретана: 5 серија x 8-12 понављаја • Получучањ са поскоком • Набачај/Згибови • Прегегиби подлактице са шипком/опружања подлактице • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање
<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 40мин тренинг снаге у кимону - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем • Пилатес 20 мин • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима(мале мишићне групе) • Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавње техника у кретању • Истезање 	ОДМОР	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 40мин тренинг снаге у кимону - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем • Пилатес 20 мин • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима (мале мишићне групе) • Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавње техника у кретању • Истезање



План рада за другу недељу експерименталног тренинг програма

ПОНЕДЕЉАК	УТОРАК	СРЕДА	ЧЕТВРТАК	ПЕТАК
<ul style="list-style-type: none">• Трчање: 40мин• Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја• Потисак са клупе/привлачење до клупе• Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/Веслања стојећи• Повлачења лат машина/Веслање седећи лат машина• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: Загревање 15мин• Деонице: 12 мин + 12 мин• Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја• Получучањ са поскоком• Набачај/Згибови• Прегибаци подлактице са шипком/опружања подлактице• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: : Загревање 15мин• Деонице: 5x4мин• Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја• Потисак са клупе/привлачење до клупе• Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/Веслања стојећи• Повлачења лат машина/Веслање седећи лат машина• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: лагано 30мин• Теретана 40 мин – кружни метод рада• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање• 	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: 30 мин• Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја• Получучањ са поскоком• Набачај/Згибови• Прегибаци подлактице са шипком/опружања подлактице• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање
<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 40мин тренинг снаге у кимону - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем• Пилатес 20 мин• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима (мале мишићне групе)• Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавње техника у кретању• Истезање	ОДМОР	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 40мин тренинг снаге у - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем• Пилатес 20 мин• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима (мале мишићне групе)• Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавње техника у кретању• Истезање



План рада за трећу недељу експерименталног тренинг програма

ПОНЕДЕЉАК	УТОРАК	СРЕДА	ЧЕТВРТАК	ПЕТАК
<ul style="list-style-type: none">• Трчање: 50мин• Теретана: 7 серија x 8-12 понављаја• Потисак са клупе/привлачење до клупе• Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/Веслања стојећи• Повлачења лат машина/ Веслање седећи лат машина• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: Загревање 15мин• Деонице: 12 мин + 12 мин• Теретана: 7 серија x 8-12 понављаја• Получучањ са поскоком• Набачај/Згибови• Прегини подлактице са шипком/опружања подлактице• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: : Загревање 15мин• Деонице: 5x5мин• Теретана: 7 серија x 8-12 понављаја• Потисак са клупе/привлачење до клупе• Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/Веслања стојећи• Повлачења лат машина/ Веслање седећи лат машина• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: лагано 20мин• Теретана 40 мин – кружни метод рада• 15мин претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: 30 мин• Теретана: 7 серија x 8-12 понављаја• Получучањ са поскоком• Набачај/Згибови• Прегини подлактице са шипком/опружања подлактице• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање
<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 40мин тренинг снаге у кимону - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем• Пилатес 20 мин• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима (мале мишићне групе)• Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавње техника у кретању• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• ОДМОР	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 20 мин : Увежбавање техника у партеру,• 30 мин : Рандори (randori) у партеру• Пилатес 20 мин• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима (мале мишићне групе)• Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавње техника у кретању• Истезање



План рада за четврту и пету недељу експерименталног тренинг програма

ПОНЕДЕЉАК	УТОРАК	СРЕДА	ЧЕТВРТАК	ПЕТАК
Трчање: 30мин Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја • Потисак са клубе/привлачењ е до клубе • Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/ Веслања стојећи • Повлачења лат машина/ Веслање седећи лат машина • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање	Трчање: Загревање 15мин Деонице: 12 мин + 12 мин Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја • Получучањ са поскоком • Набачај/Згибови • Прегроби подлактице са шипком/опружањ а подлактице • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање	Трчање: : Загревање 15мин Деонице: 5x5мин Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја • Потисак са клубе/привлачењ е до клубе • Рамена потисак са дворучним тегом иза врата/ Веслања стојећи • Повлачења лат машина/ Веслање седећи лат машина • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање	ОДМОР	Трчање: 30 мин Теретана: 6 серија x 8-12 понављаја • Получучањ са поскоком • Набачај/Згибови • Прегроби подлактице са шипком/опружањ а подлактице • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање
Кимоно: • 20 мин : Увежбавање техника у партеру, • 30 мин : Рандори (randori) у партеру • Пилатес 20 мин + Истезање	• 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима(мале мишићне групе) • Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавање техника у кретању • Истезање	Кимоно: • 60мин тренинг снаге у кимону - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем • Истезање	Кимоно: • 20 мин : Загревање кроз увежбавање техника у кретању • 20 мин : Технички део тренинга • 20 мин : Увежбавање технике кроз рандори (randori) нижег интензитета • Пилатес 20 мин • Истезање	• 30 мин : Вежбе снаге са реквизитима (мале мишићне групе) • Кимоно: 30мин учи коми (uchi komi) и увежбавање техника у кретању • Истезање



План рада за шесту недељу експерименталног тренинг програма

ПОНЕДЕЉАК	УТОРАК	СРЕДА	ЧЕТВРТАК	ПЕТАК
<ul style="list-style-type: none">• Трчање: 20мин• 30 мин : Специфичне вежбе снаге са експандерима• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 60мин тренинг снаге у кимону - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: Загревање 15мин• Деонице: 5х5мин• 20 мин : учи коми (uchi komi) без кимона• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• ОДМОР	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: 30 мин• 30 мин: Специфичне вежбе снаге са експандерима• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање
<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 15 мин : Загревање кроз учи коми (uchi komi) у праволинијском кретању• 10 мин: Наге коми (nage komi) у кружном кретању• Рандори (randori) 4х4 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 20 мин : Увежбавање техника у партеру• 30 мин: Рандори (randori) у партеру• Пилатес 20 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 15 мин : Загревање кроз учи коми (uchi komi) у праволинијском кретању• 10 мин: Наге коми (nage komi) у кружном кретању• Рандори (randori) 4х4 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 20 мин : Загревање кроз увежбавање техника у кретању• 20 мин : Технички део тренинга• 20 мин : Увежбавање технике кроз рандори (randori) нижег интензитета• Пилатес 20 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 20 мин : Загревање кроз лагани Наге коми (nage komi) са постепеним повећавањем интензитета• Рандори (randori) 4х4 мин• Рандори (randori) у партеру 3х4 мин• Истезање



План рада за седму недељу експерименталног тренинг програма

ПОНЕДЕЉАК	УТОРАК	СРЕДА	ЧЕТВРТАК	ПЕТАК
<ul style="list-style-type: none">• Трчање: 30мин• 30 мин: Специфичне вежбе снаге са експандерима• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• 60мин тренинг снаге у кимону - учи коми (uchi komi) са додатним оптерећењем• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• Трчање: Загревање 15мин• Деонице: 5x5мин• Учи коми (uchi komi) без кимона• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање	<ul style="list-style-type: none">• ОДМОР	<ul style="list-style-type: none">• Трчање лаганог интензитета 20мин• Теретана 40 мин – кружни метод рада• 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи• Истезање
<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 15 мин : Загревање кроз учи коми (uchi komi) у праволинијском кретању• 10 мин: Наге коми (nage komi) у кружном кретању• Рандори (randori) 4x5 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 20 мин : Загревање кроз увежбавање техника у кретању• 20 мин : Технички део тренинга• 20 мин : Увежбавање технике кроз рандори (randori) нижег интензитета• Пилатес 20 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 15 мин : Загревање кроз учи коми (uchi komi) у праволинијском кретању• 10 мин: Наге коми (nage komi) у кружном кретању• Рандори (randori) 6x5 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 20 мин : Увежбавање техника у партеру• 30 мин: Рандори (randori) у партеру• Пилатес 20 мин• Истезање	<p>Кимоно:</p> <ul style="list-style-type: none">• 20 мин : Загревање кроз лагани Наге коми (nage komi) са постепеним повећавањем интензитета• Рандори (randori) 4x5 мин• Рандори (randori) у партеру 3x5 мин• Истезање



