

# Povezanost nekih antropometrijskih karakteristika i mobilnosti sa izvedbom na testovima ravnoteže

---

Ivišić, Antonela Karmen

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:454385>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**POVEZANOST NEKIH ANTROPOMETRIJKIH  
KARAKTERISTIKA I MOBILNOSTI SA  
IZVEDBOM NA TESTOVIMA RAVNOTEŽE**

(ZAVRŠNI RAD)

**Student:**

Antonela Karmen Ivišić

**Mentor:**

Dr. sc. Nikola Foretić

Split, 2021

## SAŽETAK

Sportska gimnastika pripada grani estetski oblikovanih sportova, čije se tehnički složeno izvođenje pokreta ovog sporta očitava kroz aciklička ponavljanja na gimnastičkim spravama. Visoki zahtjevi izvođenja motoričkih gibanja u sportskoj gimnastici manifestiraju se u raznim gimnastičkim elementima poput skokova, rotacija i okreta, a njihova kompleksnost zahtjeva kontrolu pokreta pri čemu jedan od glavnih faktora predstavlja ravnotežni položaj tijela. U sportu općenito, postoji problem kod testiranja specifičnih ravnoteža zbog nedostatka standardiziranih sport-specifičnih testova koji bi se smatrali mjerodavnima. Polazeći od navedene problematike cilj istraživanja je ispitati i vrednovati novo-konstruirani gimnastički test ravnoteže koji će se primjenjivati kao mjerodavan parametar u ispitivanju ravnoteže u sportskoj gimnastici. Uzorak ovog istraživanja bile su studentice (N=22) druge godine preddiplomskog sveučilišnog studija Kineziologije u Splitu, starosne dobi od 19 do 23 godine, različite sportske orijentacije. Predmeti istraživanja bile su dvije vrste varijabli. Tjelesna težina i visina, indeks tjelesne mase, dužina noge, dužina stopala i širina stopala varijable su antropometrijskih karakteristika, dok su u domeni motoričkih sposobnosti proučavane mobilnost skočnog zgloba, posturalna stabilnost na BIODEX Balance System-u i novo-konstruirani, sport-specifični test ravnoteže. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da antropometrijske varijable imaju negativan utjecaj na izvedbu sposobnosti ravnoteže. Navedene varijable imaju veći utjecaj na laboratorijski test nego na sport-specifični test ravnoteže. Zaključno, ne postoji povezanost između mobilnosti skočnog zgloba i promatranih testova ravnoteže. Buduća istraživanja trebala bi biti usmjerena prema validaciji i pouzdanosti sport-specifičnih testova ravnoteže.

**Ključne riječi:** Biodex Balance System, gimnastika, antropometrija, morfologija, mobilnost

## **ABSTRACT**

Sports gymnastics belongs to the branch of aesthetically designed sports, whose technically complex movements are acyclic repeated on gymnastic equipment. The complexity of motor movements in gymnastics is manifested when performing various gymnastic elements such as jumps, rotations and turns, which are often associated, and require athletes to control movement, while the emphasis is on maintaining a balanced body position. In general, there is a problem when it comes to sports balance testing because there are no standardized sport-specific tests used to test balance. Therefore, the main aim of this study was to examine and validate a newly-constructed gymnastic balance test that will be applicable in the assessment of balance in sport gymnastic. The participants in this study were female students (N = 22) of the second year of undergraduate university study of Kinesiology in Split, aged 19 to 23 years, and with the different sports orientations. Two set of variables were observed. Body weight and height, body mass index, leg length, foot length and foot width as anthropometric measures, and in domain of motoric abilities, ankle mobility, postural stability test on Biodex Balance System and newly constructed sport-specific balance test. Results showed that anthropometric variables have negative impact on balance performance. This impact showed to be bigger on the generic, laboratory balance test, then on the sport-specific test. Finally, there is no association between mobility and observed balance tests. Future studies should be directed towards validation of reliable sport-specific balance tests.

