



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА



**Александра З. Алексић-Вељковић**

**РАВНОТЕЖА КАО ФАКТОР УСПЕХА У  
ВЕЖБАЊУ НА ГРЕДИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ниш, 2016.



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА



**Александра З. Алексић-Вељковић**

**РАВНОТЕЖА КАО ФАКТОР УСПЕХА У  
ВЕЖБАЊУ НА ГРЕДИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор:

**Др Емилија Петковић, ван. професор**

Ниш, 2016.



UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION



**Aleksandra Z. Aleksić-Veljković**

**BALANCE AS A FACTOR OF SUCCESS IN  
THE EXERCISE ON THE BALANCE BEAM**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2016.

*Посвећујем докторат својој породици и најдражим особама  
Иви, Мами и Марку.*

*У знак сећања на мог оца,  
Зорана Алексића  
(24.10.1956-21.2.2012)*

*са чијим одласком су и леи тренуци постали тужни.*

*Аутор  
Александра Алексић-Вељковић*

## Комисија за оцену и одбрану

1. \_\_\_\_\_  
*Ментор:* др Емилија Петковић, ван. професор  
Универзитет у Нишу, Факултет спорта и физичког васпитања

2. \_\_\_\_\_  
*Председник:* др Катарина Херодек, ред. професор  
Универзитет у Нишу, Факултет спорта и физичког васпитања

3. \_\_\_\_\_  
*Члан:* др Дејан Мадих, ред. професор  
Универзитет у Новом Саду, Факултет спорта и физичког васпитања

4. \_\_\_\_\_  
*Члан:* др Саша Величковић, ван. професор  
Универзитет у Нишу, Факултет спорта и физичког васпитања

## РАВНОТЕЖА КАО ФАКТОР УСПЕХА У ВЕЖБАЊУ НА ГРЕДИ

### *Сажетак*

Постизање врхунских резултата у женској спортској гимнастици зависи од великог броја фактора. Како је греда једна од четири справе женског гимнастичког вишебоја, неопходно је утврдити факторе који су од пресудног значаја код постизања врхунских резултата на овој справи. Прегледом истраживања утврђено је да се мали број истраживања бави овим проблемом, посебно у млађим узрастним категоријама.

Основни предмет овог истраживања је способност равнотеже као пресудног фактора при постизању успеха на греди. Осим тога, дефинисан је теоретски модел равнотеже код младих гимнастичарки. Истраживање је обухватило 47 гимнастичарки које су учествовале на турниру „Лаза Крстић и Марица Целатовић“, одржаном децембра 2012. године, у Новом Саду.

Обрада података извршена је помоћу статистичког програма SPSS верзије 20.0. За сваку варијаблу приказани су основни централни и дисперзиони параметри, а нормалност дистрибуције тестирана је помоћу Колмогоров - Смирнов теста. У складу са хипотезама примењене су: Факторска анализа – за утврђивање структуре подручја равнотеже; регресиона анализа – за предикцију утицаја равнотеже на извођење састава на греди на основу резултата тестирања. Разлике између аритметичких средина тестиране су t-тестом.

Факторском анализом екстрахована су три фактора: *фактор специфичне равнотеже*, *фактор опште статичке равнотеже* и *фактор опште динамичке равнотеже*, који објашњавају 60% укупног варијабилитета.

Пирсоновим коефицијентом корелације утврђене су статистички значајне релације између варијабли специфичне динамичке и статичке равнотеже и варијабли успеха на греди, антропометрије и равнотеже; антропометрије и вертикалног скока, као и равнотеже и вертикалног скока, на нивоу значајности  $p < .01$ .

Регресионом анализом утврђен је статистички значајан утицај сета варијабли равнотеже, антропометрије и вертикалног скока (предикторских варијабли) на успех на греди (критеријумска варијабла).

Применом Т-теста за мале независне узорке, утврђено је да постоје статистички значајне разлике у тестираним варијаблима, између I и II категорије гимнастичарки.

Научни допринос овог истраживања огледа се у дефинисању теоретског модела равнотеже на греди код младих гимнастичарки, као и утврђивању удела изабраних варијабли равнотеже, антропометрије и експлозивне снаге ногу код младих гимнастичарки.

**Кључне речи:** *Спортска гимнастика, Статичка равнотежа, динамичка равнотежа, моторичке способности, вертикални скок*

**Научна област:** Спорт и физичко васпитање

**Ужа научна област:** Спорт.

**УДК број и класификација:** S 273, Физичка култура, моторичко учење, спорт.

# BALANCE AS A FACTOR OF SUCCESS IN THE EXERCISE ON THE BALANCE BEAM

## *Summary*

Achieving the best results in Women's Artistic Gymnastics depends on many factors. The balance beam is one of the four apparatus in women's all-around competition, and it is necessary to identify the factors that are crucial in achieving the best results on this apparatus. A review of the literature showed that a small number of studies dealing with this problem, especially in the younger age categories of gymnasts.

The main aim of this research is to define the model of balance as a factor of success in practicing on the balance beam in young categories of gymnasts. The research included 47 gymnasts, participants of the "Laza Krstic and Marica Dželatović" competition, held in December 2012 in Novi Sad.

Data analysis was performed using SPSS statistical software version 20.0. For each variable are shown the main central and dispersion parameters, and the normality of distribution was tested using the Kolmogorov-Smirnov test. In line with the hypotheses we applied: Factor analysis - to determine the structure of the balance area; regression analysis - to predict the impact of the balance of the composition on the performance of the beam based on test results. There was a general and reliable testing of the dynamic balance, as well as a vertical jump, so that the tests are recommended for use in practice. Differences between means were tested by t-test.

Factor analysis extracted three factors: factor of specific balance, factor of general static and dynamic balance factor, explaining 60% of the total variability.

Pearson correlation coefficients were found statistically significant relationships between the variables of specific dynamic and static balance and variables of success on the beam, anthropometry and balance; anthropometry and vertical jump as well as balance and vertical jump, at the significance level of  $p < .01$ .

Regression analysis revealed a statistically significant correlation between sets of variables balance, anthropometry and vertical jump (systems of predictor variables) on the success of the beam (criterion variable).



By applying the t-test for small independent samples, it was found that there were statistically significant differences in tested variables, between categories I and II of gymnasts.

The scientific contribution of this research is defining a theoretical model of the balance on the balance beam in young gymnasts, as well as determining the share of selected variables balance, anthropometry and explosive leg strength in young gymnasts. Based on this research it is possible to implement better methods of planning, programming and control of the training process on the beam, and also the data will be used by coaches to achieve better results in future competitions.

**Keywords:** Gymnastics, static balance, dynamic balance, motor skills, vertical jump

**Scientific field:** Sport and Physical Education

**Specialized scientific field:** Sport

**UDK number and classification:** S 273, Physical education, Motor Learning, Sport.

## Скраћенице

<b>FIG</b>	Светска гимнастичка федерација
<b>OCTT</b>	Општи центар тежишта тела
<b>CMJ</b>	Вертикални скок са припремом
<b>DV</b>	Тежинска вредност гимнастичког састава (Difficulty Value)
<b>CR</b>	Специфични захтеви (Composition Requirements)
<b>CV</b>	Вредности бонификације за везе (Connection Values)
<b>ПГЛ</b>	Пионирска гимнастичка лига
<b>BESS</b>	Систем оцењивања грешака у равнотежи (Balance Error Scoring System)
<b>SEBT</b>	Тест динамичке равнотеже (Star Excursion Balance Test)
<b>COP</b>	Центар притиска (center of pressure)
<b>TTS</b>	Време стабилизације (time to stabilisation)
<b>DPSI</b>	Индекс постуралне динамичке стабилности
<b>AVIS</b>	Телесна висина
<b>SSRV</b>	Вага
<b>SSSU</b>	Став у упору
<b>SSSB</b>	Бочни став у упору
<b>SDOU</b>	Два окрета у успону
<b>SD2O</b>	Два скока са окретом за 180°
<b>SD2Z</b>	Два повезана предмета странце
<b>POLO</b>	Полазна оцена
<b>ODBO</b>	Одбитак
<b>KONO</b>	Коначна оцена
<b>SRSU</b>	Издржај суножно

<b>SRJN</b>	Издржај на једној ноzi
<b>SRIZ</b>	Издржај једно стопало иза другог
<b>BESS</b>	Укупан резултат теста
<b>YDN</b>	Дохват напред
<b>YDDN</b>	Дохват десно назад
<b>YDLN</b>	Дохват лево назад
<b>YBTD</b>	Укупни дохват десном ногом
<b>YLN</b>	Дохват левом напред
<b>YLDN</b>	Дохват левом ногом десно назад
<b>YLLN</b>	Дохват левом ногом лево назад
<b>YBTL</b>	Укупни дохват левом
<b>SVIS</b>	Висина вертикалног скока на платформи
<b>DPTT</b>	Дубина померања тежишта тела пре скока
<b>SNKG</b>	Остварена снага по кг телесне масе
<b>SNTS</b>	Тренутна снага
<b>ZVIS</b>	Висина вертикалног скока на платформи са замахом рукама
<b>ZPTT</b>	Дубина померања тежишта тела пре скока са замахом рукама
<b>ZNKG</b>	Остварена снага код скока са замахом рукама
<b>ZNTS</b>	Тренутна снага код скока са замахом рукама
<b>ADUR</b>	Дужина руке
<b>ADUS</b>	Дужина стопала
<b>ASKU</b>	Ширина кукова
<b>ADUN</b>	Дужина ноге
<b>ADUST</b>	Дужина стопала
<b>ABAR</b>	Биакромиијално растојање
<b>ASRA</b>	Ширина рамена

<b>ADSD</b>	Дијаметар стопала десне ноге
<b>ADSL</b>	Дијаметар стопала леве ноге
<b>AMAS</b>	Маса тела
<b>AUTM</b>	Укупна телесна масноћа
<b>ABMI</b>	Индекс телесне масе (body mass index)
<b>ABAM</b>	Базални метаболизам

# Садржај

Скраћенице .....	10
Садржај .....	13
1 УВОД .....	15
1.1 Дефиниција појмова.....	16
1.2 Спортска гимнастика .....	18
1.3 Такмичарска дисциплина - греда.....	20
1.3.1 Оцењивање састава на греди.....	22
1.4 Узрасне карактеристике гимнастичарки.....	24
2 ТЕОРИЈСКИ МОДЕЛ РАВНОТЕЖЕ .....	27
2.1 Равнотежа – општи појам .....	28
2.2 Механички аспекти равнотеже .....	30
2.3 Подела равнотеже.....	31
2.4 Физиолошки аспекти равнотеже.....	33
2.5 Тестирање равнотеже у спорту .....	37
2.6 Методе тестирања равнотеже у спорту .....	38
2.7 Значај равнотеже код младих спортиста.....	39
2.8 Равнотежа гимнастичара .....	40
3 ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА .....	42
3.1 Истраживања подручја равнотеже у спортској гимнастици .....	42
3.2 Истраживања у спортској гимнастици везана за дисциплину греда.....	47
3.3 Равнотежа приликом извођења става у упору .....	52
3.4 Утицај различитих програма вежбања на способност одржавања равнотеже ...	55
3.5 Критички осврт на досадашња истраживања .....	57

4 ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА .....	59
5 ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА.....	60
6 ХИПОТЕЗЕ.....	61
7 МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА .....	62
7.1 Узорак испитаника .....	62
7.2 Узорак мерних инструмената .....	63
7.2.1 Антропометријске варијабле.....	63
7.2.2 Моторичке варијабле .....	63
7.2.3 Варијабле успешности на греди .....	64
7.3 Организација и поступци мерења.....	64
7.3.1 Мерни инструменти за процену антропометријских варијабли.....	65
7.3.2 Мерни инструменти за процену статичке равнотеже .....	68
7.3.3 Мерни инструменти за процену динамичке равнотеже .....	71
7.3.6 Мерни инструменти за процену снаге ногу.....	74
7.4 Методе обраде података .....	76
8 РЕЗУЛТАТИ СА ДИСКУСИЈОМ.....	78
8.1 Основни централни и дисперзиони параметри и нормалност дистрибуције варијабли антропометрије.....	78
8.2 Централни и дисперзиони параметри и нормалност дистрибуције варијабли равнотеже.....	85
8.3 Основни дескриптивни параметри експлозивне снаге ногу и нормалност дистрибуције варијабли.....	88
8.4 Резултати постигнути на греди .....	91
8.5 Корелације између статичке равнотеже и успеха на греди .....	93
8.6 Корелација варијабли динамичке равнотеже и варијабли за процену успешности на греди .....	96
8.7 Корелација варијабли антропометрије и статичке равнотеже.....	98

8.8 Корелација варијабли антропометрије и вертикалног скока .....	99
8.9 Корелација варијабли равнотеже и вертикалног скока .....	100
8.10 Структура простора равнотеже код гимнастичарки .....	102
8.11 Утицај статичке равнотеже на успех у вежбању на греди .....	104
8.12 Повезаност предикторског сета варијабли динамичке равнотеже и успеха на греди код гимнастичарки .....	105
8.13 Утицај антропометрије на успех у вежбању на греди .....	109
8.14 Утицај експлозивне снаге ногу на успех у вежбању на греди .....	111
8.15 Разлике у равнотежи између гимнастичарки две узрасне категорије .....	113
9 ЗАКЉУЧАК .....	117
10 ТЕОРИЈСКА И ПРАКТИЧНА ВРЕДНОСТ ИСТРАЖИВАЊА .....	120
11 ЛИТЕРАТУРА .....	123
12 ПРИЛОЗИ .....	132
15 БИОГРАФИЈА .....	145



## 1 УВОД

Гимнастички тренинг позитивно утиче на развој равнотеже и омогућава скоро савршену стабилност, чак и у тешким условима (Atilgan et al., 2012). Постоје бројни фактори који утичу на равнотежу, а најважнији су генетска одређеност, стање вестибуларног апарата, узраст, површина ослонца, висина тежишта тела, бројност моторичких навика, тренираност, снага, координација, гipкост, емотивно стање (Кауарнар, 2011), замор мишића (Cetin et al., 2008).

Равнотежа, заједно са осталим моторичким способностима, има значајну улогу у успешном извођењу спортских вештина, као и у предикцији спортских повреда (Sabin et al., 2010). Потенцијалне везе између равнотеже и повреда резултирале су повећаним интересовањем за развијање инструмената (тестова, задатака, вежби) како би се развили програми за побољшање равнотеже и смањено резик од повреда (Sabin et al., 2010; Zech et al., 2010). Тренинг равнотеже се користи као део рехабилитационог програма након повреда скочног и коленог зглоба (Hrysomallis, 2007).

Равнотежа је битан фактор успеха у многим спортовима, међутим, у спортској гимнастици она представља један од најзначајнијих фактора успешности, јер чак и минимално нарушавање стабилности утиче на коначну оцену. Мало је истраживања која повезују способност равнотеже са успехом у извођењу сложених гимнастичких вежби и састава. У највећем броју истраживања равнотежа код гимнастичара се упоређује са равнотежом контролне групе неспортиста (Asseman et al., 2008; Davlin, 2004; Vuillerme et al., 2001; Aydin et al., 2002; Carrick et al., 2007) или са другим спортистима (Bressel et al., 2007; Davlin, 2004).

Греда, као једна од најзахтевнијих дисциплина у женском вишебоју захтева способност равнотеже на виском нивоу, јер има изразито смањену површину ослонца од 10 см, на висини је од 1.25 метра и дужине 5 метара. Равнотежа је важна за извођење сложених акробатских вежби (Panjan & Sarabon, 2010), али и плесних вежби које су обавезне у извођењу гимнастичких састава. Дефинисање модела равнотеже на греди неопходно је како би се допринело унапређењу вежбања на овој дисциплини.





## 1.1 Дефиниција појмова

- **Спортска гимнастика** – такмичарска дисциплина, полиструктуралног садржаја, ацикличног типа и вишебојског карактера са израженом компонентом свестраности (шестобој код мушкараца и четворобој код жена) и строго дефинисаним правилима (Петковић и сар., 2010);
- **Code of Points** - Правилник Светске гимнастичке федерације за женску спортску гимнастику који дефинише статут и техничка правила која се користе на интернационалним такмичењима; садржи правила, захтеве, евалуацију вежби, терминологију, симболе вежби и објашњење система оцењивања, FIG (Светска Гимнастичка Федерација, 2009-2012);
- **FIG** – (Светска Гимнастичка Федерација) интернационална, водећа организација за гимнастику које се налази у Швајцарској и обезбеђује статут и техничка правила за национална и интернационална такмичења у публикацији Правилник оцењивања (Code of Points);
- **Оцењивање** – вредновање гимнастичког састава од стране експерата путем арбитражне оцене, применом Правилника о оцењивању;
- **Површина ослонца** - подручје између стопала или површина тла на којој стоји спортиста (Panjan & Sarabon, 2010).
- **Постура** – положај било ког сегмента тела у односу на вектор силе замљине теже. Мери се углом у односу на вертикалу (Winter, 1995);
- **Равнотежа** – способност успостављања и одржавања стабилног положаја тела (Петковић, 2008, стр. 94);
- **Статичка равнотежа** - способност одржавања положаја тела са минималним покретима сегмената тела и општег центра тежишта тела (ОСТТ).
- **Динамичка равнотежа** је способност извођења задатака или кретања док се одржава стабилна позиција тела;



- 
- **Специфични захтеви** – пет правилником дефинисана захтева вредности по 0.5 бодова које гимнастичарке уграђују у састав на дисциплинама двовисински разбој, греда и партер (укупно 2.5 бодова);
  - **Таленат** – висок степен надарености за одређену активност (Петковић, 2008, стр. 29);
  - **Снага** – производ силе и брзине којом се та сила реализује; способност развијања мишићне силе у сврху савлађивања неког отпора (Петковић, 2008, стр. 83);
  - **Морфолошки статус** – биолошка и физиолошка основа која генерише манифестацију антропометријских карактеристика, као што су телесна висина и маса, обими трупа и екстремитета, дужине и дебљине дугачких костију, кожни набори и др. који дефинише раст, развој и телесну грађу (конституцију).
  - **Countermovement jump (CMJ)** – вертикални скок коме претходи брзо кретање у супротном правцу од смера скока, потискивање и одраз.



## 1.2 Спортска гимнастика

Спортска гимнастика је полиструктурални, конвенционални спорт у чијој су основи комплексна кретања, изведена у складу са естетским критеријумом и строго дефинисаним правилима. Као један од базичних спортова, гимнастика има значајан утицај на трансформацију психосоматског статуса јединке. Карактерише је изузетно богатство и сложеност елемената, распоређених у структурне групе, у оквиру такмичарских дисциплина.

FIG-a (Светска гимнастичка федерација) обухвата мушку спортску гимнастику, женску спортску гимнастику, генералну гимнастику, ритмичку гимнастику, трамполину, аеробик и акробатику. Дисциплине мушке спортске гимнастике су: партер, коњ са хваталкама, кругови, прескок, разбој и вратило, а женске: прескок, двовисински разбој, греда и партер.

Спортска гимнастика је спорт вишебојског карактера са израженим компонентама свестраности (шестобој код мушкараца и четворобој код жена) и строго дефинисаним правилима. Правила су дефинисана правилником Светске гимнастичке федерације (Code of Points) са циљем регулисања оцењивања на такмичењима. Светска гимнастичка федерација оформљена је у Лијежу (Белгија) 1881. године и отворила је пут интернационалним такмичењима. На крају сваког олимпијског циклуса, правила се мењају и допуњују како би се унапредила и развила спортска гимнастика. Током година правила се мењају и допуњују, углавном повећењем тежина али упоредо са унапређењем сигурности извођења комплексних и захтевних елемената (Čuk & Karácsony, 2004).

Последњих година, спортска гимнастика има велику популарност, која се једним делом приписује томе што се у најранијем узрасту почиње са тренингом. Као и у осталим такмичарским спортовима, и у гимнастици се велика пажња поклања методама идентификације талената и постизања врхунских резултата. У ове методе се убраја примена различитих физичких, функционалних и психолошких мерних инструмената, ради процене способности и карактеристике спортиста. Могућност предикције понашања и даљег развоја и напредовања гимнастичара односи се на



---

сагледавање какав ће допринос пружити организацији (клубу, репрезентацији) у наредне две, три, па и 10 година (LeUnes et al., 1999; Waples, 2003).

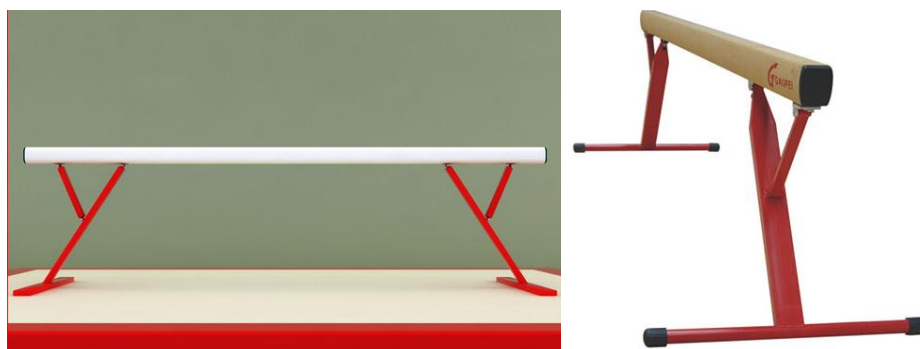
Са гимнастичким тренингом се почиње веома рано, већ са три или четири године, док су девојчице од шест година укључене у систем такмичења *школа гимнастике*. Интензитет вежбања и посвећеност тренингу у најмлађем узрасту, већи је него у већини спортова за младе (Carrick et al., 2007). Сениорска категорија почиње са 16 година, док већ са 20 гимнастичарке се сматрају „ветеранима“. Да би се постигли врхунски резултати неопходни су тренинзи два пута дневно, шест дана у недељи, тако да просечан број сати недељно износи од 27-33 сати (Kums, 2008). Јединственост гимнастике се огледа у томе што је блиска уметности, не само због технике, већ и због прецизности покрета, експресије и артистичности (уметничке изражајности), музикалности и кореографије (Theodoropolou et al., 2005; Kums, 2008). Поједине вежбе, као ациклична кретања, састављене су из динамичких стереотипа у једну целину различитим везама (Петровић и сар., 1995, стр. 7).

Као базични спорт, спортска гимнастика утиче на развој моторичких способности: снаге, координације, флексибилности и равнотеже (Arruda & Farinatti, 2007; Carrick et al., 2007). У координационом смислу, гимнастички елементи се сврставају у најсложенија кретања. Тестирање и периодично праћење способности младих спортиста такође је важно и због дефинисања програма тренинга, прилагођених захтевима спорта и узрасту. На овај начин се постиже хармоничан и оптимални развој фундаменталних моторичких способности у складу са телесним развојем спортисте (Ricotti, 2011). Највећи број тестова се односи на моторичке способности, али и процена психолошких карактеристика (Waples, 2003). Специфичности спортиста у спортским дисциплинама су резултат селекције и са друге стране специфичних ефеката активности које та дисциплина ствара (Џук et al., 2007).



### 1.3 Такмичарска дисциплина - греда

Приликом дефинисања вежби и састава на греди често се наводи да је већина садржаја на овој справи преузета са партера (Петровић и сар., 1995, стр. 233) али треба имати у виду разлике у конструкцији справа, што доводи и до разлика у техници извођења. Гимнастичарке изводе вежбе на греди, која има изразито смањену површину ослонца од 10 cm и на висини је од 1.25 m и дужине 5 метара. На овој справи постоје вежбе које захтевају одржавање равнотеже на рукама и на ногама, па тако од ове способности зависи и успешност извођења (Hars et al., 2005).



Слика 1. Изглед савремене греде

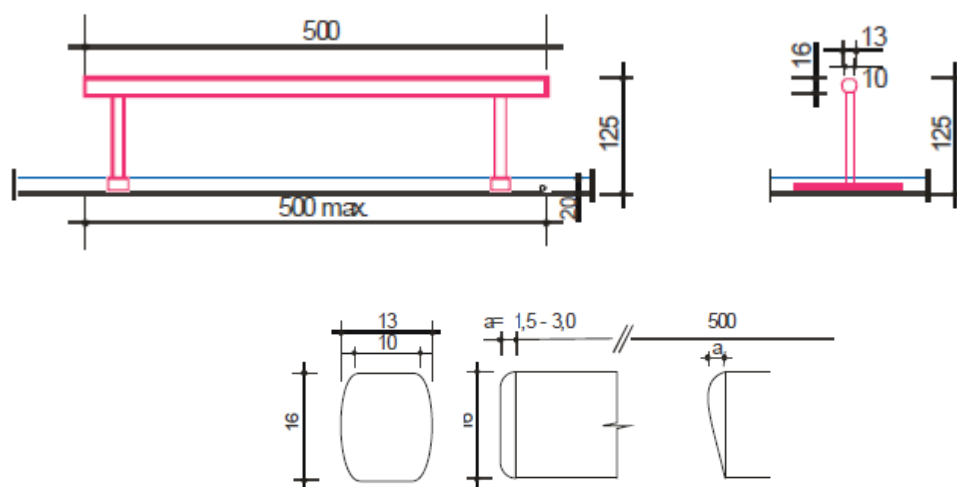
Вежбање на греди обухвата одржавање равнотеже у положајима (упори рукама и ставови на ногама), покретима и кретањима на греди и одржавање равнотеже приликом доскока на греди и са греде. Код одржавања положаја важни су оптимални углови између сегмената тела и тонуса мускулатуре, како би се тело супротставило силама које теже да наруше равнотежу. Код вежбања на греди важан је и начин постављања стопала и површина ослонца са којом су делови стопала у контакту са справом. Код упора рукама одржавање равнотеже регулише се појачаним хватом.

Вежбе равнотеже захтевају и одређени удео снаге (енергетска компонента) и флексибилности. Ни једна вежба равнотеже није без удела снаге. Дobar пример представљају наскоци на греду са издржајем у ставу у упору, са великим уделом снаге у извођењу. Приликом сложених гимнастичких вежби користе се и механизми повезани са законитостима премештања тела у простору. Смер кретања је од изузетне важности због карактеристика греде. Минимални компензаторни покрети тела неопходни су ради одржавања равнотеже, како би се општи центар тежишта тела



(ОСТТ) одржао изнад површине ослонца. Уколико су ови покрети наглашенији и праћени додатним покретима руку, ногу, тупа, како би се спречио пад са справе, они се на такмичењима кажњавају одузимањем бодова од стране судија (Петровић и сар., 1995).

Током времена греда је претрпела различите измене, од првобитне клупе до данашње, савремене греде. Греда има подножје и алуминијумску средину. Горња површина је обрађена, еластична и тапацирана вештачком кожом која спречава клизање (Sands, 2000; Петковић и сар., 2010). Овакве измене утицале су на еластичност греде, па је омогућено извођење сложенијих елемената, као и на сигурност извођења и смањење броја повреда. Неопходно је да гимнастичарке имају добру експлозивну снагу мишића ногу како би изводиле вежбе са лакоћом и самоконтролом. Плиометрија, као прогресивни тренинг, помаже у развоју експлозивне снаге и брзине мишића ногу код гимнастичара (Mohamed, 2010).



Слика 2. Димензије такмичарске греде

Након 1952. године, посвећена је већа пажња сигурности код конструкције справа, што је обезбедило извођење сложенијих и захтевнијих вежби у односу на претходне године и представља једну од прекретница у развоју гимнастичког спорта. Такође, коришћење додатних струњача испод греде, омогућило је прво извођење предмета назад, 1964. године. Олга Корбут је први пут извела салто назад на греди 1972. године, на Олимпијским играма у Минхену, па су већ од 1974. године, акробатске



вежбе постале су обавезне у вежбама, када је греда тапацирана. Олдеси Дудвик је прва извела салто назад са окретом за 360° око уздужне осе, пруженим телом, 1989. године. То је и данас једна од вежби са највећом тежинском вредношћу на овој справи. Данашња греда поседује и еластичност, чиме је омогућено извођење великог броја вежби. Правилник се константно допуњује новим вежбама, које добијају називе по гимнастичаркама које их први пут изводе. На 30. Европском првенству које је одржано од 12-18.5.2014. године у Софији, по први пут је изведено 17 оригиналних вежби, које су после такмичења убачене у табеле вежби Правилника оцењивања (2013-2016), а од тога је било 11 вежби на греди: четири наскока, четири окрета, један скок, један акробатски елемент и један саскок, што указује на чињеницу да се вежбање на греди стално усавршава и мења.

### 1.3.1 Оцењивање састава на греди

Према правилнику оцењивања (Code of Points, 2009-2012) оцењивање састава на греди почиње од момента одраза гимнастичарке са одскочне даске или струњаче. Уколико гимнастичарка приликом првог покушаја не наскочи на греду, а притом не додирне справу или даску, може да понови залет. Након другог покушаја гимнастичарка мора да крене са саставом, јер трећи залет није дозвољен. Трајање састава износи 90 секунди, а крај састава је тренутак кад гимнастичарка након саскока додирне струњачу. Десет секунди пре истека времена, предвиђеног за дужину састава, „гонг“ упозорава гимнастичарку. Пенализација за дужу вежбу износи 0.1 бод. После пада са справе гимнастичарка има 10 s за концентрацију и наставак, а ако се ово време прекорачи, наступ се сматра завршеним. Додатно време не улази у укупно трајање такмичарског састава.

Садржај састава на греди оцењује D – судијска комисија и чине га: тежинска вредност састава, специфични захтеви и вредности веза. Тежинску вредност (difficulty value - DV) чини осам изведених тежина највише вредности, укључујући саскок. Судије урачунавају максимално пет акробатских и минимално три плесне вежбе. Тежинске вредности треба да обухвате акробатске вежбе са или без упора рукама и



скокове, поскоке, окрете, позиције и „таласе“ телом које су наведене у табели у правилнику.

Специфични захтеви композиције (Composition Requirements - CR) на греди су:

1. Веза од најмање две различите плесне вежбе од којих је једна скок или поскок са сагиталним разножењем од 180°;
2. Окрет;
3. Једна серија акробатских вежби (минимум две) од којих је једна салто;
4. Акробатске вежбе у различитим смеровима (напред/бочно и назад);
5. Саскок (Саскока није изведен, А или В тежине – 0.0, Саскок С тежине – 0.3 и D тежине – 0.5 бодова).

Вредност сваког захтева је 0.5 бодова и сви захтеви, наведени под 1-4 морају бити изведени на греди.

Вредност за везе (Connection Value - CV) може се добити само за директне везе између вежби, према обрасцима из Правилника.

Тежина вежби на греди захтева поседовање способности динамичке равнотеже, али постоје и оне које представљају статичку равнотежу – „издржају“. Ставови у упору и „издржају“ се морају задржати 2 s, како би судије признале тежинску вредност. Вежбе које су акробатске са издржајем у ставу у упору се такође могу користити на крају акробатске серије како би се добила вредност за везу.

Последњи правилник Светске гимнастичке федерације – FIG-e (Code of Points, 2013-2016) посебно истиче важност композиције и артистичности у току вежбања на греди. Тешке акробатске вежбе треба да буду избалансиране са вежбама артистичности како би се креирао континуирани ток, који истиче јединствене способности, персоналити и стил гимнастичарке у току вежбања. Посебно се истиче повезаност и ритмичност у вежбању, па се чак и на греди препоручује увежбавање уз музику. Паузе између дужина на греди не смеју бити дуже од једне секунде, а неопходно је бочно кретање и кретање целим телом близу греде, ради креативности у кореографијама. За разлику од правилника у претходном циклусу, новим правилником није дозвољено понављање залета за наскок и он се санкционише са 1.0 бодом одбитка.





## 1.4 Узрасне карактеристике гимнастичарки

Према програму FIG-е “Развој према узрасним групама“ (Age Group Development, 2005), који је намењен тренерима и стручњацима који раде у женској и мушкој спортској гимнастици, девојчице узраста од шест до 12 година спадају у узрасну категорију – предпубертет.

*Физичко сазревање* карактерише издуживање тела од 5,1 до 7,6 cm и повећање телесне масе од 1,4 до 7,6 kg. Веће мишићне групе се брже развијају од мањих, јер деца преферирају активности које укључују цело тело. Иако у овом периоду јачају лигаменти, везе и мишићи треба избегавати рад са спољашњим оптерећењем. Како је раст сталан и постепено оптерећење треба повећавати постепено како не би дошло до преоптерећења и повреда. Специфичне вежбе издржљивости, које укључују руке, рамени појас, абдоминалну и леђну мускулатуру су саставни део тренинга у овом периоду, да би се одговорило на будуће захтеве гимнастике. Значајан део припреме чине гимнастичке игре, плесна и балетска припрема и држање тела, које утичу на развој моторичких способности, посебно флексибилности и равнотеже.

Кардио-респираторни систем се развија тако да девојчице узраста шест година имају просечно 105 откуцаја/ у минути, а на крају овог периода развоја око 95 откуцаја/ у минути, док под напором може достићи 210-215 откуцаја у минути. Потрошња кисеоника расте све до краја пубертета. Деца укључена у тренажни процес имају анаеробни праг између 75-85% VO<sub>2</sub>max. Тренинг на нижим нивоима анаеробног прага неће изазвати проблеме код деце.

*Перцепција* се у овом узрасту знатно поправља и односи се на унутар-сензорну, визуелно-аудитивну, кинестетичку, аудитивно-кинестетичку и спацијално темпоралну интеграцију.

*Когнитивно сазревање* се односи на логичко мишљење, решавање проблема логичким путем, чешће него интуицијом. Постепено се продужава способност одржавања пажње и памћења, мотивације и учења.

*Социјално сазревање* се односи на испољавање индивидуалних разлика већ почетком ове фазе. Активно упоређивање са другима је изражено, развој самопоштовања, карактер и морално расуђивање.