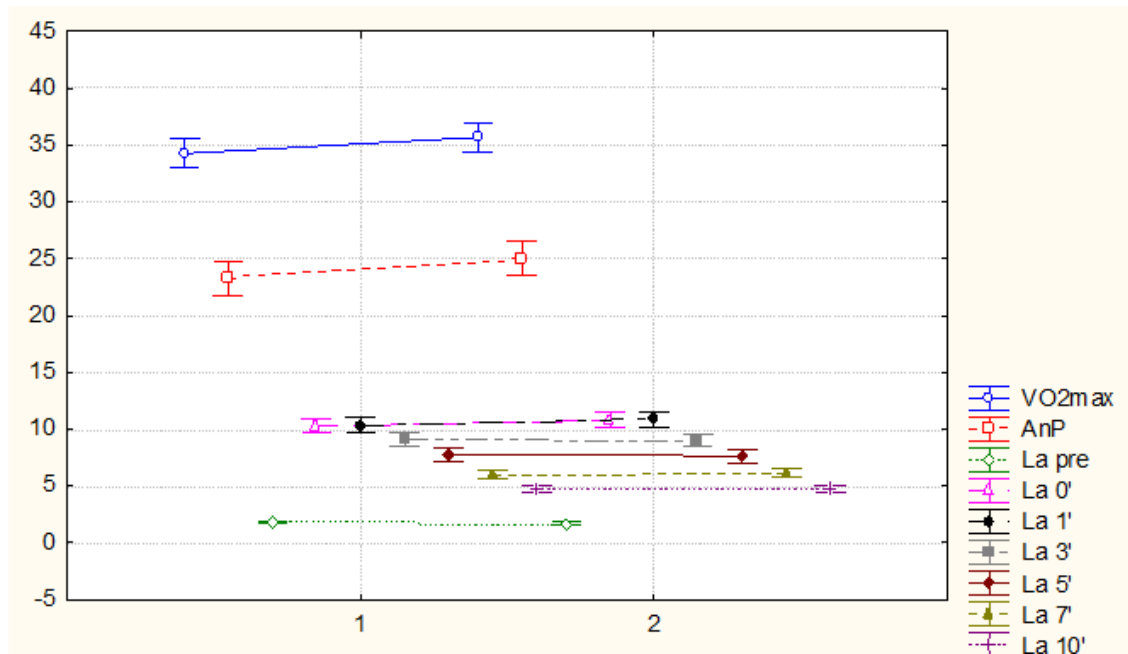
План рада за осму недељу експерименталног тренинг програма

ПОНЕДЕЉАК	УТОРАК	СРЕДА	ЧЕТВРТАК	ПЕТАК
<ul style="list-style-type: none"> • Трчање: 30мин • 30 мин: Специфичне вежбе снаге са експандерима, • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • Кимоно: • 20мин: учи коми (<i>uchi komi</i>) • 20 мин: Наге коми (<i>nage komi</i>) • 10 мин: Наге коми (<i>nage komi</i>) на дебелој струњачи • Пилатес 20 мин • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • ОДМОР 	<ul style="list-style-type: none"> • Трчање: Загревање 15мин • Деонице: 5x5мин • Учи коми (<i>uchi komi</i>) без кимона • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање 	<ul style="list-style-type: none"> • Трчање лаганог интензитета 20мин • Теретана 40 мин – кружни метод рада • 15 мин: претклони трупа/опружања леђа на струњачи • Истезање
Кимоно: <ul style="list-style-type: none"> • 15 мин : Загревање кроз учи коми (<i>uchi komi</i>) у праволинијском кретању • 10 мин: Наге коми (<i>nage komi</i>) у кружном кретању • Рандори (<i>randori</i>) 5x5 мин • Истезање 	Кимоно: <ul style="list-style-type: none"> • 20 мин : Загревање кроз увежбавање техника у кретању • 20 мин : Технички део тренинга • 20 мин : Увежбавање технике кроз рандори (<i>randori</i>) нижег интензитета • Истезање 	Кимоно: <ul style="list-style-type: none"> • 20 мин: Загревање индивидуално (вежбе обликовања) • Рандори (<i>randori</i>) 8x5 мин • Истезање 	Кимоно: <ul style="list-style-type: none"> • 20 мин : Увежбавање технике у партеру • 40 мин : Рандори (<i>randori</i>) у партеру • Пилатес 20 мин + Истезање 	Кимоно: <ul style="list-style-type: none"> • 20 мин : Загревање кроз лагани Наге коми (<i>nage komi</i>) са постепеним повећавањем интензитета • Рандори (<i>randori</i>) 4x5 мин • Рандори (<i>randori</i>) у партеру 3x5 мин • Истезање

Јапанска терминологија коришћена у тексту (Братић, 2003):

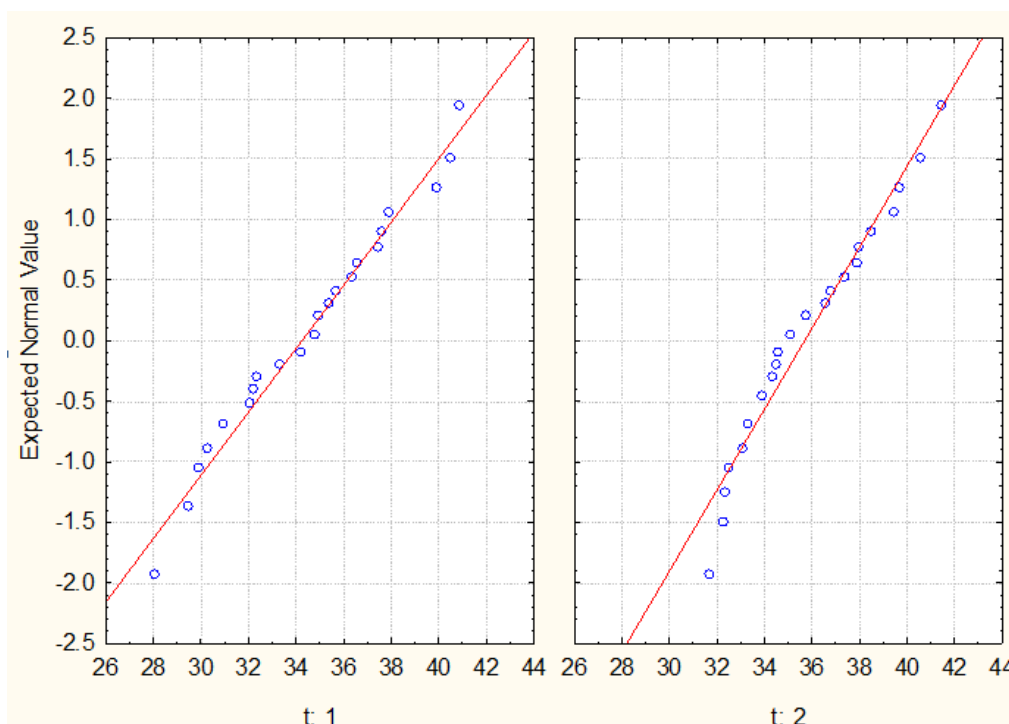
- Учи коми (*uchi komi*) – уласци без бацања: увежбавање техника са партнером без завршне фазе бацања. Преваходно се користи да би се увежбале прве две фазе у извођењу бацања. Партнер не пружа отпор.
- Наге коми (*nage komi*) – уза стопна бацања: уза стопна бацања партнера који не пружа отпор.
- Рандори (*randori*) – слободна вежба: метод најсличнији спортој борби којим су обухваћени сви елементи технике џудоа. Углавном се ради се одвојено у стојећем ставу или у партеру. Може бити вишег или нижег интензитета („лакши и тежи“), зависно од задатака које решава.