**Keywords:** Biodex Balance System, gymnastic, stability, anthropometry, morphology, mobility

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>5</b>
<b>2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>7</b>
<b>3. CILJ RADA.....</b>	<b>9</b>
<b>4. METODE RADA.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1. Uzorak ispitanika.....</b>	<b>10</b>
<b>4.2. Vrijeme i mjesto.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3. Testovi.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3.1. Testovi morfoloških obilježja.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3.2. Testovi motoričkih sposobnosti.....</b>	<b>13</b>
<b>4.4. Statistička obrada podataka.....</b>	<b>17</b>
<b>5. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>17</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>20</b>
<b>7. LITERATURA.....</b>	<b>21</b>

## 1. UVOD

Sportska gimnastika, promatrana sa kineziološkog aspekta, spada u granu estetsko oblikovanih sportova, čije se tehnički složene kretnje aciklički ponavljaju na gimnastičkim spravama. Složenost gimnastike sačinjavaju motoričke sposobnosti poput ravnoteže, jakosti miškulature čitavog tijela, fleksibilnosti i koordinacije, a zbog velikog raspona sposobnosti koje ujedinjuje, gimnastika predstavlja bazični sport. Složenost motoričkih kretnji u gimnastici, očituje se prilikom izvođenja različitih gimnastičkih elemenata poput skokova, premetanja, rotacija i okreta koji su često povezani, te zahtijevaju od sportaša kontrolu pokreta, dok je naglasak pri tome na održavanju ravnotežnog položaja tijela, odnosno pravovremeno uključivanje pojedinih mišića. (Sekulić i Metikoš, 2007).

Ravnoteža kao psihomotorička sposobnost definirana je na sličan način kod različitih autora. Također, različito se definira u pojedinim profesijama zbog drugačijeg gledanja na ovu sposobnost. Neki je definiraju kao - sposobnost održavanja ravnotežnog položaja uz analizu informacija o položaju tijela koje dolaze putem kinestetičkih i vidnih receptora (Sekulić i Metikoš, 2007), održavanje željenog stava pod utjecajem gravitacije (Shumway-Cook i sur., 1988) ili pak održavanje tijela u ravnotežnom položaju i to statička u stajanju na mjestu i dinamička u kretanju (Prskalo, 2004).

U okviru sporta, ravnotežu možemo najjednostavnije definirati kao zadržavanje centra težišta tijela unutar površine oslonca prilikom izvođenja više ili manje kompleksnih kretnji. Osnovna podjela ravnoteže je na opću, odnosno bazičnu ravnotežu i na specifičnu. Specifična ravnoteža pri tome ne treba imati pozitivan transfer na druge ravnotežno zahtjevne zadatke. (Sekulić). Stoga, gledajući zahtjeve pojedinih sportova, ravnoteža će biti statička, dinamička ili sport-specifična. U sportovima poput streljaštva, ravnoteža je dominantno statičkog oblika, dok se u sportovima kao što su jedrenje i skijanje, uspješnost očituje u održavanju dinamički ravnotežnog položaja, a sposobnost održavanja sport-specifično ravnotežnog položaja, u sportskoj gimnastici, pokazuje na složenost ravnoteže kao psiho-motoričke sposobnosti.

U vrhunskom sportu se sve više implementiraju treninzi ravnoteže, sa ili bez rekvizita, pomoću kojih se provociraju mehanizmi ravnoteže, kako bi se njihovim aktiviranjem pravovremeno uključivale i isključivale određene mišićne skupine ili pak samo mijenjao tonus mišića, te na taj način održavao ravnotežni položaj. Faktor urođenosti kod ove sposobnosti od velikog je značaja, te predstavlja ujedno i razlog zašto je razvijanje ravnoteže složen i modificiran proces. Shodno tome treninzi sadrže specifične ravnotežne položaje,

karakteristične za sport kojim se sportaš bavi. Kako bi planiranje i programiranje treninga bilo uspješno, potrebno je odrediti inicijalno stanje sportaša, odnosno njegovih sposobnosti, stoga dijagnostika predstavlja polazišnu točku u procesu razvijanja i unaprjeđenja motoričkih sposobnosti sportaša.

Ispitivanje ravnoteže provodi se u različitim položajima i pokretima. S obzirom na podjelu ravnoteže na dinamičku i statičku, razlikujemo testove dinamičke i testove statičke ravnoteže. Testovi dinamičke ravnoteže ispituju održavanje ravnoteže tijekom mijenjanja položaja tijela, dok testovi statičke ravnoteže ocjenjuju ravnotežu ispitanika tijekom statičkog položaja, primjer takvog testa je stajanje na jednoj nozi, prilikom kojeg se promatraju oscilacije pojedinih segmenata tijela. Neki od poznatih mjernih instrumenata, sa svrhom ispitivanja dinamičke ravnoteže su: „Test dinamičke ravnoteže na BIODEX-u“, „OPTO JUMO – GYKO“, „HODANJE u mjestu“, „Y balance test“, „Star Excursion Balance Test (SEBT)“, dok u testove ispitivanja statičke ravnoteže spadaju: „Flamingo“, „Test statičke ravnoteže na BIODEX-u“, „BODY SWAY test“ (Zekić i Vučetić, 2016).