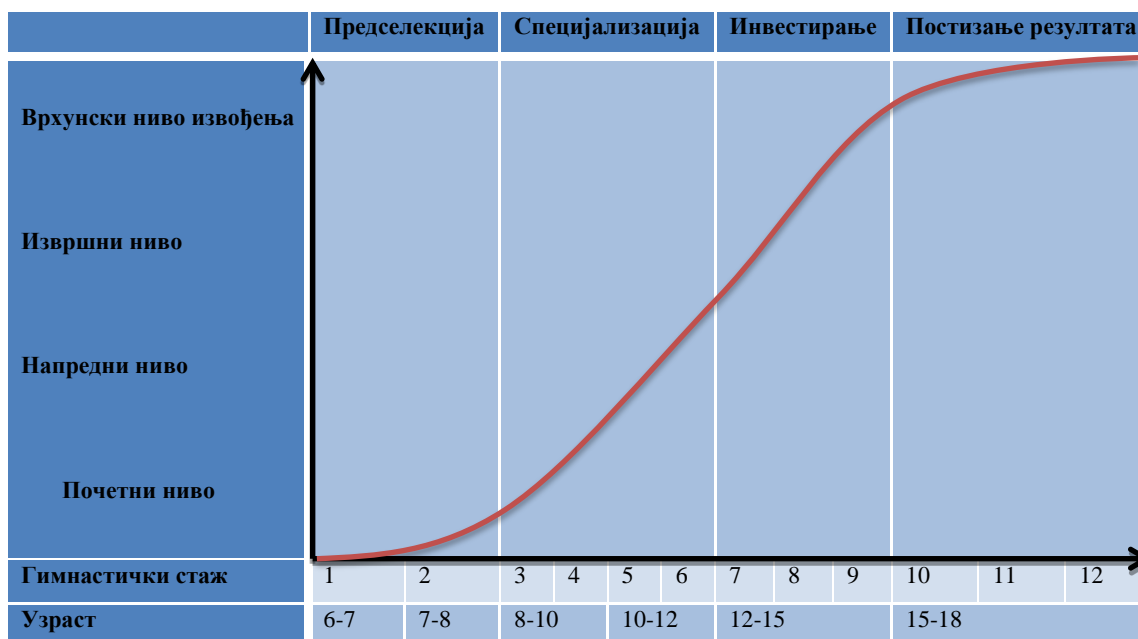


Код гимнастичарки се током спортске, такмичарске каријере могу издвојити четири фазе: почетна, напредна, извршна и врхунска (Графикон 1). Почетна фаза се односи на узорак девојчица које су укључене у гимнастички програм, али без специјализације у одређеној области. Затим следи фаза специјализације и савладавања знатно већег броја гимнастичких елемената.

Напредовање кроз ове четири фазе зависи пре свега од специфичних, индивидуалних способности гимнастичарке, карактеристика тренажног процеса, услова итд., тако да се у пракси јављају одступања од приказаних фаза развоја.

Према Правилнику женске спортске гимнастике, Гимнастичког савеза Србије за 2009-2012. годину, девојчице узраста од шест до 12 година такмиче се у Пионирској гимнастичкој лиги (ПГЛ), коју чине три узрастне категорије: предселекција, прва селекција и друга селекција.

**График 1.** Фазе развоја гимнастичарки (Age group development, 2009)



У предселекцији гимнастичарке на свакој справи имају обавезне основне саставе прописане правилником, док у првој и другој селекцији постоји могућност да се у обавезном саставу поједине вежбе могу заменити тежим вежбама које су наведене и у правилнику, ради обезбеђивања бонификације. На овај начин се постиже издвајање квалитетније деце, како би се у перспективи обезбедио квалитет гимнастичарки који одговара интернационалном нивоу.



---

Већ у овом узрасту гимнастичарке су веома посвећене такмичарској каријери, било на клупском, националном или интернационалном нивоу. Од најмлађег узраста, све до сениорске категорије, траје период „улагања“. У овом периоду су савладане све базичне вештине и вежбе и тежи се савладавању што комплекснијих и тежих вежби, али треба водити рачуна о великом броју фактора који утичу на успех, а посебно на психолошки и социолошки аспект.

На интернационалним такмичењима постоји и додатни притисак због путовања, другачијих услова тренинга и такмичења, конкуренције, пропозиција такмичења, времена одржавања такмичења и других „реметећих“ фактора. Препоручује се да гимнастичарке најмлађих категорија учествују на што већем броју националних такмичења, како би стекле искуство неопходно за међународна такмичења.



## 2 ТЕОРИЈСКИ МОДЕЛ РАВНОТЕЖЕ

Једно од централних места у науци о физичкој култури јесу есенцијалне физичке способности, односно моторичка својства човека (Петковић, 2008). Овај појам различити аутори другачије називају (антропомоторичке способности, биомоторичке димензије, кинезиолошке способности, кретне навике, моторичке димензије итд.), али сви они говоре о својствима човека која изражавају његову физичку припремљеност за неки рад или одређену активност, као и стваралачко испољавање сопствене личности. Најшире прихваћена и најчешће цитирана је подела Зациорског (1975), који је на основу констатованих латентних моторичких димензија, издвојио седам (навод према Петковићу, 2008): снага, брзина, издржљивост, координација, равнотежа, прецизност и покретљивост. Дефинисани облици манифестовања за сваку латентну моторичку способност, па тако и два типа равнотеже: способност успостављања равнотеже и способност задржавања равнотежног положаја.

Како би спортисти у сениорској конкуренцији постизали резултате, од примарног значаја је пажња која се поклања комплетном и хармоничном развоју моторичких способности у најранијем узрасту, у сензитивним периодима телесног развоја спортисте. Истраживане су и стратегије за побољшање статичке и динамичке равнотеже, као и на утицај који имају различите спортске активности на постурални статус у раним узрастима. Пожељно је да будућа истраживања разјасне основне механизме и развију нове ефикасне начине за изражавање потенцијала спортиста.

Током развоја моторичких способности тренери морају да буду веома систематични и свесни да је моторичка ефикасност један од најважнијих проблема. Само ће добро физички припремљени гимнастичари бити способни да изводе гимнастичке елементе и саставе технички исправно и без повреда. Неопходно је посветити довољно времена на тренингу за развој моторичких способности (Marinsek & Velickovic, 2010).

У Табели 1 приказане су сензитивне фазе развоја моторичких вештина од рођења до одраслог доба. Код девојчица се развој равнотеже препоручује у узрасту од



10 године, са акцентом на равнотежу и тренинг базиран на координационим активностима од 11/12 до 13/14 година.

Табела 1. Сензитивни периоди развоја моторичких вештина, Ж - жене, М – мушкарци (Ricotti, 2011).

Узраст	Хронолошка старост (године)	Сензитивни период развоја
Прво детињство	0-1	-
Детињство	1-3	-
Предшколски узраст	3-6/7	Моторичка креативност
Млађи школски узраст	6/7-10	Базичне техничке вештине
(Пред)пубертет	Ж: 11/12-13/14 М: 13/14-14/15	Равнотежа, Координација
Адолесценција	Ж: 13/14-17/18 М: 14/15-18/19	Координација, Физичка припрема (сила, снага, брзина)
Одрасло доба	Ж: 17/18 М: 18/19	Физичка припрема (сила, снага, брзина)

## 2.1 Равнотежа – општи појам

Снажни, прецизни, контролисани покрети су интегрални део спортских активности и дневних, функционалних активности. Соматосензорни систем обезбеђује многоструке поруке централном нервном систему од различитих мишића и рецептора везивног ткива доприносећи проприорецепцији. У вези са вестибуларним и визуелним информацијама, овај систем омогућава одржавање стабилности и ефикасно кретање сегмената тела, како би се ефектно завршили задаци у специфичном окружењу (Ogard, 2011).



Равнотежа представља способност да се очува стабилан, одговарајући став тела када се оно креће - динамичка равнотежа или мирује - статичка равнотежа. Равнотежа подразумева координацију и контролу (Сагг, 2004), која је неопходна у свакодневном животу, као и у спорту и треба је схватити, не само као способност одржавања положаја, него првенствено као способност брзог враћања у равнотежни положај, након његовог нарушавања у условима мировања или кретања. Дефинише се и као способност да човек одржи тело у равнотежном положају и да се коригује покретима деловања гравитације замљине теже, која отежава да се одржи равнотежни положај деловањем спољашњих надражаја (активних реметећих фактора). Коефицијент урођености ове способности је веома велики и из тих разлога равнотежу је прилично специфично и тешко развијати (Кукољ, 2006).

Велики број спортова захтева одржавање равнотеже неутрализацијом сила које ометају спортско извођење. Стабилност или сигурност равнотежног положаја се пре свега односи на отпор којим се спортиста одупире факторима који ометају одржавање равнотеже (Сагг, 2004). Показатељи статичке и динамичке равнотеже мало корелирају, док између равнотеже и физичке припремљености спортисте постоји зависност. Усавршавањем технике извођења повећава се могућност кориговања деловања гравитације и других сила које нарушавају стабилност и расте осећај за равнотежу (Петковић, 2008). Како је  $2/3$  наше масе постављено је на  $2/3$  наше висине изнад подлоге, ми представљамо нестабилан систем уколико контролни систем није константно активан.

Најважнији фактори одржавања равнотеже су: генетска одређеност, стање вестибуларног апарата, узраст, површина ослонца, висина тежишта тела, бројност моторичких навика, тренираност, снага, координација, гipкост, емотивно стање (Кауарнар, 2011). Код деце је утврђена нижа способност равнотеже у односу на младе, здраве особе (Нутонен, 1993). Приликом одабира тестова за процену равнотеже мора се водити рачуна о узрасту, зрелости испитаника и њиховом искуству у спортским активностима, али и о захтевима задатка и услова околине (Hatzitaki et al., 2002). Пошто равнотежа зависи од централног нервног система и сензорних система, умор такође утиче на способност одржавања равнотеже (Wilkins et al., 2004).

Многи когнитивни ресурси неопходни су за постуралну контролу, чак и мирно стајање, што се може видети дужим временом реаговања код особе која стоји у



поређењу са оном која седи уз ослонац. Тежи постурални задаци захтевају више когнитивне обраде (Horak, 2006).

## 2.2 Механички аспекти равнотеже

Најважније механичке препреке у равнотежи представљају величина и квалитет површине ослонца. Свако ограничење величине, снаге, обима покрета, бола или контроле стопала (Cote et al., 2005) или шака, код ставова у упору рукама, утицаће на равнотежу. У биомеханичке захтеве спада контролисање општег центра тежишта тела у односу на место ослонца (Sarabon, Rosker, Loeffler, & Kern, 2010). Ограничење стабилности представља површину на којој особа може да помера тежиште, али и ограничење у обиму покрета, снази мишића и сензорним информацијама које указују на ограничења.

У зависности од положаја тежишта у односу на тачку обртања око које се тело креће, равнотежни положаји могу бити (према Бубањ, 1997):

1. Индиферентни положај - оса обртања пролази кроз тежиште;
2. Стабилни положај - тачка обртања је испод тежишта и то у вертикали;
3. Лабилни положај – тежиште тела се налази вертикално изнад обртне тачке;
4. Ограничено лабилни положај - тежиште тела се налази изнад обртне тачке.

**Центар тежишта тела** је тачка еквивалентна укупној маси тела глобалног референтног система и тежина центра тежишта у 3D простору. Ово је пасивна варијабла контролисана од стране равнотежног контролног система. Вертикална пројекција центра тежишта тела на подлогу, назива се центар гравитације и изражава се у метрима (m).

**Центар притиска** је тачка која представља вертикалну пројекцију вектора силе реакције подлоге. Представља просечну тежину притиска на подлогу на месту контакта и сасвим је независна од центра тежишта тела.

У току анализирања равнотежних положаја, треба узети у обзир да људско тело није компактна материја, већ систем који се састоји од сегмената делова тела чије померање условљава и померање центра тежишта тела (Zemkova & Namar, 2005). За разлику од других истраживања (Adrian & Cooper, 1995; Hamill & Knutzen, 1995) где се



испитују механичке основе равнотеже, и статичка равнотежа се изједначава са стабилним положајем, аутори Kreighbaum & Barthles (1990) тврде да не постоји апсолутно мировање и да се положаји људског тела константно мењају. Свака позиција и покрет су континуирани делови процеса одржавања равнотеже и кориговања положаја.

Из биомеханичке перспективе, тело је у стању мировања (еквириблијум) ако су испуњена два услова:

- Резултанта свих сила које делују на тело је једнака нули:

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = 0$$

- Резултанта обртног момента који утиче на тело, у односу на било коју осу је нула:

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0.$$

У усправном, стојећем ставу, постурална контрола је способност да се тело супротстави сили земљине теже и да се центар тежишта одржи изнад мале површине ослонца (Nasher, 1997). Фактор успеха у одржавању равнотеже је у способности тела да се супротстави хоризонталним силама које делују на тело и које су бројније у односу на силе у вертикалној равни (Hudson, 1996).

## 2.3 Подела равнотеже

Најчешћа подела равнотеже у литератури је на статичку и динамичку равнотежу. **Статичка равнотежа** је способност одржавања положаја тела са минималним покретима сегмената тела и општег центра тежишта тела. Она зависи од положаја, односно задатка који се извршава, као и од визуелне контроле (Morrow et al., 2000).

**Динамичка равнотежа** је способност извођења задатака док се одржава стабилна позиција или одржавање равнотеже на нестабилној подлози са минималним покретима. Wikstrom et al, (2005) дефинише динамичку равнотежу као способност





појединца да одржи равнотежу прелазећи из динамичког у статичко стање. Стабилност тела зависи од комплексне координације импулса визуелног, вестибуларног и соматосензорног система и одговора тела на њих. Способност одржавања динамичке равнотеже огледа се у ефикасном померању тежишта тела у простору и подједнако је важна у свакодневном животу, спорту и превенцији повреда.

Динамичка контрола је посебно важна у спорту зато што захтева интеграцију неопходног нивоа проприорецепције, обима покрета и снаге са сталним прилагођавањем ових фактора. Извођење акробатских вежби и комплексних кореографских динамичких веза у гимнастици, поставља велике захтеве контролном постуралном систему. Врхунски гимнастичари се зато обучавају да усаврше статичку и динамичку равнотежу и контролу у условима такмичења (Vuillerme & Nougier, 2004).

Процена и периодично праћење статичке и динамичке равнотеже код младих спортиста важна је за правилно дефинисање и мењање програма обуке, узимајући у обзир захтеве спорта и побољшање равнотеже у зависности од узраста. Оно омогућује максимални развој моторичких способности, у сваком периоду телесог развоја спортисте (Ricotti, 2011). Неопходно је да се за тестирање равнотеже користи опрема која није сложена и да приликом тестирања не постоји ризик од повреда (Sabin et al., 2010). Постурална контрола зависи од многобројних сензомоторних процеса. Две најважније функције су постурална оријентација и постурални еквилибријум (мировање). Постурална оријентација обухвата активну контролу тела у односу на гравитацију, ослонац, окружење и унутрашњи препоруке. Постурални еквилибријум укључује координацију сензо-моторних стратегија како би се стабилизовао центар тежишта тела (Hogak, 2006). Спољашњи фокус је повезан са оптималном способношћу одржавања равнотеже (McNevin & Wulf, 2002), посебно у гимнастици. Досадашња истраживања углавном су вршена у лабораторијским условима. Специфични комплексни покрети приликом одржавања равнотеже мало су истраживани у овом контексту.

Guskiewicz et al. (1996) деле равнотежу на: статичку, семидинамичку, динамичку и функционалну. Динамичка и функционална равнотежа подразумевају одржавање центра тежишта тела изнад површине ослонца која се помера и карактеристична је за већину спортова.



## 2.4 Физиолошки аспекти равнотеже

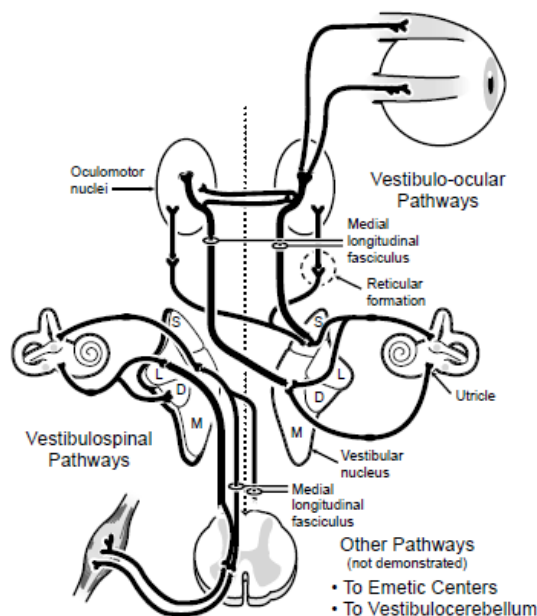
У основама одржавања и извођења одређеног положаја, покрета и кретања налазе се неурофизиолошки механизми, који управљају кинестетичким, вестибуларним тактилним и оптичким анализаторима. Физиолошки механизми се заснивају и на рефлексном напрезању и контракцијама мишића, као одговору на деловање сила које теже да избаце тело из равнотежног положаја. Приликом вежбања на греди неопходно је да стање физиолошких механизма буде беспрекорно. У физиолошке механизме спадају:

1. Кинестетички анализатори – основе управљања мишићним напрезањима у вези са заузимањем одређених положаја и извођењем различитих покрета и кретања;
2. Вестибуларни апарат – функционална стабилност овог апарата утиче на оријентацију у простору и одржавање равнотеже;
3. Визуелни анализатори – основе извођења на смањеној површини ослоња и координисаног управљања мишићним напрезањима (процена смера кретања, дужина залета, удаљеност од краја справе). Вид је одговоран за позицију главе и покрет у односу на објекте у окружењу, тако да има велику улогу у одржавању равнотеже (Berthoz et al., 2001).
4. Тактилни анализатор – регулисање притиска о справу ногама, рукама или неким другим делом тела. (Петровић и сар., 1995).

**Чуло вида** омогућава да се планира кретање и избегавају препреке и оно се сматра доминантним извором информација за контролу тела, приликом извођења акробатских вежби (Davlin, 2004). Контролни центри у možданом стаблу интегришу информације заједно са другим биолошким сигнаlima и проприоцептивног сензора у коначном утврђивању оријентације појединца у тродимензионалном простору (Roland & Rutka, 2004). Иако је вестибуларни систем (Слика 3) анатомски развијен на рођењу, он сазрева заједно са другим чулима у првих 7 до 10 година живота (Westcott et al., 1997).



Рецепторни део анализатора вестибуларног апарата смештен је у полукружним каналићима унутрашњег уха и надражује се променом убрзања и ротационим кретањем главе. Полукружни каналићи су постављени у све три просторне равни, што рецепторима омогућује селективно надраживање зависно од положаја главе у односу на силу земљине теже. Надражаји се са рецептора преносе 8. можданим живцем до вестибуларних једара у продуженој мождини, од којих почињу нервни путеви. Веза вестибуларног апарата са малим мозгом остварује одржавање равнотеже и усправни став тела. Треба увек имати у виду да је вестибуларни апарат симетрични парни орган и да ће укупна реакција зависити од функције оба лабиринта. Вестибуларни апарат се састоји из статичког и динамичког дела, од којих је први старији и реагује на промене у односу на правац земљине теже и линеарна убрзања, док други реагује првенствено на ротациона убрзања, али и друга променљива кретања у разним правцима. Рецепторни део статичког апарата представљају макуле (*maculae staticae*) у сакулусу стоје више вертикално, а у утрикулусу хоризонтално.



Слика 3. Шематски приказ вестибуларног система и његових путева.

То су острвца сензорних ћелија, чије се цилије налазе у желатинозној маси, преко које су ситни кристали калцијум карбоната. Као специфично тежи од околних структура, ови кристали при разним убрзањима повећавају или смањују притисак на



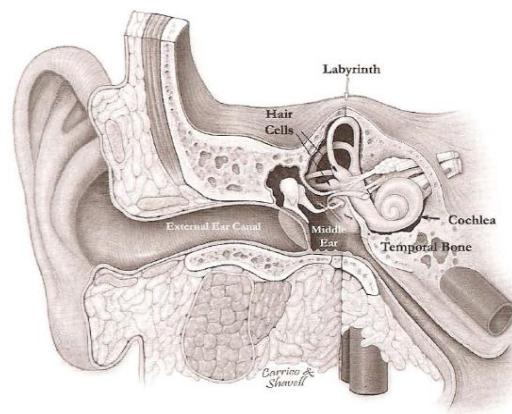
ћилије и тако дају утисак о правцу деловања силе, променама положаја тела или смера кретања. Ови кристали се зову отолити, па се по њима и цео статички део вестибуларног апарата зове и отолитички апарат или отолитички систем.

**Динамички део вестибуларног апарата** састоји се од три полукружна канала у три равни простора. Они полазе и завршавају се у утрикулусу, тако да са њим формирају три прстена. При кружним кретањима и угаоним убрзањима доћи ће услед инерције до релативног кретања ендолимфе у одговарајућем каналу, што представља специфични надражај за ампуле канала, где су цилијарне ћелије које формирају избочење (кристу). Као и код макула, цилије се и овде налазе у желатинозној маси, али без отолита, већ чине помичну преграду ампуле (купулу) коју инерцијална кретања течности савијају и тако дају надражај канала у чијој равни делује угаоно убрзање. Због купуле као основног механизма, динамички део вестибулариса се зове и купуларни апарат или купуларни систем.

Подела на статички и динамички део је шематска и не одговара сасвим вестибуларној функцији пошто оба система реагују у крајњој линији на све врсте убрзања. Вестибуларна једра у možданом стаблу су повезана са малим мозгом (ради усклађивања реакције са подацима који стижу из проприоцептора), затим са окуломоторима, кичменом možдином и možданом кором, као и са вегетативним центрима, што све објашњава сложеност реакције и бројне симптоме надражаја и обољења.

Препознавање померања главе у односу на положај тела омогућено је линеарним (otolithic macula) и угаоним (полукружни канал) убрзањем рецептора унутрашњег уха.

Електрична активност генерисана у унутрашњем уху путује дуж вестибуларног нерва (примарни аферентни неуронски пут) до централног вестибуларног једра možданог стабла, формирајући други неуронски пут који постаје вестибуло-очни рефлекс (VOR), вестибуло-спинални пут и вестибуло-церебрални пут. Од свих људских вестибуларних путева VOR је најважнији и највише је проучаван. На свом најпростијем нивоу дужан је да одржи стабилну ретиналну слику са активним покретима главе.



Слика 4. Периферни вестибуларни систем

**Периферни вестибуларни систем** (Слика 4) укључује упарене крајеве сензорних вестибуларних органа полукружних канала (SCC) и отолитичких органа. Ови рецептори се налазе у оквиру коштаних канала испуњених течношћу у ушној шкољци и одговорни су за перцепцију положаја и кретања тела. Вестибуларни нерв (и горњи и доњи путеви VIII нерва) су доводна веза до можданих језгара периферног вестибуларног система. Перцепција угаоних убрзања је углавном одговорност три упарена полукружна канала (предњи, задњи и бочни).

**Унутрашње уво (*auris interna*)** представља посебан спој двају периферних анализатора - органа слуха и вестибуларног апарата. Први орган је настао диференцијацијом из другог тако да су им многе морфолошке, физиолошке и патолошке особине остале заједничке. Због ограниченог простора у пирамиди темпоралне кости, као и због потреба функције, ове структуре имају компликован систем канала и проширења, који је по томе добио назив лабиринт. Ради што безбедније функције сензорни елементи оба органа су смештени у мембранозном лабиринту (*labyrinthus membranaceus*) који се налази у коштаном лабиринту (*labyrinthus osseus*). Задње-горњи део лабиринта, или лабиринт у ужем смислу, припада вестибуларном апарату док се у његовом предње-доњем делу, или пужу, налази периферни рецептор органа слуха - Кортијев орган. Унутрашњем уву припада и унутрашњи слушни ходник (*meatus acusticus internus*) којим пролази заједнички живац наведена два органа (*nervus statoacusticus*), затим нерви *facialis* и *intermedius* и *arteria labyrinthi*.



**Задње-горњи (вестибуларни) део** коштаног лабиринта се састоји из трема (*vestibulum*) и три коштана полукружна канала (*canales semicircularis ossei*) постављена у три равни простора. Они сви полазе и завршавају се у вестибулуму. Сваки полукружни канал близу једног од својих ушћа у вестибулум има вретенасто проширење (ампулу) где је смештен одговарајући сензорни апарат. У вестибулум су смештене две кесице мембранозног лабиринта (*utricleus* и *sacculus*), канал који их спаја (*ductus utriculo-saccularis*), затим канал који води према ендолимфатичној кесици (*ductus endolymphaticus*), а на предњем зиду је отвор који води према пужу (*apertura vestibuli cochleae*). Предње-доњи део коштаног лабиринта чини пуж (*cochlea*) (Roland & Rutka, 2004).

## 2.5 Тестирање равнотеже у спорту

Hudson et al. (1995) наводе да тестирања равнотеже датирају из 1930. године, када је време одржавања положаја било критеријум, а задаци били дихотомни: или одржавање равнотеже у неком положају (на пример: на једној ноzi) или тестирање динамичке равнотеже (на пример: ходање по уској греди). Иако су критеријуми били конструисани и користили се и у спорту и за истраживања свакодневних активности, оваква истраживања су била популарна све док није откривено да „готово да нема повезаности између статичке и динамичке равнотеже“ (Thomas & Nelson, 1990, стр. 373, према Hudson et al. 1995). Hellebrandt (1940) је забележио да се особе у статичком положају константно „њишу“ (клате) и да постоје периоди мобилности током периода стабилности. У каснијим радовима и истраживањима се доста полемисало о томе и критиковао овај концепт, јер се у многим текстовима равнотежа изједначавала са еквилибријумом – стањем потпуног мировања и механиком равнотежних положаја (на пример: Adrian & Cooper, 1995; Hamill & Knutzen, 1995). Kreighbaum и Barthels (1990, стр. 310) истичу да не постоји право мировање и да у људским активностима увек постоји нека врста кретања.

Током времена су тако постојале и различите дефиниције равнотеже, па се тако она изједначавала са стабилношћу – могућност да се минимизира или максимизира стабилност (Hall, 1995); контрола усправног става и његово одржавање (Dictionary of the Sport & Exercise Sciences, 1991).



## 2.6 Методе тестирања равнотеже у спорту

Постоји велики број објективних и субјективних метода за утврђивање способности равнотеже и постуралне стабилности, а неке од њих су: Romberg test, Chattecx Balance System, EquiTest system, Biodex Stability System, Balance Error Scoring System (BESS), Star Excursion Balance Test (SEBT), Y balance test (Arnold & Schmitz, 1998; Valovich et al., 2004; Demura & Yamada, 2010).

Напредак технологије омогућио је научницима квантитативно тестирање статичке равнотеже помоћу тензиометријских платформи. Овакви системи представљају лак, практичан и ефикасан метод тестирања кроз анализу постуралног померања. Најчешће коришћени системи су они који бележе померање центра притиска стопала (COP). Померање COP рефлектује се кроз хоризонтално померање центра гравитације (COG) и силе реакције подлоге током мишићне активности доњих екстремитета на стопала. Оне су повезане са померањем тела испитаника током става и назване „*body sway*“ (померање, њихање тела). Најчешће се користе системи Chattecx Balance System, the EquiTest, the Force Plate, the Pro Balance Master, and the Smart Balance Master (Guskiewicz & Perrin, 1996). Овакви системи бележе померање центра притиска на стопалима (COP) помоћу сензора деформације у структури платформе (Ricotti, 2011). Још прецизније „њихање тела“ је дефинисано као осцилација центра тежишта и обично се не мери на директан начин (на пример кинематичком анализом). Параметри који се на овај начин добијају су средња вредност позиције (као референтна тачка), померање напред-назад и бочно померање, дужина пута „*њихања тела*“, брзина померања и подручје померања (Ricotti, 2011). Примери различитог времена тестирања статичке и динамичке равнотеже код деце и адолесцената према Ricotti (2011) приказани су у Табели 1.

Класични протокол тестирања динамичке равнотеже коришћењем платформе је скок протокол. Из суножног положаја испитаници након скока, треба да доскоче на једну ногу, са рукама на боковима и са циљем да се што брже врате у стабилни положај. Многи параметри могу да се добију током извођења овог задатка, а најзначајнији је време стабилизације (TTS) (Wikstrom et al., 2005).



Wikstrom et al., (2005) представљају нови параметар назван динамички индекс постуралне стабилности (*Dynamic Postural Stability Index – DPSI*). Он се такође базира на протоколу скока и узима у обзир померања COM око тачке стабилности након доскока, па је представљен одговарајућим COP флукуацијама у три различита правца. На овај начин се добијају три различита индекса стабилности: медио-латерални индекс стабилности (MLSI), anterior-posterior (APSI) и вертикални индекс стабилности (VSI). Клинички применљив тест динамичке равнотеже је Star Excursion Balance Test (SEBT), који захтева снагу, гipкост и проприорецепцију.

**Табела 2.** Примери различитог тестирања статичке и динамичке равнотеже код деце и адолесцената (Ricotti, 2011).

Тип теста равнотеже	Узраст испитаника	Трајање теста	Истраживање (година)
Статички	6-7 година	10 s	Rival, 2005
Статички и динамички	14-17 година	20 s	Ribaldi, 1987
Статички тест равнотеже	5-6 година	30 s	Kirshenbaum, 2001
Статички и динамички	14 година	35 s	Mallau, 2007

**BESS** (Balance Error Scoring System) – систем бодовања равнотеже према броју грешака је често коришћен од стране истраживача и лекара како би се проценила равнотежа. Bell et al. (2011) су објавили прегледно истраживање са циљем да се утврди поузданост BESS теста, у радовима од 1999. до 2010. године. Поузданост укупног BESS резултата и става на једној нози се кретала од слабе до добре (0.44-0.83). Ваљаност BESS теста се проверавала са резултатима добијеним на тензиометријској платформи и утврђено је да већу корелацију имају захтевнији ставови од једноставнијих. Закључак је да BESS има добру ваљаност приликом тестирања статичке равнотеже, као и да су резултати у корелацији са другим тестовима.

## 2.7 Значај равнотеже код младих спортиста

У великом броју спортова је равнотежа битан фактор за постизање успеха, тако да је њено тестирање и усавршавање веома важно. За постизање хармоничног развоја, неопходно је развити све моторичке способности, а не само оне које су од пресудног значаја за резултат. Постоји велики број истраживања која се односе на евалуацију





статичке и динамичке равнотеже код спортиста у различитим спортовима, са циљем да се нађу начини одржавања равнотеже код различитих спортова (Paillard, 2002; Kruger, 2004; Shaw, 2008; Matsuda, 2010; Paillard, 2006) док се нека односе на упоређивање способности равнотеже код спортиста који се баве различитим спортским активностима (Davlin, 2004; Perrin, 2002; Bressel, 2007). Неколико истраживања је имало за узорак спортисте у периоду адолесценције (Stepinski, 2003; Emery, 2005; Cowley, 2006; Gualtieri, 2008), а само једно у дечјем узрасту (Ricotti & Ravaschio, 2011). У естетским спортовима равнотежа директно утиче на резултат, јер се сваки губитак равнотеже означава као грешка.

Други значајан разлог је повезаност равнотеже и спортских повреда, које се пре свега односе на повреде скочног и коленог зглоба, али се у истраживањима показало да првенствено код спортиста мушког пола. Тренинг равнотеже је ефикасан, као део програма целокупне моторике, када се гледају ефекти на превенцију спортских повреда, или равнотежа као предиктор повреда скочног зглоба (McGuine et al., 2000; Hrysomallis, 2007; Guskiewicz, 2011; Gioftsidou et al., 2012; Zemkova, 2013).

## **2.8 Равнотежа гимнастичара**

Како је равнотежа компонента гимнастике, ова способност се често везује за гимнастичаре. Дobar гимнастичар мора да поседује добру способност одржавања и динамичке и статичке равнотеже како би успешно изводио гимнастичке вежбе. У прегледном истраживању Hrysomallis (2011) наводи да се у највећем броју истраживања равнотежа код гимнастичара упоређује са равнотежом контролне групе неспортиста (Asseman et al, 2008; Davlin, 2004; Vuillerme et al., 2001; Aydin et al., 2002; Carrick et al., 2007) и две студије које их упоређују са другим спортистима (Bressel et al., 2007; Davlin, 2004). Само у студији Vuillerme et al. (2001) није постојала статистички значајна разлика у способности одржавања равнотеже, али аутор сматра да се ради о малом узорку. Када се ради о тесту чије трајање прелази 20 s, гимнастичари остварују боље резултате од неспортиста (Asseman et al., 2008; Davlin, 2004; Vuillerme et al., 2001; Aydin et al., 2002; Carrick et al., 2007), али не и када тест траје мање 20 секунди (Bressel et al., 2007; Davlin, 2004). Како гимнастичари у својим



вежбама одржавају равнотежу у вежбама нешто дуже од 2 s, за ауторе је ово изненађујући податак.

У истраживањима (Asseman et al., 2008; Bressel et al., 2007; Aydin et al., 2002) гимнастичари имају супериорнију статичку равнотежу на једној ноzi, као и бољу динамичку равнотежу на обе ноге (Davlin, 2004), али не и статичку равнотежу на обе ноге (Asseman et al., 2008; Bressel et al., 2007; Aydin et al., 2002). Равнотежа на једној ноzi се може сматрати захтевном, али гимнастичари је често увежбавају, јер у својим вежбама имају овакве вежбе (на пример: вага на греди и партеру), док се равнотежа на обе ноге може сматрати лаком и неспецифичном за гимнастичаре.

Важно је напоменути да су гимнастичари лакши и имају краће екстремитете у поређењу са другим спортистима, што у компаративним студијама може утицати да резултате (Davlin, 2004). Нормализација равнотежних скорова у вези са висином и дужином екстремитета мора се узети у обзир када се упоређују групе са приметним разликама у грађи или маси тела (Bressel et al., 2007). Резултати истраживања (Davlin, 2004) указују да у поређењу са фудбалерима и пливачима, гимнастичари имају бољу равнотежу на обе ноге, на стабилометру. У каснијем истраживању Hosseinimehr et al. (2009) су утврдили да гимнастичари имају бољу равнотежу од фудбалера и рвача приликом тестирања у различитим условима. Bressel et al. (2007) коришћењем BESS и SEBT нису пронашли разлике у статичкој и динамичкој равнотежи између гимнастичара и фудбалера, али су гимнастичари постигли боље резултате од кошаркаша. Доскоци у гимнастици, који захтевају одржавање равнотеже након извођења веома сложених елемената (партер, греди и доскоци са осталих гимнастичких справа) боље утичу на развој равнотеже у односу на друге спортове.



### 3 ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

Досадашња истраживања обједињују научне и стручне радове, објављене између 1995-2012. године. Прикупљена истраживања се, условно, могу поделити у четири групе:

1. Истраживања подручја равнотеже у спортској гимнастици;
2. Истраживања у спортској гимнастици везана за дисциплину греда;
3. Равнотежа приликом извођења става у упору;
4. Утицај различитих програма вежбања на способност равнотеже.

#### 3.1 Истраживања подручја равнотеже у спортској гимнастици

**Vullerme i Nougier** (2001) су на узорку истраживали утицај концентрације на одржавање равнотежних положаја. Спортисти су имали задатак да што брже одговоре на изненадни звучни сигнал и то док стабилно седе и у три стојећа става. Резултати су показали да захтевност положаја захтева већу концентрацију испитаника. Гимнастичарима је потребна мања концентрација за одржавање става на једној ноzi. Закључак аутора је да су гимнастичари показали потребу мање концентрације за одржавање равнотеже у односу на друге спортисте.