12.2 Графички прикази резултата истраживања

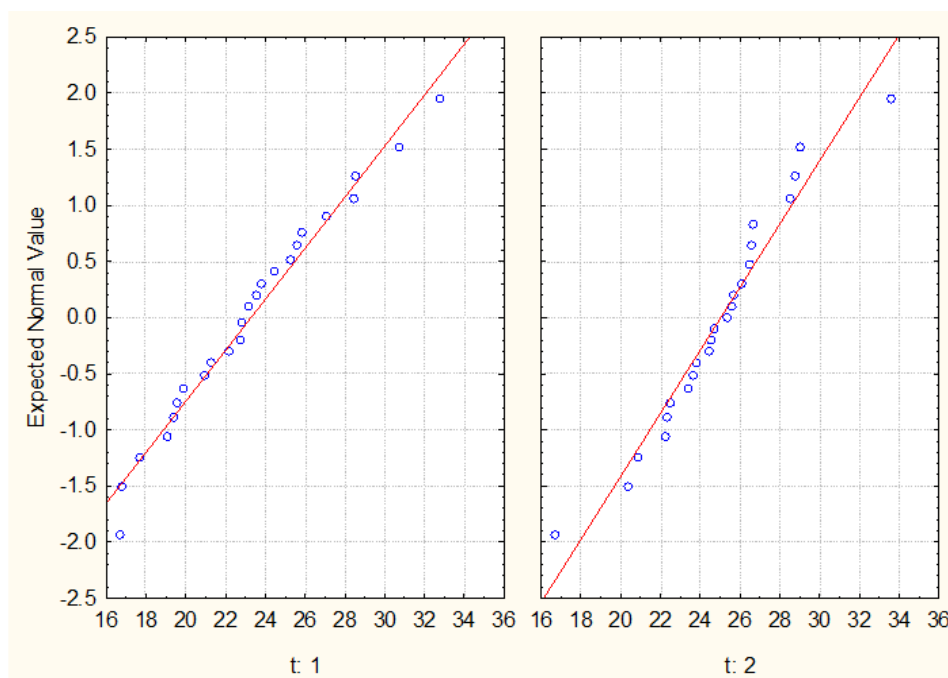


Графикон 5. *Параметри кардиореспираторне издржљивости испитаника на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)*

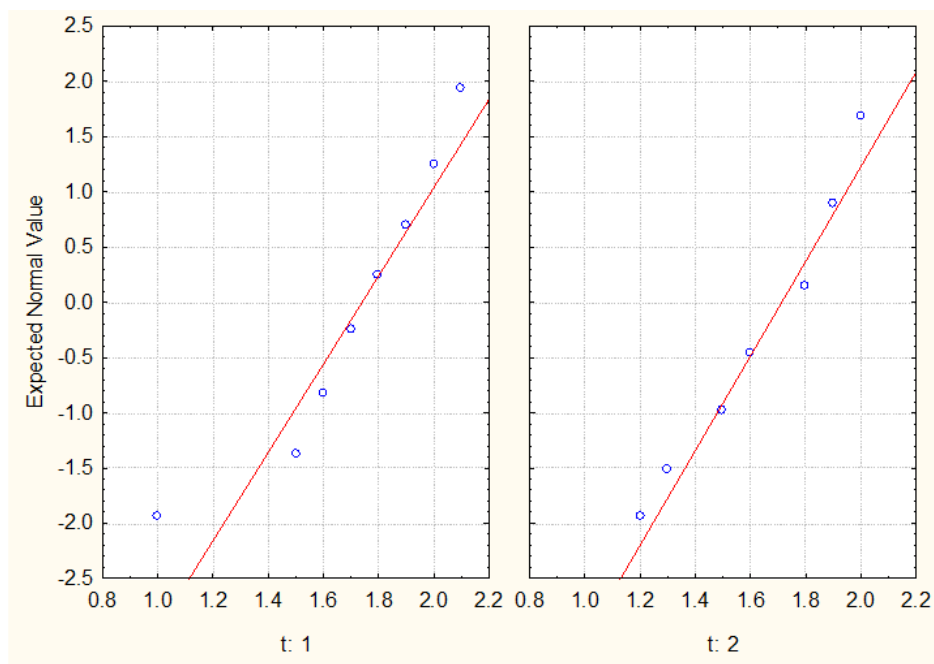
Легенда: **VO_{2max}** – измерена вредност максималне потрошње кисеоника; **AnP** – процењени анаеробни праг; **La 0'** – концентрација лактата у капиларној крви у мировању; **La 1'** – концентрација лактата у капиларној крви један минут након завршетка теста; **La 3'** – концентрација лактата у капиларној крви три минута након завршетка теста; **La 5'** – концентрација лактата у капиларној крви пет минута након завршетка теста; **La 7'** – концентрација лактата у капиларној крви седам минута након завршетка теста; **La 10'** – концентрација лактата у капиларној крви десет минута након завршетка теста.



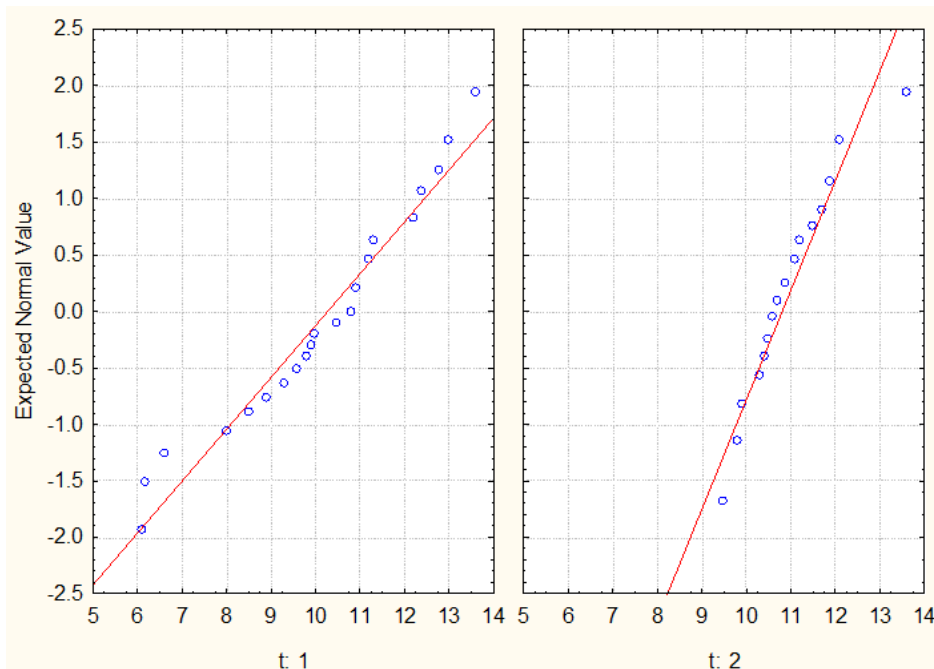
Графикон 6. Измерена вредност максималне потрошње кисеоника испитаника ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



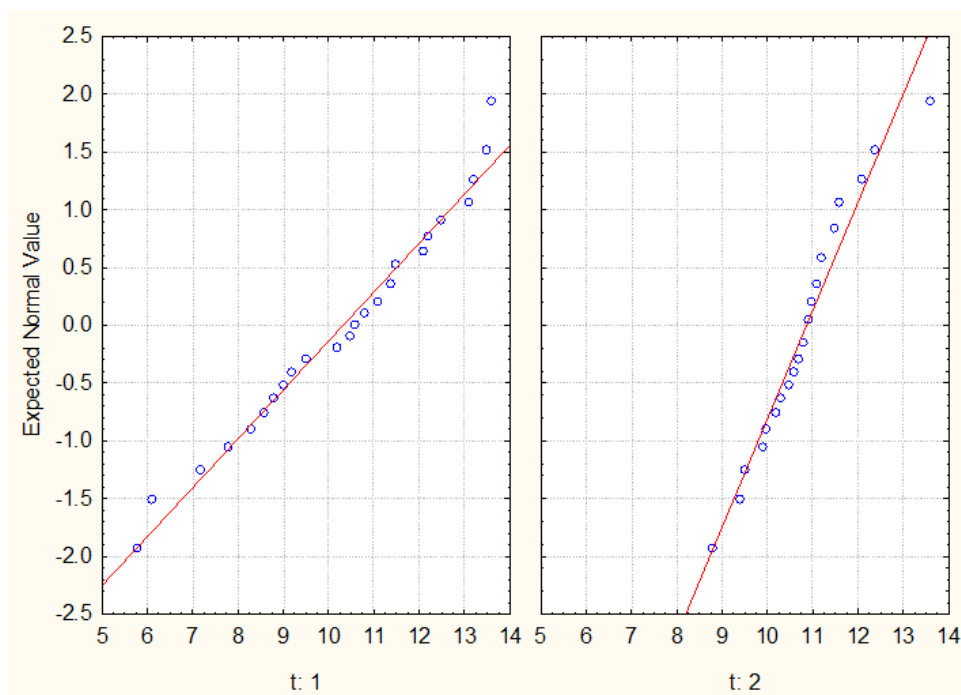
Графикон 7. Процењена вредност анаеробног прага ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) испитаника на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