Općenito u sportu, pa tako i u gimnastici, pojavljuje se problematika kada je u pitanju testiranje ravnoteže. Zapravo, riječ je o tome što ne postoje „standardizirani“ sport-specifični testovi koji se koriste za ispitivanje ravnoteže, već ih je potrebno zasebno konstruirati i vrednovati. U sportskoj gimnastici, sposobnost održavanja ravnotežnog položaja u mirovanju, kao i održavanje ravnotežnog položaja tijekom izvođenja složenih motoričkih zadataka, ukazuje na važnost ove sposobnosti. S obzirom na visoke zahtjeve ovog sporta i specifične trenažne procese razvijanja ravnoteže od ranog djetinjstva, očigledno je da gimnastičari/ke imaju viši stupanj razvijenosti psiho-motoričke sposobnosti ravnoteže. Nadalje, testiranje ravnoteže u gimnastici poprilično je složeno, te se najčešće izvodi kroz „stoj na rukama“, koji predstavlja bazičnu gimnastičku ravnotežu za daljnje izvođenje složenijih motoričkih zadataka. Stajanje na jednoj nozi predstavlja osnovu ravnoteže kod izvedbe motoričkih zadataka na gimnastičkoj gredi, no zbog već spomenutog visokog stupnja razvijenosti ravnoteže kod gimnastičarki, potrebno je modificirati test ravnoteže stajanja na jednoj nozi, koji će ispitati održavanje sport-specifično ravnotežnog položaja tijela na gimnastičkoj gredi.

## 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Pregledom dosadašnjih istraživanja uočeno je ispitivanje psihomotiričke sposobnosti ravnoteže s različitim ciljevima. Neki od autora (Asseman F. i sur. 2004) ispitivali su transfer specifičnih gimnastičkih oblika održavanja ravnoteže na posturalnu stabilnost. Istraživanje je uključivalo 15 elitnih gimnastičara (n=15), čiji je zadatak bio držanje ravnotežnog položaja otvorenih očiju u tri ravnotežna položaja; na oba stopala, na jednoj nozi i u specifičnom gimnastičkom elementu – stoji na rukama. Za pojedini parametar određen je rang kako bi se kategorizirali dobiveni rezultati ispitanika. Istraživanjem se dokazalo sljedeće – izvedba ispitanika u posturalnoj ravnoteži na oba stopala nije u korelaciji s ravnotežom na jednoj nozi. Također je dokazano da specifična gimnastička ravnoteža stoja na rukama nije povezana, odnosno nema utjecaj na posturalnu stabilnost kod ispitanika. Zaključno, ravnoteža stoja na rukama nema transfer na uspravno stojeće položaje. Individualni specifični gimnastički pokreti ili reguliranje ravnoteže mišićnim tonusom, specifični su za određeni zadatak odnosno, ravnotežna izvedba i posturalna kontrola gimnastičkih vještina nemaju direktan transfer na uspravne ravnotežne položaje.

Sloanhoffer H. L. i sur. (2018) istraživali su statičku i dinamičku stabilnost mjerenjem centra pritiska o podlogu (COP). Uzorak su bile studentice sa sveučilišta, sportašice gimnastičarke (n=10), sportašice iz drugih sportova (n=10), te studentice koje se ne bave sportom (n=10). Rezultati istraživanja ukazali su na veću medio-lateralnu stabilnost tijekom ispitivanja statičke ravnoteže, kao i manje oscilatorne kretnje tijekom dinamičkih preturbacija. Istraživanje je potvrdilo prijašnja ispitivanja koja upućuju na to da su gimnastičarke prilagodile senzorne integracijske sustave koji im omogućuju bolju posturalnu stabilnost u odnosu na ostale ispitanike.

Slično prethodnom istraživanju, neki od autora (primjerice Vuillerme N. i sur 2001) proveli su istraživanje nad gimnastičarima (n=6) i sportaša iz drugih različitih sportova (n=6). Uzorak su bili studenti sa sveučilišta, muškog spola. Cilj rada je bio istražiti imaju li gimnastičari stabilniju posturalnu ravnotežu u odnosu na drugu grupu ispitanika, te koliko se narušava njihova ravnoteža u različitim posturalnim zadacima zatvorenih očiju. Dvije grupe ispitanika ispitani su u tri položaja: dvonožnom stavu, jednonožnom stavu te jednonožnom stavu na nestabilnoj podlozi. Mjerenjem oscilacija centra pritiska (raspon i srednja prosječna brzina), rezultati su pokazali da su i jedni i drugi sportaši otvorenih očiju imali uspoređujuću izvedbu u svim zadacima, s manjim oscilacijama u težem zadatku. Iako je izvedba zatvorenih



očiju potencirala veće oscilacije u tjelesnim pokretima kod obje grupe, taj je učinak bio manje naglašen kod gimnastičara. Istraživanjem se zaključilo da su gimnastičari mogli koristiti preostale senzorne modalitete kako bi nadoknadili nedostatak osjeta vida u održavanju nestabilnih položaja.