**Vullerme и саp.** (2002) су имали за циљ да истраже да ли гимнастичари имају стабилнији стојећи став од других спортиста и колико вид утиче на извођење тестова равнотеже код гимнастичара. Узорак је чинило 6 врхунских гимнастичара и 6 врхунских спортиста у другим спортовима. Задатак је био одржавање равнотеже у три положаја: стојећи суножни, став на једној ноzi и став на нестабилној подлози. Сваки став је тестиран са отвореним и затвореним очима. Резултати су показали да одржавање равнотеже зависи од тежине задатка, као и да су обе групе имале сличне резултате. Код одржавања равнотеже са затвореним очима, гимнастичари су постигли боље резултате и боље су користили одржавали равнотежу.



**Davlin** (2004) испитује динамичку равнотежу код врхунских спортиста (Division I, професионални, врхунски и олимпијски ранг такмичења). У истраживању су учествовали гимнастичари и гимнастичарке ( $n=57$ , узраста  $M$  17.3 год.,  $SD = 4.1$  год.), фудбалери ( $n = 58$ , узраста  $M = 19.8$  год.,  $SD = 1.6$ ), пливачи ( $n = 70$ , узраста  $M = 17.1$  год.,  $SD = 2.5$ ) и особе које нису имале такмичарско искуство у спорту ( $n = 61$ , узраста  $M$  16.8 год.,  $SD = 2.0$ ). Динамичка равнотежа је тестирана на стабилометру, са захтевом да се одржава постојања тела на нестабилној подлози, у хоризонталној позицији, у трајању од 30 s. Сваки испитаник је имао три увежбавања, која су пратила седам извођења теста. Анализа је показала бољу равнотежу код спортиста и гимнастичари су имали боље резултате у поређењу са другим спортистима. Није постојала статистички значајна разлика у извођењу између мушкараца и жена. Умерена до негативне корелације утврђена је између динамичке равнотеже и висине и масе тела испитаника.

Циљ студије **Vuillerme & Nougier** (2004) био је утврдити како ће додатни задатак неопходан за постуралну контролу током стајања, коришћењем парадигме „дуплог задатка“ код врхунских гимнастичара ( $n=7$ ) и врхунских спортиста у другим спортовима ( $n=7$ ). Субјекти су изводили три различита става (на обе ноге, на једној ноzi, на једној ноzi на нестабилној подлози), како би се утврдило да ли сложеност задатка утиче на извођење код ових група спортиста. Према COP померању, резултати су показали да додатни задатак неопходан за регулацију постојења расте са сложеносту постуралног задатка и код обе групе спортиста. Овај ефекат је мањи код гимнастичара током става на једној ноzi.

У својој студији **Baryaktar** (2005) је упоређивао „Фламинго“ тест равнотеже код спортиста у различитим спортовима. Закључак аутора је да се резултати на „Фламинго“ тесту значајно разликују између гимнастичара, атлетичара и пливача ( $p<.001$ ), у корист гимнастичара.

**Asseman et al.** (2008) има за циљ да анализира ефекте „искључивања“ вида на способност извођења вежби без губитка равнотеже и постуралну контролу у функцији тежине и специфичности става. Узорак испитаника је чинило дванаест врхунских гимнастичара од којих је захтевано да што дуже одржавају равнотежу у три положаја: на једној ноzi, две ноге и у ставу у упору на рукама. Ставови су ранжирани од најлакшег ка најтежем и специфичнијем.



На успешност извођења састава на греди може утицати анксиозност код такмичарки (Cottyn et al, 2006), пошто се вежбе високе тежине (C, D, E, F) изводе на 10 cm ширине и на висини од 125 cm. Фактори као што су ризик повреде (Kolt & Kirkby, 1994; Sands, 2000) и субјективност бодовања од стране судије доприносе анксиозности. Неколико студија је потврдило да анксиозност може умањити способност извођења састава на греди, јер утиче на повећање мишићне напетости, способности координације и равнотеже.

**Bressel et al.** (2007) су имали за циљ да упореде статичку и динамичку равнотежу између фудбалерки, кошаркашица и гимнастичарки, универзитетских спортисткиња. У истраживању су учествовале 34 испитанице, женског пола прве екипе Националног спортског савеза (National Collegiate Athletic Association Division I): фудбал (n=11), кошарка (n=11) и гимнастика (n=12). Како би се тестирала статичка равнотежа учеснице су изводиле три става са варијацијама (на обе ноге, на једној ноzi и једно стопало иза другог) на две различите подлоге (чврста и нестабилна). За тестирање динамичке равнотеже, учеснице су изводиле „максимални дохват једном ногом у различитим правцима, стајањем на једној ноzi“. Главне мере биле су грешке из BESS теста (Balance Error Scoring System) и нормализоване вредности дистанце дохвата из SEBT теста (Star Excursion Balance Test). Резултати су показали да су грешке BESS теста код гимнастичарки биле 55 % мање него код кошаркашица ( $p = .01$ ) и вредности SEBT теста 7% више код фудбалерки него код кошаркашица ( $p = .04$ ). Закључак аутора је да гимнастичарке и фудбалерке имау бољу равнотежу у поређењу са кошаркашицама и то гимнастичарке статичку, а кошаркашице динамичку равнотежу.

**Kruczkowski** (2007) истражује могућности одржавања равнотеже тела, утврђеним у покушајима специфичним за гимнастику, након кинетичке стимулације. У истраживању су учествовала 32 гимнастичара, који се такмиче на млађем јуниорском, јуниорском и сениорском нивоу. Равнотежа је утврђивана помоћу компјутеризоване тензиометријске платформе. Резултати су показали да стандардни тестови имају висок фактор варијабилности, који умањује значај и сигурност тестирања.

**Yildrm** (2007) је истраживао ефекте гимнастичког програма (осам недеља, два сата недељно) на равнотежу код деце узраста од 5 до 10 година. Вредности на



тестовима статичке равнотеже експерименталне групе су статистички значајно порасле, на нивоу од  $p < .001$ . Просечна вредност на тестирању статичке равнотеже ове групе, на иницијалном мерењу била је 2.69 s, док је на финалном мерењу била 4.18 s.

Циљ истраживања **Carrick et al.** (2007) било је утврђивање разлике између одржавања равнотеже између врхунских гимнастичара и контролне групе неспортиста. Други циљ је био утврдити везе између скорова динамичке постурографије у вези са прилагођавањем и способношћу учења нових гимнастичких вежби. Најважнији циљ је поправити гимнастичко извођење уз смањење могућности повређивања. Компјутерска динамичка постурографија (CDP) обезбеђује резултат одржавања стабилног положаја, показатеље умора и ниво адаптације код врхунских гимнастичарки и контролне групе. Гимнастичари су тренирали нове вежбе и бодови извођења су упоређени са резултатима CDP. Тестови постуралне стабилности су показали да гимнастичари имају бољу постуралну стабилност од контролне групе неспортиста. Гимнастичари који су имали већу способност адаптације били су у могућности да уче и изводе нове вежбе боље него оне са нижим бројем бодова показатеља адаптације и већим бројем бодова показатеља умора. Методологија побољшања функционалне стабилности која није повезана са моторним задацима може да допринесе побољшању спортског извођења и смањењу могућности повређивања.

Циљ истраживања **Hosseinimehr et al.** (2009) био је да се упореди зависност равнотеже и вида код гимнастичара, рвача и фудбалера. Двадесет осам спортиста (8 гимнастичара, старости  $18.2 \pm .75$  год, висине  $178.12 \pm 3.79$  cm, масе  $70.12 \pm 4.94$  kg; 10 рвача, старости  $21.7 \pm 0.7$  година, висине  $177.7 \pm 3.6$  cm, масе  $73.9 \pm 6.0$  kg и 10 фудбалера, старости  $21.7 \pm 0.8$  година, висине  $178.0 \pm 3.7$  cm, масе =  $73.5 \pm 5.9$  kg) добровољно је учествовало у овој студији. Тестирање је обухватило ходање по греди на четири различита начина: 1 – отворених очију (контрола), 2 - затворених очију, 3 - отворених очију са функцијом вибрације и 4 - затворених очију са функцијом вибрације. Статистички значајна разлика постојала је код три групе у два услова: 1- затворених очију ( $p \leq .05$ ), 2 - затворених очију са функцијом вибрација ( $p \leq .05$ ). Утврђено је да су гимнастичари постигли боље резултете на тестирању од рвача и фудбалера, док није било значајне разлике између рвача и фудбалера. Закључак аутора је да се специфичним тренингом може утицати на побољшање равнотеже, као што је то



случај код гимнастичара. У Табели 3 приказана су истраживања која истражују разлике у способности одржавања равнотеже између гимнастичара и негимнастичара.

**Peltenburg, Erich, Bernink & Huisveld** (2009) су у свом истраживању дали предлог модела селекције на основу базичних моторичких способности. У оквиру батерије тестова, укључена је и равнотежа, као један од критеријума за селекцију младих гимнастичарки. Коришћена је комбинација два стандардна теста: ставови и ходање по греди. Узорак су чиниле четири групе младих гимнастичарки узраста од 8 до 11 година. Резултати су показали да група „талентованих“ гимнастичарки ( $n=23$ , национални ниво такмичења) имала бољу равнотежу у односу на контролну групу ( $n=37$ , почетни ниво) и групу девојчице које се не баве гимнастиком ( $n=32$ ). Резултати су показали да равнотежа не зависи од узраста, висине тела, масе тела, као и да до стабилизације равнотеже долази пре осме године. Четврту групу ( $n=192$ ) чиниле су девојчице које су учествовале у процесу селекције у периоду од 1979. до 1980. године. Ова група је подељена 1981. године на неселектовану групу ( $n=121$ ), а девојчице које су одустале од даљег вежбања чиниле су другу групу млађих талентованих девојчица ( $n=42$ ), трећу групу чиниле су млађе талентоване девојчице ( $n=16$ ) и четврту групу старије талентоване девојчице ( $n=13$ ). Резултати ових група остварени су у току процеса селекције. Две талентоване групе показале су боље резултате на тестовима равнотеже у односу на групе које су одустале од вежбања. Није постојала повезаност између равнотеже и резултата осталих тестова. Резултати су показали да способност равнотеже може бити критеријум при селекцији младих гимнастичарки.

**Garcia et al.** (2011) истражују утицај гимнастичког тренинга на постуралну контролу са или без визуелних информација, код деце узраста 5–7 и 9–11 година старости. Тестови су извођени на платформи са отвореним и затвореним очима до 30 s трајања. Циљ је био утврђивање ефеката гимнастичког тренинга, узраста и визуелне контроле. Млађе гимнастичарке су показале бољу постуралну контролу у поређењу са контролном групом девојчица, које се нису бавиле спортом. Визуелна контрола није утицала на побољшање резултата код контролне групе.

**Alapkaya et al.** (2013) истражују везу између губитака равнотеже у вежбању на партеру код гимнастичара на 17. Интернационалном гимнастичком такмичењу и антропометријских карактеристика и тестова равнотеже у лабораторијским условима.



У студији је добровољно учествовало 15 гимнастичара (узраста  $19.93 \pm 2.98$  година; гимнастичког стажа  $12.87 \pm 3.68$  година). Састави на партеру су снимљени како би се утврдили губици равнотеже у току сваке вежбе. Осим равнотеже, варијабле су обухватиле и тежину, висину, распон руку, дужину ногу и торзоа. Није утврђена значајна повезаност између губитака равнотеже на партеру и резултата на тестовима равнотеже ( $p > .05$ ). Такође није утврђена повезаност између губитака равнотеже и гимнастичког стажа, висине, тежине, распона руку, дужине торзоа и ногу ( $p > .05$ ). Утврђена је негативна корелација између теста динамичке равнотеже и масе тела ( $r = -.565$ ,  $p < .05$ ) и између статичке равнотеже са затвореним очима и узраста ( $r = -.582$ ,  $p < .05$ ). Аутори указују на чињеницу да овакви резултати могу да буду последица тога што су губици равнотеже након извођења елемената повезани са извођењем техника гимнастичких вежби.

### 3.2 Истраживања у спортској гимнастици везана за дисциплину греда

**McLaughlin, Geiblinger & Morrison (1995)** су на узорку од осам финалисткиња Светског првенства истраживали кинематику одраза приликом саскока са греде. Све гимнастичарке су изводиле саскок салто назад, високе тежине из рондата или премета упором назад. Резултати истраживања су показали да на висину саскока највише утичу вертикална брзина тежишта тела приликом одраза (просечна вредност  $3.01$  m/s. Разлика између висине тежишта тела приликом одраза и максималне постигнуте вертикалне висине код саскока износи  $0,41$  m. Просечно време контакта са гредом је  $0.12$  s. Аутори наводе да је вертикална висина тежишта тела код салта знатно нижа приликом саскока са греде, него на партеру због тврђе подлоге и позиције постављања руку и стопала због смањене површине контакта. Препорука за успешније извођење саскока је ефектнија техника и експлозивнији рондат или прамет, који претходе саскоку као и снажнија екстензија трупа, кукова, колених и скочних зглобова код одраза са греде.

Истраживање **Hars et al. (2005)** има за циљ приказ инструмента за вежбање на греди, који омогућава проучавање динамике силе реакције подлоге током различитих





фаза упора код извођења акробатских елемената. Аутори су се фокусирали на базични елемент, мост назад. Овај инструмент је обухватио четири платформе снаге које мере 3D силе реакције код постављања руку и ногу. Коришћене су Logabex платформе, као и софтвер за кинематичку анализу кретања Vicon 612. У истраживању је учествовало шест гимнастичарки (узраста  $15.83 \pm 3.8$  год., просечне висине  $153.2 \pm 10.8$  cm, просечне тежине  $45.5 \pm 13.4$  kg), националног ранга такмичења, које су изводиле мост назад на греди. Превилно изведене вежбе су укључена у анализу. Закључак аутора је да овај експериментални уређај дозвољава анализу и динамичких и кинематичких мера, са циљем да се разумеју механички аспекти одржавања равнотеже, у условима смањене и подигнуте површине ослонца са високим захтевима контроле.

**Cottyn et al.** (2006) су истраживали такмичарску анксиозност током вежбе на греди код гимнастичарки. Такмичарска анксиозност је одређивана мерењем фреквенце срчаног рада, као и упитницима о нервози у току вежбања, код осам гимнастичарки током једног такмичења и два тренинга. Значајна негативна корелација пронађена је између резултата упитника и извођења вежбе. Није било значајних разлика између оцена судија за извођење и три упитника које су попуњавале гимнастичарке. Такође, није било статистички значајне разлике ни код ретроспективног упитника о нервози. Резултати су такође показали да је фреквенца срчаног рада значајно виша током такмичења него на тренинзима.

У каснијем истраживању, **Cottyn et al.** (2008) су истраживали обрасце фреквенце срчаног рада током припреме за извођење акробатских елемената рондат и прамет назад, које су изводиле гимнастичарке узраста 13,2 године старости. Значајан пораст броја откуцаја срца забележен је код покушаја са падом, али не и код успешно изведених акробатских елемената. Ови подаци указују на то да фреквенца срчаног рада може да буде штетан за извођење комплексних елемената на греди.

**Xiao-an et al.** (2008) извршили су кинематичку анализу салта назад згрченим телом са окретом за  $360^\circ$  на греди, који је извела кинеска гимнастичарка на греди. Циљ истраживања био је утврђивање кључних кинематичких параметара и техничких карактеристика овог елемента, како би се унапредило и усавршило техничко извођење овог елемента и задржала дугогодишња, доминантна позиција кинеских такмичарки на овој справи.



**Бо и Атиковић** (2009) су имали за циљ да утврде фреквенцију изведених плесних елемената на греди и њихов утицај на: полазну оцену (тежнisku вредност), одбитак (грешке у извођењу) и коначну оцену. Узорак је чинило 109 јуниорки које су учествовале на квалификацијама Европског првенства у Бирмингему 2010. године. Истраживање је показало да су гимнастичарке изводиле просечно 4.28 плесних вежби у својим саставима на греди. Највећа фреквенција је утврђена код извођења скока са променом ногу, који је С тежине ( $n=101$ ), и два скока А тежине: „вучији“ скок ( $n=83$ ) и “Sissone” скока (разножење од  $180^\circ$ ) са суножним одразом ( $n=61$ ); као и окрета А тежине: “1/1 окрет ( $360^\circ$ ) на једној ноzi – слободна нога је испод хоризонтале ( $n=66$ ). Регресиона анализа је показала значајан утицај појединих плесних елемената на тежинску вредност вежбе ( $p < 0.05$ ) и коначне оцене на такмичењу. Утицај на извођење није био статистички значајан.

**Mohamed** (2010) истраживао је побољшање нивоа извођења појединих акробатских вежби на греди код гимнастичарки ( $n=8$ ), помоћу плиометријског тренинга за побољшање експлозивне снаге мишића ногу. Експериментална група је била укључена у осмонедељни плиометријски програм, три пута недељно. Процент побољшања био је следећи: 3.5 - 12.34% за пре / средњи тестовима, 2.79 - 16.22% за средњи / пост-тестова и 6.4 - 30.41% за пре/пост - тест. Такође, препоручени програм обуке је довео до побољшања нивоа извођења акробатских елемената. Процент побољшања био је следећи: 10.66 - 13.11% за пре / средњи тестови, 10.99 - 12.29% за средњи / пост-тестова и 22.82 - 27% за пре-/пост- тестова. Ови резултати указују да коришћење плиометријског тренинга побољшава експлозивну снагу ногу и ниво извођења акробатских елемената на греди.

**Atilgan et al.** (2012) истраживали су везу између одржавања равнотеже и губитка равнотеже на греди током задатих серија вежби, као и антропометријских мера и резултата на тестовим статичке и динамичке равнотеже. У истраживању је учествовало 19 гимнастичарки (узраста  $14.53 \pm 2.20$  год., спортског стажа  $9 \pm 3$  год.). Повезаност између губитка равнотеже и способности равнотеже показује Pearson-ова корелација. Резултати указују на негативну корелацију између параметара статичке и динамичке равнотеже и губитка равнотеже на греди ( $p > .05$ ). Постојала је висока негативна повезаност између коначне оцене и губитака равнотеже у серијама ( $p < .01$ ).



Није утврђена статистички значајна веза између губитака равнотеже током серија на греди и параметара тестирања одржавања статичке и динамичке равнотеже ( $p > .05$ ).

**Cottyn et al.** (2012) су истраживали повезаност између функционалних и дисфункционалних емоција током вежбања на греди. Узорак испитаница чинило је 14 гимнастичарки (узраста  $13.2 \pm 2.3$  године; гимнастичког стажа  $7.5 \pm 2.9$  год., висине  $1.54 \pm 0.09$  m; масе тела  $44.2 \pm 9.2$  kg). Гимнастичарке су изводиле вежбу на греди на три различите висине. Аутори си се фокусирали на акробатске елементе, за које се претпоставља да су узроци анксиозности у току вежбања.

**Potop et al.** (2013) су имали за циљ да изврше биомеханичку анализу саскока са греде, помоћу тове технологије за биомеханичку анализу. У студији је учествовало 6 румунских гимнастичарки узраста 12 – 14 година. Резултати су показали да се овом методом могу анализирати најважније фазе саскока са греде код гимнастичарки, почетни положај након премета опором назад или рондата, положају у салту и postura тела у положају доскока са греде, а са циљем да се унапреде и развију програми тренинга на овој справи и саскока као важног дела састава на греди.



**Табела 3.** Равнотежа гимнастичара у поређењу са другим спортистима (Hrysomallis, 2011)

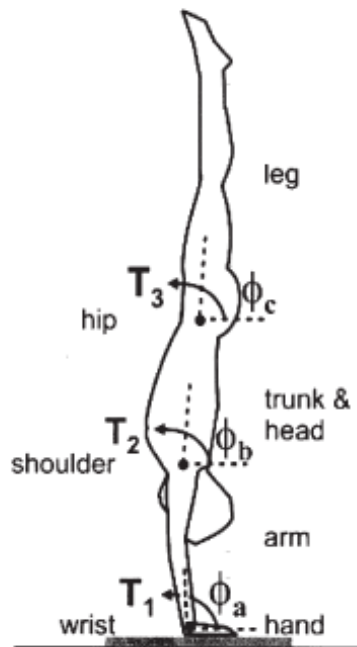
Студија (Година)	Број спортиста и пол	Тестови равнотеже	Значајни резултати
<b>Vuillerme et al. (2001)</b>	Гимнастичари, 6 Контролна група, 6	Статичка равнотежа, платформа снаге, СоР њихање, босих ногу, 10 с, На обе ноге, на једној ноzi, на једној ноzi на сунђеру, са отвореним очима, са затвореним очима	Нема разлике у тестовима са отвореним очима (мали узорак). Гимнастичари су бољи на тестовима са затвореним очима и на једној ноzi
<b>Aydin et al. (2002)</b>	Гимнастичарке, 20 Контролна група, 20	Стајање на једној ноzi 60 s са отвореним очима, затим 60 s са затвореним очима на мекој подлози другом ногом.	Гимнастичари имају бољу равнотежу. Нема разлике између екстремитета (л/д) између група.
<b>Davlin (2004)</b>	Гимнастичари, 29 м, 28 ж Пливачи, 32м, 38 ж Фудбалери, 30м, 28ж Контролна група, 31м, 30ж	Динамичка равнотежа, стабилومتر, на две ноге, 30 s одржавање на платформи под углом од 5°	Гимнастичари имају бољу равнотежу од осталих, док сви спортисти имају боље резултате од контролне групе. Нема разлике између пливача и фудбалера, као ни између полова.
<b>Bressel et al. (2007)</b>	Гимнастичарке, 12ж Фудбалерке, 11ж Кошаркашице, 11ж	Статичка равнотежа, BESS, на две ноге, на једној ноzi, једна иза друге на стабилној и нестабилнох подлози, 20 s са затвореним очима. Динамичка равнотежа, SEBT, резултати нормализовани у односу на дужину екстремитета	Нема разлике између гимнастичарки и фудбалерки. Гимнастичарке имају бољу статичку равнотежу од кошаркашица, а фудбалерке динамичку.
<b>Carrick et al. (2007)</b>	Гимнастичари, 156 м/ж Контролна група, 80 м/ж	Статичка равнотежа, платформа снаге на струњачи, СоР њихање, 25 s, на обе ноге, са затвореним очима	Гимнастичари имају бољу равнотежу.
<b>Asseman et al. (2008)</b>	Гимнастичарке, 13ж Контролна група, 13 ж	Статичка равнотежа, платформа снаге, СоР њихање, 30 s, боси, на једној ноzi, на обе ноге, са отвореним и затвореним очима	Гимнастичарке имају бољу равнотежу на једној ноzi са отвореним очима.

Легенда: м –мушкарци, ж - жене



### 3.3 Равнотежа приликом извођења става у упору

Став у упору на рукама је једна од базичних вежби у женској и мушкој спортској гимнастици. У својој статичкој форми, ова вежба служи као почетни и завршни положај многих вежби, док је у динамичкој форми, или основа или компонента кретања. Још у најранијем узрасту, овој вежби се посвећује велика пажња код обуке и усавршавања технике, јер су техника и стабилност става у упору услов за признавање многих вежби у спортској гимнастици. Осим на греди и партеру, став у упору и његова техничка перфекција су од кључне важности и за двовисински разбој, јер је крајњи положај става у упору једне вежбе, почетни положај у извођењу следеће (Hedbavny et al., 2014). Утврђено је да код усправног става постоје две стратегије контролисања и одржавања положаја тела, приликом губитка равнотеже: стратегија скочног зглоба и стратегија кука (Yeadon & Trewartha, 2003). Стратегија зглоба је веома корисна за мале, споре поремећаје, док се стратегија кука користи за велике или брзе поремећаје равнотеже или када је база ослонца мала (Horak & Nashner, 1986).



Слика 5. Приказ четворо-сегментног модела гимнастичара у ставу у упору на рукама (Yeadon & Trewartha, 2003).



Код одржавања равнотеже упором на рукама, тело је у обрнутом положају и еквивалент контролисања положаја код усправног става, су стратегија ручног зглоба и стратегија кукова или рамена. Пошто је циљ става у упору да руке остану непокретне, могло би се очекивати да се зглобна стратегија користи јер је цело тело у близини вертикале, међутим пошто је површина ослонца мала, може бити потребна стратегија кука за контролисање равнотеже (Yeadon & Trewartha, 2003).

**Slobounov & Newell** (1996) су компаративном анализом усправног става и става у упору на рукама између гимнастичара и скакача у воду обезбедили информације о карактеристикама испитиваних ставова. Аутори су посебну пажњу посветили стратегијама одржавања става у упору и компензаторним покретима како би се одржала равнотежа. Утврђено је да је центар притиска значајно већи код става у упору него код усправног става. Нестабилност у ставу у упору се повећавала након 15 секунди одржавања равнотеже и тада су увођени компензаторни покрети тела. Аутори предлажу даља истраживања како би се утврдио допринос ових покрета и узроци нестабилности.

**Yeadon & Trewartha** (2003) истраживали су стратегије контролисања става у упору на рукама код гимнастичара. Четири гимнастичара је изводило равнотежу упором на рукама, док је дводимензионална инверзна динамика коришћена за утврђивање обртног момента у зглобовима шаке, рамена и кукова у сагиталној равни. Утврђено је да сви гимнастичари користе „стратегију“ ручног зглоба са временским кашњењем од 160 до 240 msec.

**Asseman & Gahery** (2005) анализирају утицај положаја главе и визуелног стања на контролу равнотеже код става у упору на рукама, који захтева адаптацију сензорне обраде информација. Пет врхунских гимнастичара је учествовало у истраживању. Трајекторија центар притиска и кинематика различитих сегмената тела је забележена. Гимнастичарима је наложено да одрже три става у упору што је дуже могуће, са четири различита положаја главе, са и без визуелне контроле. Извођење и постурална стабилност били су много бољи у стандардним позицијама и са визуелном контролом. Иако је јасно да вид игра важну улогу, аутори истичу да тонус вратних мишића такође у великој мери доприноси контроли става у упору.



**Sobera (2007)** анализира процес одржавања положаја става у упору и у усправном ставу на прстима, који обухватају базичне елементе у спортској и ритмичкој гимнастици. У истраживању је учествовало десет гимнастичарки чији је став у упору анализиран. Став у упору на платформи Kistler за период од 10 секунди и 20 секунди. Трајекторија тежишта је снимана у току извођења елемента. Резултати су показали да се девијације јављају углавном у сагиталној равни, за разлику од положаја на прстима где су фронтална померања центра тежишта важна за стабилност. Најважније корекције у ставу у упору су у зглобу шаке.

Истраживање **Gautier, Thouvare & Chollet (2007)** имало је за циљ да пружи више информација о постуралној контроли приликом извођења става у упору. Истраживан је утицај периферног и централног вида на извођење. Анализирани су померање центра притиска, углови између сегмената тела и висина код става у упору. Аутори су закључили да је контрола слична као код контролисања усправног става и да визуелна контрола доприноси постуралној регулацији.

**Mohammadi et al. (2011)** истражује улогу обртног момента у зглобовима рамена и кукова приликом одржавања равнотеже у ставу у упору код десет гимнастичара (просечне старости  $18-21 \pm 1.1$  година, висине  $165-169 \pm 4.2$  cm и тежине  $60.4 \pm 3.9$  kg). Сниман је став у упору у трајању од пет секунди, а на телу вежбача је постављено осам маркера. Аутори су користили софтвер „Winanalyze“ за добијање кинематичких података о положају, брзини и угаоном убрзању, док је софтвер „Bioware“ коришћен за добијање кинетичких података. Антропометријске мере укључивале су дужину и тежину екстремитета и центар тежишта. За израчунавање обртног момента коришћен је „Matlab“ софтвер. Највеће угаоне промене уочене су у зглобу шаке, затим рамена, кука, колена и лакта.

**Hedbavny и сарадници (2014)** у прегледном истраживању указују на значај става у упору као једне од базичних структура кретања у гимнастици. Одржавање равнотежног положаја у ставу у упору је условљено физиолошким и физичким карактеристикама вежбача. Са физиолошке тачке гледишта важни резултати су из истраживања функција вестибуларног апарата, чула вида, проприоцепције, централног нервног система и моторних јединица и њиховог учествовања у одржавању равнотеже. Друго важно питање је повезаност између различитих мишићних група и нивоа



равнотеже. Још један од фактора који утиче на максимално време одржавања става у упору је позиција главе и улога чула вида.

**Croix et al.** (2010) су имали за циљ да истраже да ли додир надколена од стране тренера смањује постурални „*њих*“ приликом одржавања става у упору. Померање центра тежишта код осам гимнастичарки, забележено је у четири услова: са отвореним и затвореним очима, са или без додиривања надколенице док су учесници одржавали став у упору. Резултати су показали да са отвореним очима померање опада у латералном али не и у правцу напред-назад, као и да средња вредност брзине померања опада приликом помагања. Ови резултати указују на првенство сензорних информација у одржавању става у упору.

### **3.4 Утицај различитих програма вежбања на способност одржавања равнотеже**

Познато је да тренинг равнотеже умањује ризик од повреда као што су уганућа стопала, нарочито уколико једна или више компоненти које су важне за одржавање равнотеже нису оптималне (на пример: проприоцепција или обим покрета). Тренерима су доступни различити програми тренинга равнотеже, који могу бити ефективни (Vent et al., 2004).

**Кауарнар** (2010) има за циљ евалуацију ефеката програма вежбања на динамичку равнотежу код деце предшколског узраста (5-7 година старости). Група од укупно 80 испитаника била је подељена на експерименталну (20 девојчица и 20 дечака) и контролну групу (20 девојчица и 20 дечака). Експериментална група је била укључена у програм у трајању од 1h, три пута недељно, током три месеца. Експериментални програм је обухватио вежбе за развој моторичких способности, вежбе за постуру и игре за децу. Способност равнотеже утврђена је помоћу платформе „*Lafayette 16020*“. Разлике у резултатима између експерименталне и контролне групе добијене су помоћу t-теста, на нивоу значајности ( $p < .05$ ). Резултати су показали да постоји статистичка значајност између првог и пост-теста ( $p < .001$ ) код експерименталне групе, док код контролне није постојала значајна разлика ( $p < .05$ ).





Између финалног тестирања било је разлике у корист експерименталне групе ( $p < 0.001$ ). Резултати указују на позитивне ефекте програма вежбања на динамичку равнотежу код предшколске деце.

Још једно истраживање **Altinkök** (2007) на узорку предшколске деце (5-6 година старости) показало је позитивне ефекте четворонедељног програма на побољшање статичке равнотеже (ниво значајности  $p < .001$ ). Код контролне групе резултат на првом тестирању био је 28.03 s, док је на другом био 23.79 s. Код експерименталне групе пре-тест и пост-тест вредности биле су 28.09 s и 41.55 s.

**Kiomourtzoglou et al.** (1997) утврдили су да постоји статистички значајна разлика у одржавању статичке равнотеже, у корист групе спортиста који су били укључени у програм ритмичке гимнастике у поређењу са контролном групом. Узорак су чинила деца од 9 до 15 година старости, а закључак аутора је да са узрастом расте и способност одржавања равнотеже.

**Yldrm** (2007) је утврђивао побољшање у статичкој равнотежи код деце узраста од 5 до 10 година старости која су била укључена у гимнастички програм у трајању од два сата, током осам недеља. Побољшање код експерименталне групе било је на нивоу значајности  $p < .001$  између вредности пре и пост-теста. На првом тестирању средња вредност на тесту статичке равнотеже износила је 2.68 s, док је на пост-тесту 4.18 s.

**Atilgan** (2013) истражује ефекте програма вежбања на трамполини у трајању од 12 недеља, на статичку и динамичку равнотежу, вертикални скок и снагу ногу код дечака, неспортиста, ( $n=28$ ) узраста од 9 до 10 година. У експерименталној групи било је 15, а у контролној 13 дечака. Резултати су указали на значајне разлике ( $p < .05$ ) између испитиваних варијабли експерименталне и контролне групе. Тренинг у трајању 12 недеља на трамполини значајно је утицао на побољшање резултата статичке и динамичке равнотеже и извођења вертикалног скока, док није било побољшања код равнотеже на једној ноzi. Аутори препоручују тренинг на трамполини за побољшање равнотеже и вертикалног скока код деце.



### 3.5 Критички осврт на досадашња истраживања

Досадашња истраживања истичу значај равнотеже за врхунско извођење техника различитих елемената и превенцију повреда код спортиста, овој области се тек последњих година посвећује више пажње. Преглед досадашњих истраживања обухвата резултате 37 радова (Табела 4) објављених у референтним часописима после 2000. године. Прегледна истраживања значајано доприносе у сумирању досадашњих резултата (Hrysomallis, 2011; Zemkova, 2011; Panjan & Sarabon, 2010) и указују на актуелност и значај истраживања ове области.

**Табела 4.** Класификација досадашњих истраживања

Истраживања	Број радова
Равнотежа у спортској гимнастици	14
Истраживања у спортској гимнастици везана за дисциплину греда	10
Равнотежа приликом извођења става у упору	8
Ефекти различитих програма на способност одржавања равнотеже	5

Hrysomallis (2011) упоређује резултате истраживања равнотеже: између гимнастичара и других спортиста; способност равнотеже у различитим спортовима; разлике у равнотежи у зависности од такмичарског нивоа; везе између равнотеже и параметара технике извођења вежби; утицај тренинга равнотеже на успешност у одређеном спорту или на моторичке способности; предлог механизма за унапређење тренинга равнотеже. Аутор није пронашао ни једно истраживање везе између равнотеже и успеха у гимнастици, као ни компарације способности равнотеже код гимнастичара различитог нивоа такмичења.

Постоји велики број примера у литератури која се баве проблемом равнотеже, а за узорак испитаника имају одрасле спортисте, који се такмиче у једном спорту (Paillard, 2002; Kruger, 2004; Shaw, 2008; Matsuda, 2010; Paillard, 2006) или различите групе одраслих спортиста из различитих спортова (Davlin, 2004; Perrin, 2002; Bressel, 2007), како би се пронашли препознатљиви обрасци одржавања равнотеже у



---

различitim sportovima. Неколико истраживања испитује равнотежу код спортиста адолесцената, док је мало истраживања која испитују равнотежу код деце млађег школског и предшколског узраста.

Оно што је специфично за истраживања у области спортске гимнастике је мали број испитаника који учествују у истраживању. Углавном су то врхунски такмичари, који представљају репрезентативан узорак. Међутим, да би се допринело усавршавању гимнастичког тренинга, неопходна су истраживања специфичности равнотеже код гимнастичара у млађим узрастним категоријама. Ово је важно због значаја равнотеже за постизање успеха у гимнастици, али и у превенцији повреда, јер је повезаност између равнотеже и спортских повреда доказана у бројним истраживањима.

Преглед досадашњих истраживања омогућио је дефинисање метода истраживања које ће допринети дефинисању модела равнотеже у вежбању на греди.



---

## 4 ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

За остваривање врхунских резултата у женској спортској гимнастици неопходан је и успех у вежбању на греди. Ова дисциплина се због својих специфичних карактеристика разликује од осталих справа женског вишебоја (прескок, двовисински разбој и партер). Смањена површина ослоња на 10 cm ширине и висина греде од 120 cm захтевају од гимнастичарки, осим осталих способности које су неопходне за извођење елемената спортске гимнастике, равнотежу на високом нивоу.