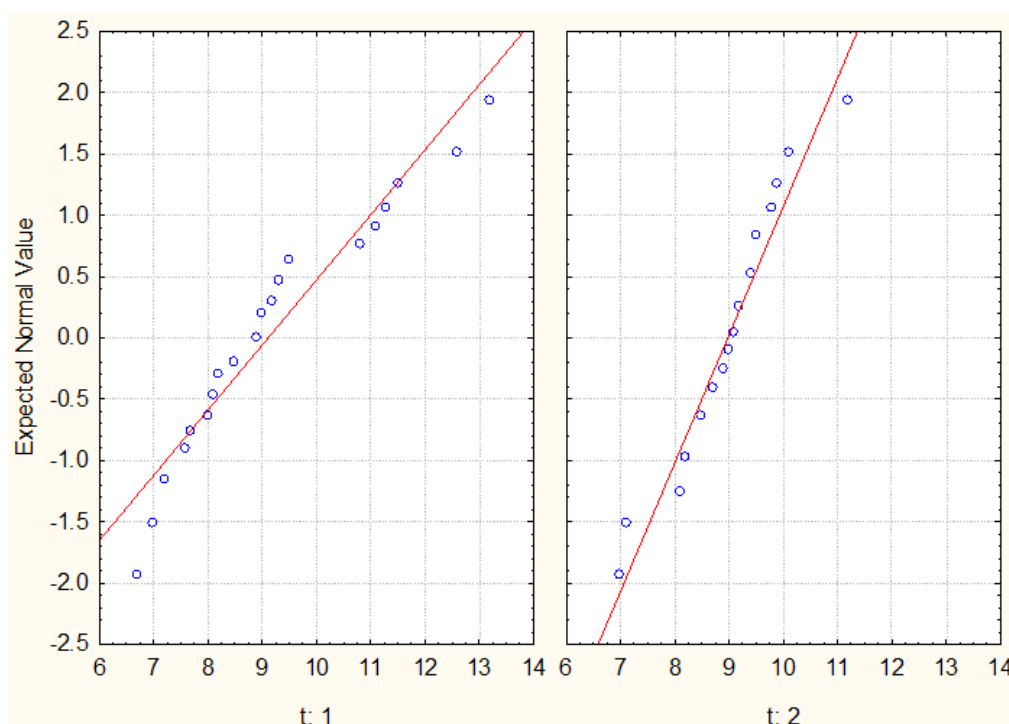
Графикон 8. Измерена вредност концентрација лактата у капиларној крви испитаника ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) у мировању на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



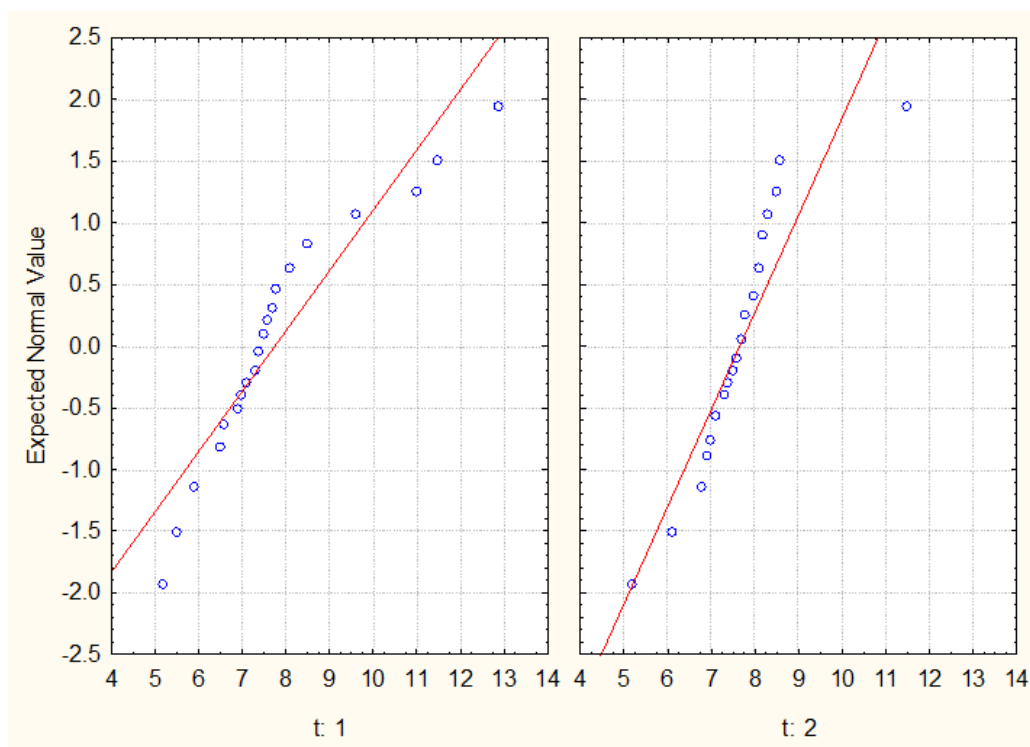
Графикон 9. Измерена вредност концентрација лактата у капиларној крви испитаника ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) одмах након завршетка максималног вишестепеног теста на ручном бицикл-ергометру на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



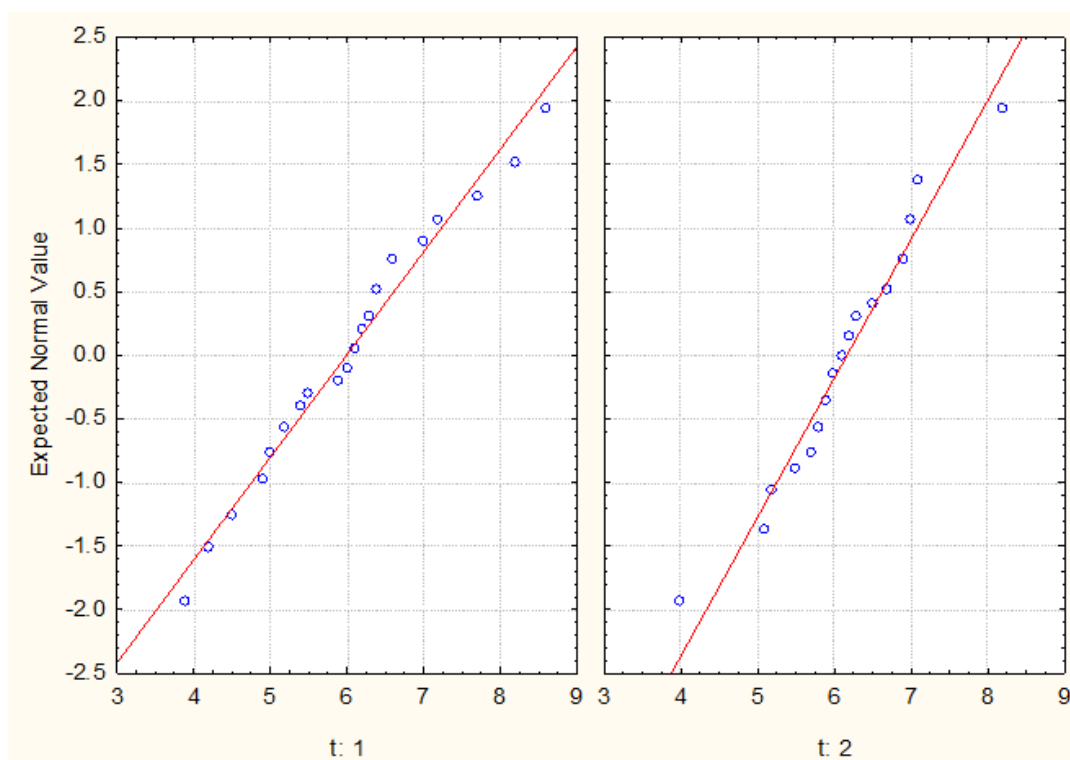
Графикон 10. Измерена вредност концентрација лактата у капиларној крви испитаника ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) један минут након завршетка теста на ручном бицикл-ергометру на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