Kao specifični mjerni instrument ravnoteže u gimnastici najčešće se upotrebljava element stoj na rukama. Shodno tome, Kochanowicz A. i sur. (2015) proveli su istraživanje s ciljem utvrđivanja razlike održavanja ravnoteže u stoju na rukama kod tek usmjerenih vrhunskih elitnih gimnastičara i iskusnih vrhunskih elitnih gimnastičara, ujedno uspoređujući rezultate ravnoteže sa rezultatima natjecanja, uzimajući u obzir težinu i kvalitetu vježbi. Istraživanje je obuhvatilo dječake u dobi od 11-12 godina koji su sustavno trenirali gimnastiku (n=20) i skupinu iskusnih gimnastičara u dobi od 18-26 godina (n=12), natjecatelja na međunarodnoj razini. Obje grupe su se sastojale od vrhunskih sportaša klasificiranih na nacionalnoj i međunarodnoj razini. Ispitivanje održavanja ravnoteže u stoju na rukama su proveli prethodni dan natjecanja na službenom turniru. Proučavanjem korelacije ravnoteže tijela u u stoju na rukama s raznim sportske pripreme ukazali su da je razina prethodno spomenute specifične ravnoteže u sportskoj gimnastici od velikog značaja u modeliranju sportskog majstorstva kako među mlađim gimnastičarima s manje godina iskustva tako i s iskusnim gimnastičarima međunarodne razine.

Aleksić-Veljković A. i sur. (2014) usmjerili su istraživanje na ispitivanje razlika u rezultatima mjerenja dinamičke i statičke ravnoteže u odnosu na postignuti uspjeh na gimnastičkoj gredi kod mlađih gimnastičarki koje se natječu na međunarodnoj razini. Uzorak je bio podijeljen u dvije dobne skupine (n=22, dob  $9,0 \pm 1,1$  godina i n=26, dob  $12,1 \pm 0,6$  godina). Procjena statičke ravnoteže provela se kroz tri ravnotežna položaja (dvonožni stav, jednonožni stav i „tandem“) na stabilnim podlogama, te kroz tri statička specifična gimnastička ravnotežna elementa na gredi (vaga, stoj na rukama i bočni stoj). Dinamičku ravnotežu mjerili su višesmjerni maksimalni jednonožni doseg iz jednonožnog stava Y-testom, te su proveli tri specifična testa dinamičke ravnoteže koji su se sastojali od spajanja dvaju gimnastičkih elemenata (okret od  $360^\circ$ , skok s rotacijom od  $180^\circ$  i zvijezda). Testovi statičke ravnoteže ukazali su na postojanje značajne razlike u jednonožnom stavu i u specifičnom statičkom testu na gredi (stoj na rukama), dok je u dinamičkoj ravnoteži uočena značajna razlika u izvedbi dviju zvijezda, između dviju grupa ispitanika. Istraživanjem i dobivanjem navedenih rezultata zaključili su da su starije gimnastičarke imale bolje rezultate u zahtjevnijim testovima poput jednonožnog stava, stoja na rukama i zvijezde na gredi. Usporedbom sposobnosti ravnoteže

kod dviju skupina gimnastičarki mlađe dobi potvrdili su zaključak da je sposobnost ravnoteže usko povezana s razinom natjecanja, s obzirom da je gimnastika sport s visokim zahtjevima navedene sposobnosti isti zaključak se može primijeniti na složenije gimnastičke motoričke zadatke s komponentama ravnoteže koji se u sportskoj gimnastici uvježbavaju od rane dobi.