**Предмет** истраживања је равнотежа као фактор успеха извођења састава на греди код учесница на интернационалном гимнастичком турниру „Лаза Крстић и Марица Џелатовић“, децембра 2012. године у Новом Саду.



---

## 5 ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљ овог истраживања је дефинисање модела равнотеже као фактора успеха у вежбању на греди код гимнастичарки.

Поред основног циља дефинисани су и посебни циљеви:

- 1) Утврдити ниво статичке равнотеже код гимнастичарки помоћу тестова за статичку равнотежу;
- 2) Утврдити ниво динамичке равнотеже код гимнастичарки помоћу тестова за динамичку равнотежу;
- 3) Утврдити ново снаге доњих екстремитета код гимнастичарки помоћу варијабли два протокола вертикалног скока на тензиометријској платформи;
- 4) Утврдити ниво успешности на греди помоћу оцене на такмичењу.

Задачи истраживања су:

- Одабир тестова који ће на најбољи могући начин омогућити остваривање постављених циљева;
- Реализација тестирања и снимање тестова које ће оцењивати експертска комисија;
- Објективно оцењивање и смањење грешака које се могу јавити приликом тестирања, тако што ће извођење тестова бити снимљено камером и касније оцењено уз помоћ експертске комисије. На овај начин ће се значано смањити и време тестирања, што је значајно јер ће се тестирање обавити пре такмичења;
- Статистичка обрада података;
- Интерпретација добијених резултата.



## **6 ХИПОТЕЗЕ**

На основу циља и предмета истраживања могуће је дефинисати хипотезе, од којих су три основне ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$ ) и шест помоћних хипотеза ( $X_{2/1-2/2}$  и  $X_{3/1-3/4}$ ).

**$X_1$  – Очекује се вишедимензионални модел структуре равнотеже код гимнастичарки.**

**$X_2$  – Постоје значајне релације равнотеже са успехом у извођењу састава на греди.**

$X_{2-1}$  - Постоје значајне релације статичке равнотеже са успехом у извођењу састава на греди.

$X_{2-2}$  - Постоје значајне релације динамичке равнотеже са успехом у извођењу састава на греди.

**$X_3$  – Постоји значајан утицај равнотеже на успех у извођењу састава на греди.**

$X_{3-1}$  - Постоји значајан утицај статичке равнотеже на успех у извођењу састава на греди.

$X_{3-2}$  - Постоји значајан утицај динамичке равнотеже на успех у извођењу састава на греди.

$X_{3-3}$  - Постоји значајан утицај антропометријских варијабли на успех у извођењу састава на греди.

$X_{3-4}$  - Постоји значајан утицај снаге доњих екстремитета на успех у извођењу састава на греди.



## 7 МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

### 7.1 Узорак испитаника

Узорак испитаника чини 47 такмичарки међународног меморијалног турнира „Лаза Крстић и Марица Целатовић“, узраста од 8 до 13 година. Тестирања је обављено у Соколском друштву „Војводина“ у Новом Саду, у сарадњи са Гимнастичким савезом Србије, децембра 2012. године. На такмичењу су учествовале гимнастичарке из осам европских држава: Словеније, Хрватске, Аустрија, Данске, Шведске, Румуније, Бугарске и Србије (Слика 6).



Слика 6. Учеснице финала меморијалног турнира “Лаза Крстић и Марица Целатовић“, одржаног 2012. године у Новом Саду

Такмичење се одржало у четири категорије, према узрасту. У истраживању су учествовале такмичарке две узрастне категорије:

- I категорија – узраста од 8 до 10 година;
- II категорија – узраста 11 до 13 година.



## **7.2 Узорак мерних инструмената**

Овим истраживањем су обухваћене следеће варијабле:

1. Антропометријске – за процену и дефинисање морфолошког статуса испитаница;
2. Моторичке – за процену равнотеже и снаге доњих екстремитета код испитаница;
3. Резултати постигнути на греди – за процену успешности на греди код испитаница.

### **7.2.1 Антропометријске варијабле**

За процену морфолошких карактеристика примењено је 14 варијабли:

1. Лонгитудинална димензионалност скелета (5 варијабли);
2. Трансверзална димензионалност скелета (5 варијабле);
3. Волумен и маса тела (1 варијабла);
4. Телесни састав (3 варијабле).

### **7.2.2 Моторичке варијабле**

I За процену моторичких способности примењени су тестови за процену:

1. Опште статичке равнотеже (4 варијабле);
2. Опште динамичке равнотеже (6 варијабли);
3. Специфичне статичке равнотеже (3 варијабле);





4. Специфичне динамичке равнотеже (3 варијабле).

II За процену снаге ногу примењена су два протокола тестирања (8 варијабли):

### **7.2.3 Варијабле успешности на греди**

За процену успешности на греди примењене су три варијабле (полазна оцена, оцена за извођење и коначна оцена), добијене из званичног билтена такмичења.

## **7.3 Организација и поступци мерења**

За потребе истраживања, у сарадњи са Гимнастичким Савезом Србије и соколским друштвом „Војводина“ из Новог Сада, тестирање је извршено у малој сали соколског друштва. Обезбеђени су следећи оптимални услови за тестирање:

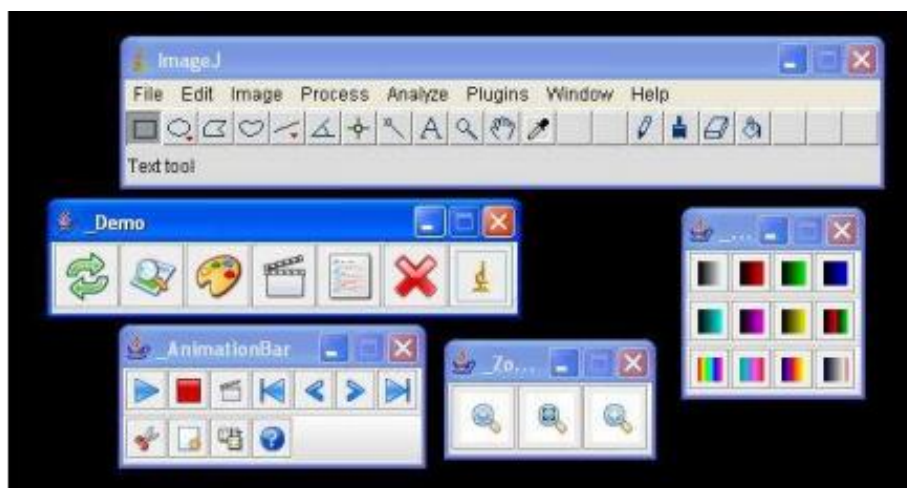
- тестирање је обављено у преподневним часовима, пре почетка такмичења;
- сала за тестирање је била унапред припремљена, добро осветљена и са температуром од 20 до 22° C;
- радна места и мериоци на сваком од њих такође су били унапред припремљени;
- испитанице су током тестирања биле обучене у гимнастичке трикое и босе.

Испитанице, њихови тренери и родитељи унапред су упознати са циљем истраживања и потписали су сагласност за учествовање у истраживању, у складу са Хелсиншком Декларацијом о правима детета. Ова обавештења била су послата електронским путем гимнастичким клубовима који су учествовали на турниру. На састанку за тренере била је подељена сатница тестирања за сваку од екипа и редослед тестова.



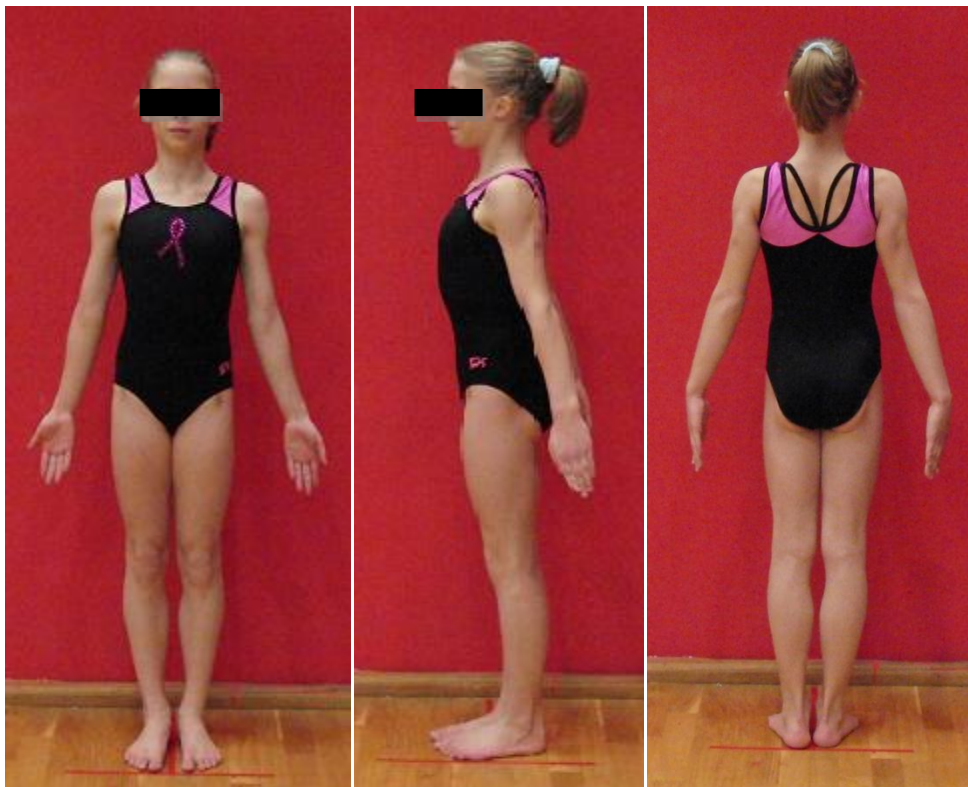
### 7.3.1 Мерни инструменти за процену антропометријских варијабли

Узорак антропометријских варијабли, како би се утврдиле њихове релације са равнотежом, чине варијабле за процену морфолошких карактеристика. За добијање варијабли биће коришћен програм *ImageJ*, који је веома прецизан, објективан и једноставан за примену. Овај програм се користи за израчунавање дужине и углова анатомских и антропометријских мера (Стефановић и сар., 2012).



Слика 7. Изглед прозора у програму ImageJ

За снимање дигиталних фотографија коришћена је камера (Casio FX) која је постављена на удаљености од 4 m и оптималну висину у односу на субјекте, како би били снимани под истим условима. За калибрацију дигиталног система коришћена је дигитална фотографија објективно познате дужине (2 m). Само су варијабле висина тела (AVIS) и дијаметар стопала (ADST) мерене антропометром.



Слика 8. Позиције испитаница на дигиталним фотографијама

За процену лонгитудиналне димензионалности скелета коришћене су варијабле:

1. **Висина тела (AVIS)** – мерена антропометром;
2. **Дужина руке (ADUR)** – мерена од врха рамена (акромион) до врха испруженог средњег прста. Рука је опружена и затегнута;
3. **Дужина шаке (ADUŠ)** – мерена од зглобне бразде директно испод *thenar eminence* до врха испруженог средњег прста. Шака је опружена и затегнута, са дланом постављеним према телу;
4. **Дужина ноге (ADUN)** – вертикално растојање од врха *spina iliaca anterior superior* до пода. Ноге су опружене и затегнуте;
5. **Индекс дужина ноге-висина (IDNV)** – однос између дужине ноге и телесне висине.



За процену трансверзалне димензионалности скелета:

1. Ширина рамена (**AŠRA**) – мерена хоризонтално од тачака максималног пружања *m.deltoideus*, на горњој, спољној страни руку и рамена;
2. Дијаметар стопала десне ноге (**ADSD**) – мерен скраћеним антропометром;
3. Дијаметар стопала леве ноге (**ADSL**) - мерен скраћеним антропометром;
4. Ширина кукова (**AŠKU**) – хоризонтално растојање између максималних пројекција великих трохантера (*trochanter major*) на глави бутне кости (*femur*).
5. Андрогени индекс (**ANDR**) – однос између ширине рамена и кукова.

За утврђивање волумена и масе тела биће утврђена само једна варијабла:

1. маса тела (**AMAS**) у *kg*.
- За процену телесне композиције коришћена је дигитална вага *Omron BF511* (Слика 9), клинички тестирана. Вага даје велики број параметара телесне композиције, од којих су коришћени:
    1. Укупна телесна масноћа (0.1%) (**AUTM**);
    2. ВМІ - Body Mass Index (**ABMI**);
    3. Базални метаболизам (KCal) (**ABAM**);

Сви параметри масе и телесне композиције су добијени на самом мерењу потиском испитаника на вагу у усправном ставу са рукама у предручењу.



**Слика 9.** Дигитална вага за процену телесне композиције Omron BF511



### 7.3.2 Мерни инструменти за процену статичке равнотеже

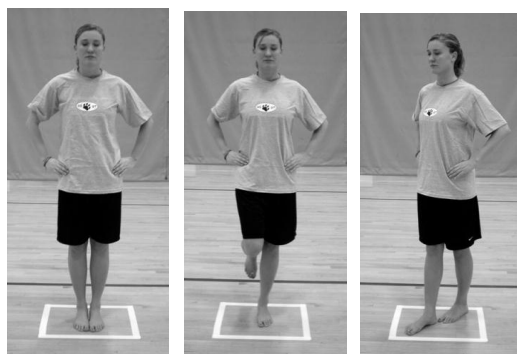
За процену опште статичке равнотеже коришћен је Balance Error Scoring System (BESS). Овај тест је описан у бројним истраживањима (Gilliam, 2009; Bressel, 2007; Riemann et al., 1999; Ricotti, 2011).

- 1. Број испитивача:** Један испитивач;
- 2. Реквизити:** Бела самолепљива трака ширине 5 cm штоперица са тачношћу мерења од 1/10 s.
- 3. Опис места извођења:** Задатак се изводи на простору квадратног облика димензија 30x30 cm, који је обележен траком ширине 5 cm.
- 4. Задатак:** Испитанице босе изводе три положаја на стабилној подлози са отвореним очима и са рукама на боковима (Слика 11), у трајању од 20 s:
  - суножни став унутар обележеног простора, где су ноге постављене у ширини кукова;
  - став са једном ногом испред друге унутар обележеног простора, где прсти стопала једне ноге додирују пету друге ноге;
  - став на недоминантној нози унутар обележеног простора.



Слика 10. Положаји стопала код тестова равнотеже

На слици 10 приказан је начин постављања стопала, приликом извођења теста.



**Слика 11.** Положаји тела код испитаника на BESS тесту

**5. Оцењивање:** Резултат на тесту представља укупни број грешака сва три извођења (Табела 4). Максимални број грешака за сваки од положаја је 10.

**6. Упутство:** Испитивач објашњава и демонстрира задатак испитаницима. Када је испитаник спреман за извођење теста, испитивач даје знак и почиње да мери време. Након истека 20 s, испитивач даје знак испитанику за крај теста. Грешке које могу да се јаве у току извођења теста приказана су у Табели 5. Свака грешка пенализује се са једним бодом.

**7. Увежбавање:** Испитаник има права на један пробни покушај.

**Табела 5.** Грешке приликом извођења теста

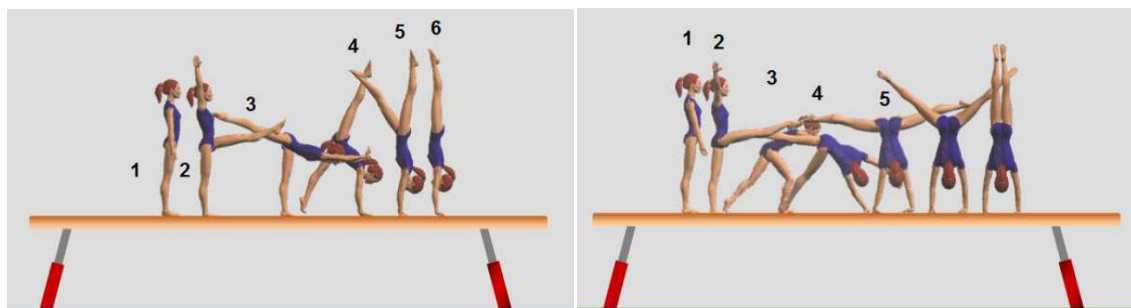
Грешке	Број бодова
Померање руку са кукова	1
Дотик подлоге ногом	1
Корак, поскок, скок или било које друго померање упорне ноге или стопала	1
Подизање пете упорне ноге	1
Већи угао флексије трупа од 30°	1
Већи угао абдукције трупа од 30°	1



Мерни инструменти за процену специфичне статичке равнотеже били су базични гимнастички елементи, које гимнастичарке већ имају у својим саставима.

- 1. Број испитивача:** Један сниматељ.
- 2. Реквизити:** Висока греда стандардних димензија, камера Casio FX, на удаљености од 4 m.
- 3. Опис места извођења:** Висока греда стандардних димензија.
- 4. Задатак:** Гимнастичарке изводе задате вежбе на греди. За признавање ових елемената према правилнику, неопходан је издржај положаја у трајању од две секунде, док то време на тестирању износи 10 s.
- 5. Увежбавање:** Није дозвољен пробни покушај.
- 6. Упутство:** Када је испитаник спреман, изводи задатак, док испитивач мери време и након 10 s, даје знак за престанак извођења. Уколико испитаник падне са справе или на справу, нема права да настави извођење и бележи се време издржаја елемента.
- 7. Оцењивање:** Оцена на тесту представља збир бодова приликом издржаја задатог става (0-6 бодова) и технике извођења (0-4 бода). Извођење тестова биће снимљено видео камером, а касније тај видео запис биће оцењен уз помоћ експертске комисије. Грешке које могу да се јаве приликом извођења и број бодова који им следује приказани су у Табели 6. и 7.

Слика 12. Мерни инструменти за процену специфичне статичке равнотеж



а) Став у упору

б) Бочни став у упору



## Бодовање код тестова специфичне- статичке равнотеже

Табела 6. Издржај у ставу (6.00 бодова)

Издржај (секунде)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Број бодова	0.6	1.2	1.8	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.4	6

Табела 7. Грешке у техници (4.00 бода)

Грешке	0.10	0.30	0.50	1.00
Одступање од правца	x			
Недовољно разножење од 180°	0-20°	20-45°	>45°	
Додатни замаха рукама	x			
Покрети трупом да би се одржала равнотежа	x	x		
Додатни корак или поскок	x			
Велики корак или скок		x		
Застој између веза				x
Хват за греду да би се избегао пад				x
Додатни покрети да би се одржала равнотежа	x	x	x	
Пад				x

### 7.3.3 Мерни инструменти за процену динамичке равнотеже

За процену опште динамичке равнотеже коришћен је „Y“ тест равнотеже, који представља модификовани Star Excursion Balance Test – SEBT, описан у бројним истраживањима последњих година (Bressel et. al, 2007; Ricotti, 2011). Резултати истраживања указују на високу поузданост тестирања (Intraclass Correlation Coefficients ICC .78 to .96) и добру валидност ( $r$  .42 to .79).

- 1. Број испитивача:** Један испитивач;
- 2. Реквизити:** Бела самолепљива трака ширине 5 cm.
- 3. Опис места извођења:** Површина за тестирање подељена је са три линије дужине 120 cm, са заједничким центром под углом од 120°. Центар је обележен тачком, која представља место ослонца стопала приликом тестирања. Од центра





према крајевима, линије су оцртане са размаком од 1 cm, због бодовања на тестирању.

4. **Задатак:** Од испитаника је захтевано да без померања стопала ноге ослонца са центра, слободном ногом дотакну линију најдаље према својим способностима (максимални дохват) и да том приликом држе руке на куковима и држе главу усправно. Испитаници морају бити боси приликом извођења теста.
5. **Оцењивање:** Бележи се резултат дистанце дохвата у cm. Резултат (процент дохвата) се израчунава према формули:

$$SEBT=X/ADUN*100,$$

где је X - постигнута дужина и ADUN - дужина ноге.

6. **Упутство:** Испитивач објашњава и демонстрира задатак испитаницима. Када је испитаник спреман за извођење теста, испитивач даје знак за почетак извођења задатка.
7. **Увежбавање:** Дозвољено је шест пробних покушаја, пре почетка тестирања.

За процену специфичне динамичке равнотеже коришћене су базичне гимнастичке вежбе, изведене према одређеним правилима.

1. **Број испитивача:** Један сниматељ.
2. **Реквизити:** Висока греда стандардних димензија, камера Casio FX, на удаљености од 4 m.
3. **Опис места извођења:** Висока греда стандардних димензија.
4. **Задатак:** гимнастичарке ће на високој греди изводити гимнастичке вежбе:
  - 1) Два повезана окрета у успону са окретом за 180° (SDOU);
  - 2) Два повезана суножна скока пруженим телом са окретом за 180° (SD2O);
  - 3) Два повезана предмета странце (SD2Z).

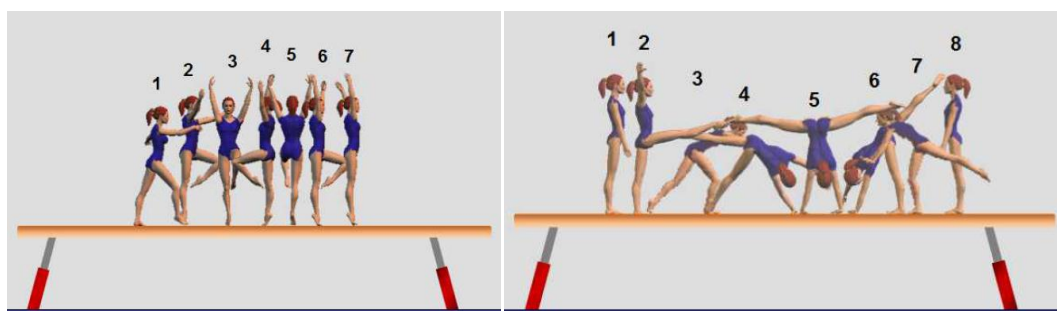


5. **Оцењивање:** Бодовање ће извршити експертска комисија, процењивањем грешака нарушавања равнотеже и грешака у техници извођења. Максимална оцена за извођење је 10 бодова. Грешке које се могу јавити у току извођења са могућим бодовањем приказани су у Табели 7.

**Табела 8.** Бодовање код тестова ситуационе-динамичке равнотеже

Грешке	0.10	0.30	0.50	1.00
Одступање од правца	x			
Додатни замах рукама	x			
Покрети трупом да би се одржала равнотежа	x	x		
Додатни корак или поскок	x			
Велики корак или скок		x		
Застој између веза				x
Хват за греду да би се избегао пад				x
Додатни покрети да би се одржала равнотежа	x	x	x	
Пад				x

6. **Упутство:** Када је испитаник спреман, изводи задатак. Извођење ће бити снимљено камером и касније оцењено од стране експертске комисије.
7. **Увежбавање:** Није дозвољен пробни покушај.



**Слика 13.** Тестови динамичке равнотеже

а) Окрет у успону

б) Премет странце



### 7.3.6 Мерни инструменти за процену снаге ногу

За утврђивање снаге ногу коришћен је протокол вертикалног скока из получучња са припремом (са претходним кретањем у супротном смеру од смера скока) (Counter Movement Jump - CMJ), без замаха и са замахом рукама (Слика 9).

1. **Број испитивача:** Један испитивач.
2. **Реквизити:** Тензиометријска платформа Kistler QuatroJump 9290AD (Слика 9), лаптоп.



Слика 14. Тензиометријска платформа Kistler QuatroJump 9290AD

3. **Опис места извођења:** Платформа се налази на равној, чврстој подлози, како осцилације подлоге не би утицале на резултат, због осетљивости сензора.
4. **Задатак:** Испитаница изводи скок у вис из места, максималном снагом. Током извођења теста све фазе скока су повезане, тј. нема паузе у тренутку промене смера кретања. Код скока без замаха, руке испитанице су фиксиране на куковима (због максималне изолације приликом скока). Она стоји у усправном положају неколико секунди из ког се спушта у позицију получучња (ноге су флектиране у коленима под углом од  $90^\circ$ ) и без заустављања у тачки промене смера кретања, изводи максимални вертикални скок. Следи меки доскок са лаганом флексијом у коленима. Следи поновно заузимање почетног положаја (Слика 9). Бележе се резултати три исправна покушаја. Пауза између извођења скокова је један минут.



**5. Оцењивање:** Резултат на тестирању биће најбољи од три скока без замаха рукама и најбољи резултат од три скока са замахом рукама.

Критеријум за најбољи скок је постигнута висина, а параметри који ће се користити у истраживању су:

- 1) Висина оствареног скока (**SVIS**);
- 2) Дубина померања центра тежишта пре скока (**DPTT**);
- 3) Остварена снага по кг телесне масе (**SNKG**);
- 4) Тренутна снага (сила на прелазу из ексцентричне у концентричну контракцију) (**SNTS**);
- 5) Висина оствареног скока са замахом рукама (**ZVIS**);
- 6) Дубина померања центра тежишта пре скока са замахом рукама (**ZPTT**);
- 7) Остварена снага по kg телесне масе код скока са замахом рукама (**ZNKG**);
- 8) Тренутна снага остварена код скока са замахом рукама (сила на прелазу из ексцентричне у концентричну контракцију) (**ZNTS**).

**6. Упутство:** Испитивач објашњава и истовремено демонстрира задатак. Испитивач даје знак за скок.

**7. Увежбавање:** Дозвољен је један пробни покушај.

На слици 9 је приказано извођење Countermovement скока на платформи са замахом рукама.



**Слика 15.** Извођење Countermovement скока на платформи са замахом рукама.



Табела 9. Фазе Countermovement скока

Фазе Countermovement скока	СМЈ
Почетни положај	Стопала су на платформи постављена паралелно, у ширини рамена. Тело је усправно у равнотежном положају. Угао у коленом зглобу је $180^\circ$ и позиција се задржава 2-3 секунде.
Почетак извођења	Угао у коленима око $90-120^\circ$ на крају кретања у смеру земљине теже. Покушај се понавља уколико колена нису савијена максималним интензитетом и брзо, без паузе, изводи се кретање у супротном смеру, екстензијом у зглобовима колена.
Фаза лета	Време проведено у ваздуху, након одраза и максималног опружања у зглобовима колена и скочним зглобовима.
Фаза доскока	Током поновног контакта са платформом (доскока) врши се амортизација доскока.

## 7.4 Методе обраде података

Обрада података извршена је помоћу статистичког програма SPSS верзије 20.0. За сваки параметар су израчунате варијабле неопходне за анализу и тумачење резултата. Резултати су приказани табеларно. За добијене резултате израчунате су статистичке варијабле (према Малацко & Поповић, 1997):

- **На униваријантном нивоу:**

1. Аритметичка средина - средња вредност добијених резултата унутар сваке варијабле;
2. Стандардна девијација – као показатељ апсолутног одступања добијених резултата од њихове аритметичке средине;
3. Мере асиметричности Skewness и Kurtosis – показују значајност одступања од Гаусове криве (која презентује нормалност расподеле резултата);



- 
4. Kolmogorov – Smirnov тест (K-S тест) - нормалност дистрибуције свих варијабли;
  5. T-тест – за тестирање разлика аритметичких средина варијабли;
  6. Корелациона анализа – за утврђивање повезаности између варијабли.
- **На мултиваријантном нивоу:**
    1. Факторска анализа – за утврђивање структуре подручја равнотеже;
    2. Регресиона анализа – за предикцију утицаја равнотеже на извођење састава на греди на основу резултата тестирања.



## 8 РЕЗУЛТАТИ СА ДИСКУСИЈОМ

У овом поглављу приказани су резултати истраживања и интерпретација добијених података пратећи редослед метода обраде података. Прво поглавље резултата и дискусија обухватиле су основне дескриптивне статистичке параметре свих варијабли обухваћених истраживањем, као и нормалност дистрибуције тестиране Колмогоров-Смирнов тестом.

У другом поглављу приказани су резултати факторске анализе варијабли равнотеже, како би се утврдило да ли постоји вишедимензионални модел равнотеже на латентном нивоу.

У трећем поглављу анализирана је повезаност између сетова варијабли помоћу Пирсоновог коефицијента корелације.

У четвртном поглављу приказани су резултати регресионе анализе како био се утврдио утицај скупова предикторских варијабли на постизање успеха у вежбању на греди.

У последњем поглављу, помоћу т-теста за мале независне узорке, утврђено је да ли постоје статистички значајне разлике у равнотежи, антропометрији и успеху на греди, између гимнастичарки I и II узрасне категорије.

### 8.1 Основни централни и дисперзиони параметри и нормалност дистрибуције варијабли антропометрије

Познато је да гимнастичарке морају да имају одређене специфичне антропометријске карактеристике ради постизања успеха у спортској гимнастици. У Табели 10 приказане су редом варијабле лонгитудиналне димензионалности скелета (висина тела, дужина руке, дужина шаке, дужина ноге, индекс дужина ноге-телесна висина), трансверзалне димензионалности скелета (ширина кукова, ширина рамена, дијаметар левог и десног стопала), волумена и масе тела (маса тела), процену телесне



композиције (укупна телесна масноћа, индекс телесне масе, базални метаболизам) код гимнастичарки узраста 8-13 година. Код свих варијабли за процену појединих сегмената антрополошког простора испитаница израчунати следећи основни дескриптивни параметри: минимални и максимални резултати (Min, Max.), средња вредност (Mean), стандардна девијација (SD), коефицијенти закривљености (Skew.) и заобљености (Kurt.) криве дистрибуције података.

**Табела 10.** Дескриптивни статистички параметри антропометријских варијабли (N=47)

	Min.	Max.	Mean	SD	Skew.	Kurt.
AVIS	119.50	164.00	142.88	10.38	.110	-.662
ADUR	53.60	74.90	63.63	4.96	-.177	-.441
ADUS	12.40	19.10	15.18	1.67	-.088	-.856
ADUN	67.00	92.40	81.58	5.81	-.307	-.062
AINV	49.94	60.69	57.14	1.96	-1.379	3.066
ASKU	20.00	32.70	24.17	2.48	1.105	1.728
ASRA	25.60	35.00	29.53	2.24	.489	-.372
ANDR	1.07	1.47	1.23	.09	.660	1.032
ADSD	7.20	9.80	8.18	.60	.361	-.188
ADSL	6.90	9.60	8.03	.62	.076	-.192
AMAS	22.50	62.00	35.59	8.15	.985	.961
ABMI	14.80	23.10	17.18	1.62	1.285	2.473
AUTM	7.70	21.70	14.42	3.34	.222	-.517
ABAM	1035.00	1424.00	1198.83	85.31	.416	-.142

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, AVIS – висина тела, ADUR – дужина руке, ADUS – дужина шаке, ADUN – дужина ноге, ASKU – ширина кукова, ASRA – ширина рамена, ANDR – андрогени индекс, ADDS - дијаметар десног стопала, ADLS - дијаметар левог стопала, AMAS - маса тела, AUTM – укупна телесна масноћа, ABMI – индекс телесне масе, ABAM – базални метаболизам

У Табели 11 приказан је нормалитет дистрибуције варијабли (K-S test).

**Табела 11.** Анализа нормалитета дистрибуције варијабли антропометрије

	AVIS	ADUR	ADUS	ADUN	AINV	ASKU	ASRA	ANDR	ADSD	ADSL	AMAS	ABMI	AUTM	ABAM
<b>Z</b>	.729	.525	.759	.455	.929	1.171	.985	.963	1.032	.546	1.153	.849	.545	.779
<b>Sig.</b>	.663	.946	.612	.986	.354	.129	.287	.311	.238	.927	.140	.467	.928	.578

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента





Просечна висина гимнастичарки износи  $142.88 \pm 10.38$  cm, док је маса тела  $33.59 \pm 8.15$  kg. Најнижа гимнастичарка била је висине 119.5 cm, а највиша 164 cm. Просечна вредност индекса телесне масе била 17.18 (код млађих 16.5, а код старијих 17.08). Индекс телесне масе служи за процену стања ухрањености. Овакви резултати указују на нижи индекс телесне масе у односу на просечну популацију, јер гимнастика као естетски спорт захтева грациозност и елеганцију гимнастичарки, са малим процентом масног ткива.

Морфолошке карактеристике су веома важне за гимнастичаре, јер током извођења састава долази до константног померања тела из једне позиције у другу (Asseman et al., 2004). Различите технике тренинга и велики број понављања елемената повећавају способност контроле сопственог тела током извођења гимнастичких вежби и доскока, међутим, морфологија је такође од изузетне важности. Иако постоје изузеци, већ у најранијој селекцији, тренери воде рачуна о морфолошким предиспозицијама гимнастичарки. Конструкција и димензије справа, посебно на двовисинском разбоју, где је дозвољено подизање притке само уз сагласност врховних судија такмичења, иде у прилог чињеници да је већина гимнастичарки ниског раста.

Шорић и сар. (2008) су на узорку од 39 спортисткиња, које се баве естетским спортовима, узраста од 9 до 13 година, истраживали телесну композицију и дијететски унос. У истраживању је учествовало девет гимнастичарки, које су у поређењу са контролном групом ( $n=15$ ) имале значајно нижу висину, тежину, индекс телесне масе и проценат телесних масти. Гимнастичарке су имале телесну масу  $32.2 \pm 7.5$  kg, висину  $139.5 \pm 11.7$  cm, ВМІ  $16.3 \pm 1.1$  и проценат телесних масти  $12.4 \pm 1.8$  %. Све вредности су сличне као у нашем истраживању, што је и очекивано пошто се ради о узорку испитаница истог узраста. Просечна телесна висина контролне групе испитаница била је  $154.4 \pm 8.8$  cm, маса  $44.4 \pm 10$  kg, ВМІ  $19.3 \pm 2.9$  и % телесних масти  $24.3 \pm 7.5$ , што је значајно више у односу на гимнастичарке. Гимнастичарке су имале значајно нижи проценат масти у односу на остале групе испитаница (ритмичарке, балерине и контролну групу), на нивоу  $p < .001$ . Аутори ово објашњавају тиме што су гимнастичарке у односу на друге спортисткиње имале већи интензитет и обим тренинга, а исти дијететски унос, што доводи до веће потрошње енергије.

Специфичност спортисте у одређеној спортској дисциплини је резултат селекције на једној страни, а са друге стране утицаја тренинга спортске дисциплине.



Селекција се базира на способностима и вештинама које имају важан утицај на спортско извођење (Vaeyens, 2008). Ефекат тренинга има своја ограничења: истраживања спроведена на близанцима су показала да тренинг утиче на масу тела, ширину рамена, обим груди и дужину надлактице. Егзогени фактори не утичу на телесну висину. Осим тога, код антропометрије су подједнако важани и релативни подаци, нпр. дужина руке или ноге у односу на телесну висину (Чук и сар., 2007).