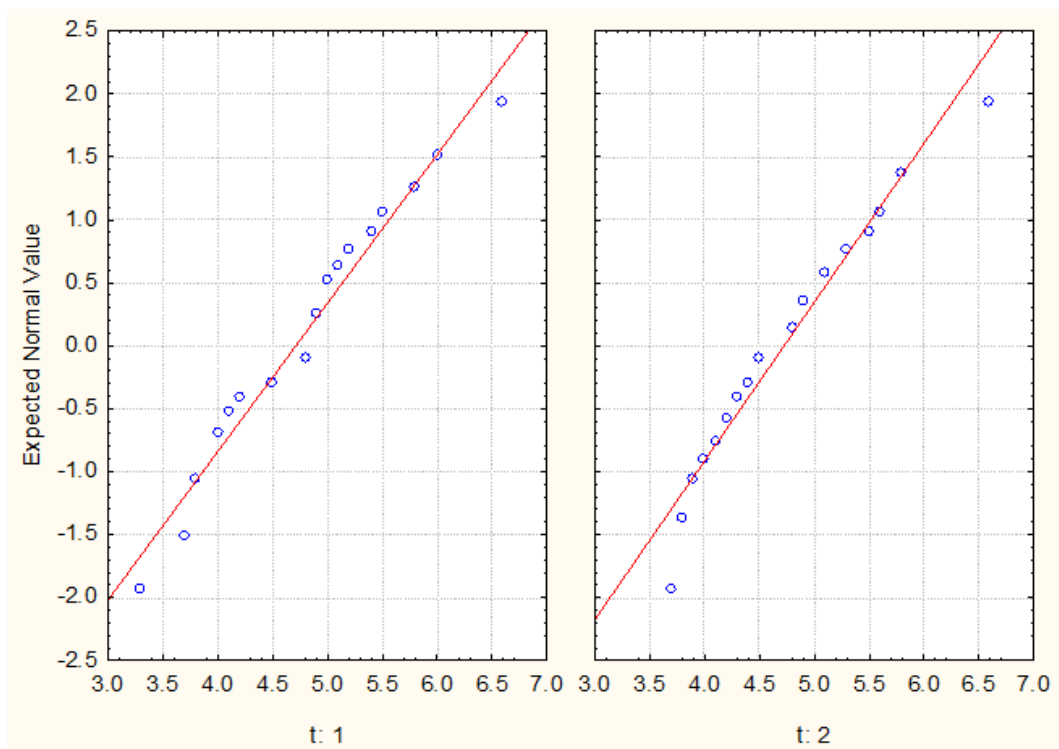
Графикон 11. Измерена вредност концентрација лактата у капиларној крви испитаника ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) три минута након завршетка теста на ручном бицикл-ергометру на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



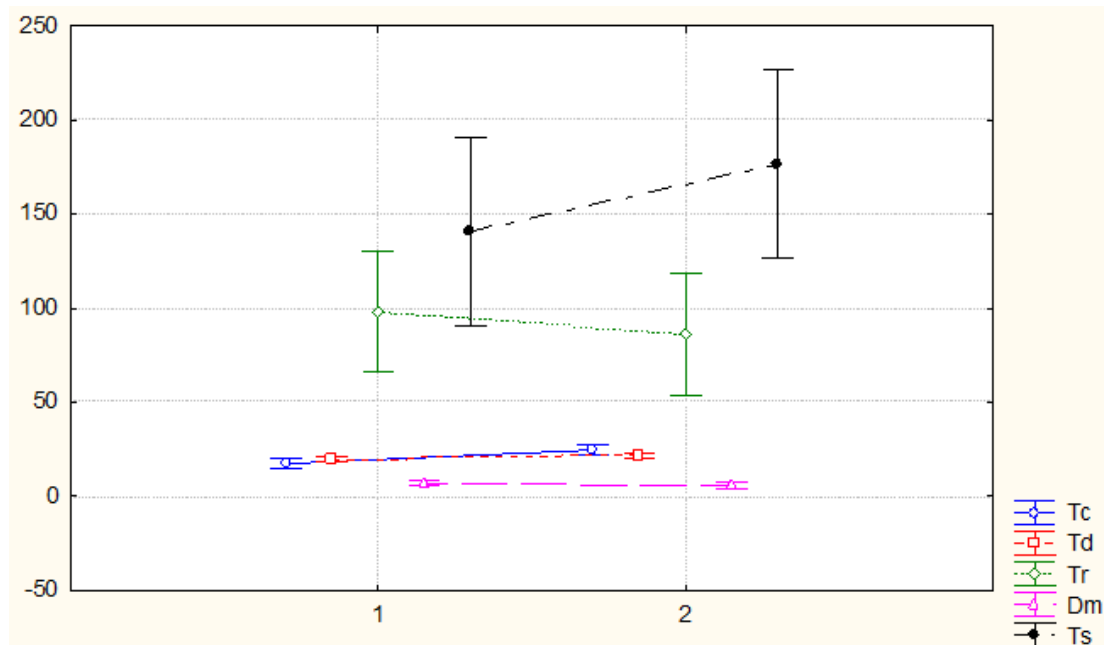
Графикон 12. Измерена вредност концентрација лактата у капиларној крви испитаника ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) пет минута након завршетка теста на ручном бицикл-ергометру на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



Графикон 13. Измерена вредност концентрација лактата у капиларној крви испитаника ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) седам минута након завршетка теста на ручном бицикл-ергометру на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)

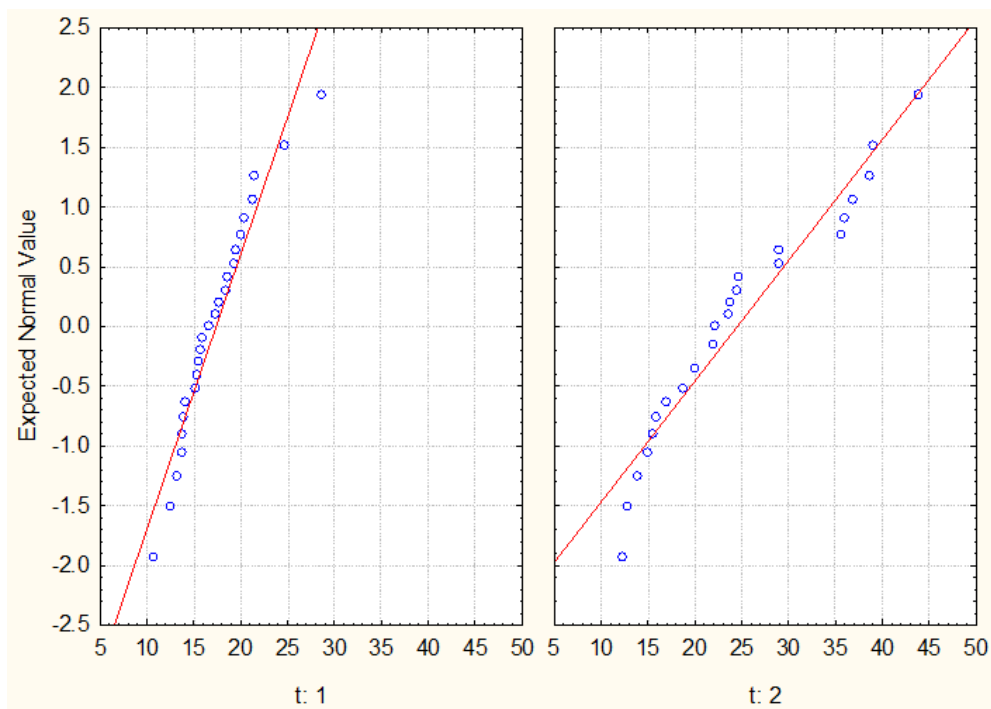


Графикон 14. Измерена вредност концентрација лактата у капиларној крви испитаника ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) десет минута након завршетка теста на ручном бицикл-ергометру на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)