Za najbolje ukupne rezultate u ženskoj sportskoj gimnastici, potrebno je postići dobre rezultate na gimnastičkoj gredi. Ova disciplina se zbog svojih specifičnosti razlikuje od ostalih ženskih sprava (preskoka, partera i ruča). Smanjena površina oslonca zahtjeva visoko razvijenu sposobnost ravnoteže. Provođenje dijagnostike iste u mlađim kategorijama od velike je važnosti za uspjeh u ovom sportu. Pregled literature ukazuje na nedostatak mjernih instrumenata za procjenu specifične sposobnosti ravnoteže u sportskoj gimnastici. Uzimajući u obzir složenost motoričkih gibanja i visoki stupanj razvijenosti ove sposobnosti u sportskoj gimnastici, konstruiranje sport-specifičnih testova iznimno je zahtjevno i kompleksno. Sport-specifični testovi poput stoja na rukama najčešće su korišteni za procjenu ravnoteže. No, ograničavajući faktor kod takvog testa je što zahtjeva prethodno poznavanje gimnastičkog elementa – stoji na rukama, stoga je mjerenje ravnoteže kod gimnastičarki niže razine praktički nemoguće. S ciljem dijagnostike, identifikacije i selekcije u sportskoj gimnastici potrebno je konstruirati i vrednovati sport-specifični test, koji će se koristiti od strane trenera i sportskih stručnjaka u sportskoj gimnastici.

### **3. CILJ RADA**

Testiranje ravnoteže u određenim sportovima iznimno je zahtjevan i složen postupak. Viši stupanj razvijenosti psiho-motoričke sposobnosti ravnoteže kod gimnastičarki predstavlja svojevrsnu prepreku kod ispitivanja navedene sposobnosti u sportskoj gimnastici. Zbog istog razloga potrebno je konstruirati testove koji će ispitati specifičnu ravnotežu - osnovni faktor za daljnje izvođenje kompleksnih motoričkih zadataka u sportskoj gimnastici.

Cilj ovog istraživanja je ispitati i vrednovati novo-konstruirani gimnastički test ravnoteže koji će biti primjenjiv u procjeni ravnoteže kod gimnastičarki. Shodno tome, test će se moći koristiti prilikom identifikacije i selekcije djece, a ujedno će biti pokazatelj njihovog daljnjeg napretka u sportskoj gimnastici, dok će implementacija testa u trenažnom procesu ukazati na njihovo trenutno stanje razvijenosti psiho-motoričke sposobnosti ravnoteže.

## **4. METODE RADA**

### **4.1. Uzorak ispitanika**

Za potrebe ovog istraživanja, uzorak ispitanika bile su studentice (N=22) druge godine preddiplomskog sveučilišnog studija Kineziologije u Splitu, starosne dobi od 19 do 23 godina, te različite sportske orijentacije.

### **4.2. Vrijeme i mjesto**

Istraživanje se provodilo u svibnju 2021. godine, u jutarnjim satima, u gimnastičkoj dvorani Kineziološkog fakulteta u Splitu. Studentice su obaviještene o namjeni istraživanja, te su svojevolumno pristale na provođenje istog. Specifičnim testom ispitivane su grupe od 3 ispitanika, dok su u drugom dijelu mjerenja studentice bile podijeljene u manje grupe do 6 ispitanika najviše.

### **4.3. Testovi**

Mjerne procedure provedene u ovom radu podijeljene su na sljedeći način:

- a) Testovi morfoloških obilježja
- b) Testovi motoričkih sposobnosti

#### **4.3.1. Testovi morfoloških obilježja**

Morfologija – znanstvena disciplina koja proučava strukturu i razvitak živih organizama i njihovih sastavnih dijelova na razini vidljivosti golim okom i mikroskopom (Sekulić i Metikoš, 2007). Morfološka obilježja (antropometrijske karakteristike) dio su antropoloških obilježja, a definirana su kao osobina odgovorna za dinamiku rasta i razvoja i karakteristike građe morfoloških obilježja kojima pripadaju: rast kostiju u dužinu i širinu, mišićna masa i potkožno masno tkivo (Jurko, Čular, Badrić, Sporiš, 2015). Podjela morfoloških karakteristika na dimenzije:

- 1) Dimenzije tvrdih tkiva:
  - a) Longitudinalna tjelesna dimenzija – rast kostiju u duljinu
  - b) Transverzalna tjelesna dimenzija – rast kostiju u širinu
- 2) Dimenzije mekih tkiva:
  - a) Dimenzija voluminoznosti – aktivna mišićna masa

b) Dimenzija mekih tkiva – potkožno masno tkivo

Tijekom mjerenja Ispitanici su za bili bos i uzorak varijabli uključivao je 6 antropometrijskih mjera:

**Tjelesna visina (TV)** – mjerila se antropometrom. Ispitanik stoji uspravno na ravnoj podlozi u spetnom stavu. Težina mora biti jednako raspoređena. Ruke su postavljene uz tijelo, a ramena su relaksirana. Glava je postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale, što znači da je zamišljena linija koja spaja donji rub lijeve orbite i tragus heliksa lijevog uha u vodoravnom položaju. Vodoravni krak antropometra spušta se do tjemena glave (točka vertex) tako da prianja čvrsto, ali bez pritiska. (Spasić, 2013.)