Чук и сар. (2007) су указали на резултате хијерархијске анализе совјетског аутора Набатинкове о способностима и карактеристикама врхунских гимнастичара. Она је поделила способности у три нивоа значаја. Први ниво најважнијих способности и карактеристика укључује: физичке карактеристике (пропорције целог тела, структура тела, постоја, структура стопала), функционалне способности (мобилност, вестибуларни и визуелни анализери) и кретне способности (координација, агилност и релативна снага).

Други ниво од допунског значаја чине: физичке карактеристике (пропорције и структура тела), функционалне способности (периферни нервно-мишићни систем, аудитивни анализатори, ендокрини систем, кардио-васкуларни систем, респираторни систем и метаболизам), локомоторне способности (специфична издржљивост, експлозивна снага, брзина).

Трећи ниво значајних способности и карактеристика гимнастичара укључује: физичке карактеристике (специфична маса тела), функционалне способности (терморегулација) и локомоторне способности (апсолутна снага и издржљивост).

Истраживање Claessens-а (1991) године имало је за циљ да идентификује антропометријске варијабле које корелирају са успехом у гимнастици и предикцију успеха помоћу комбинације антропометријских карактеристика. Узорак испитаника чиниле су такмичарке 24. Светског првенства у спортској гимнастици у Ротердаму (Холандија) одржаног 1987. године. У истраживању је учествовало 168 гимнастичарки (узраста  $16.5 \pm 1.8$  година) које су се такмичиле у вишебоју. Веома значајне корелације ( $p < .01$ ) утврђене су између кожних набора и ендоморфије и гимнастичких резултата, где је  $r$  од  $-0.38$  до  $-0.60$ , за кожни набор бицепса и резултата на греди и укупног резултата вишебоја. Корелације су указале да гимнастичарке са већим процентом поткожног масног ткива имају ниже резултате. Око 32 % до 45 % варијансе у



гимнастичком извођењу може бити објашњено антропометријским карактеристикама и додатним варијаблама, од којих су најважнији ендоморфија и хронолошки узраст.

Висина и маса тела код сениорки узраста око 14.5 година је око 153 cm и 44 kg (Davlin, 2004; McNeal Sands, & Schultz, 2007). У студији Davlin (2004) гимнастичарке су узраста 13.7 година. Индекс телесне масе гимнастичарки, у истраживању French и сар. (2004) био је виши, али су и гимнастичарке биле старије (4 године). Bencke и сарадници (2002) утврдили су да су гимнастичарке (просечне старости 11.7 година) биле најлакше и најниже спортсисткиње које су учествовале у студији заједно са рукометашицама, тенисеркама и пливачицама (Bencke, Damsgaard, Saekmose, Jørgensen, Jørgensen, & Klausen, 2002). Циљ студије био је да се утврди профил врхунских гимнастичарки, где је утврђено да осим мале телесне масе и атлетске грађе гимнастичарке карактерише и добра постурална контрола и равнотежа, као и експлозивна снага.

Grabara (2010) истражује варијабле постуралног статуса код гимнастичарки узраста од 7 до 11 година старости. У истраживању је учествовало 48 младих гимнастичарки и 54 девојчица контролне групе. Висина гимнастичарки најмлађе узрастне категорије (7-8 година) износила је  $127 \pm 5.9$  cm, телесна маса  $25 \pm 2.9$  kg и индекс телесне масе  $15.4 \pm 0.9$ . У узрастној категорији од 9 до 11 година, висина је била  $133.2 \pm 6.1$  cm, маса тела 28.5 kg и индекс телесне масе  $16.1 \pm 1.9$ . У најстаријој категорији, код гимнастичарки узраста 11 година, просечна висина била је  $136.4 \pm 4.6$ , тежина  $28.2 \pm 2.2$  cm и индекс телесне масе  $15.1 \pm 0.9$ . Massida и сар. (2013) су у свом истраживању соматотипа гимнастичарки имали за узорак 23 врхунске италијанске гимнастичарке пионирске категорије ( $11.7 \pm 1$  година), са висином од  $139.7 \pm 8.1$  cm и телесне масе  $33.2 \pm 5$  cm.

Као што је раније споменуто, за гимнастичаре је важан однос између трансверзалних мера скелета, у односу на читаво тело. Тако бројна истраживања показују да је ширина рамена гимнастичарки значајно већа у односу на ширину кукова (Benhem et al., 1981). Андрогени индекс, односно однос ширине кукова и ширине рамена младих гимнастичарки је 1.23. Апсолутне вредности ових антропометријских димензија су више код гимнастичарки у односу на просечну популацију истог узраста. У односу на обрасце раста и развоја, ширина рамена и кукова расте током детињства и



однос биакромијалног и бикристалног растојања остаје константан уз благи пораст од 6. до 11. године (Simons et al., 1990; Malina & Bouchard, 1991).

**Табела 12.** Дескриптивни статистички параметри антропометријских варијабли испитаница I категорије

Var.	N	Min.	Max.	Mean	SD	Skew	Kurt
AVIS	24	119.50	156.20	135.98	7.27	.343	2.056
ADUR	24	53.60	65.80	60.37	3.41	-.462	-.345
ADUS	24	12.40	16.50	14.16	1.32	.313	-1.275
ADUN	24	67.00	84.20	77.89	4.57	-.741	.262
AINV	24	49.94	59.74	57.29	2.17	-2.045	5.089
ASKU	24	20.00	28.40	22.97	1.64	1.198	4.603
ASRA	24	25.60	32.70	28.30	1.69	.687	.722
ANDR	24	1.10	1.47	1.23	.08	1.046	3.048
ADSD	24	7.20	9.00	7.89	.49	.655	.468
ADSL	24	6.90	8.50	7.69	.51	-.053	-1.217
AMAS	24	22.50	42.40	30.63	4.16	.511	1.644
ABMI	24	14.80	18.40	16.49	1.01	.370	-.772
AUTM	24	7.70	20.20	15.00	3.12	-.448	-.028
ABAM	24	1035.00	1288.00	1147.04	56.14	.054	.642

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, AVIS – висина тела, ADUR – дужина руке, ADUS – дужина шаке, ADUN – дужина ноге, ADST – дужина стопала, ASKU – ширина кукова, ANDR – андрогени индекс, ASRA – ширина рамена, ADDS - дијаметар десног стопала, ADLS- дијаметар левог стопала, AMAS - маса тела, AUTM – укупна телесна масноћа, ABMI – индекс телесне масе, ABAM – базални метаболизам.

**Табела 13.** Дистрибуције варијабли антропометрије испитаница I категорије

Var.	AVIS	ADUR	ADUS	ADUN	AINV	ASKU	ASRA	ANDR	ADSD	ADSL	AMAS	ABMI	AUTM	ABAM
Z	.534	.572	.689	.887	1.015	.820	.754	.874	.690	.617	.785	.596	.590	.759
Sig.	.938	.899	.729	.411	.254	.512	.621	.430	.727	.840	.569	.869	.877	.613

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

У Табели 12. приказани су дескриптивни статистички параметри варијабли антропометрије гимнастичарки I категорије, док је нотрмалност дистрибуције приказана у Табели 13. Све варијабле имају нормалну дистрибуцију резултата.



**Табела 14.** Дескриптивни статистички параметри антропометријских варијабли испитаница II категорије

Var.	N	Min	Max	Mean	SD	Skew	Kurt
AVIS	23	135.00	164.00	150.07	7.99	-.323	-.650
ADUR	23	54.70	74.90	67.04	3.94	-1.219	3.679
ADUS	23	12.90	19.10	16.25	1.29	-.668	1.844
ADUN	23	75.60	92.40	85.44	4.27	-.388	-.129
AINV	23	52.96	60.69	56.97	1.75	-.341	.596
ASKU	23	21.30	32.70	25.42	2.63	.777	1.075
ASRA	23	28.00	35.00	30.81	2.03	.359	-1.005
ANDR	23	1.07	1.45	1.22	.09	.589	.308
ADSD	23	7.30	9.80	8.49	.55	.179	.325
ADSL	23	7.20	9.60	8.39	.52	.174	.540
AMAS	23	29.00	62.00	40.76	8.12	.541	.482
ABMI	23	15.40	23.10	17.89	1.83	.970	1.269
AUTM	23	8.30	21.70	13.80	3.51	.868	.152
ABAM	23	1130.00	1424.00	1252.87	77.10	.101	-.332

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, AVIS – висина тела, ADUR – дужина руке, ADUS – дужина шаке, ADUN – дужина ноге, ADST – дужина стопала, ASKU – ширина кукова, ABAR – биакромијално растојање, ASRA – ширина рамена, ADDS - дијаметар десног стопала, ADLS - дијаметар левог стопала, AMAS - маса тела, AUTM – укупна телесна масноћа, ABMI – индекс телесне масе, ABAM – базални метаболизам.

**Табела 15.** Дескриптивни статистички параметри антропометријских варијабли испитаница II категорије

	AVIS	ADUR	ADUS	ADUN	AINV	ASKU	ASRA	ANDR	ADSD	ADSL	AMAS	ABMI	AUTM	ABAM
Z	.587	.702	.641	.433	.546	.477	.844	.640	.730	.579	.508	.580	.799	.462
Sig.	.881	.708	.806	.992	.927	.977	.475	.807	.661	.891	.958	.890	.545	.983

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

У Табели 14. приказани су дескриптивни статистички параметри варијабли антропометрије гимнастичарки II категорије, док је нормалност дистрибуције приказана у Табели 15. Све варијабле имају нормалну дистрибуцију резултата.



## 8.2 Централни и дисперзни параметри и нормалност дистрибуције варијабли равнотеже

У табели 16 приказани су дескриптивни статистички параметри варијабли тестова опште равнотеже код гимнастичарки обе категорије гимнастичарки.

**Табела 16.** Дескриптивни статистички параметри варијабли равнотеже

Var.	N	Min.	Max.	Mean	SD	Skew.	Kurt.
SRSU	47	.00	2.00	.25	.49	1.732	2.269
SRJN	47	.00	6.00	2.83	1.67	.369	-.611
SRIZ	47	.00	4.00	1.70	1.14	.256	-.692
BESS	47	.00	10.00	4.79	2.48	-.012	-.250
YDN	47	52.83	82.43	65.72	6.75	.754	.401
YDDN	47	72.33	105.92	85.18	7.62	.614	.173
YDLN	47	67.89	103.42	88.40	7.65	-.334	-.242
YLN	47	51.57	79.22	63.93	6.88	.161	-.530
YLND	47	62.11	100.31	84.85	8.51	-.270	.240
YLLN	47	59.13	100.31	83.12	8.32	-.673	1.138

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Var - варијанса, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, SRSU – издржај суножно, SRJN – издржај на једној, SRIZ – издржај једна иса друге, BESS – укупан резултат, YDN – дохват десном напред, YDDN – дохват десном десно назад, YDLN – дохват десном лево назад, YLN – дохват левом напред, YLND – дохват левом десно назад, YLLN – дохват левом лево назад

**Табела 17.** Нормалност дистрибуције варијабли равнотеже

	SRSU	SRJN	SRIZ	BESS	YDN	YDDN	YDLN	YLN	YLND	YLLN
<b>Z</b>	3.193	1.254	1.364	1.036	.886	.612	.679	.720	.515	.736
<b>Sig.</b>	.000	.086	.048	.233	.412	.848	.747	.677	.954	.650

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

Прегледом резултата нормалности дистрибуције варијабли равнотеже (Табела 17), може се закључити да нису забележена статистички значајна одступања



дистрибуције резултата у односу на теоријски нормалну дистрибуцију ( $p > .01$ ), осим код теста SRSU ( $z=3.193$ ,  $p=.000$ ). Остале варијабле не одступају од нормалне дистрибуције. Како је било веома мало грешака током извођења овог положаја и у другим истраживањима (Erkmen et al., 2010), током даље статистичке обраде ће користити укупан резултат теста, који је сличан као у другим истраживањима (Bressel et al., 2007).

**Табела 18.** Дескриптивни статистички параметри варијабли равнотеже испитаница I категорије

	N	Min.	Max.	Mean	SD	Skew.	Kurt.
SRSU	24	.00	2.00	.29	.55	1.800	2.676
SRJN	24	1.00	6.00	3.25	1.57	.434	-.726
SRIZ	24	.00	4.00	1.83	1.09	.358	-.319
BESS	24	1.00	10.00	5.37	2.28	.045	.107
YDN	24	52.83	82.43	66.78	7.97	.466	-.350
YDDN	24	72.33	97.39	83.48	7.57	.342	-.951
YDLN	24	67.89	103.42	87.29	8.23	-.182	-.049
YLN	24	51.57	75.56	64.29	6.92	-.229	-.884
YLND	24	62.11	100.18	83.28	9.97	-.230	-.370
YLLN	24	59.13	95.06	80.75	9.47	-.658	.026

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, SRSU – издржај суножно, SRJN – издржај на једној, SRIZ – издржај једна иса друге, BESS – укупан резултат, YDN – дохват десном напред, YDDN – дохват десном десно назад, YDLN – дохват десном лево назад, YLN – дохват левом напред, YLND – дохват левом десно назад, YLLN – дохват левом лево назад

**Табела 19.** Нормалност дистрибуције варијабли равнотеже

	SRSU	SRJN	SRIZ	BESS	YDN	YDDN	YDLN	YLN	YLND	YLLN
Z	2.215	1.127	.952	.905	.563	.502	.565	.481	.350	.444
Sig.	.000	.158	.325	.386	.909	.963	.907	.975	1.000	.989

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

У табели 19 приказани су основни централни и дисперзиони параметри дистрибуције варијабли опште статичке и динамичке равнотеже код гимнастичарки млађе узрастне категорије. Све варијабле, осим суножног издржаја на BESS тесту, имају нормалну дистрибуцију резултата.



**Табела 20.** Дескриптивни статистички параметри варијабли моторике испитаница II категорије

	<b>N</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>Skew.</b>	<b>Kurt.</b>
<b>SRSU</b>	23	.00	1.00	.22	.42	1.468	.161
<b>SRJN</b>	23	.00	6.00	2.39	1.69	.539	-.379
<b>SRIZ</b>	23	.00	4.00	1.56	1.20	.265	-.939
<b>BESS</b>	23	.00	9.00	4.17	2.59	.118	-.343
<b>YDN</b>	23	56.42	77.53	64.61	5.14	.931	1.534
<b>YDDN</b>	23	77.07	105.92	86.96	7.43	1.105	.993
<b>YDLN</b>	23	73.38	99.61	89.56	7.00	-.439	-.465
<b>YLN</b>	23	54.20	79.22	63.56	6.97	.577	.205
<b>YLND</b>	23	78.54	100.31	86.49	6.46	.692	-.470
<b>YLLN</b>	23	73.01	100.31	85.59	6.21	.620	.781

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, SRSU – издржај суножно, SRJN – издржај на једној, SRIZ – издржај једна иса друге, BESS – укупан резултат, YDN – дохват десном напред, YDDN – дохват десном десно назад, YDLN – дохват десном лево назад, YLN – дохват левом напред, YLND – дохват левом десно назад, YLLN – дохват левом лево назад

**Табела 21.** Нормалност дистрибуције варијабли равнотеже

<b>Var.</b>	<b>SRSU</b>	<b>SRJN</b>	<b>SRIZ</b>	<b>BESS</b>	<b>YDN</b>	<b>YDDN</b>	<b>YDLN</b>	<b>YLN</b>	<b>YLND</b>	<b>YLLN</b>
<b>Z</b>	2.300	.958	.974	.601	.844	.773	.509	.672	.676	.812
<b>Sig.</b>	<b>.000</b>	.318	.299	.863	.474	.589	.958	.758	.751	.524

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

Прегледом резултата нормалности дистрибуције антропометријских варијабли гимнастичарки старије категорије, може се закључити да нису забележена статистички значајна одступања дистрибуције резултата у односу на теоријски нормалну дистрибуцију ( $p > .01$ ), осим код варијабле SRSU.

Спортска гимнастика захтева велику прецизност и понављање вежби и састава, јер се на такмичењима изводе вежбе поновљене више хиљада пута. Због захтева спорта, коришћење тестова који нису поуздани не може омогућити квалитетно праћење физичке припремљености у складу са узрастом или у оквиру тестова за идентификацију талената (Marina & Torrado, 2013).





### 8.3 Основни дескриптивни параметри експлозивне снаге ногу и нормалност дистрибуције варијабли

У Табели 22 приказани су дескриптивни параметри варијабли вертикалног скока без и са замахом рукама, изведених на тензиометријској платформи Kistler Quatro Jump, Bosco протокол тестирања. Средња вредност висине вертикалног скока износи  $34.71 \pm 4.75$  cm без замаха и  $43.02 \pm 5.79$  cm са замахом рукама.

**Табела 22.** Дескриптивни статистички параметри варијабли вертикалних скокова испитаница

Var.	Min	Max	Mean	SD	Skew	Kurt
<b>SVIS</b>	26.10	46.63	34.71	4.75	.500	.168
<b>DPTT</b>	11.87	28.73	19.10	4.07	.669	-.016
<b>SNKG</b>	15.93	31.03	22.96	3.21	.344	.277
<b>SNTS</b>	.54	3.01	1.43	.47	.586	1.758
<b>ZVIS</b>	30.70	56.57	43.02	5.79	.596	.298
<b>ZPTT</b>	7.80	28.90	18.24	4.87	.200	-.493
<b>ZNKG</b>	13.13	36.47	24.17	5.99	.277	-.935
<b>ZNTS</b>	.21	1.93	.83	.47	.794	-.510

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, SVIS – висина скока, DPTT – дубина померања тежишта, SNKG – релативна снага, SNTS – тренутна снага, ZVIS – висина скока са замахом рукама, ZPTT – дубина померања тежишта код скока са замахом рукама, ZNKG – релативна снага код скока са замахом, ZNTS – тренутна снага код скока са замахом рукама

**Табела 23.** Нормалност дистрибуције варијабли вертикалног скока

	SVIS	DPTT	SNKG	SNTS	ZVIS	ZPTT	ZNKG	ZNTS
<b>z</b>	.602	.886	.665	.564	.914	.659	.736	1.055
<b>Sig.</b>	.861	.413	.768	.908	.374	.778	.651	.215

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. – ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

У Табели 23 приказана је нормалност дистрибуције варијабли вертикалних скокова. Све варијабле имају нормалну дистрибуцију резултата.



**Табела 24.** Дескриптивни статистички параметри варијабли вертикалних скокова испитаница I категорије

	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>Skew.</b>	<b>Kurt.</b>
<b>SVIS</b>	26.10	38.10	32.37	3.54	-.126	-1.012
<b>DPTT</b>	11.87	28.67	18.21	4.35	1.090	.786
<b>SNKG</b>	15.93	26.87	22.25	2.52	-.558	.666
<b>SNTS</b>	.81	3.01	1.56	.44	1.608	4.628
<b>ZVIS</b>	30.70	45.23	39.90	3.68	-.726	.231
<b>ZPTT</b>	11.27	28.73	18.72	5.06	.168	-.956
<b>ZNKG</b>	16.47	33.10	23.95	5.27	.115	-1.374
<b>ZNTS</b>	.34	1.93	.92	.49	.705	-.812

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, SVIS – висина скока, DPTT – дубина померања тежишта, SNKG – релативна снага, SNTS – транутна снага, ZVIS – висина скока са замахом рукама, ZPTT – дубина померања тежишта код скока са замахом рукама, ZNKG – релативна снага код скока са замахом, ZNTS – тренутна снага код скока са замахом рукама

**Табела 25.** Нормалност дистрибуције варијабли вертикалног скока испитаница I категорије

	<b>SVIS</b>	<b>DPTT</b>	<b>SNKG</b>	<b>SNTS</b>	<b>ZVIS</b>	<b>ZPTT</b>	<b>ZNKG</b>	<b>ZNTS</b>
<b>Z</b>	.501	.965	.494	.998	.654	.564	.729	.942
<b>Sig.</b>	.963	.309	.968	.272	.786	.908	.662	.338

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. – ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

У Табели 24 приказани су дескриптивни параметри варијабли вертикалног скока без и са замахом рукама, код гимнастичарки I категорије. Средња вредност висине вертикалног скока износи  $32.37 \pm 4.75$  cm без замаха и  $39.9 \pm 3.68$  cm са замахом рукама. Све варијабле имају нормалну дистрибуцију резултата (Табела 25).



**Табела 26.** Дескриптивни статистички параметри варијабли вертикалних скокова испитаница II категорије

Var.	N	Min.	Max	Mean	SD	Skew	Kurt
<b>SVIS</b>	23	29.33	46.63	37.15	4.67	.464	-.460
<b>DPTT</b>	23	13.87	28.73	20.03	3.62	.474	.041
<b>SNKG</b>	23	16.50	31.03	23.69	3.72	.315	-.609
<b>SNTS</b>	23	.54	1.97	1.30	.47	-.020	-1.200
<b>ZVIS</b>	23	35.57	56.57	46.27	5.85	.337	-.965
<b>ZPTT</b>	23	7.80	28.90	17.74	4.74	.214	.294
<b>ZNKG</b>	23	13.13	36.47	24.39	6.78	.320	-.964
<b>ZNTS</b>	23	.21	1.73	.74	.44	.925	-.112

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, SVIS – висина скока, DPTT – дубина померања тежишта, SNKG – релативна снага, SNTS – тренутна снага, ZVIS – висина скока са замахом рукама, ZPTT – дубина померања тежишта код скока са замахом рукама, ZNKG – релативна снага код скока са замахом, ZNTS – тренутна снага код скока са замахом рукама

**Табела 27.** Нормалност дистрибуције варијабли вертикалног скока испитаница II категорије

	SVIS	DPTT	SNKG	SNTS	ZVIS	ZPTT	ZNKG	ZNTS
<b>K-S (Z)</b>	.579	.588	.835	.709	.705	.471	.702	.654
<b>Sig. (2-tailed)</b>	.891	.880	.488	.696	.703	.980	.707	.786

z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. – ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента

Дескриптивни параметри варијабли вертикалног скока без и са замахом рукама, код гимнастичарки II категорије, приказани су у Табели 26. Средња вредност висине вертикалног скока износи  $37.15 \pm 4.67$  cm без замаха и  $46.27 \pm 5.85$  cm са замахом рукама. Све варијабле имају нормалну дистрибуцију резултата (Табела 27).

Увежбавање вертикалних скокова почиње се од најранијег узраста, као део дневног програма тренинга. Неадекватно планирање може довести до повреда, последица на сигурност и здравље спортисте и неадекватног развоја ове способности. Marina et al. (2012) су имали за циљ да утврде критеријуме и препоруке за одабир адекватне висине скокова у дубину, ради побољшања плиометријских способности гимнастичара. Пре свих анализа, аутори су утврдили поузданост теста „drop jump“ на



узорку од 35 гимнастичарки ( $11 \pm 1.86$  година старости,  $30 \pm 5.63$  kg,  $135 \pm 8$  cm), 41 гимнастичара ( $18 \pm 4.29$  година старости,  $55 \pm 12.48$  kg,  $161 \pm 11.85$  cm), као и две контролне групе испитаника истог узраста.

Варијабилитет код тестова вертикалног скока, које имају фазу удаљавања, а затим приближавања мишићних припоја, већи је код млађих испитаника и повећава се са узрастом (Geronimus et al., 2008; Harrison & Gaffney, 2001). Неке студије су показале да ова способност достигне ниво одраслих у узрасту од 15. до 16. године (Ishii, Ishii & Iwai, 1983), а такође и већу поузданост скорова (Marina & Torrado, 2013). Три од четири справе женског гимнастичког вишебоја захтевају снагу доњих екстремитета, посебно код извођења акробатских елемената, тако да младе гимнастичарке почињу са увежбавањем вертикалних скокова у најранијем узрасту (од 5-8 година), (Marina & Torrado, 2013). Аутори наводе да су за гимнастику важна три протокола вертикалног скока: скокови из статичког получучња (у малом броју случајева), скокови са претходним кретањем у супротном смеру од смера скока (Countermovement – карактеристичан за вежбе на греди) и одсечни плиометријски скокови - „Rebound“, карактеристични за партер и греду.

#### 8.4 Резултати постигнути на греди

Основни централни и дисперзиони параметри и нормалитет дистрибуције код три варијабле за процену успеха на греди код испитаница приказани су у Табели 28. Све варијабле имају нормалну дистрибуцију резултата.

**Табела 28.** Основни централни и дисперзиони параметри варијабли за процену успеха на греди

	N	Min.	Max.	Mean	SD	Skew.	Kurt.	K-S test	
								z	Sig.
<b>DOCE</b>	47	1.00	5.00	3.53	.86	-.204	.049	.803	.539
<b>EOCE</b>	47	1.70	8.50	6.54	1.32	-1.285	2.778	.784	.570
<b>KOCE</b>	47	5.30	13.10	10.07	1.68	-.616	.529	.539	.909

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента, DOCE – полазна оцена састава на греди, EOCE – оцена за извођење састава, KOCE – коначна оцена постигнута на греди



Увећана вредност скјуниса код варијабле за процену коначне оцене постигнуте на такмичењу (KONO) указује на ниже резултате, док позитивна увећана вредност куртозиса указује на издуженост криве.

Уколико упоредимо постигнуте резултате на греди са другим такмичењима закључак је да су резултати слабији у односу на велика гимнастичка такмичења. У финалу Европског првенства 2012. године у Бриселу, просечна вредност полазне оцене код јуниорки (узраста 14-15 година) била је  $5.57 \pm .27$  бодова, док је просечна вредност Е оцене била  $8.1 \pm .96$  бодова. Просечна вредност и полазне оцене и одбитка је за два бода била нижа на Меморијалу у односу на Европско првенство, што указује на то да је такмичење било нижег ранга. Међутим, узорак испитаница од 9 до 13 година, које су такмичиле по међународним правилима, ипак показује да су оне перспективне и да могу представљати репрезентативни узорак. На 30. Европском првенству, одржаном у Софији (Бугарска) учествовало је 9 гимнастичарки (у саставу репрезентације Бугарске, Хрватске, Словеније и Румуније), које су учествовале у овом истраживању као такмичарке II категорије. Оне су по први пут наступиле у јуниорској конкуренцији и постигле веома добре резултате. У Табели 29 и 30 приказани су основни статистички параметри и нормалност дистрибуције код гимнастичарки I и II категорије, редом.

**Табела 29.** Основни централни и дисперзиони параметри и нормалност дистрибуције варијабле за процену успеха на греди код гимнастичарки I категорије

Var.	N	Min	Max	Mean	SD	Skew	Kurt	K-S test	
				a				z	Sig.
<b>DOCE</b>	24	1.00	4.80	3.33	.86	-.560	.908	.525	.946
<b>EOCE</b>	24	1.70	8.10	6.18	1.41	-1.474	3.155	.701	.710
<b>KOCE</b>	24	5.30	12.90	9.52	1.74	-.635	.637	.645	.645

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Var - варијанса, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента, DOCE – полазна оцена састава на греди, EOCE – оцена за извођење састава, KOCE – коначна оцена постигнута на греди



**Табела 30.** Основни централни и дисперزيونи параметри и нормалност дистрибуције варијабли за процену успеха на греди код гимнастичарки II категорије

	N	Min	Max	Mean	SD	Skew	Kurtosis	K-S test	
								z	Sig.
<b>DOCE</b>	23	2.60	5.00	3.73	.83	.189	-1.575	.803	.593
<b>EOCE</b>	23	3.90	8.50	6.92	1.14	-.930	1.462	.784	.570
<b>KOCE</b>	23	7.80	13.10	10.65	1.42	-.312	-.718	.563	.909

N – број испитаница, Min – минимални резултат, Max – максимални резултат, Mean – средња вредност, SD – стандардна девијација, Var - варијанса, Skew. – коефицијент асиметричности, Kurt. – коефицијент закривљености, z – Колмогоров-Смирновљев Z коефицијент; Sig. - ниво статистичке значајности Колмогоров-Смирновљев Z коефицијента, DOCE – полазна оцена састава на греди, EOCE – оцена за извођење састава, KOCE – коначна оцена постигнута на греди.

## 8.5 Корелације између статичке равнотеже и успеха на греди

У наредном тексту биће приказане и анализиране корелације између тестираних варијабли. У корелационим матрицама биће приказани коефицијенти прости линеарне корелације. Пошто је познато да су резултати симетрични управо у односу на дијагоналу табеле, као и да резултати корелације сваке варијабле исказују максималну нумеричку сагласност ( $p=1.00$ ), оне због тога нису ни унете у табеле.

Резултати анализе релација између статичке равнотеже и варијабли постигнутог успеха на греди утврђени су корелационом анализом на висини значајности од 95% и приказани су у Табели 31. Према грубој апроксимацији висине повезаности између две варијабле (Petz, 2004) могуће је утврдити да вредности коефицијената корелације  $r$  од 0.00 до  $\pm 0.20$  указују на никакву или незнатну повезаност, вредности коефицијената корелације  $r$  од  $\pm 0.20$  до  $\pm 0.40$  указују на лаку повезаност, док вредности коефицијената корелације  $r$  од  $\pm 0.40$  до  $\pm 0.70$  указују на високу повезаност. Болдиране су вредности коефицијената корелације варијабли које су статистички значајне на нивоу  $p<.01$ .

Постоји значајна повезаност између резултата BESS теста и успеха на греди, односно D оцене на такмичењу ( $r = -.317, p < .01$ ). Негативан предзнак корелације указује на то да већа полазна оцена корелира са нижим резултатом на BESS тесту. Пошто је резултат теста BESS број грешака, нижа вредност указује на бољу равнотежу код



гимнастичарки. Гимнастичарке са бољом општом статичком равнотежом биће у могућности да изведу теже вежбе на греди или да испуне већи број специфичних захтева. Утврђена је значајна повезаност варијабле SSSU са Е оценом ( $r = .296, p < .01$ ) и коначном оценом ( $r = .352, p < .01$ ). Варијабла SSSB је у значајној корелацији са полазном и коначном оценом ( $r = .595, p < .01$ ;  $r = .486$ , редом). Највећа вредност коефицијента корелације постоји код тест SSSB – бочног става у упору, што указује на чињеницу да сложенији положаји на тестовима, имају већу корелацију са варијаблама успешности. Извођење бочног става у упору је захтевније, а елементи који се на греди изводе бочно су према превилнику FIG-e једну тежину више од истих вежби изведених чеоно.

**Табела 31.** Корелације варијабли успеха на греди и статичке равнотеже

		<b>BESS</b>	<b>SSRV</b>	<b>SSSU</b>	<b>SSSB</b>
<b>DOCE</b>	r	<b>-.317*</b>	.235	.229	<b>.595**</b>
	p	.030	.112	.121	.000
<b>EOCE</b>	r	.020	.123	<b>.296*</b>	.227
	p	.895	.412	.044	.125
<b>KOCE</b>	r	-.147	.218	<b>.352*</b>	<b>.486**</b>
	p	.323	.141	.015	.001

Pearson Correlation – Пирсонов коефицијент корелације, p – ниво значајности корелације, DOCE – полазна оцена састава на греди, EOCE – оцена за извођење састава, KOCE – коначна оцена постигнута на греди, SSRV – вага, SSSU – став у упору, SSSB – бочни став у упору, SRSU, SRJN, SRIZ, BESS – варијабле опште статичке равнотеже

Резултати су показали да постоји значајна повезаност између специфичних тестова статичке равнотеже и успеха у вежбању на греди ког младих гимнастичарки, као и BESS теста и успеха на греди. Веће вредности коефицијента корелације код специфичних тестова за процену статичке равнотеже указују на чињеницу да је у спортској гимнастици, као у једном од најзахтевнијих спортова, неопходно тестирање способности помоћу специфичних тестова, чак и у најранијем узрасту.

Nahn et al. (1999) је истраживао повезаност између равнотеже на једној нози и спортског вежбања. Равнотежа приликом одржавања става на једној нози није се разликовала код спортиста који се такмиче у осам различитих спортова, укључујући и спортску гимнастику. Овај резултат био је неочекиван и аутори претпостављају да су резултати последица лошег одзива и самим тим и малог узорка гимнастичара



укључених у студију. Штавише, ниједан однос је пронађен између равнотеже на једној ноzi и спортског стажа у гимнастици.

Hrysomallis (2011) приказује резултате истраживања веза између равнотеже и параметара извођења вештина у стрелаштву, бејзболу, хокеју на леду, сноуборду и голфу. Није пронађено истраживање повезаности између способности равнотеже и успеха у гимнастици. Оно што је специфично за истраживања је мали број испитаника који учествују у истраживању. Углавном су то врхунски такмичари, који представљају репрезентативан узорак. Erkmen et al. (2011) испитују повезаност између резултат BESS теста и функционалног извођења код 22 фудбалера универзитетске лиге. Пронађена је повезаност између издржаја на једној ноzi и вертикалног скока ( $r = -.596$ ,  $p < .05$ ), што показује да експлозивна снага ногу такође утиче на способност одржавања равнотеже. Није постојала статистички значајна повезаност између свих BESS резултата и троскока на недоминантној ноzi, снаге, спринта са 4 линије и трчања са три угла, на нивоу значајности  $p < .05$ . Троскок на доминантној ноzi је у корелацији са ставом на нестабилној подлози, обе ноге и укупног BESS резултата ( $r = .755$ ,  $p < .01$ ;  $r = .664$ ,  $p < .05$ ;  $r = .713$ ,  $p < .01$ , редом).

Atilgan et al. (2012) су на узорку од 19 гимнастичарки (узраста  $14.53 \pm 2.2$  год.) испитивали везу између губитка равнотеже током задатог састава на греди, антропометријских карактеристика и тестова статичке и динамичке равнотеже. Пронађена је негативна корелација између параметара динамичке равнотеже са годиштем, тренажним искуством и антропометријским варијаблама, док није постојала повезаност између параметара статичке и динамичке равнотеже и губитака равнотеже током серије на греди ( $p > .05$ ). Аутори закључују да је способност равнотеже код гимнастичарки подједнака у току такмичења и у току извођења тестова у лабораторијским условима.

Вежбање на греди обухвата одржавање равнотеже у положајима (упори рукама и ставови на ногама), покретима и кретањима на греди и одржавање равнотеже приликом доскока на греди и са греде, тако да су у овом истраживању примењени специфични тестови, који су усклађени са захтевима такмичарске дисциплине. Код одржавања положаја важни су оптимални углови између сегмената тела и тонус мускулатуре, како би се тело супротставило силама које теже да наруше равнотежу.





Код вежбања на греди важан је и начин постављања стопала, површина којом су делови стопала у контакту са справом као и распоред упорних тачака. Код упора рукама, одржавање равнотеже регулише се појачаним хватом. Код младих гимнастичарки, недостатак тренажног искуства и познавања стратегија за одржавање равнотеже у захтевним положајима и гимнастичким вежбама, може бити узрок постизања слабијих резултата и већих грешака.

## 8.6 Корелација варијабли динамичке равнотеже и варијабли за процену успешности на греди

У Табели 32 приказани су резултати Пирсоновог коефицијента корелације између варијабли динамичке равнотеже и постигнутог успеха на греди.