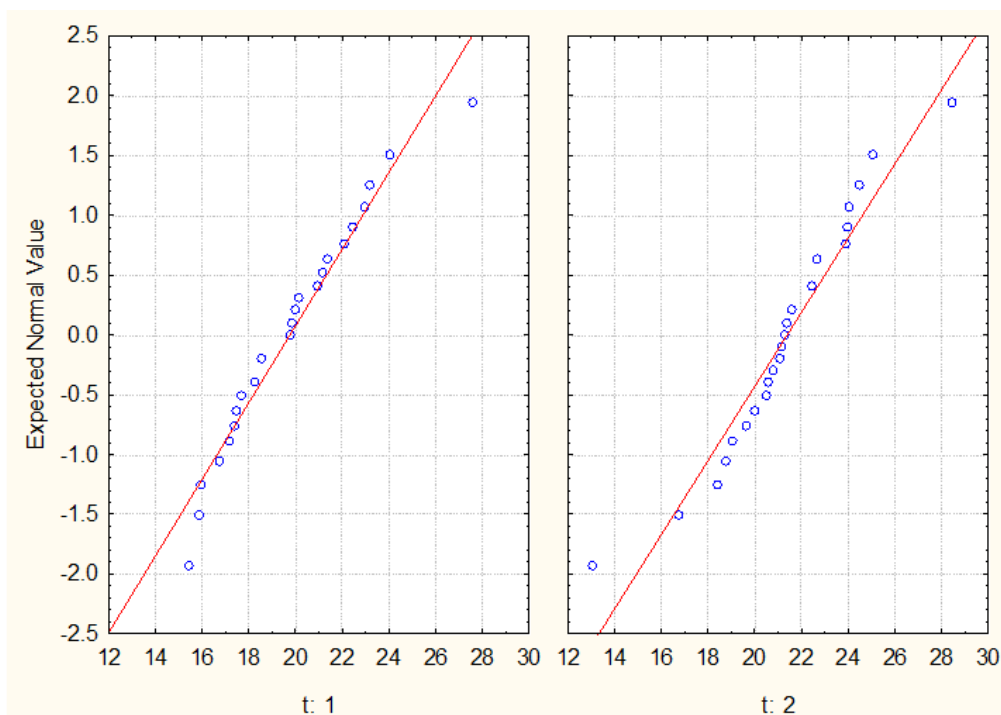


Графикон 15. Параметри контрактилног потенцијала мишића испитаника на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)

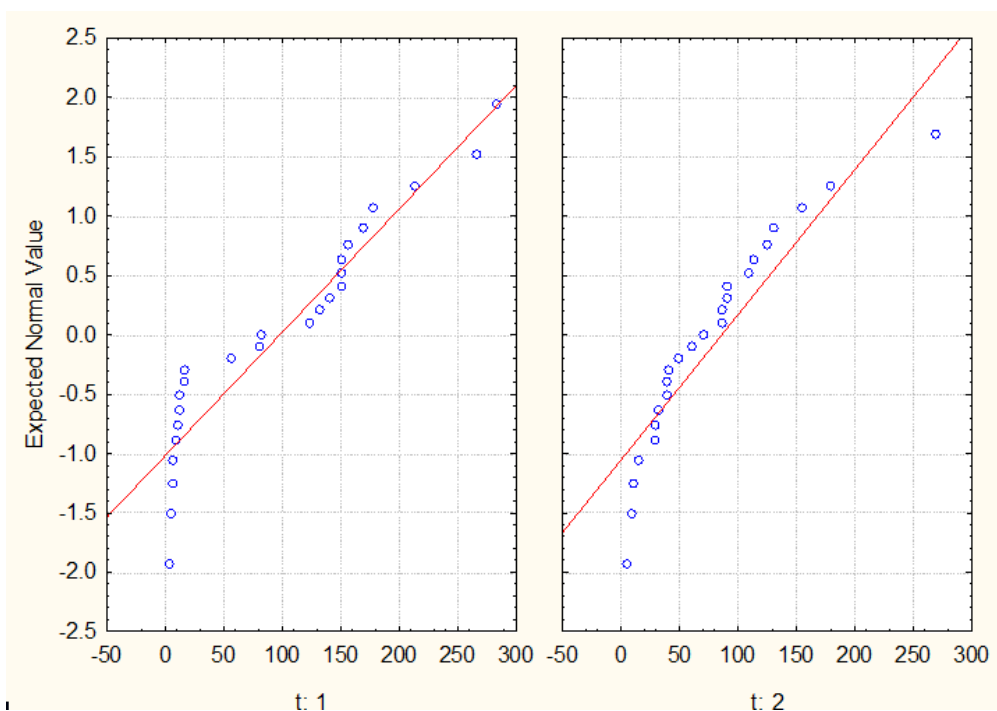
Легенда: **Tc** – време трајања мишићне контракције; **Td** – латентно време мишићне контракције; **Tr** – време релаксације мишића; **Dm** – максимално мишићно вертикално померање; **Ts** – време одржавања контракције.



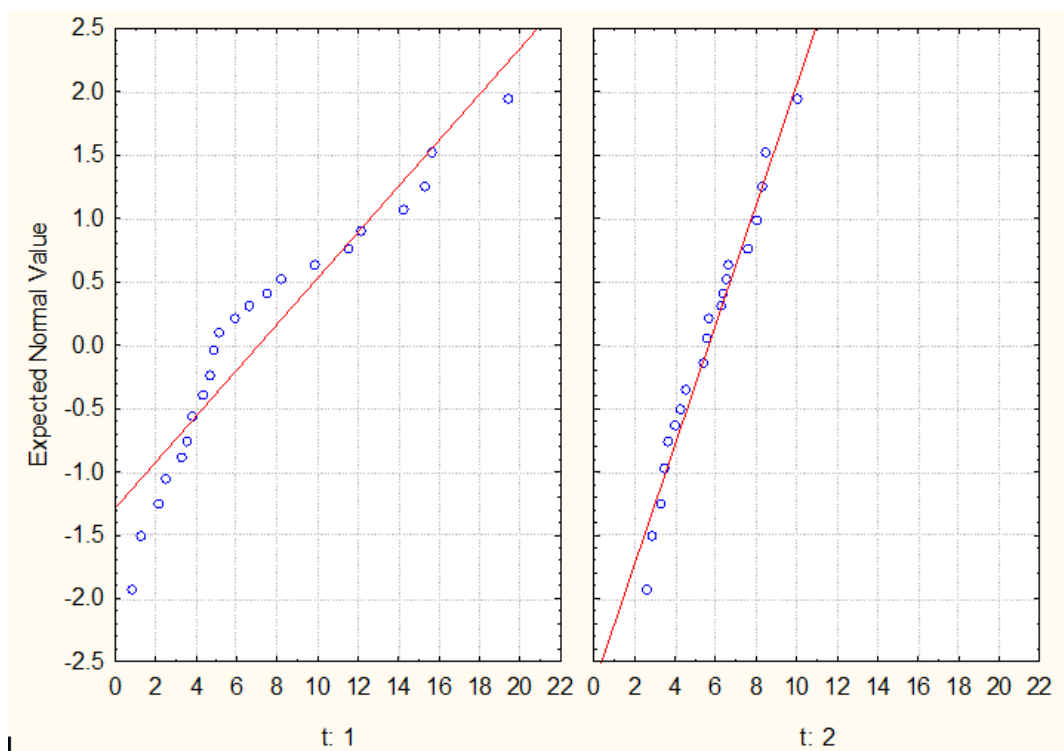
Графикон 16. Вредност параметра време трајања мишићне контракције (ms) на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