**Tjelesna masa (TM)** – mjerila se digitalnom vagom. Ispitanik je bio bos, obučen u donje rublje.

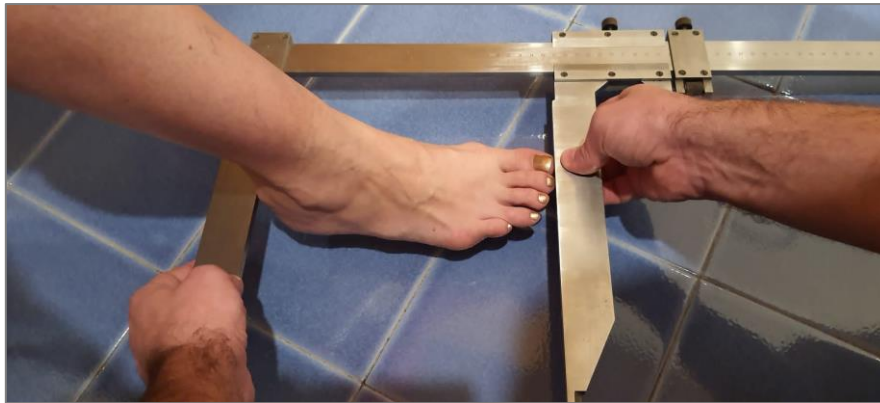


**Slika 1.** Mjerenje tjelesne težine

**Indeks tjelesne mase (BMI)** – predstavlja kvocijent tjelesne mase osobe u kilogramima podijeljen s kvadriranom visinom u metrima:  $BMI = \text{tjelesna masa} / \text{tjelesna visina}^2$

**Dužina noge (DUŽNOG)** – mjerila se antropometrom. Ispitanik stoji u uspravnom stavu, razmaknutih stopala, te jednako raspoređenom težinom na obje noge. Mjerila se udaljenost od baze do točke ASIS (spina iliaca anterior superior), na koju se postavlja vrh pomičnog kraka.

**Dužina stopala (DUŽST)** - mjerila se antropometrom. Ispitanik stoji i stavlja boso stopalo na vodoravni krak antropometra, a peta se prislanja uz njegov poprečni krak, koji se dovede u kontakt s vrhom najduljeg prsta na stopalu.



**Slika 2.** Mjerenje dužine stopala

**Širina stopala (ŠIRST)** – kliznim šestarom mjerila se udaljenost između metatarsale tibiale i metatarsale fibulare



**Slika 3.** Mjerenje širine stopala

#### 4.3.2. Testovi motoričkih sposobnosti

Prema Sekuliću (2007) motoričke sposobnosti su sposobnosti koje određuju potencijal osobe u izvođenju motoričkih manifestacija, tj. jednostavnih i složenih voljnih kretnji koje se izvode djelovanjem skeletnog mišićja. Sukladno definiciji moguća je sljedeća podjela:

- 1) Mehanizmi za reguliranje kretanja:
  - a) Mehanizmi za strukturiranje kretanja
  - b) Mehanizam za sinergijsku regulaciju i regulaciju tonusa
  
- 2) Mehanizam za energetske regulacije:
  - a) Mehanizam za regulaciju trajanja ekscitacije
  - b) Mehanizam za regulaciju intenziteta ekscitacije

Mjerni instrumenti korišteni za mjerenje ravnotežne bili su test statičke ravnoteže na Biodexu, te specifični novo-konstruirani gimnastički test, mjeren na gimnastičkoj gredi, dok se mobilnost gležnja mjerila goniometrom.