**Табела 32.** Корелације варијабли динамичке равнотеже и успеха на греди

		YDN	YDDN	YDLN	YLN	YLND	YLLN	SDOU	SD2O	SD2Z
<b>DOCE</b>	<i>r</i>	.133	.202	-.193	.052	.133	.117	<b>.483**</b>	<b>.517**</b>	<b>.418**</b>
	<i>p</i>	.373	.173	.194	.729	.372	.435	.001	.000	.003
<b>EOCE</b>	<i>r</i>	<b>-.308*</b>	-.215	-.032	-.215	-.220	-.123	.251	<b>.321*</b>	<b>.554**</b>
	<i>p</i>	.035	.147	.830	.147	.137	.410	.089	.028	.000
<b>KOCE</b>	<i>r</i>	-.175	-.066	-.125	-.143	-.105	-.037	<b>.447**</b>	<b>.520**</b>	<b>.653**</b>
	<i>p</i>	.239	.659	.404	.337	.481	.804	.002	.000	.000

*r* – вредност Пирсоновог коефицијента корелације, *p* – ниво статистичке значајности, YDN – дохват десном напред, YDDN – дохват десном десно назад, YDLN – дохват десном лево назад, YLN – дохват левом напред, YLND – дохват левом десно назад, YLLN – дохват левом лево назад, SDOU – скокови са окретом, SD2O – два окрета у успону, SD2Z – два премега странце

Варијабла SDOU је на нивоу  $p < .01$  повезана са полазном оценом на такмичењу ( $r = .483$ ) и коначном оценом ( $r = .447$ ). Варијабла SD2O је на нивоу  $p < .01$  повезана са полазном оценом на такмичењу ( $r = .517$ ), оценом за извођење ( $r = .321$ ) и коначном оценом ( $r = .729$ ). Варијабла SD2Z је на нивоу  $p < .01$  повезана са полазном оценом на такмичењу ( $r = .418$ ), оценом за извођење ( $r = .554$ ) и коначном оценом ( $r = .653$ ). Између варијабли Y теста равнотеже и успеха на греди постоји значајна повезаност само код дохвата напред десном ногом YDN ( $r = -.308$ ).



Како је вежбање на греди претежно динамичког типа, веће вредности коефицијента корелације су очекиване. Приликом сложених гимнастичких вежби и кретања користе се и механизми повезани са законитостима премештања тела у простору. Задржавање смера кретања је од изузетне важности због карактеристика греде. Минимални компензаторни покрети тела неопходни су ради одржавања равнотеже, како би се центар тежишта тела довео изнад површине ослонца. Уколико су ови покрети наглашенији и праћени додатним покретима руку, ногу, трупа, ради спречавања пада са справе, они се на такмичењима санкционишу од стране судија (Петровић и сар., 1995). Грешке приликом извођења специфичних тестова равнотеже у овом истраживању, прилагођени су правилнику Светске Гимнастичке Федерације, што је довело до високих корелација. Гимнастичарке у својим саставима изводе ове елементе како би задовољиле специфичне захтеве или добиле тежинску вредност у вежби, тако да је аутоматизација ових елемената допринела високој корелацији између варијабли. Како је у специфичним тестовима динамичке равнотеже задатак био да се елементи повежу, то је била и најчешћа грешка која се јављала, а мањи број грешака се односио на техничко извођење.

Неколико студија је истраживало повезаност између параметара равнотеже и извођења састава на појединим гимнастичким дисциплинама. Sol (1987) је дизајнирао батерију тестова за процену статичке и динамичке равнотеже и осталих способности код гимнастичарки. Динамичка равнотежа процењивана је у односу на квалитет доскока након изведеног скока са окретом од  $180^\circ$  са висине од 120 цм. Статичка равнотежа процењивана је тестом издржаја на једној ноzi на греди, са затвореним очима, у трајању од 20 s. Резултати су показали слабу повезаност између динамичке и статичке равнотеже и успеха код гимнастичарки. Слични резултати утврђени су код истраживања Kioumourtzoglou et al. (1998) код такмичарки у ритмичко-спортској гимнастици, где динамичка равнотежа није била статистички повезана са успехом у узрасној категорији од 11 до 12 година, док је у категорији од 13 до 15 година, постојала негативна корелација између динамичке равнотеже и успеха ( $r=-0.38$ ,  $p<0.05$ ). Аутори приписују овакав резултат томе да су гимнастичарке које имају више искуства умеле да пронађу успешније механизме за одржавање равнотеже, јер се развој ове способности стабилизује до десете године старости (Shumsway-Cook & Wodlaccott, 1985).



Mizue (2009) je istraživao vezu између снаге мишића примицача кука, динамичке равнотеже и способности функционалне равнотеже код универзитетских спортиста. За процену динамичке равнотеже коришћен је такође тест дохвата, али са више праваца. Није постојала статистички значајна повезаност између динамичке равнотеже (варијабли SEBT теста) и функционалне равнотеже ( $r = .382, p = .097$ ), ни између динамичке равнотеже и снаге мишића примицача кука ( $r = -.037, p = .878$ ).

Atilgan и сарадници (2012) су добили негативну корелацију између параметара динамичке равнотеже са годинама, тренажним искуством, тренингом и антропометријским варијаблима, док није било корелације између параметара статичке и динамичке равнотеже и одржавања равнотеже током акробатских серија на греди ( $p > .05$ ). Аутори су закључили да гимнастичарке постижу исте резултате током лабораторијских тестова равнотеже и вежбања на греди у такмичарским условима.

## 8.7 Корелација варијабли антропометрије и статичке равнотеже

У Табели 33 приказане су вредности коефицијента корелације и ниво значајности веза између варијабли антропометрије и статичке равнотеже.

Табела 33. Повезаност између антропометрије и статичке снаге

		AVIS	ADUR	ADUS	ADUN	AINV	ASRA	ASKU	ANDR	AMAS	ABMI	ADSD	ADSL
<b>BESS</b>	<i>r</i>	-.164	-.200	<b>-.302*</b>	-.127	.089	-.072	-.077	.039	-.148	-.075	-.149	-.176
	<i>p</i>	.270	.178	.039	.396	.551	.629	.608	.796	.322	.618	.317	.238
<b>SSRV</b>	<i>r</i>	.222	.086	.210	.162	-.133	.272	.209	.005	.255	.262	.147	.117
	<i>p</i>	.133	.566	.157	.276	.373	.064	.158	.971	.083	.076	.323	.434
<b>SSSU</b>	<i>r</i>	<b>.319*</b>	.246	.227	.197	-.267	.228	.196	-.024	<b>.353*</b>	<b>.338*</b>	.199	.199
	<i>p</i>	.029	.096	.124	.185	.069	.124	.186	.873	.015	.020	.180	.180
<b>SSSB</b>	<i>r</i>	<b>.355*</b>	.253	.142	<b>.313*</b>	-.103	<b>.352*</b>	.251	.024	<b>.384**</b>	<b>.375**</b>	<b>.300*</b>	<b>.336*</b>
	<i>p</i>	.014	.087	.340	.032	.491	.015	.089	.875	.008	.009	.041	.021

*r* – вредност Пирсоновог коефицијента корелације, *p* – ниво статистичке значајности

Утврђена је блага повезаност ( $r < .40$ ) између варијабли антропометрије и статичке равнотеже. Издржај у ставу у упору бочно је у корелацији са већим бројем



варијабли антропометрије: телесне висине, дужине ногу, ширине рамена, масе тела, индекс масе тела и дијаметре стопала. Како је бочни став у упору један од најсложених тестова, може се закључити да антропометријске мере имају већу повезаност са сложенијим тестовима.

## 8.8 Корелација варијабли антропометрије и вертикалног скока

У табели 34 приказане су вредности коефицијента корелације између варијабли антропометрије и вертикалног скока без замаха рукама. Уочава се да највећа повезаност постоји између висине постигнутог вертикалног скока и телесне висине (.547), а затим дужине ногу (.514) и масе тела (.530), на нивоу  $p < .01$ . Померање тежишта пре одскока је такође у корелацији са већином варијабли антропометрије, осим са три варијабле трансверзалне димензионалности скелета (AINV, ASRA, ASKU). Релативна снага ногу је значајно статистички повезана само са две варијабле антропометрије: ADUN и AVIS.

**Табела 34.** Повезаност између антропометрије и вертикалног скока без замаха рукама

		AVIS	ADUR	ADUS	ADUN	AINV	ASRA	ASKU	ANDR	AMAS	ABMI	ADSD	ADSL
SVIS	<i>r</i>	<b>.547**</b>	<b>.451**</b>	<b>.329*</b>	<b>.514**</b>	-.077	<b>.366*</b>	<b>.453**</b>	-.231	<b>.530**</b>	<b>.421**</b>	<b>.451**</b>	<b>.417**</b>
	<i>p</i>	.000	.001	.024	.000	.609	.012	.001	.118	.000	.003	.001	.004
DPTT	<i>r</i>	<b>.367*</b>	<b>.297*</b>	<b>.343*</b>	<b>.420**</b>	.093	.105	.269	<b>-.289*</b>	<b>.365*</b>	<b>.305*</b>	<b>.395**</b>	<b>.382**</b>
	<i>p</i>	.011	.043	.018	.003	.536	.482	.067	.049	.012	.037	.006	.008
SNKG	<i>r</i>	<b>.342*</b>	.242	.182	<b>.388**</b>	.082	.231	.213	-.017	.350*	.314*	.286	.268
	<i>p</i>	.019	.101	.221	.007	.586	.118	.151	.911	.016	.031	.051	.068
SNTS	<i>r</i>	<b>-.303*</b>	<b>-.377**</b>	-.239	<b>-.321*</b>	-.036	-.164	-.214	.158	-.234	-.128	<b>-.290*</b>	<b>-.320*</b>
	<i>p</i>	.039	.009	.105	.028	.809	.269	.148	.288	.113	.393	.048	.028

*r* – вредност Пирсоновог коефицијента корелације, *p* – ниво статистичке значајности

Највиша вредност коефицијента корелације уочава се између висине скока и телесне висине и масе тела. Слични подаци приказани су великом броју истраживања. На узорку од 218 дечака и 189 девојчица које упражњавају спорт, узраста од 7 до 13 година, пронађена је статистички значајна повезаност између пола, узраста, масе тела и масе без телесних масти код висине и снаге вертикалног скока на платформи, на нивоу ( $p < .05$ ) (Aouicheroni et al., 2014). Tsubaki et al. (2009) су пронашли веома високу



корелацију између узраста и максималне снаге код физички активних, док су Taylor et al. (2010) закључили да максимална снага и висина скока прогресивно расту са узрастом испитаника од 10 до 15 година старости. Марковић и Јарић (2007) указују на то да снага забележена помоћу платформе – на основу силе реакције подлоге у високој корелацији са пропорцијама тела.

У табели 35 су приказане вредности Пирсоновог коефицијента корелације између антропометријских варијабли и варијабли вертикалног скока са замахом рукама. Висина постигнутог скока није у корелацији са два индекса антропометрије: AINV и ANDR.

**Табела 35.** Повезаност између антропометрије и вертикалног скока без замаха рукама

		AVIS	ADUR	ADUS	ADUN	AINV	ASRA	ASKU	ANDR	AMAS	ABMI	ADSD	ADSL
<b>ZVIS</b>	<i>r</i>	<b>.614**</b>	<b>.531**</b>	<b>.391**</b>	<b>.597**</b>	-.051	<b>.397**</b>	<b>.475**</b>	-.220	<b>.612**</b>	<b>.515**</b>	<b>.487**</b>	<b>.486**</b>
	<i>p</i>	.000	.000	.007	.000	.734	.006	.001	.138	.000	.000	.001	.001
<b>ZPTT</b>	<i>r</i>	.018	-.077	.080	.009	-.029	-.161	.072	-.279	.025	-.038	.040	-.054
	<i>p</i>	.902	.607	.594	.951	.844	.281	.631	.058	.868	.802	.791	.718
<b>ZNKG</b>	<i>r</i>	.033	-.085	-.163	.066	.068	-.029	-.105	.144	.064	.140	.131	.221
	<i>p</i>	.823	.570	.275	.660	.648	.849	.481	.335	.667	.346	.381	.136
<b>ZNTS</b>	<i>r</i>	-.226	-.249	<b>-.293*</b>	-.157	.146	-.101	<b>-.353*</b>	<b>.423**</b>	-.167	-.015	-.017	.021
	<i>p</i>	.127	.091	.045	.291	.326	.499	.015	.003	.261	.919	.912	.891

*r* – вредност Пирсоновог коефицијента корелације, *p* – ниво статистичке значајности

## 8.9 Корелација варијабли равнотеже и вертикалног скока

У Табели 36 приказане су вредности коефицијента корелације између варијабли опште и специфичне равнотеже и варијабли вертикалног скока са кретањем у супротном смеру од смера скока, без и са замахом рукама. Постоји значајна повезаност између динамичке равнотеже и варијабли вертикалног скока, на нивоу  $p < .01$ , а корелације се крећу од .295-.484. Највећа повезаност се уочава између висине оствареног скока без замаха и са замахом рукама и специфичног теста динамичке равнотеже – две повезане “звезде”. Исти тест је у корелацији и са варијаблама релативне снаге ногу, код скока без замаха и са замахом рукама.



**Табела 36.** Повезаност између динамичке равнотеже и варијабли вертикалног скока

		YDN	YDDN	YDLN	YLN	YLND	YLLN	SDOU	SD2O	SD2Z
<b>SVIS</b>	r	-.095	<b>.443**</b>	<b>.425**</b>	.136	.237	<b>.369*</b>	<b>.484**</b>	.189	<b>.445**</b>
	p	.526	.002	.003	.362	.109	.011	.001	.203	.002
<b>ZVIS</b>	r	-.109	<b>.378**</b>	<b>.340*</b>	.050	.185	<b>.339*</b>	<b>.480**</b>	.204	<b>.465**</b>
	p	.464	.009	.020	.737	.214	.020	.001	.168	.001
<b>DPTT</b>	r	-.115	<b>.390**</b>	.199	.067	.206	.217	.264	<b>.295*</b>	.166
	p	.442	.007	.181	.652	.165	.144	.073	.044	.265
<b>ZPTT</b>	r	<b>.318*</b>	.229	.154	<b>.382**</b>	.256	.214	-.038	.144	-.216
	p	.029	.122	.302	.008	.082	.148	.801	.334	.145
<b>SNKG</b>	r	-.093	.032	.096	-.042	-.102	.063	.271	-.002	<b>.326*</b>
	p	.533	.833	.519	.780	.496	.673	.065	.991	.025
<b>ZNKG</b>	r	-.147	.014	.084	-.155	-.189	-.036	.021	-.080	<b>.400**</b>
	p	.325	.925	.572	.299	.203	.809	.890	.594	.005
<b>SNTS</b>	r	.133	-.082	-.133	.131	-.045	-.020	-.094	.042	.064
	p	.375	.583	.371	.379	.764	.891	.530	.778	.668
<b>ZNTS</b>	r	-.223	-.006	.019	-.070	-.021	.140	-.103	.059	.249
	p	.132	.970	.899	.642	.886	.348	.492	.694	.092

*r* – вредност Пирсоновог коефицијента корелације, *p* – ниво статистичке значајности



## 8.10 Структура простора равнотеже код гимнастичарки

Хотелинговом методом факторске анализе и употребом Guttman-Kaiserovog критеријума за екстракцију броја значајних фактора (а значајним се сматра сваки једнак или већи од 1.00).

Табела 37.Факторска анализа варијабли равнотеже код гимнастичарки

Var.	H				A			F		
	1	2	3	h <sup>2</sup>	1	2	3	1	2	3
SRSU	-.040	.171	.466	.223	-.040	.171	.466	-.130	.080	.438
SRJN	-.015	-.108	.603	.405	-.015	-.108	.603	-.111	-.228	.628
SRIZ	.147	-.149	.640	.463	.147	-.149	.640	.048	-.287	.646
YDN	-.587	.260	-.349	.521	-.587	.260	-.349	-.545	.368	-.302
YDDN	-.009	.824	-.093	.720	-.009	.824	-.093	-.046	.844	-.257
YDLN	-.061	.735	-.001	.550	-.061	.735	-.001	-.108	.739	-.139
YLN	-.359	.554	-.304	.584	-.359	.554	-.304	-.343	.638	-.354
YLND	.065	.893	.082	.770	.065	.893	.082	-.006	.872	-.109
YLLN	.267	.844	.086	.726	.267	.844	.086	.198	.810	-.129
SSRV	.277	.088	-.704	.668	.277	.088	-.704	.390	.212	-.768
SSSU	.603	.256	-.414	.707	.603	.256	-.414	.656	.301	-.567
SSSB	.752	.162	-.315	.776	.752	.162	-.315	.795	.177	-.475
SDOU	.729	.173	.169	.520	.729	.173	.169	.689	.093	.011
SD2O	.558	-.085	-.412	.559	.558	-.085	-.412	.634	-.037	-.489
SD2Z	.635	-.236	-.394	.680	.635	-.236	-.394	.716	-.197	-.454
<b>VARIJANSA %</b>	<b>28.41</b>	<b>21.46</b>	<b>9.27</b>							

Легенда: H - главне компоненте, h<sup>2</sup> - комуналитети, A - склоп и F - структура

Прва латентна димензија садржи највећи део варијансе (28.41%) и може се сматрати најзначајнијим показатељем свих примењених инструмената манифестних моторичких варијабли. У својим пројекцијама овај фактор дефинишу тестови специфичне статичке и динамичке равнотеже, тако да се ова димензија може назвати **ФАКТОР СПЕЦИФИЧНЕ РАВНОТЕЖЕ**. Овај фактор је одговоран за специфичне тестове на такмичарској греди, где је изражено одржавање равнотеже на висини од 1.25 m. Највећи допринос овом простору дале су варијабле SSSB (.795) и SD2Z (.716), што



је и очекивано, с обзиром на то да на греди преовладавају елементи динамичке равнотеже.

Екстрахована су три фактора са 60% објашњене варијансе. Првим фактором је објашњено 28.41%, другим 21.46% , а трећим 9.27% варијансе простора равнотеже код гимнастичарки. У Табели 40 приказане су пројекције варијабли на факторе, на основу чега је могуће извршити интерпретацију екстрахованих латентних димензија.

**Табела 38.** Корелације између фактора

Component	1	2	3
1			
2	-.064		
3	-.169	-.197	

Екстракција фактора: Метод главних компоненти  
Метод ротације фактора: Oblimin са Kaiser Normalization

Другу латентну димензију (21.46% варијансе) дефинишу пројекције подтестова опште динамичке равнотеже: YDN, YDDN, YDLN, YLN, YLDN, YLLN, па се може назвати као **ФАКТОР ОПШТЕ ДИНАМИЧКЕ РАВНОТЕЖЕ**.

Трећа латентна димензија (9.27% варијансе) одређена је карактеристикама три подтеста: издржај суножно (SRSU), издржај на једној ноzi (SRJN) и издржај једна нога иза друге (SRIZ), као и варијаблом SSRV. Због специфичности тестова, овај фактор се може назвати **ФАКТОР ОПШТЕ СТАТИЧКЕ РАВНОТЕЖЕ**. Тест SSRV је једноставнији моторички, код одржавања равнотеже, у односу на остале тестове специфичне равнотеже.

Из матрице интеркорелације фактора (Табела 38) запажа се да фактори нису у корелацији.

Милетић и сарадници (2004) су факторском анализом 13 антропометријских варијабли, 11 моторичких и 20 специфичних тестова примењених на узорку од 50 гимнастичарки, почетница (узраста 7.1 +/- 0.3 година) добили седам изолованих фактора, од којих гипкост ( $Beta = .26; p < .05$ ), експлозивна снага ( $Beta = .25; p < .05$ ) и волуминозност тела ( $Beta = -.42; p < .001$ ) објашњавају 41% успеха извођења базичних вежби у ритмичкој гимнастици – скокова, ротација, вежби равнотеже и гипкости.





Према резултатима студије препоручује се програмирање садржаја тренинга за почетнице у ритмичкој гимнастици.

## 8.11 Утицај статичке равнотеже на успех у вежбању на греди

У табели 38 приказане су релације између зависне варијабле – оцене на греди и независних варијабли – тестова за процену статичке равнотеже. Добијена вредност укупне корелације је .492, што значи да систем предикторских варијабли има значајан утицај на постизање успеха на греди, на нивоу  $p < .01$ . Према вредности квадрата мултипле корелације, који износи .243, може се закључити да систем предикторских варијабли објашњава 24.3% укупне варијансе, док је остатак од 75.7% под утицајем необјашњених фактора. Утицај система предикторских варијабли (Предиктори: SSSB, BESS, SSRV, SSSU) статистички значајно утиче на критеријумску варијаблу – коначну оцену на такмичењу.

Табела 39. Параметри регресионе анализе

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Std. Error of the Estimate	F	p
1	.492 <sup>a</sup>	.243	.170	1.53	3.362	.018

Легенда: R - коефицијент мултипле корелације, R<sup>2</sup> – коефицијент детерминације мултипле корелације, Adjusted R Square - кориговани коефицијент детерминације мултипле корелације, Std. Error of the Estimate. - стандардна грешка прогнозе, F - вредност F теста којим се тестира значајност предикторског скупа на критеријумску варијаблу, p - ниво значајности коефицијента мултипле корелације; Предиктори: SSSB, BESS, SSRV, SSSU

У Табели 40 приказан је појединачан допринос варијабли (Beta), који је статистички значајан код варијабле SSSB.

Како су ово тестови специфичне равнотеже, може се препоручити њихова примена у планирању тренинга на греди, ради развијања специфичне равнотеже на греди. Тренери увежбавају извођење у складу са захтевима на справи, па тако издржај траје 2 s, али би препорука била, да се дужим издржајем доприноси развоју равнотеже. Гимнастичарке које су имале боље резултате на овим тестовима, биле су и боље пласиране на греди (KONO).



**Табела 40.** Парцијални показатељи регресије предикторског сета и критерија - КОСЕ

Model	Нестандардизовани		Стандардизовани		t	p
	корефицијенти		коэффициенти			
	B	Std. Error	Beta			
(Constant)	9.857	5.419			1.819	.076
1						
BESS	-.004	.103	-.006		-.037	.971
SSRV	-.353	.645	-.107		-.547	.587
SSSU	.128	.269	.102		.475	.637
SSSB	.387	.152	.472		2.546	<b>.015</b>

**Легенда:** Предикторски сет : SRSU – издржај суножно, SRJN – издржај на једној, SRIZ – издржај једна иса друге, BESS – укупан резултат, Зависна варијабла: КОСЕ – коначна оцена на такмичењу

Гимнастичарке које су учествовале на Меморијалном турниру „Лаза Крстић и Марица Џелатовић“ су од 9 до 13 година старости, па се код младјих гимнастичарки може претпоставити да развој равнотеже и постуралног система није стабилизван.

## **8.12 Повезаност предикторског сета варијабли динамичке равнотеже и успеха на греди код гимнастичарки**

У табели 41 су приказани основни регресиони коефицијенти предиктивног значаја динамичке равнотеже и коначне оцену на греди, који показују релације између зависне варијабле – коначне оцене на греди и независних варијабли – тестова за процену динамичке равнотеже.

На основу коефицијента мултипле корелације (R), који у износи .697, може се констатовати значајна повезаност између динамичке равнотеже и критеријске варијабле, коначне оцене на греди. Међутим, вредност  $r^2$  је често „превише оптимистична процена стварне вредности коефицијента детерминације“ (Pallant, 2011, 163) када се ради о малом узорку, па се препоручује интерпретација показатеља Adjusted R Square – коригованог  $r^2$  које даје бољу процену на малом узорку и у овом случају је .424.

У табели 45 се може видети да варијабла SD2Z има навећи и статистички значајан утицај на коначну оцену остварену на греди ( $p < .01$ ). Гимнастичарке које су



имале најбоље резултате на тестовима специфичне динамичке равнотеже, имале су боље коначне оцене на греди. Како је вежбање на греди претежно динамичког типа и захтева се повезивање вежби, неопходно је укључивање оваквих тестова у праћење напредовања гимнастичарки.

**Табела 42.** Параметри регресионе анализе у латентном простору и коначне оцене на греди

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Std. Error of the Estimate	F	p
1	.697	.486	.424	1.27	7.776	.000

R-коэффициент мултипле корелације, R<sup>2</sup> – коэффициент детерминације мултипле корелације, Adjusted R<sup>2</sup> - кориговани коэффициент детерминације мултипле корелације, Std. Error of the Estimate. - стандардна грешка прогнозе, F - вредност F теста којим се тестира значајност предикторског скупа на критеријумску варијаблу, p - ниво значајности коэффицијента мултипле корелације;

**Табела 43.** Парцијални показатељи регресије предикторског сета и критерија - КОСЕ

Model	Нестандардизовани		Стандардизовани		t	p
	В	Std. Error	коэффицијенти	Beta		
(Constant)	-1.095	4.286			-.305	.762
YBTD	.007	.292		.026	.154	.879
1 YBTL	-.033	.367		-.103	-.594	.556
SDOU	.241	.187		.173	1.370	.178
SD2O	.270	.040		.157	1.101	.277
SD2Z	1.005	.045		.495	3.358	.002

Легенда: Предикторски сет динамичке равнотеже: YBTD, YBTL, SD2O, SDOU, SD2Z, КОСЕ – коначна оцена на такмичењу

У последњем правилнику Светске Гимнастичке Федерације (2013-2016), посебна пажња је посвећена управо повезивању вежби. За разлику од ранијих правилника, повезивање два окрета, од којих је један С, други А тежине, доноси бонификацију од 0.1 бод. Увежбавањем повезивања два окрета А тежине у млађим такмичарским категоријама, створила би се могућност да се у старијим категоријама (јуниорска и сениорска) лакше надогради полазна оцена и то добијањем бонификације. Ова бонификација за везу није постојала у претходном Правилнику оцењивања (2009-2012), према коме су оцењиване гимнастичарке које су учествовале у овом истраживању.



Тренери нису довољно посвећивали пажњу повезивању вежби при састављању кореографија такмичарског састава и чиниле су га појединачне вежбе великих тежина са веома мало ритмике. На овај начин се изгубило на квалитету у вежбању на греди, на артистичности и атрактивности. Правила се нису значајно променила што се тиче саме садржине састава, тежинских вредности и специфичних захтева на справи, али се тежи да се увођењем посебних одбитака за кореографију и артистичност, поврати квалитет вежбања на греди. Као и до сада сваки губитак равнотеже током вежбања се у зависности од степена несигурности, може санкционисати са 0.1, 0.3 или 0.5 бода, сваки пут током извођења вежбе. Од стране Е панела (судијске комисије за грешке у извођењу) санкционишу се са 0.1 бод одбици:

- Извођење целе вежбе као серије неповезаних елемената и кретања,
- недовољне варијације ритма и темпа у елементима,
- недостатак креативних покрета и транзиција,
- недостатак промена правца кретања,
- више од једног окрета за 180° на обе ноге,
- недовољно коришћење целе дужине справе,
- лош ритам у везама елемената,
- пауза дужа од 1 s или непотребна припрема пре елемента (додатни замах рукама, зибање телом, додатни корак и слично).

Гимнастичарка са неусклађеним саставом (чак и без већих грешака у техници и пада са греде), била кажњена од стране судијске комисије за сваку од ових грешака. Повезивање већег броја вежби се награђује бонификацијом, а такође и креативне кореографије које истичу лични стил гимнастичарке, њено самопоуздање и грациозност. Састав треба да буде усклађена целина са „причом“ и оригиналним покретима. Још увек је мали број гимнастичарки које могу да испрате овакве захтеве, јер је за то неопходна изузетна физичка и техничка припрема. Овакви захтеви подстичу и још више истичу разлике између врхунског извођења и „стандардног“ вежбања на греди. Ангажовање кореографа, које се више практиковало за састављање вежбе на партеру, омогућава истицање личног стила, креативности и оригиналности. Светска гимнастичка федерација је на семинарима за судије и на већим такмичењима у овом



циклусу организовала предавања стручњака – познатих кореографа једног од најбољих циркуса света „*Cirque de Soleil*“ (Циркус Сунца), да дају смернице судијама и тренерима, како да препознају разлику између „врхунског“ и „просечног“ састава и вежбања и које су то вредности које се награђују.

На 30. Европском првенству у Софији, председница Женског техничког комитета Нели Ким, је изнела став FIG-е, да је мали напредак у погледу конструкције састава и испуњавања нових захтева у погледу артистичности у вежбању на греди и партеру. Гимнастичарке које су присутне неколико година у сениорској конкуренцији, тешко се прилагођавају новим захтевима. Неопходно је да нове генерације гимнастичарки, од најмлађег узраста увежбавају повезивање, најпре једноставних, базичних вежби, а затим и сложенијих, како би се временом вратила динамичност вежбању на греди, али и на партеру.

Сва три специфична теста динамичке равнотеже, која су примењена у овом истраживању, прилагођена су пропозицијама новог Правилника оцењивања. Два повезана окрета за  $360^\circ$ , као специфичан тест, могу бити надограђена у један окрет за  $360^\circ$ , повезан са окретом за  $360^\circ$  са слободном ногом у предножењу (С тежине), чиме би се добила бонификација од 0.1 бод. Два повезана скока увис суножно са окретом од  $180^\circ$ , осим што утичу на усавршавање динамичке равнотеже, могу бити и начин за промену правца кретања, уместо стандардног окрета у успону на крају греде, који се санкционише од стране судија уколико се понови у вежби. Такође, два повезана премола странце, прогресивно могу да се надограде у два премола странце без ослонца рукама, који се такође награђују бонификацијом, али спадају и у бочно кретање, које је веома атрактивно и неопходно на греди, ради промене правца кретања. Систематским проверавањем развоја осећаја равнотеже и савладаности сложенијих вежби у млађим узрасним и такмичарским категоријама и укључивањем у садржај тренинга, биће унапређен репертоар вежби. На предстојећим такмичењима ће узајамно са сменом генерација, доћи и до очекиваних промена, што накнадно имати утицаја и на поједине сегменте Правилника оцењивања, а све у циљу унапређења развоја, како женске спортске гимнастике, тако и појединачних такмичарских дисциплина и омогућавања адекватније процене извођења такмичарског састава, која се спроводи путем субјективног оцењивања судија, на бази објективних, Правилником унапред дефинисаних критеријума.



## 8.13 Утицај антропометрије на успех у вежбању на греди

У табели 46 приказана је повезаност између критеријске варијабле – коначна оцена на греди и сета предикторских варијабли, који је чинило 12 варијабли антропометрије.

**Табела 44.** Параметри регресионе анализе у латентном простору антропометрије и КОСЕ

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Std. Error of the Estimate	F	p
1	.635	.403	.216	1.48	2.15	<b>.042</b>

R - коефицијент мултипле корелације, R<sup>2</sup> – коефицијент детерминације мултипле корелације, Adjusted R<sup>2</sup>- кориговани коефицијент детерминације мултипле корелације, Std. Error of the Estimate.- стандардна грешка прогнозе, F - вредност F теста којим се тестира значајност предикторског скупа на критеријумску варијаблу, p - ниво значајности коефицијента мултипле корелације, Предиктори: SSRV, ANDR, AUTM, AINV, ADUR, ASRA, ADUS, ABMI, ADUN, ASKU, AMAS, AVIS

На основу коефицијента мултипле корелације (R), који у износи .635, може се констатовати јака веза између динамичке равнотеже и критеријумске варијабле, коначне оцене на греди. Према вредности квадрата мултипле корелације, који износи .403, може се закључити да систем предикторских варијабли објашњава 40.3% укупне варијансе, док је остатак од 59.7% под утицајем необјашњених фактора. Утицај система предикторских варијабли статистички значајно утиче на критеријумску варијаблу – коначну оцену на такмичењу на нивоу  $p < .05$ , међутим, ни једна варијабла не доприноси статистички значајно овом утицају (вредност  $p$ , Табела 44).

Kochanowicz и сар. (2013) су на узорку гимнастичара узраста од 9 до 12 година испитивали утицај морфолошких карактеристика применом регресионе анализе, како би се утврдио допринос различитих морфолошких карактеристика на ниво техничке припремљености гимнастичара узраста 9-12 година, односно резултат вишебоја. У првој анализи утицај је утврђен код варијабли телесна висина, маса тела, индекс телесне масе и Рохреров индекс, са укупно објашњеном варијансом од 45% у узрасној категорији од 9 година ( $R^2 = .45$ ,  $p < .01$ ). Вредност  $R^2$  није била значајна у другим узрасним категоријама (0.15-0.27). У другој анализи примењене су варијабле дужина доњег екстремитета, дужина горњег екстремитета, ширина рамена, ширина кукова и индекс рамена и кукова. Као предиктори, ове варијабле су обијасниле значајну



варијансу успеха у вишебоју код дечака узраста 11 година ( $R^2=0.59, p <.01$ ) и 12 година ( $R^2 = .56, p <.01$ ). Вредности  $R^2$  (0, 24 - 0.38) нису биле значајне код других узрасних категорија. Иако су аутори дошли до значајних резулта, велика замерка овом раду јесте што не наводе број испитаника по категоријама.

**Табела 45.** Парцијални показатељи регресије предикторског сета и критерија - КОСЕ

Model	Нестандардизовани		Стандардизовани		t	p
	коэффициенти		коэффициенти			
	B	Std. Error	Beta			
(Constant)	56.588	106.454			.532	.598
1 AMAS	-.235	.459	-1.143		-.512	.612
AVIS	-.272	.700	-1.685		-.388	.700
ABMI	1.069	1.081	1.034		.989	.330
AUTM	-.192	.096	-.382		-2.007	.052
ADUR	.126	.096	.372		1.302	.201
ADUS	-.337	.224	-.335		-1.507	.141
ADUN	.575	1.273	1.992		.452	.654
AINV	-.639	1.871	-.747		-.342	.735
ASRA	1.605	1.119	2.143		1.434	.160
ASKU	-1.697	1.374	-2.514		-1.235	.225
ANDR	-28.119	26.042	-1.447		-1.080	.288

Легенда: Предикторски сет а антропометријских варијабли: Зависна варијабла: КОСЕ – коначна оцена на такмичењу

На успешност извођења и постизања успеха у различитим спортовима, могу имати утицај различите варијабле, као што су морфолошке карактеристике, функционалне карактеристике, адаптације на специфичности тренинга, развој различитих моторичких способности као и менталних вештина (Kochanowicz и сар., 2013). Повезаност између морфолошких карактеристика и ефеката тренинга код гимнастичара потврђена је у великом броју студија (Jaworski, Tchórzewski, Bujas, Smreczak, 2010; Karniewicz, Sawczyn, Kochanowicz et al., 2013). Студије су потврдиле и да су у поређењу са контролном групом, гимнастичари нижег раста и изразито атлетске грађе, што је последица селекције. Неопходан је већи број истраживања који испитује утицај појединих морфолошких карактеристика и могућности постизања



врхунских резултата, као у вишебоју, тако и за сваку справу. Овакви подаци доприносе унапређењу гимнастичког тренинга и испитивању индивидуалних предиспозиција гимнастичара.