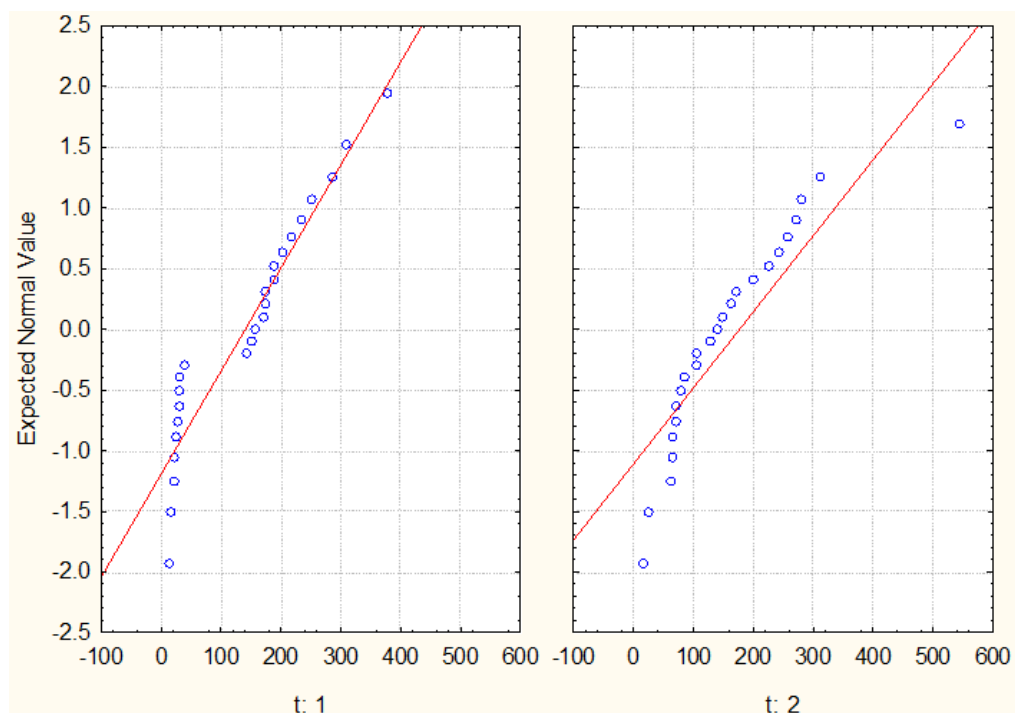
Графикон 17. Вредност параметра латентно време мишићне контракције (ms) на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



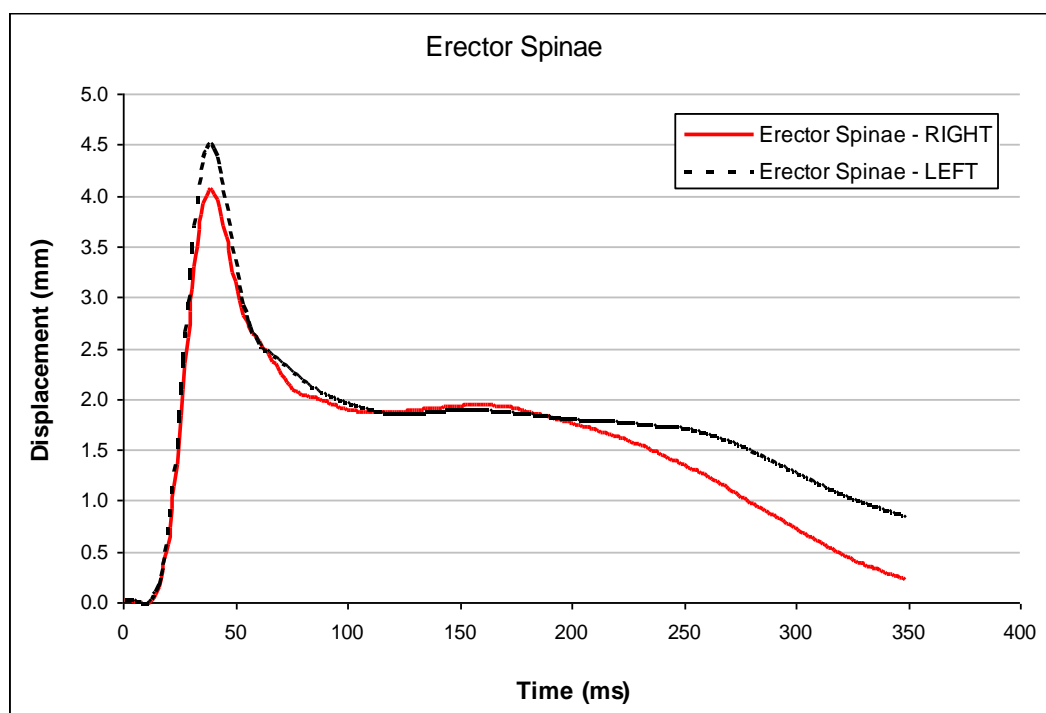
Графикон 18. Вредност параметра време релаксације мишића (ms) на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



Графикон 19. Вредност параметра максимално мишићно вертикално померање (mm) на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)

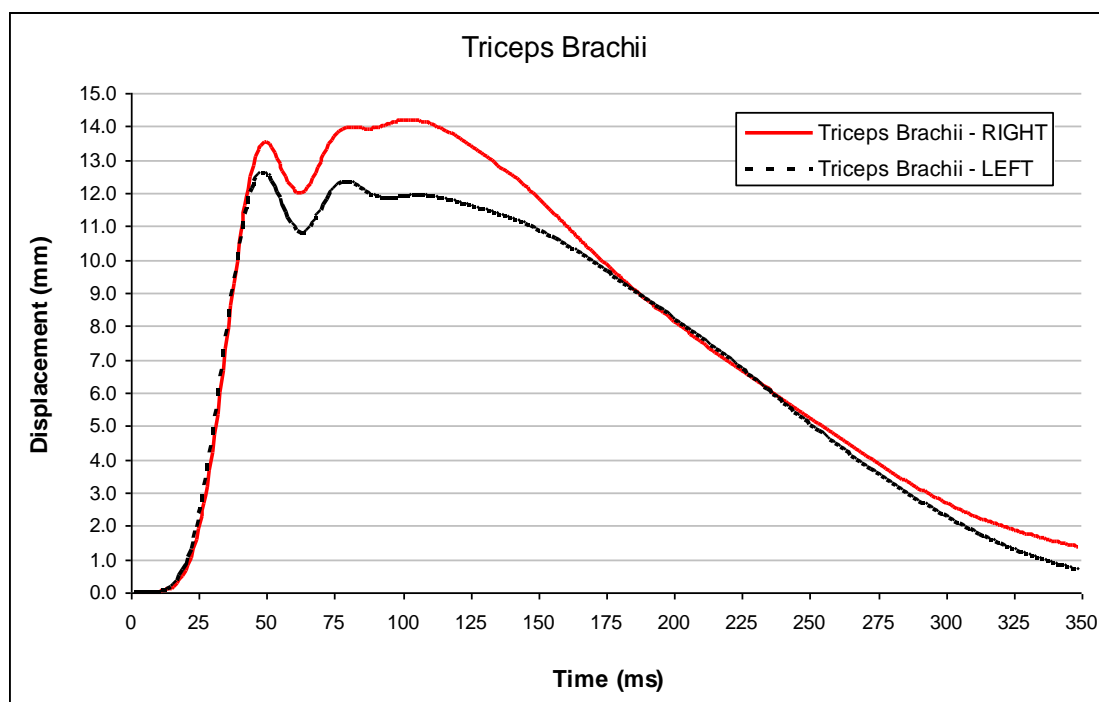


Графикон 20. Вредност параметра време одржавања контракције (ms) на иницијалном (1) и финалном мерењу (2)