#### **BIODEX „Balance System“ – test unilateralne statičke ravnoteže**

BIODEX „Balance System“ je uređaj koji u dinamičkom ili statičkom načinu rada, ispituje dinamičku bilateralnu odnosno, unilateralnu posturalnu stabilnost na stabilnoj ili nestabilnoj površini. Mjerenje se odvijalo u standardiziranim uvjetima, u osvjetljenom zatvorenom prostoru i bez buke. Ispitanici su test izvodili bosi u sportskoj odjeći. Test unilateralne statičke ravnoteže započinje kada se ispitanik pozicionira na kružnu platformu održavajući pri tom unilateralnu poziciju. Na ekranu Biodex „Balance System“-a crnom točkom prikazana je projekcija centra težišta tijela ispitanika, te se ispitanika na platformu treba pozicionirati na način da se njegova projekcija centra težišta tijela nalazi u sredini koordinatnog sustava prikazanog na ekranu. Ispitanik stoji na jednoj nozi, dok je druga noga flektirana u koljenu pod kutom od 90 stupnjeva. Ruke ispitanika su prekrížene i postavljene na prsa (dlanova postavljenih na ramena). Ekran postavljamo u razinu očiju ispitanika kako pomicanje glave ne bi narušilo održavanje ravnotežnog položaja. Nakon pravilnog pozicioniranja ispitanika na platformu s pravilno postavljenom crnom točkom centra mase, pritiskom na tipku potvrđuje se da je centar mase u središtu. Također, postoje različiti težinski nivoi na kojima se test može izvoditi. Korištenjem ovog testa dijagnosticiraju se percepcijske sposobnosti ispitanika, sposobnost koordinacije, kao i sposobnost koncentracije na zadani zadatak istovremeno izvodeći oscilatorne kretnje čitavim tijelom (tonusom mišića), uz



ograničene promjene točke težišta tijela. Vrijeme testiranje jednog ispitanika i unošenje podataka u BIODEX „System“ zahtjeva od 2 do 5 minuta.

„Postural Stability“ testom (PS) mjeri se sposobnost ispitanika da projekciju centra težišta tijela zadrži u centru. Kao rezultat testa na ekranu BBS-a ispisuje se *Overall Stability Indeks* (OSI) koji predstavlja prosječan nagib platforme u svim smjerovima za vrijeme testiranja tj. kut otklona platforme od horizontale (Spasić, 2013). Veća stabilnost na platformi izražena je manjim indeksom. Zadatak ispitanika je da projekciju centra težišta tijela zadrži u središtu koordinatnog sustava ili što bliže središtu što je duže moguće.



**Slika 4.** Mjerenje unilateralne statičke ravnoteže na Biodex-u

### **Specifični novo-konstruirani gimnastički test na gredi**

Test se izvodi na gimnastičkoj gredi širine 10 cm. Ispitanik se pozicionira poprečno na gredi, u uspravnom stavu, otvorenih očiju. Test započinjem „passe“ pozicijom ravnoteže.

Ispitanik ruke postavlja u uzručenje, držeći se za palac suprotne ruke, dok istovremeno postavlja nogu u poziciju zatvorenog passe-a (noga je prednožno pogrčena). U tom trenutku započinje mjerenje testa. Mjeritelj štopericom mjeri vrijeme provedeno u navedenom položaju. Zadatak je što duže održati specifični položaj na gredi. Mjeri se ravnoteža lijeve i desne noge, te se test izvodi tri puta s lijevom i desnom nogom. Kao rezultat testa uzima se najbolji rezultat postignut kod tri mjerenja. Svrha testa je izmjeriti specifičnu gimnastičku ravnotežu, dok cilj testa podrazumijeva što duže održati ravnotežu u specifičnom položaju. Mjeritelj zaustavlja vrijeme na štoperici ukoliko ispitanik izvodi veće oscilacije trupom, odmakne nogu iz položaja „passe“, spusti ruke, odvoji ruke ili padne s grede.



**Slika 5.** Mjerenje novog sport-specifičnog gimnastičkog testa na gredi

### **Mobilnost skočnog zgloba**

Pokretljivost skočnog zgloba mjerila se ispitivanjem dorzalne (MSZ D) i plantarne fleksibilnosti zgloba (MSZ P).



**MSZ D – Mobilnost skočnog zgloba/dorzalno** - kod mjerenja dorzalne fleksije goniometar se postavlja na lateralnu stranu maleolusa uz fibulu. Paralelno s lateralnom srednjom linijom prema glavi fibule postavlja se nepomični krak, dok se paralelno s lateralnom srednjom linijom calcaneusa postavlja pomični krak. Nakon izvođenja pasivnog pokreta u ispitanika, dobivene su vrijednosti izražene u stupnjevima. Posebnu pozornost treba obratiti na kuk da nije u rotaciji, potkoljenica ispitanika treba biti fiksirana, te ne smije doći do pokreta inverzije i everzije stopala.