## 8.14 Утицај експлозивне снаге ногу на успех у вежбању на греди

У табели 46 је приказан утицај варијабли снаге ногу на успех у вежбању на греди. Како је  $p > .01$  може се закључити да не постоји статистички значајан утицај наведених варијабли на успешност у вежбању на греди код гимнастичарки узраста 8-13 година.

Табела 46. Параметри регресионе анализе

Model	R	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Std. Error of the Estimate	F	p
1	.416	.173	-.001	1.68	.993	.457

R-коэффициент мултипле корелације, R<sup>2</sup> –коэффициент детерминације мултипле корелације, Adjusted R Square-кориговани коэффициент детерминације мултипле корелације, Std. Error of the Estimate.-стандардна грешка прогнозе,

F-вредност F теста којим се тестира значајност предикторског скупа на критеријумску варијаблу, p- ниво значајности коефицијента мултипле корелације; Предиктори: ZNTS, ZVIS, ZPTT, SNTS, DPTT, SNKG, ZNKG, SVIS

Вертикални скок је интегрална компонента успеха у многим спортовима. Максимална висина скока се такође користи као важан параметар при мерењу снаге покрета (Caruso et al., 2012). Гимнастичарке изводе различите скокове у саставима, као плесне вежбе, код којих је висина скока један од битних фактора при признавању вежбе од стране D судијског панела, а грешке у висини, односно недовољна висина при извођењу ових вежби се санкционише са 0.1, 0.3 или 0.5 бода, од стране E судијског панела. Висина акробатских елемената на греди, такође зависи од снаге доњих екстремитета, поред бројних фактора који утичу на правилно извођење.

Када се замах рукама укључи у извођење скока долази до побољшања висине центра тежишта тела и брзине вертикалне компоненте одраза. Висина скока се повећава између 17.4 - 21.3 % (Caruso et al., 2012). Исти аутори наводе чак седам студија које се баве овим проблемом, али су сва истраживања обухватила испитанике мушког пола, па утори наводе да су неопходна додатна истраживања на испитаницима женског пола. Циљ ове студије био је утврдити како антропометрија и пол испитаника





утичу на замаха рукама код висине вертикалног скока код 43 испитаника мушког и 32 испитанице женског пола. Floría & Harrison (2013) истражују ефекте узраста на коришћење замаха рукама код испитаница женског пола (36 девојчица и 20 одраслих жена). Анализа података је показала да замаха рукама повећава висину скока као обе групе, али је већи код деце него код одраслих (22.6% и 18.7% редом;  $p < .05$ ). Резултати су показали да деца умеју боље да искористе предности замаха рукама код и на различите начине: деца су повећала висину скока повећањем висине приликом одраза, а одрасле испитанице повећањем висине лета. Оваква истраживања су значајна, али је неопходно утврдити механизме замаха и њихов утицај на извођење елемената помоћу кинематичке анализе, како би се допринело уклањању грешака приликом извођења акробатских и плесних елемената, код којих је висина тежишта приликом извођења од пресудног значаја за успех.

Код гимнастичарки узраста од 9 до 13 година није постојала повезаност између варијабли експлозивне снаге ногу и успешности на греди, што се може објаснити тиме да гимнастичарке млађих узрастних категорија, изводе мањи број елемената са скоковима, на шта указује и нижа полазна оцена њихових састава на греди. Анализом вежби закључујемо да већи број гимнастичарки овог узраста изводи акробатске елементе без фазе лета и са упором рукама, чиме се испуњава само специфични захтев за акробатским елементима у различитим правцима. Тренери обезбеђују сигурност извођења елементима који нису захтевни и који ће тек даљом надградњом обезбедити веће полазне оцене у старијим категоријама.

Bradshaw & Le Rossignol (2002) су на узорку од 20 гимнастичарки националног ранга такмичења, узраста од до 14 година, истраживали утицај антропометријских и моторичких варијабли на извођење прескока и елемената на партеру, високих тежина. Гимнастичарке су изводиле поскок у ставу у упору, као и различите скокове (squat jumps – SJ, countermovement jump – CMJ, broad jumps – BJ). Антропометријске мере су обухватиле телесну тежину и масу и дужине екстремитета. За добијање кинематичких параметара коришћен је програм за видео анализу - Video Expert II, којим су добијене хоризонтална и вертикална брзина приликом одраза. Регресионом анализом утврђено је да највећи утицај на предикцију оцене на партеру и прескоку имају узраст, брзина залетаи време одраза приликом „поскока“ у ставу у упору. Аутори су закључили да се



помоћу антропометријских мера, као и варијабли брзине и снаге могу идентификовати способности за извођење сложених акробатских вежби и прескока, који могу бити од значаја тренерима у дизајнирању и праћењу тренинг програма, како би се таленат гимнастичарки у потпуности развио. Додатна истраживања би требало да укључе већи број предикторских варијабли за идентификацију талената на партеру и прескоку.

## 8.15 Разлике у равнотежи између гимнастичарки две узрастне категорије

У табели 47 приказане су разлике између варијабли равнотеже код гимнастичарки I и II узрастне категорије. Статистички значајна разлика на нивоу  $p < .05$  утврђена је код варијабли: SSSU, SSSB, SDOU, SD2O, SD2Z и YLLN. Разлике су утврђене на тестовима специфичне равнотеже, као и на једном тесту дохвата (дохват левом ногом лево-назад). Овакви резултати указују да такмичарке старије узрастне категорије постижу боље резултате на тестовима равнотеже, него од гимнастичарки млађе узрастне категорије. Може се претпоставити да су ове разлике последица дужег тренажног искуства, као и чињенице да старије категорије гимнастичарки у својим саставима на греди изводе сложеније вежбе.

Табела 47. Т-тест за једнакост аритметичких средина

Var.	t	p
BESS	1.690	.098
SSRV	-1.446	.155
SSSU	-3.770	<b>.000</b>
SSSB	-3.598	<b>.001</b>
SDOU	-3.954	<b>.000</b>
SD2O	-2.561	<b>.014</b>
SD2Z	-2.403	<b>.020</b>
YDN	1.101	.277
YDDN	-1.589	.119
YDLN	-1.016	.315
YLN	.362	.719
YLLN	-2.065	<b>.045</b>
YLND	-1.305	.199



Резултати анализе разлика не могу бити генерализовани на све категорије гимнастичарки, јер се често дешава, посебно на великим, међунродним такмичењима, да гимнастичарке јуниорске категорије изводе сложеније елементе и постижу боље резултате у односу на сениорску категорију.

Утврђено је да постоји статистички значајна разлика између категорија, на тестовима који захтевају одржавање равнотеже у ставу у упору (SSSU, SSSB). У овим тестовима, као и код извођења поменутих гимнастичких вежби, од пресудне важности је постављање руку на греди, како би се став одржао што дуже. Као и код осталих акробатских вежби, начин постављања шака је од пресудне важности, а гимнастичарке млађих категорија немају довољно искуства. Због смањене површине ослонца, постоје три начина: постављање шака једне до друге, постављање једне испред друге и постављање једне преко друге. Први случај је најефикаснији, међутим, млађе гимнастичарке због страха могу избегавати овај начин постављања шака. Код друга два начина, неопходна је савршена контрола и равнотеже, јер иначе долази до ротације у раменом зглобу, пошто руке нису паралелне, па тиме и до прављења великих грешака.

У поређењу са кошаркашицама и фудбалеркама, гимнастичарке су на BESS тесту постигле боље резултате у односу на фудбалерке и није било статистички значајне разлике у поређењу са кошаркашицама (Bressel et al., 2007). У динамичкој равнотежи није било разлике између гимнастичарки и фудбалерки. Аутори су закључили да се значајне разлике у односу на спортску активност могу јавити у зависности од сензомоторних изазова који су специфични за сваки од спортова. На пример, гимнастичарке често увежбавају ставове, сличне онима на BESS тесту. Зато гимнастичарке развијају супериорније стратегије одржавања равнотеже, као што су мале промене у позицијама зглобова.

Није пронађено ни једно истраживање које упоређује равнотежу гимнастичара различитог нивоа такмичења. Hrysomallis (2011) наводи велики број истраживања равнотеже у којима се врхунски спортисти упоређују са онима који се истим спортом баве на националном или рекреативном нивоу. Интернационални спортисти који се такмиче у стрељаштву имају бољу статичку равнотежу у поређењу са онима који се



такмиче на националном нивоу, док су они бољи у поређењу са почетницима у овом спорту ( $p < .01$ ) (Aalto et al., 1990).

Тренажно искуство утиче на супериорнију координацију, снагу и обим покрета, који могу утицати и на боље резултате на тестовима равнотеже.

У табели 50 приказане су разлике у варијаблама антропометрије између гимнастичарки I и II категорије. Узрасне карактеристике условиле су да постоји статистички значајна разлика у телесној висини (.000), дужини ноге (.001), маси тела (.000) и базалном метаболизму (.000). Овакви резултати су очекивани, пошто су гимнастичарке млађе узрасне категорије, узраста 8 до 10 година, спадају у узрасну категорију млађи школски узраст, док су оне старије узрасне категорије, у групи предпубертет, коју карактерише убрзани раст и развој.

Claessens et al. (1991) нису пронашли разлике између гимнастичара и контролне групе испитаника, код варијабли дужине доњих и горњих екстремитета у односу на остале сегменте тела.

**Табела 48.** Т-тест за једнакост аритметичких средина варијабли антропометрије

Var.	t	p
AVIS	-6.322	.000
ADUR	-6.210	.000
ADUS	-5.458	.000
ADSD	-3.935	.000
ADUN	-5.850	.000
AINU	.570	.572
ASRA	-4.624	.000
ASKU	-3.844	.000
ANDR	.608	.546
AMAS	-5.416	.000
ABMI	-3.253	.002
AUTM	1.242	.221

Kochanowicz et al. (2013) су истраживали разлике у морфолошким карактеристикама код гимнастичара узраста 9 - 12 година. Између група није уочена статистички значајна разлика у телесној висини. Разлика између минималне и максималне телесне висине код гимнастичарки узраста 9 година, била је чак 19.5 cm.



У Табели 49 приказани су резултати Т-теста за мале независне узорке, код варијабли успешности на греди. Не постоји статистички значајна разлика између гимнастичарки две узрастне категорије на нивоу  $p < .01$  у полазној оцени и оцени за извођење између категорија. Постоји статистички значајна разлика у коначној оцени постигнутој на такмичењу.

**Табела 49.** Т-тест за једнакост аритметичких средина

<b>Var.</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>DOCE</b>	-1.623	.112
<b>EOCE</b>	-6.210	.056
<b>KOCE</b>	-5.458	<b>.018</b>



## 9 ЗАКЉУЧАК

Женска спортска гимнастика се стално развија и мења, кроз измене правилника Светске гимнастичке федерације. Неопходна су истраживања из области гимнастике како би се унапредио гимнастички тренинг и фактори успеха на свакој од справа гимнастичког вишебоја.

У овом истраживању је учествовало 47 гимнастичарки узраста 8-13 година, такмичарки на интернационалном турниру у нашој земљи, са циљем се утврди равнотежа као фактор успеха у вежбању на греди; допринос варијабли антропометрије и експлозивне снаге ногу на способност равнотеже, као и разлике које се јављају између узрастних категорија, код изабраних варијабли. Сви тестови равнотеже могу се применити и у тренажном процесу, без додатних материјалних средстава, а ради периодичног праћења ове моторичке способности и даљег напредовања.

На темељу главних резултата овог истраживања и њиховог упоређивања са резултатима истраживања других аутора у овој области, изведени су следећи закључци:

Хипотеза  $X_1$  (*Очекује се вишедимензионални модел структуре равнотеже код гимнастичарки*) се прихвата, јер су факторском анализом добијена три фактора равнотеже код гимнастичарки узраста 8-13 година: Фактор опште статичке равнотеже, фактор опште динамичке равнотеже и фактор специфичне (гимнастичке) равнотеже. Између ових фактора није постојала статистички значајна корелација, што потврђују и резултати ранијих истраживања из области равнотеже. Фактор специфичне равнотеже има највећи утицај на постизање успеха на греди.

Хипотеза  $X_2$  (*Постоје значајне релације равнотеже са успехом у извођењу вежби на греди*) се делимично прихвата, прихватањем или одбацивањем помоћних хипотеза, изведених из хипотезе  $X_2$ .

Помоћна хипотеза  $X_{2-1}$  (*Постоје значајне релације статичке равнотеже са успехом у извођењу вежби на греди*) се прихвата, јер је пронађена статистички значајна повезаност између варијабли успеха на греди и варијабли опште статичке равнотеже. Статистички значајна корелација постојала је и између резултата



специфичне статичке равнотеже и успеха на греди, где се корелације крећу између .296 и .486.

Помоћна хипотеза  $X_{2-2}$  (*Постоје значајне релације динамичке равнотеже са успехом у извођењу састава на греди*) се делимично прихвата, јер није пронађена статистички значајна повезаност између успеха на греди и већине варијабли теста за процену опште динамичке равнотеже. Постоји статистички значајна повезаност само код дохвата десном напред. Пронађена је значајна повезаност између успеха на греди и специфичних тестова динамичке равнотеже (3 варијабле), чија се повезаност креће између .321 до .653. Овакви резултати указују на чињеницу да равнотежу ког гимнастичарки млађих узрасних категорија треба тестирати помеђу специфичних тестова за гимнастичаре.

$X_3$  (*Постоји значајан утицај равнотеже на успех у извођењу састава на греди*) се делимично прихвата, као што се и очекује, након резултата корелација између варијабли, добијених претходном статистичком обрадом.

$X_{3-1}$  (*Постоји значајан утицај статичке равнотеже на успех у извођењу састава на греди*) се прихвата, јер је регресионом анализом утврђено да систем предикторских варијабли статичке равнотеже има значајан утицај на постизање успеха на греди, на нивоу  $p < .01$ , при чему највећи утицај има варијабла специфичне статичке равнотеже – SSSB.

$X_{3-2}$  (*Постоји значајан утицај динамичке равнотеже на успех у извођењу састава на греди*) се прихвата, јер је регресионом анализом утврђено да систем предикторских варијабли динамичке равнотеже има значајан утицај на успех у вежбању на греди, са високим процентом објашњеног варијабилитета, при чему највећи утицај има варијабла SD2Z, за процену специфичне динамичке равнотеже.

$X_{3-3}$  (*Постоји значајан утицај антропометријских варијабли на успех у извођењу састава на греди*) се прихвата, јер постоји значајан утицај антропометријских варијабли на постизање успеха на греди на нивоу  $p < .05$ . Појединачни допринос сваке варијабле није статистички значајан.



---

$H_{3.4}$  (*Постоји значајан утицај снаге доњих екстремитета на успех у извођењу састава на греди*) се одбацује, јер не постоји статистички значајан утицај варијабли експлозивне снаге ногу на успех у вежбању на греди, на нивоу  $p < .01$ . Овакви резултати могу бити последица конструкције састава младих гимнастичарки, где се тежи да се специфични захтеви на справи испуне извођењем једноставних вежби, који не захтевају експлозивност за разлику од вежби без упора рукама, са фазом лета, које изводе гимнастичарке старијих категорија. Обука сложенијих акробатских вежби почиње у најранијем узрасту, али се касније укључују у саставе, због ризика од повреда.





## 10 ТЕОРИЈСКА И ПРАКТИЧНА ВРЕДНОСТ ИСТРАЖИВАЊА

Женска спортска гимнастика је доживела експанзију последњих деценија и све већи број девојчица се још у најранијем узрасту (3-4 године старости) укључује у систем гимнастичког вежбања, који у том периоду подразумевају игру на гимнастичким справама уз помоћ родитеља или тренера, а касније, уколико дете показује интересовање и има одређене диспозиције (са пет или шест година) и укључивање у различите школе гимнастике. Неопходно је радити на промовисању позитивних карактеристика гимнастичког спорта, посебно за девојчице, па тако и нагласити хармоничан развој тела и свих моторичких способности вежбањем на справама, а као што је случај у овом истраживању, развој равнотеже у вежбању на греди.

Способност одржавања равнотежног поожаја и одржавања равнотеже која се развија вежбањем на греди још од најранијег узраста, имаће позитиван утицај на развој специфичне равнотеже, смањење броја повреда и постизање резултата на овој справи.

Практична вредност овог истраживања односи се на то да су резултати истраживања указују на највећу предиктивну вредност тестова специфичне равнотеже, који се изводе на такмичарској греди. Периодично праћење развоја ове способности помоћу предложених тестова, правовремено ће указати на предиспозиције младих гимнастичарки, за постизање успеха на овој справи.

Постизање врхунских резултата на греди, за разлику од осталих справа гимнастичког вишебоја, мање зависи од материјалних услова, јер се лакше може постићи испуњење специфичних захтева на справи, као и тежинских захтева, без скувих помоћних справа, јаме за доскок и сличних тренажера. За постизање успеха неопходна је способност одржавања равнотеже на првом месту, док техничко извођење елемената има велики трансфер учења са партера, али са знатно повећаним тежинама. Међутим, оно што додатно може утицати на успех су психолошки аспекти вежбања на греди, одважност и анксиозност код гимнастичарки, и њихов утицај на постизање успеха. Иако постоји мали број истраживања овог проблема, неопходно је урадити



---

додатна истраживања на већем узорку испитаница, као и гимнастичаркама различитог узраста. Једна од вредности овог истраживања је указивање на смернице за будућа истраживања, која ће користити гимнастичкој пракси у нашој земљи, али и будућим истраживањима у овој области.

Резултати добијени овим истраживањем не могу бити генерализовани на све узрасте гимнастичарки, јер је у истраживању учествовало 47 гимнастичарки, узраста 8-13 година. Како су успех у вежбању на греди представљале три варијабле (полазна оцена, Е оцена и коначна оцена) добијене оцењивањем састава судијске комисије на такмичењу, постоје бројни фактори, који такође утичу на резултат, а неки од њих су:

- Форма гимнастичарки – такмичење је једно од последњих у годишњем календару акција Гимнастичког савеза Србије (одржано је у децембру), па нешто нижи резултати могу бити последица лоше темпиране спортске форме;
- Психолошке карактеристике – како се ради о међународном такмичењу, а гимнастичарке су млађег узраста психолошки фактори могу имати значајан утицај на постизање резултата (анксиозност, предстартно стање);
- Искуство – стабилност извођења састава се постиже великим бројем такмичења пред публиком, па број такмичења на којим су испитанице учествовале, такође може бити фактор од кога зависи успех.

На одабир тестова равнотеже утицао је финансијски аспект тако да би се у будућности тестирањем равнотеже на савременим платформама, обезбедили прецизнији резултати.



---

## Научни допринос докторске дисертације

Научни допринос овог истраживања огледа се у дефинисању теоретског модела равнотеже на греди код младих гимнастичарки, као и утврђивање удела изабраних варијабли равнотеже, антропометрије и експлозивне снаге ногу код младих гимнастичарки. На темељу овог истраживања могуће је спровести квалитетније поступке планирања, програмирања и контроле тренажног процеса на греди, а такође и подаци ће користити тренерима ради постизања бољих резултата на будућим такмичењима.

Овакво трансверзално истраживање је од користи, како би се у будућности пројектовала истраживања лонгитудиналног типа, о ефектима гимнастичког тренинга на равнотежу и постизање успеха у вежбању на греди. Преглед досадашњих истраживања, као и резултати добијени у истраживању, биће корисни у планирању будућих експеримената, као и у иницирању комплекснијих и ширих истраживања у овој области. Веза између спортских повреда и способности равнотеже доказана је у бројним студијама, док је повезаност између равнотеже и успеха веома мало истраживана.

Овај истраживачки рад је по својим садржајима и организацији рада оригиналан, а добијени резултати су показали да се тестови специфичне статичке и динамичке равнотеже предложени у истраживању, могу користити у гимнастичкој пракси за периодично праћење равнотеже, што доприноси практичној применљивости овог истраживања.



## 11 ЛИТЕРАТУРА

- Altınkök, M.** (2007). *The researches of the effect of physical education program on static and dynamic balance of 5-6 ages children*. I symposium on exercise physiology, Konya.
- Arkaev, L.J., Suchilin, N. G.** (2004). *How to make champions*. Moscow, Fiskultura i Sport.
- Arnold, B. L., & Schmitz, R. J.** (1998). Examination of balance measures produced by the biodex stability system. *Journal of Athletic Training*, 33(4), 323–327.
- Arruda, P.A., & Farinatti, P.T.V.** (2007). Development and validation of a new system for talent selection in female artistic gymnastics: the PDGO Battery. *Review Brasilia Medicine Esporte*, 13(3), 139-145.
- Asseman, F., & Gahery, Y.** (2005). Effect of head position and visual condition on balance control in inverted stance. *Neuroscience letters*, 375(2), 134 – 137.
- Asseman, F., Caron, O., & Cremieux, J.** (2008). Are there specific conditions which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? *Gait Posture*, 27(1), 76-81.
- Atilgan, A.O.E.** (2013). Effects of trampoline training on jump, legstrength, static and dynamic balance of boys. *Science of Gymnastics Journal*, 5(2), 15-25.
- Atilgan, A.O.E., Akin, M., Alpkaya, U., & Pinar, S.** (2012). Investigating of relationship between balance parameters and balance lost of elite gymnastics on balance beam. *International Journal of Human Sciences*, 9(2), 1260-1270.
- Aydin, T., Yildiz, Y., Yildiz, C., et al.** (2002). Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot Ankle International*, 23(2), 123-129.
- Baryaktar, L.** (2005). *A comparison of physical and motor developmental characteristics of female athletes of swimming, gymnastic and athleticism in the age group of 11-12 years*. Marmara University, Istanbul.
- Bell, D. R., Guskiewicz, K. M., Clark, M. A., & Padua, D. A.** (2011). Systematic Review of the Balance Error Scoring System. *A Multidisciplinary Approach*, 3(3), 287–295. <http://doi.org/10.1177/1941738111403122>
- Bent, L. R., McFadyen, B. J., & Inglis, J. T.** (2004). Is the use of vestibular information weighted differently across the initiation of walking? *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Experimentation Cerebrale*, 157(4), 407–416. <http://doi.org/10.1007/s00221-004-1854-9>



- Berthoz, A.** et al. (2001). Neural basis of spatial orientation and memory of routes: topokinetic memory or topokinesthetic memory. *Journal of Reviews on Neurology*, 157(1), 779-789.
- Bo, A., & Atiković, A.** (2009). Influence of dance elements on balance beam results. *Science of Gymnastics Journal*, 3(2), 39 - 45.
- Бомпа, Т.** (2001). *Периодизација*. Загреб: Хрватски кошаркашки савез.
- Blache, Y., & Monteil, K.** (2013). Effect of arm swing on effective energy during vertical jumping: Experimental and simulation study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(2).
- Bradshaw, E. J., & Le Rossignol, P.** (2004). Anthropometric and biomechanical field measures of floor and vault ability in 8 to 14 year old talent-selected gymnasts. *Sports biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports*, 3(2), 249-262.
- Bressel, E., Yonker, J.C., Kras, J., et al.** (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 42-6.
- Бубањ, Р.** (1997). *Основи примењене биомеханике у спорту*. Ниш: „Пергамент“.
- Butler, R. J., Southers, C., Gorman, P., Kiesel, K., Plisky, P.** (2012). Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *Journal of Athletic Training*, 47(6), 616–620.
- Carr, G.** (2004). *Sport mechanics for coaches*. Human kinetics, Champaign.
- Carrick, F. R., Oggero, E., Pagnacco, G., et al.** (2007). Posturographic testing and motor learning predictability in gymnasts. *Disability Rehabilitation*, 29(24), 1881-1889.
- Cetin, N., Bayramoglu, M., Aytar, A., Surenkok, O., & Yemisci, O.U.** (2008). Effects of Lower-Extremity and Trunk Muscle Fatigue on Balance. *The Open Sports Medicine Journal*, 2, 16-22.
- Claessens A. L., Lefevre J., Beunen G. & Malina, R.** (1999). The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 39(4), 355-360.
- Code of Points** (2009-2012). *Pravilnik ocenjivanja u ženskoj sportskoj gimnastici*. International Gymnastics Federation, Women's Artistic Gymnastics.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., Gasneder, B. M., and Shultz, S.J.** (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*, 40(1), 41-46.



- Cottyn, J., de Clercq, D., Crombez, G., & Lenoir, M.** (2008). The role of preparatory heart rate deceleration on balance beam performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30(2), 159–70. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18490788>
- Cottyn, J., DeClercq, D., Pannier, J.L., Crombez, G., & Lenoir, M.** (2006). The measurement of competitive anxiety during balance beam performance in gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 24, 157–164. <http://doi.org/10.1080/02640410500131571>
- Croix, G., Lejeune, L., Anderson, D. I., & Thouvarecq, R.** (2010). Light fingertip contact on thigh facilitates handstand balance in gymnasts. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(4), 330–333.
- Cuk, I. & Karácsony, I.** (2004). *Vault*. Ljubljana, STD Sangvincki.
- Cuk, I., Korencić, T., Tomazo-Ravnik, T., Pecek, M., Bucar, M., & Hraski, Z.** (2007). Differences in morphologic characteristics between top level gymnasts of year 1933 and 2000. *Collegium Antropologicum*, 31(2), 613–9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17847947>
- Davlin, C. D.** (2004). Dynamic balance in high level athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 98(1955), 1171–1176. <http://doi.org/10.2466/PMS.98.4.1171-1176>
- Demura, S., & Yamada, T.** (2010). Proposal for a practical star excursion balance test using three trials with four directions. *Sport Sciences for Health*, 6(1), 1–8. <http://doi.org/10.1007/s11332-010-0089-3>
- Erkmen, N., Taşkin, H., Sanioglu, A., Kaplan, T., Baştürk, D.** (2011). Relationships between Balance and Functional Performance in Football Players. *Journal of Human Kinetics*, 26, 21–29. ISSN (Online) 1899-7562, ISSN (Print) 1640-5544.
- Falter, E., & Hellerer, O.** (1982). [High performance gymnasts during the period of growth]. *Hochleistungsturnen Im Wachstumsalter.*, 2(1), 39–44. Retrieved from <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=med2&NEWS=N&AN=6217420>
- Floría, P., & Harrison, A. J.** (2013). The effect of arm action on the vertical jump performance in children and adults females. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(November), 655–661.
- Гајић, М.** (1985). *Основи моторике човека*. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду.
- Garcia, C., Barela, J. A., Viana, A. R., & Barela, A. M. F.** (2011). Influence of gymnastics training on the development of postural control. *Neuroscience Letters*, 492(1), 29–32. <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.01.047>



- Gautier, G., Thouvarecq, R., & Chollet, D.** (2007). Visual and postural control of an arbitrary posture: the handstand. *Journal of Sports Sciences*, 25(11), 1271–1278. <http://doi.org/10.1080/02640410601049144>
- Gioftsidou, A., Malliou, P., Pafis, G., Beneka, A., Tsapralis, K., Sofokleous, P., Godolias, G.** (2012). Balance training programs for soccer injuries prevention. *Journal of Human Sport and Exercise*, 7(3), 639–647. <http://doi.org/10.4100/jhse.2012.73.04>
- Grabara, M., Pstrągowska, D.** (2008) Estimation of the body posture in girls and boys related to their body mass index (BMI). *Medycyna Sportowa*, 24(6), 231-239.
- Guskiewicz, K. M., & Perrin, D. H.** (1996). Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 5(51), 45–63.
- Grabara, M., & Hadzik, A.** (2009). Postural variables in girls practicing volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 1(1), 67–71. <http://doi.org/10.2478/v10101-009-0017-7>
- Hamill, J., & Knutzen, K. M.** (2003). *Biomechanical basis of human movement. Medicine & Science in Sports & Exercise*. <http://doi.org/10.1097/00005768-200310000-00030>
- Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., Hay, D. C., & Fukashiro, S.** (2008). A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. *Human Movement Science*, 27(4), 636–648. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2008.04.001>
- Harman, E. a, Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., & Rosenstein, R. M.** (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [http://doi.org/10.1519/0744-0049\(1991\)013<0038:TEO AAC>2.3.CO;2](http://doi.org/10.1519/0744-0049(1991)013<0038:TEO AAC>2.3.CO;2)
- Hars, M. et al.,** (2005). Quantify dynamic balance control in balance beam: measure of 3-D forces applied by expert gymnasts to the beam. *Computer Methods in Biomechanics and Biomédical Engineering*, Supplement I, 135-136.
- Hatzitaki, V., Zisi, V., Kollias, I., & Kioumourtzoglou, E.** (2002). Perceptual-motor contributions to static and dynamic balance control in children. *Journal of Motor Behavior*, 34(October 2014), 161–170. <http://doi.org/10.1080/00222890209601938>
- Horak, F. B.** (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*, 35(2), 7-11.
- Horak, F. B., & Nashner, L. M.** (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of Neurophysiology*, 55(6), 1369–1381. <http://doi.org/3734861>
- Hosseinimehr, S. H., Noresthen, A. A., Abbasi, A., Khaleghitazgi, M.** (2009). The comparison of dependency on vision and proprioception in gymnastic, wrestling and soccer. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 3(4), 332-338.



- Hudson, J. M., Spina, J., Spence, T., Ciapponi, F., Christ, A., Caldwell, T.** (1995). Biomechanic of balance: paradigms and procedures.
- Hrysomallis, C.** (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*. <http://doi.org/10.2165/00007256-200737060-00007>
- Hrysomallis, C.** (2011). Balanceability and athletic performance. *Sports Medicine*, 41 (3), 221-232. <http://doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000>
- Hytönen, M., Pyykkö, I., Aalto, H., & Starck, J.** (1993). Postural control and age. *Acta Oto-Laryngologica*, 113(15), 119–122. <http://doi.org/10.3109/00016489309135778>
- Iwamoto, M.** (2009). The relationship among hip abductor strength, dynamic balance, and functional balance ability.
- Jaworski, J., Tchórzewski, D., Bujas, P. Smreczak P.** (2010). Poziom rozwoju somatycznego oraz wybranych koordynacyjnych zdolności motorycznych gimnastyków sportowych w młodszym wieku szkolnym na tle ich nietrenujących rówieśników. Tradycyjne i nowoczesne formy gimnastyki oraz tańca w perspektywie kultury fizycznej. *European Association for Security*, p.212-226.
- Kayapnar, F. C.** (2011). The Effect of Movement Education Program on Static Balance Skills of Pre-School Children. *World Applied Sciences Journal*, 12(6), 871-876.
- Kayapnar, F. C.** (2010). The effect of the movement education on the dynamic balance skills of preschool children. *World Applied Science Journal*, 10(5), 607-611.
- Kiomourtzoglou, E., Deri, V., Mertzaniidou, O., & Tzetiz, G.** (1997). Experience with perceptual and motor skills in rhythmic gymnastics. *Perceptual Motorical Skills*, 84(3c), 1363–1372. <http://doi.org/10.2466/pms.1997.84.3c.1363>
- Kochanowicz, K.** (2006). *Podstawy kierowania procese mszkoleniaw gimnastyce*. Gdańsk, AWF.
- Kochanowicz, K., Kochanowicz, A.** (2010). Criteria of initial selection of candidates for artistic gymnastics. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 2(1), 75-84.
- Kochanowicz, A., Kochanowicz, K., Rózański, S., Wilczyńska, D.** (2013). The morphological characteristics and technical preparation of 9-12 years old gymnasts. *Journal of Health Sciences*, 3(13), 163-177.
- Kolt, G. S., & Kirkby, R. J.** (1994). Injury, anxiety, and mood in competitive gymnasts. *Perceptual and Motor Skills*, 78(3), 955-962.
- Kruczkowski, D.** (2007). Investigation of Balance in Trials Specific to Artistic Gymnastics. *Research Yearbook*, 13(1), 95-99.





- Kums, T.** (2008). Musculo-skeletal function in young gymnasts: associations with training loads and low-back pain. Unpublished doctoral dissertation, Tartu: Faculty of exercise and sport sciences.
- Кукољ, М.** (2006). *Антропомоторика*. Београд; Визартис.
- Lees, A., Vanrenterghem, J., & Clercq, D. D.** (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37(12), 1929-1940.
- LeUnes, A. D., Guarnieri, A., & Bourgeois, T.** (1999). Psychological characteristics of exemplary umpires (Unpublished manuscript). A&M University, Texas.
- Малацко, Ј. & Поповић, Д.** (1997). *Методологија кинезиолошко- антрополошких истраживања*. Приштина: Факултет физичке културе.
- Markovic, G., & Jaric, S.** (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power? *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1355–63.  
<http://doi.org/10.1080/02640410601021713>
- Marinsek, M., & Velickovic, S.** (2010). Analysis of motor abilities between male gymnasts of two different countries. *International Quarterly of Sport Science*, (1): 9-16.
- Massidda, M., Toselli, S., Brasili, P., & Calò, C. M.** (2013). Somatotype of elite Italian gymnasts. *Collegium Antropologicum*, 37(3), 853–7. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24308228>
- McGuine, T. a, Greene, J. J., Best, T., & Levenson, G.** (2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 10(4), 239–244.  
<http://doi.org/10.1097/00042752-200010000-00003>
- McLaughlin, P. A., Geiblinger, H., & Morrison, W.E.** (1995). *Take-off kinematics of beam dismounts*. 13 International Symposia on Biomechanics in Sports. <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/2935/2782>.
- McNevin, N. H., & Wulf, G.** (2002). Attentional focus on supra-postural tasks affects postural control. *Human Movement Science*, 21(2), 187–202.  
[http://doi.org/10.1016/S0167-9457\(02\)00095-7](http://doi.org/10.1016/S0167-9457(02)00095-7)
- Miletić, D., Katić, R., & Males, B.** (2004). Some anthropologic factors of performance in rhythmic gymnastics novices. *Collegium antropologicum*, 28(2), 727-737.
- Mohamed, M. A. K.** (2010). Effect of Plyometric Training on Developing the Explosive Power of Leg Muscles to Enhance the Performance Level of Some Acrobatic Elements on the Balance Beam Apparatus. *World Journal of Sport Sciences*, 3(S), 500-506.