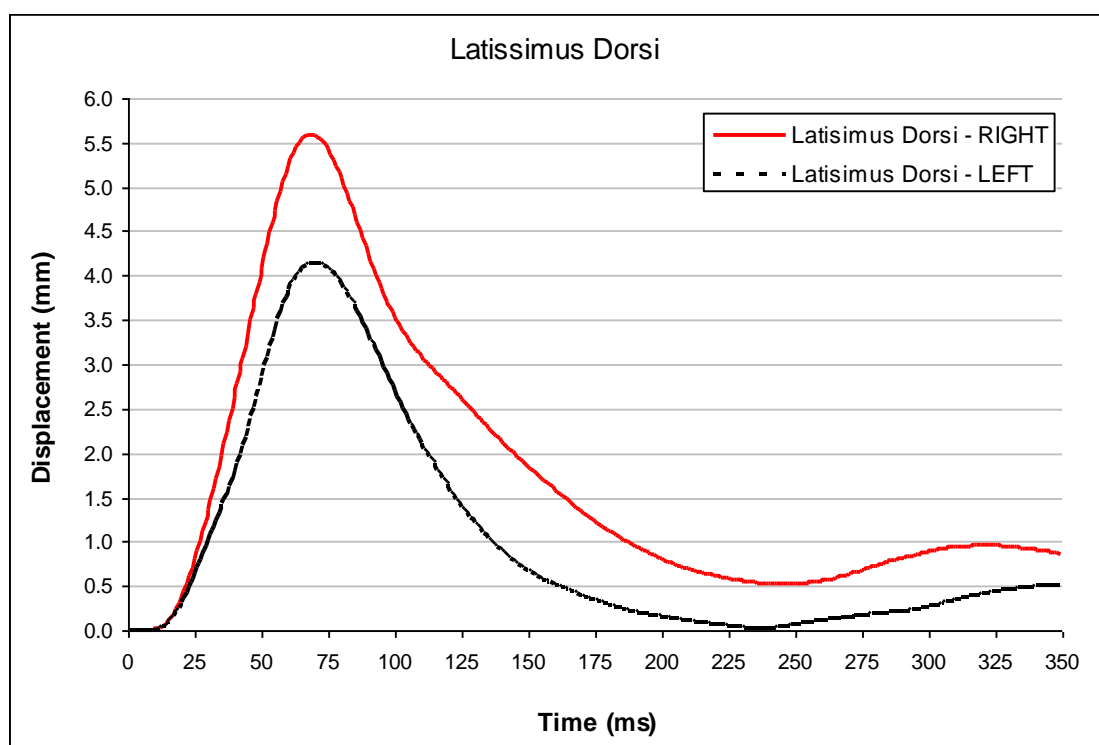
Графикон 21. Пример тензиомиографског записа Д-т (Displacement – Time) криве *m.erector spinae*

Легенда: **Displacement** – мишићно вертикално померање (mm); **Time** – време (ms)



Графикон 22. Пример тензиомиографског записа Д-т (*Displacement – Time*) криве *m.triceps brachii*

Легенда: **Displacement** – мишићно вертикално померање (mm); **Time** – време (ms)



Графикон 23. Пример тензиомиографског записа Д-т (*Displacement – Time*) криве *m.latissimus dorsi*

Легенда: **Displacement** – мишићно вертикално померање (mm); **Time** – време (ms)

13 САЖЕТАК

ЕФЕКТИ СПЕЦИФИЧНОГ ТРЕНИНГА НА КАРДИОРЕСПИРАТОРНУ ИЗДРЖЉИВОСТ И КОНТРАКТИЛНИ ПОТЕНЦИЈАЛ МИШИЋА ЦУДИСТА

Базу сваког успешног планирања и програмирања тренажног процеса чине прецизни дијагностички поступци за процену индивидуалних карактеристика спортиста. Циљ истраживања је био да се утврде ефекти осмонедељног специфичног тренинга на кардиореспираторну издржљивост и контрактилни потенцијал мишића цудиста. Истраживање је спроведено на узорку од 25 младих, високо селекционисаних цудиста, чланова ширег списка кадетске и јуниорске репрезентације Србије. Коришћена је методологија мерења кардиореспираторне издржљивости, контрактилног потенцијала мишића и телесног састава која тренутно представља највише стандарде у области спортских наука. Утврђено је да осмонедељни специфично планирани тренинг није довео до статистички значајних разлика у кардиореспираторној издржљивости, али да је експериментални третман довео до статистички значајног повећања контрактилног потенцијала мишића. Добијени резултати истраживања пружају прецизније и обухватније информације о адаптивним одговорима кардиореспираторног и мишићног система код младих цудиста при специфично планираном тренингу и омогућавају успешнију практичну примену оваквих тренажних епизода у цудо тренингу. Добијени резултати могу служити као одреднице за планирање ефективнијих тренинг програма.

Кључне речи: цудо, тренинг, кардиореспираторна издржљивост, контрактилни потенцијал.

14 SUMMARY

THE EFFECTS OF SPECIFIC TRAINING ON CARDIORESPIRATORY ENDURANCE AND THE CONTRACTILE POTENTIAL OF THE MUSCLE OF JUDO ATHLETES

At the basis of every successfully planned and programmed training process lie precise diagnostic procedures for the evaluation of the individual characteristics of each athlete. The aim of the current research was to determine the effects of an eight-week specific training on cardiorespiratory endurance and the contractile potential of the muscles of judo athletes. The research was carried out on a sample of 25 young, highly selected judo athletes, members of the wider list of members of the cadet and junior national team of Serbia. The methodology that was used was cardiorespiratory endurance, contractile potential of the muscles and body composition, which currently represent the highest standards in the field of sports science. It was determined that an eight-week specifically planned training program did not lead to any statistically significant differences in cardiorespiratory endurance, but that the experimental treatment led to a statistically significant increase in the contractile potential of muscles. The obtained research results offer a more precise and extensive amount of information on the adaptive responses of the cardiorespiratory and muscle system of young judo athletes during a specifically planned training program and enable a more successful application of such training sessions in judo training. The obtained results can serve as guidelines for planning a more effective training program.

Key words: *judo, training, cardiorespiratory endurance, contractile potential of muscle.*

15 БИОГРАФИЈА

Иван Тодоров је рођен 7. 10. 1967. године у Београду. Завршио је Факултет физичке културе Универзитета у Београду, 14.10.1996. године са просечном оценом 8,70. Магистарске студије завршио је на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу са просечном оценом 9,67. Магистарску тезу под насловом „Разлике у моторичким, ситуационо-моторичким и функционалним способностима код џудиста различитог узраста“ одбранио је 29.12.2010. године.

У својој спортској каријери Иван Тодоров је постигао следеће резултате: вишеструки првак државе (СФРЈ) у свим узрастним категоријама, вишеструки првак Балкана, освајач сребрне медаље на првенству Европе 1987. године, освајач бронзане медаље на Медитеранским играма 1987. године, освајач бронзане медаље на екипном првенству Европе 1986. године, учесник Олимпијских игара у Сеулу 1988. године. Екипно за клубове за које је наступао, седам пута је био првак државе (СФРЈ и СРЈ), пет пута првак Купа СФРЈ, а освојио је и пето место на Европском Купу клубова шампиона. Носилац је црног појаса 7. дан. Наступао је за џудо клубове „Раковица“, „Бор“, „Црвена звезда Рекорд“ и „Палилулац“.

Тренер мушке сениорске репрезентације био је у периоду од 1994. године до 1999. године. Од 1997. до 2001. године био је члан Управног одбора Џудо савеза Србије, а од 2001. до 2012. године председник Управног одбора. Од 2012. године је председник Скупштине Џудо савеза Србије

Председник је Балканске џудо федерације од 2012. године. У Европској џудо федерацији члан Спортске комисије од 2011. године и члан Саветничког борда Председника Европске џудо федерације Сергеја Соловијевича од 2012. године

Од 2007. до 2009. године био је председник Спортске академије у Београду. Од 2009. године је потпредседник Олимпијског комитета Србије. У Спортском савезу Београда од 2010. године обавља функцију потпредседника.

Професионално је запослен у Спортском друштву „Црвена звезда“ у којем је генерални секретар од 04.04.2000. године и председник Џудо клуба „Црвена звезда“.