- Mohammadi, M., Sadeghi, H., Shirzad, E., & Kazemi, S. E.** (2011). Functional Role of Upper Limbs and Hip in During Control Balance Hand Stand Performance in Male Gymnasts. *International Journal of Sport Studies*, 1(2), 85-89.
- Morrow, J. R., Jackson, A. W., Disch, J. G., and Mood, D. P.** (2000). *Measurement and evaluation in human performance*, 2<sup>nd</sup> edition. Human kinetics, Champaign.
- Nasher, L. M.** (1997). Physiology of balance with special reference to the healthy elderly. *Gait disorders of aging: falls and therapeutic strategies*, (37-53).
- Ogard, W. K.** (2011). Proprioception in Sports Medicine and Athletic Conditioning. *Strength and Conditioning Journal*, 33(3), 111-118.
- Panjan, A., & Sarabon, N.** (2010). Review of Methods for the Evaluation of Human Body Balance. *Sport Science Review*, XIX(5), 131–163. <http://doi.org/10.2478/v10237-011-0036-5>
- Петковић, Д.** (2008). *Спортски тренинг*, друго допуњено издање. Ниш: Универзитет у Нишу.
- Петковић, Д., Величковић, С., Петковић, Е., Хаџи Илић, С., и Мекић, Х.** (2010). *Спортска гимнастика I – Теорија*. Ниш, Факултет спорта и физичког васпитања.
- Петровић, Ј., Буђа, П., Радојевић, Ј., Петковић, Д. & Грбовић, М.** (1995). *Спортска гимнастика II део*. Београд: Факултет физичке културе, Универзитета у Београду.
- Potop, A., Rafal, G., Boloban, V.N., Otsupok, A.P.** (2013). Biomechanical characterization dismounts from balance beam on the basis of the analysis of key elements of sports equipment. *Pedagogics, psychology medical-biological problems of physical training and sports*, 12, 58-66.
- Ricotti, L.** (2011). Static and dynamic balance in young athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(4), 616-628.
- Roland, P. S. & Rutka, J. A.** (2004). *Ototoxicity*. Canada: BC Decer Inc.
- Sabin, M. J., Ebersole, K. T., Martindale, A. R., Price, J. W., & Broglio, S. P.** (2010). Balance performance in male and female collegiate basketball athletes: influence of testing surface. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(8), 2073–2078.
- Sands, W. A.** (2000). Injury prevention in women's gymnastics. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 30(5), 359–373. <http://doi.org/10.2165/00007256-200030050-00004>
- Sarabon, N., Rosker, J., Loeffler, S., & Kern, H.** (2010). Sensitivity of body sway parameters during quiet standing to manipulation of support surface size. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 431–438.



- Sawczyn, S., Kochanowicz, K., Kruczkowski, D., Dancewicz, T.** (1997). Cechy prognostyczne budo wys omatycznejwdobor zedo gimnastyki sportowej. W: Trening, KwartalnikMetodycznoSzkoleniowynr 3. Warszawa, PTNK, p.19-24.
- Slobounov, S. M., & Newell, K. M.** (1996). Postural dynamics in upright and inverted stances. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(2), 185–196.
- Sobera, M.** (2007). Maintaning body balance in extreme positions. *Biology of Sport*, 24(1), 81-83.
- Sorić, M., Misigoj-Đuraković, M., & Pedišić, Z.** (2008). Dietary intake and body composition of prepubescent female aesthetic athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 18(3), 343-354.
- Theodoropolou, A., Markou, K.B., Vagenakis, G.A., Benardot, D., Leglise, M., Kourounis, G., Vagenakis, A.G., Georgopoulos, N.A.** (2005). Delayed but Normally Progressed Puberty Is More Pronounced in Artistic Compared with Rhythmic Elite Gymnasts Due to the Intensity of Training. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90(11), 6022-6027.
- Taylor, M. J. D., Cohen, D., Voss, C., & Sandercock, G. R. H.** (2010). Vertical jumping and leg power normative data for English school children aged 10-15 years. *Journal of Sports Sciences*, 28(8), 867–872. <http://doi.org/10.1080/02640411003770212>
- Tsubaki, A., Kubo, M., Kobayashi, R., Jigami, H., & Takahashi, H.E.** (2009). Normative values for maximum power during motor function assessment of jumping among physically active Japanese. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 9: 263-267.
- Valovich McLeod, T. C., Perrin, D. H., Guskiewicz, K. M., Shultz, S. J., Diamond, R., & Gansneder, B. M.** (2004). Serial administration of clinical concussion assessments and learning effects in healthy young athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(5), 287–295. <http://doi.org/10.1097/00042752-200409000-00007>
- Vuillerme, N., Danion, F., Marin, L., Boyadjian, A., Prieur, J. M., Weise, I., & Nougier, V.** (2001). The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*, 303(2), 83–86. [http://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)01722-0](http://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)01722-0)
- Vuillerme, N., & Nougier, V.** (2004). Attentional demand for regulating postural sway: The effect of expertise in gymnastics. *Brain Research Bulletin*, 63(2), 161–165. <http://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2004.02.006>
- Waples, S.** (2003). Psychological characteristics of elite and non-elite level gymnasts. Washington State University, Washington.
- Westcott, S. L., Lowes, L. P., & Richardson, P. K.** (1997). Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. *Physical Therapy*, 77(6), 629–645.



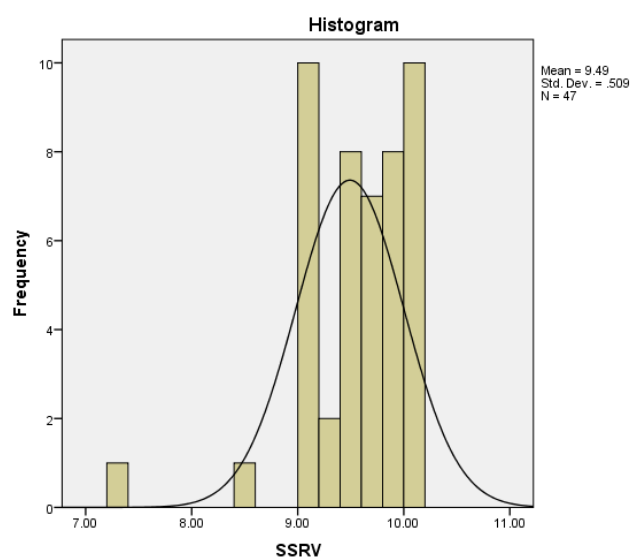
- Wikstrom, E. A., Tillman, M. D., Smith, A. N., & Borsa, P. A.** (2005). A new force-plate technology measure of dynamic postural stability: The dynamic postural stability index. *Journal of Athletic Training, 40*(4), 305–309.
- Wilkins, J. C., McLeod, T. C. V., Perrin, D. H., & Gansneder, B. M.** (2004). Performance on the Balance Error Scoring System decreases after fatigue. *Journal of Athletic Training, 39*(2), 156–161.
- Winter, D. A.** (1995). Human balance and posture during standing and walking. *Gait & Posture, 3*, 193-214. [http://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](http://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)
- World Medical Association** (2002). *World Medical Association Declaration of Helsinki*": *Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. <http://www.fda.gov/ohrms/dockets/dockets/06d0331/06D-0331-EC20-Attach-1.pdf>
- Xiao-an, J., Cui-Ling, L., & Xia-wen, Y.** (2008). A Kinematical Analysis on Salto Backward Tucked with 1/1 Twist to Cross Stand on Beam of Cheng Fei in Balance Beam. *Journal of Beijing Sport University, 31*(9), 1282-1283.
- Yeadon, M. R., & Trewartha, G.** (2003). Control strategy for a hand balance. *Motor Control, 7*(4), 411–430. <http://doi.org/1543-2696>
- Yildirim, O.** (2007). *The observation of the development of static balance, dynamic balance and flexibility of children between the ages of 5-10 who are doing gymnastics* (Sport Science Thesis). University of Marmara, Istanbul.
- Зациорски, М.В.** (1975). *Физичка својства спортисте*. Београд: „Партизан“.
- Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., MD, Hänsel, F., and Pfeifer, K.** (2010). Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training, 45*(4), 392–403.
- Zasada, M.** (2007). *Przygotowanie fizyczne i funkcjonalne gimnastyków w wieloletnim procesie treningowym*. Monografia. Bydgoszcz, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego.
- Zemkova, E.** (2011). Assessment of balance in sport: Science and reality. *Serbian Journal of Sport Sciences, 5*(4), 127-139.
- Zemková, E.** (2013). Sport-Specific Balance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24293269>



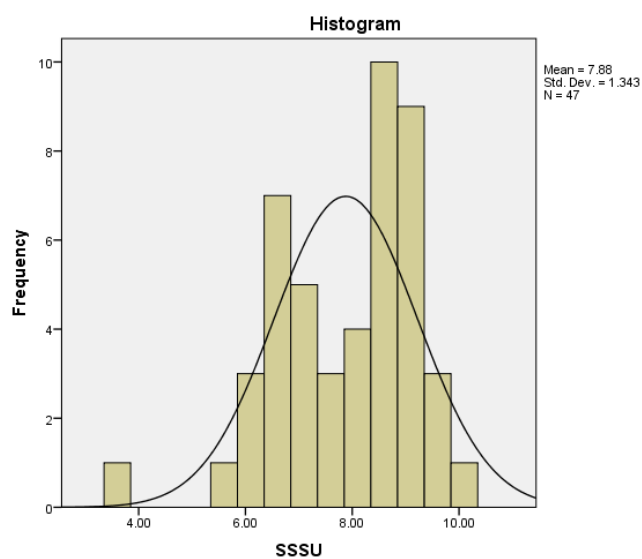
## 12 ПРИЛОЗИ

### Прилог 1. ГРАФИКОНИ ДИСТРИБУЦИЈА ФРЕКВЕНЦИЈЕ ПОДАТАКА ВАРИЈАБЛИ

Графикон 1. Дистрибуција фреквенције података варијабле SSRV

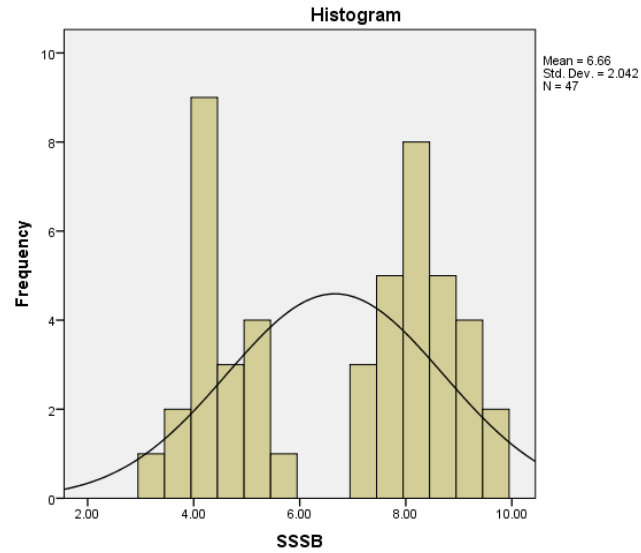


Графикон 2. Дистрибуција фреквенције података варијабле SSSU

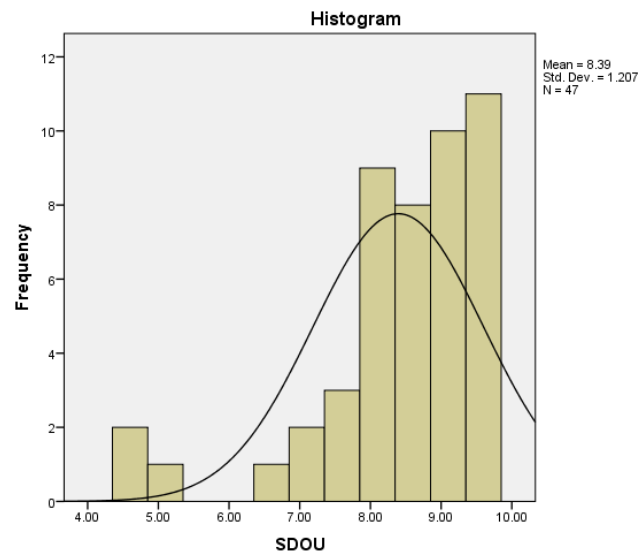




**Графикон 3.** Дистрибуција фреквенције података варијабле SSSB

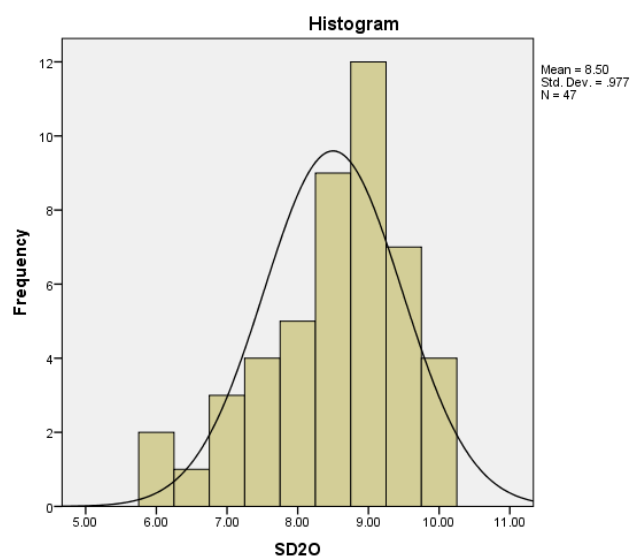


**Графикон 4.** Дистрибуција фреквенције података варијабле SDOU

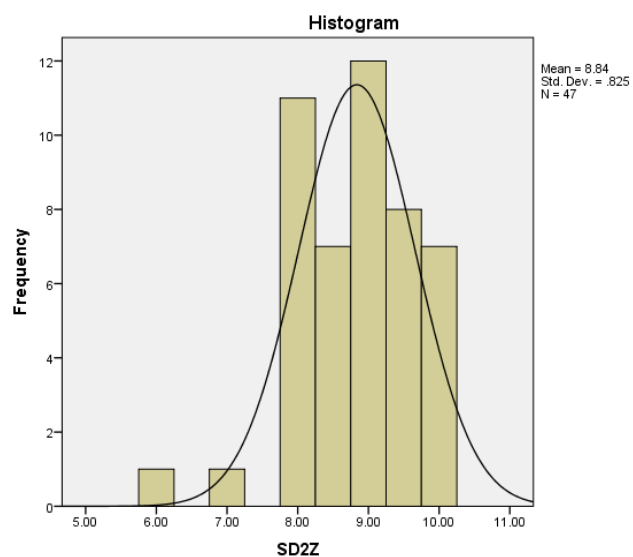




**Графикон 5.** Дистрибуција фреквенције података варијабле SD2O

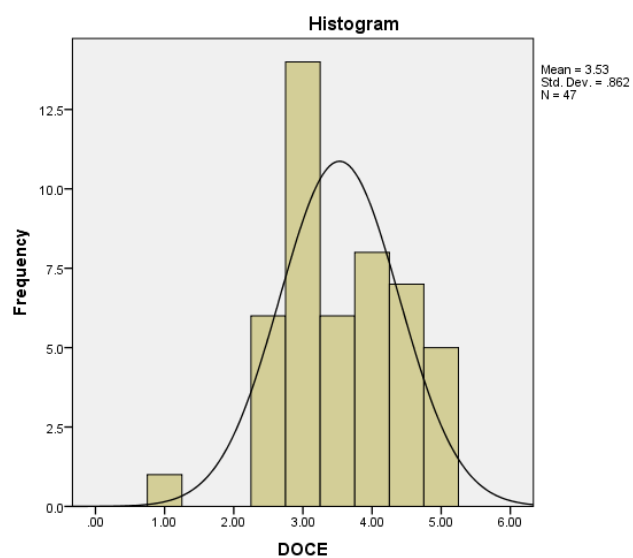


**Графикон 6.** Дистрибуција фреквенције података варијабле SD2Z

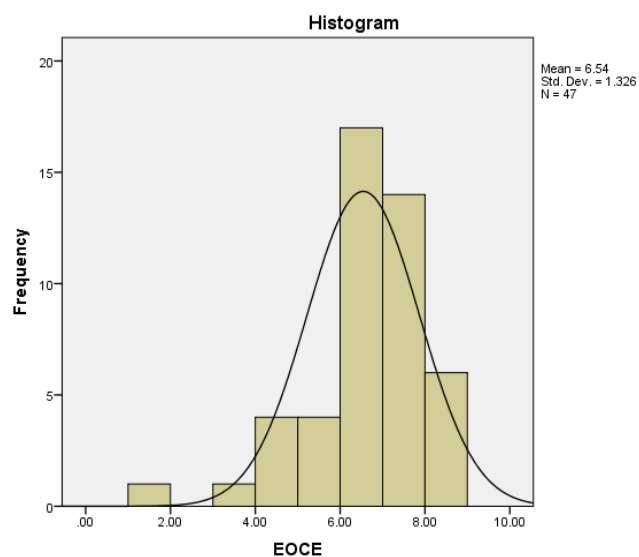




**Графикон 7.** Дистрибуција фреквенције података варијабле POLO



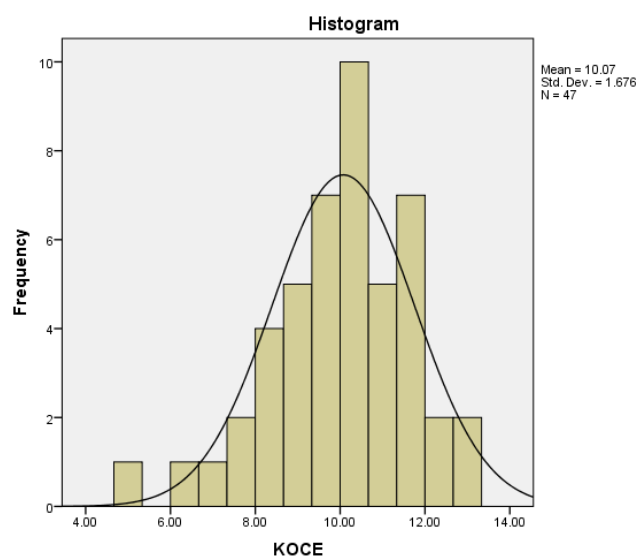
**Графикон 8.** Дистрибуција фреквенције података варијабле ODBO



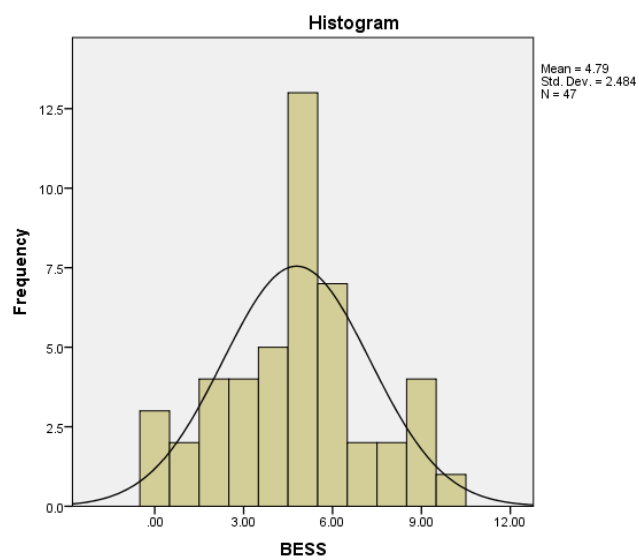




**Графикон 9.** Дистрибуција фреквенције података варијабле KONO

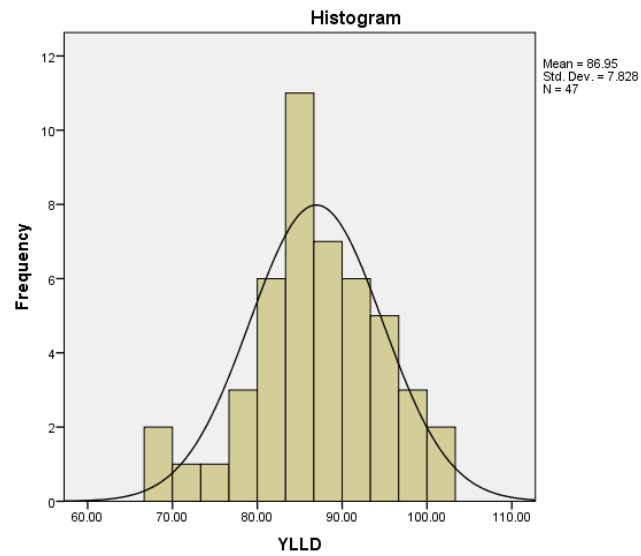


**Графикон 10.** Дистрибуција фреквенције података варијабле BESS

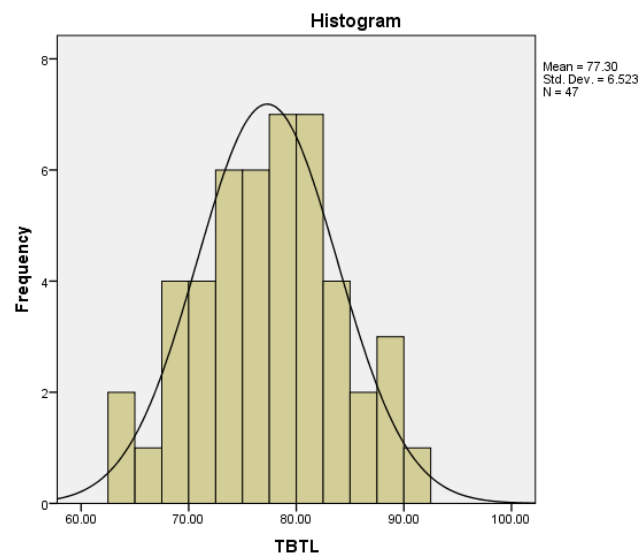




**Графикон 11.** Дистрибуција фреквенције података варијабле YBTD

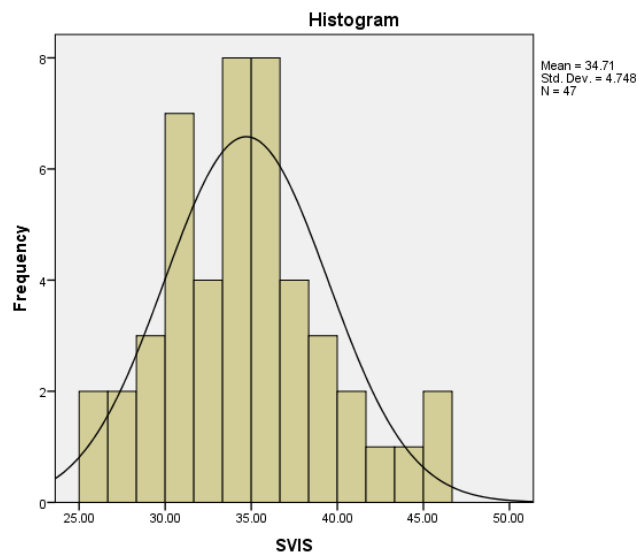


**Графикон 12.** Дистрибуција фреквенције података варијабле YBTL

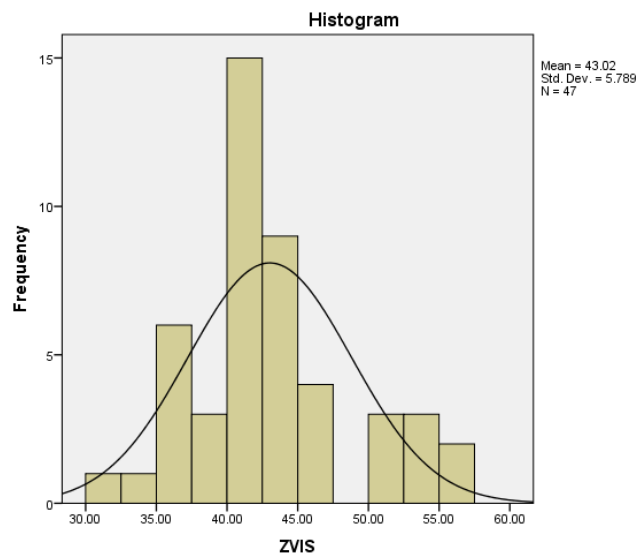




**Графикон 13.** Дистрибуција фреквенције података варијабле SVIS

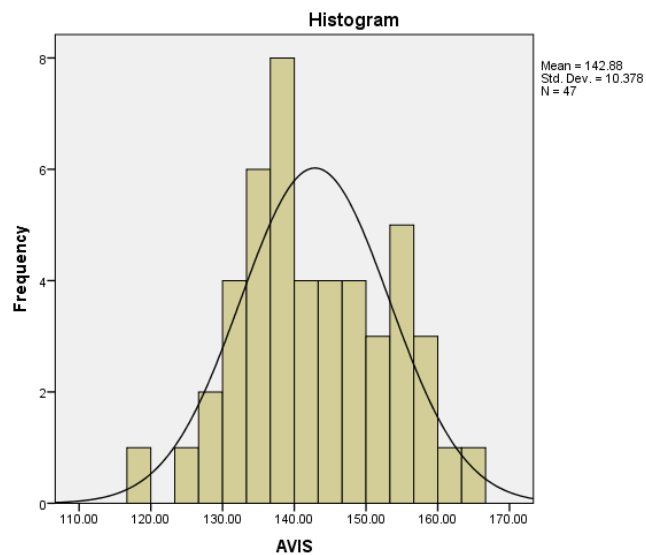


**Графикон 14.** Дистрибуција фреквенције података варијабле ZVIS

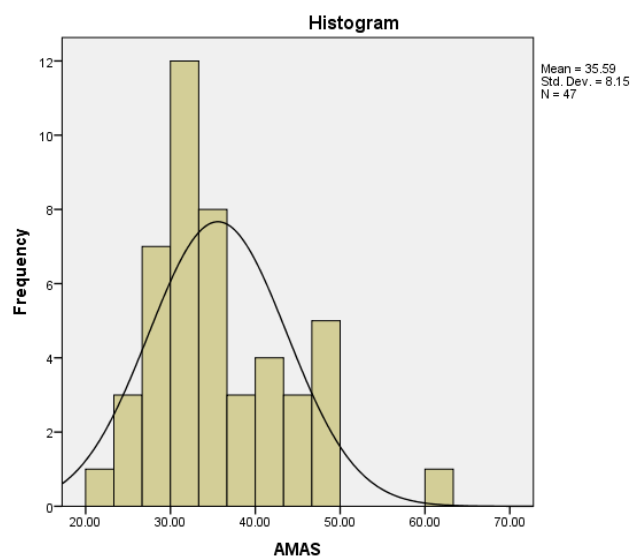




**Графикон 15.** Дистрибуција фреквенције података варијабле AVIS

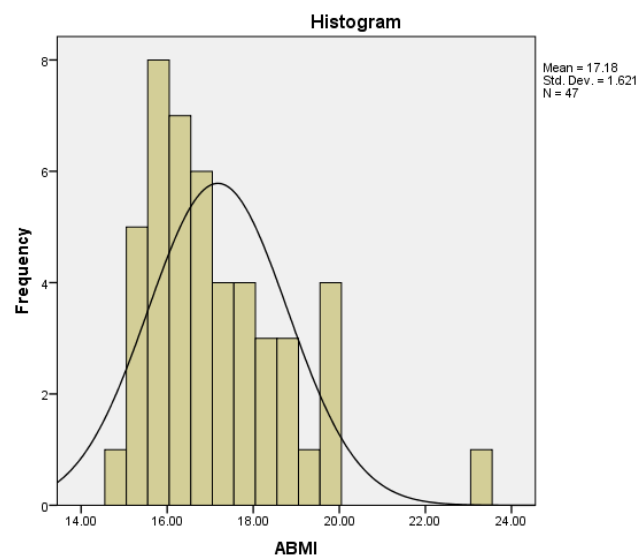


**Графикон 16.** Дистрибуција фреквенције података варијабле AMAS





**Графикон 17.** Дистрибуција фреквенције података варијабле ВМІ





---

## Прилог 2. Сагласност за учествовање у истраживању

Драги такмичари,

за време трајања меморијалног турнира „Лаза Крстић и Марица Целатовић“ обавиће се тестирање за докторску дисертацију под називом „Равнотежа као фактор успеха у вежбању на греди“. Укупно трајање тестирања биће између 20 и 30 минута.

***Ваше учешће у овој студији је добровољно и можете одбити да учествујете без икаквих последица. Ако се одлучите да учествујете, можете се повући из студије у било ком тренутку, без последица.***

Уколико имате било каква питања у вези са процедурама или истраживањем, можете се обратити

Александри Алексић-Вељковић (+381 63 443 294; [axy\\_gym@yahoo.com](mailto:axy_gym@yahoo.com))

Прочитала/о сам горе наведене информације и прихватам да учествујем у овој студији.

---

*Име гимнастичарке*

---

*Гимнастичка организација*

---

*Датум*

---

*Име тренера*

---

*Држава*



---

## Прилог 2. Consent for participation in research

Dear participants,

during the memorial competition „Laza Krstić and Marica Đželatović“ will be conducted testing for doctoral dissertation „Balance as a success factor on the balance beam“. Total time of testing will be between 20 and 30 minutes.

*Your participation in this study is voluntary; you may decline to participate without penalty. If you decide to participate, you may withdraw from the study at any time without penalty.*

If you have questions at any time about the study or the procedures, you may contact the primary investigator

Aleksandra Aleksić-Veljković (+381 63 443 294; axy\_gym@yahoo.com)

I have read the above information and agree to participate in this study.

\_\_\_\_\_

*Gymnast's name*

\_\_\_\_\_

*Coach's name*

\_\_\_\_\_

*Gymnastics organization*

\_\_\_\_\_

*Country*

\_\_\_\_\_

*Date*



## СОКОЛСКО ДРУШТВО ВОЈВОДИНА

Игњата Павласа 2-4, 21000 Нови Сад, Србија  
Телефон/факс: 021/529-568 Моб. 063/514-803  
ПИБ:101702545  
Жиро рачун: 310-2433-92 NLB Банка  
250-2060000175060-60 Eurobank EFG

Број:557

Дана: 08. 11. 2012.

Госпођа

Александра Алексић Вељковић

### Предмет: Сагласност за тестирање

Поштована,

На Вашу молбу, коју сте нам доставили електронском поштом, Соколско друштво „Војводина“ Нови Сад, као организатор меморијалног турнира „Лаза Крстић и Марица Целатовић“, даје Вам сагласност да извршите тестирање учесника такмичења, за потребе израде вашег пројекта докторске дисертације „Равнотежа као фактор успеха у вежбању на греди“.

Поред сагласности организатора морате обезбедити и сагласност од учесника такмичења.

С поштовањем,

За СД „Војводина“

Спортски директор

Јакоб Матић



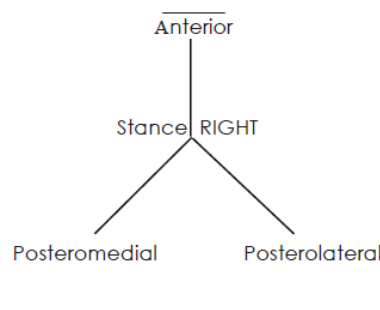
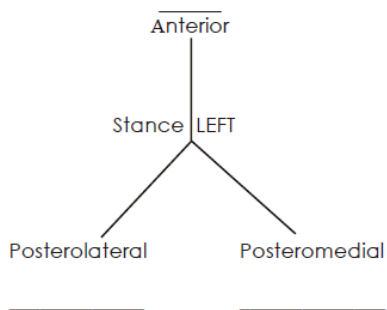




## Score Sheet for Y Balance Test™ & Limb Length

Athlete Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

RIGHT Limb Length: \_\_\_\_\_



	Left	Right	Difference
Anterior			
Posteromedial			
Posterolateral			

\*\*\* Difference should be less than 4 cm. for return to sport and preparticipation screening \*\*\*

$$\text{Composite Score} = \frac{(\text{Anterior} + \text{Posteromedial} + \text{Posterolateral})}{(3 \times \text{Limb Length})} \times 100$$

Composite	
Right	
Left	



---

## 15 БИОГРАФИЈА

Александра Алексић-Вељковић је рођена 27.4.1984. године у Нишу, где је завршила основну и средњу школу са просечном оценом 5.00. По завршетку гимназије „Светозар Марковић“, уписала је студије на Факултету спорта и физичког васпитања у Нишу (шк. 2003/2004. године). Дипломирала 20. априла 2007, са просечном оценом 9.32. Добитник повеље Универзитета у Нишу, као најбољи дипломирани студент у шк. 2006/2007. години. Јуна 2008. године стекла статус истраживача-докторанта при Министарству науке Р. Србије и укључена у пројекат „Култура мира, идентитети и међуетнички односи у Србији и на Балкану у процесу евроинтеграције“.

Докторске студије на Факултету спорта и физичког васпитања, уписала је 25.2.2008. године. Од 1.1.2011. године ангажована је као истраживач на пројекту Министарства науке и технолошког развоја РС, под називом: „Биомеханичка ефикасност врхунских српских спортиста“.

Од 1991. године је члан гимнастичког клуба „Ниш“, а од 1998. до 2007. године члан репрезентације Србије у спортској гимнастици. У току наведеног периода учествовала је на Универзијадама: Даегуу (Ј.Кореја), Измиру (Турска) и Бангкоку (Тајланд), на Европским првенствима: у Амстердаму (Холандија) и Волосу (Грчка), као и на другим такмичењима. Најбољи резултат у гимнастичкој каријери постигла је на Универзијади 2003. године, у Даегуу, где је заузела 19. место у финалу. Вишеструка сениорска првакиња Србије у спортској гимнастици; добитник награде за најбољу гимнастичарку Србије за 2005/2006/2007. годину, као и награде за најбољег спортисту Ниша у јуниорској конкуренцији, 1998. године и у сениорској конкуренцији, 2005. године. Као међународни судија, судила на великом броју такмичења у гимнастици, као и на Универзијади у Београду (2009), Европском првенству у Софији (2014) и неколико Светских купова.

Од фебруара 2014. до 31. септембра 2015. године била је запослена на Факултету спорта и физичког васпитања у Новом Саду, као асистент на групи предмета Гимнастика. Од 1. октобра 2015. запослена је на Факултету спорта и физичког васпитања у Нишу, као асистент на предметима Женска спортска гимнастика и Методика моторичког учења и контроле.



---

## Изјава 1.

### ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом:

РАВНОТЕЖА КАО ФАКТОР УСПЕХА У ВЕЖБАЊУ НА ГРЕДИ

која је одбрањена на Факултету спорта и физичког васпитања Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивала на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредила ауторска права, нити злоупотребила интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, \_\_\_\_\_

Аутор дисертације: Александра Алексић-Вељковић

Потпис аутора дисертације:

\_\_\_\_\_



---

**Изјава 2.**

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА  
ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора: Александра Алексић-Вељковић

Наслов дисертације: РАВНОТЕЖА КАО ФАКТОР УСПЕХА У ВЕЖБАЊУ НА ГРЕДИ

Ментор: др Емилија Петковић, ван. професор

Изјављујем да је штампани облик моје докторске дисертације истоветн електронском облику, који сам предала за уношење у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу.

У Нишу, \_\_\_\_\_

Потпис аутора дисертације:

\_\_\_\_\_



### Изјава 3.

#### ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

#### РАВНОТЕЖА КАО ФАКТОР УСПЕХА У ВЕЖБАЊУ НА ГРЕДИ.

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучила.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство - некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство - без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство - делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци је у наставку текста).

У Нишу, \_\_\_\_\_

Аутор дисертације: Александра Алексић-Вељковић

Потпис аутора дисертације:

\_\_\_\_\_