**Slika 6.** Mjerenje mobilnosti skočnog zgloba – dorzalna fleksija

**MSZ P – Mobilnost skočnog zgloba/plantarno** – mjerenje se izvodi postavljanjem goniometra na lateralnu stranu maleolusa uz fibulu. Paralelno s lateralnom srednjom linijom prema glavi fibule postavlja se nepomični krak, dok se paralelno s lateralnom srednjom linijom calcaneusa postavlja pomični krak. Nakon izvođenja pasivnog pokreta u ispitanika, dobivene su vrijednosti izražene u stupnjevima. Posebnu pozornost treba obratiti na kuk da nije u rotaciji, potkoljenica ispitanika treba biti fiksirana, te ne smije doći do pokreta inverzije i everzije stopala. Rezultat mjerenja je najbolji rezultat zabilježen tijekom tri mjerenja, izražen u stupnjevima.



**Slika 7.** Mjerenje mobilnosti skočnog zgloba – plantarna fleksija

#### **4.4. Statistička obrada podataka**

Statistička analiza je uključivala izračunavanje deskriptivne statistike i normaliteta distribucije, dok je za povezanost između antropometrijskih i motoričkih varijabli sa izvođenjem testa ravnoteže izračunata korelacija. Sve obrade su izračunate u programskom paketu *Statistica* ver. 13.0 (Dell Inc, USA).

### **5. REZULTATI I RASPRAVA**

Tablica 1 prikazuje rezultate deskriptivne statistike. Iz rezultata je uočljiva normalna distribucija svih varijabli, izuzev varijable „BMI“, odnosno indeksa tjelesne mase. Lošija distribucija u varijabli BMI vezana je prvenstveno uz populaciju na kojoj je izvršeno mjerenje ali i za način izračunavanja indeksa tjelesne mase. Radi se o tome da su ispitanice ovog istraživanja bile studentice Kineziološkog fakulteta u Splitu koje se definitivno morfološki razlikuju od obične populacije za koju je Indeks Tjelesne Mase namijenjen. Također, većoj je distribucijskoj razlici u ovoj varijabli doprinijela i razlika u visini i masi ispitanica, vidljiva iz standardnih devijacija istih. Normalna distribucija ostalih varijabli navodi na zaključak o primjerenosti korištenja parametrijskih statističkih metoda za analizu povezanosti morfoloških i motoričkih varijabli.

**Tablica 1.** Rezultati deskriptivne statistike (N=22)

Varijable	AS	SD	MIN	MAX	K-S test	p
<b>DOB</b>	20,68	0,89	19,00	23,00	0,16	p > .20
<b>TV</b>	167,73	5,44	157,00	176,00	0,22	p < ,20
<b>TM</b>	62,32	7,12	52,00	77,00	0,13	p > .20
<b>BMI</b>	22,13	2,01	18,70	25,70	0,51	p < ,01
<b>GRG B</b>	5,19	13,41	0,00	40,29	0,11	p > .20
<b>MSZ D</b>	29,01	8,56	16,00	44,20	0,18	p > .20
<b>MSZ P</b>	44,84	11,09	16,50	61,40	0,13	p > .20
<b>ŠIRST (cm)</b>	9,11	0,46	8,45	9,99	0,15	p > .20
<b>DUŽST (cm)</b>	24,62	0,87	22,40	25,90	0,10	p > .20
<b>DUŽNOG (cm)</b>	88,95	3,88	83,00	95,00	0,11	p > .20
<b>PS</b>	1,13	0,45	0,30	2,00	0,16	p > .20

**LEGENDA:** AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, MIN-minimalni rezultat, MAX-maksimalni rezultat, K-S test-Kolmogorov-Smirnovljevi test normaliteta distribucije, p-statistička značajnost, DOB-kronološka dob ispitanika, TV-tjelesna visina, TM-tjelesna masa ispitanika, BMI-indeks tjelesne mase, GRG B-gimnastička ravnoteža na gredi, MSZ D-mobilnost skočnog zgloba/dorzalno, MSZ P- mobilnost skočnog zgloba/plantarno, ŠIRST-širina stopala, DUŽST-dužina stopala, DUŽNOG-dužina noge, PS-statička ravnoteža na Biodex-u

U Tablici 2. zabilježena je povezanost antropometrijskih varijabli sa testovima ravnoteže. Vidljive su nešto veće korelacije antropometrijskih varijabli sa laboratorijskim testom, u odnosu na povezanost sa novo-konstruiranim testom ravnoteže. Nadalje, uočljiva je negativna povezana korelacija između mjera longitudinalne dimenzionalnosti i ravnoteže. Antropometrijske karakteristike predstavljaju jedan od najvažnijih predmeta istraživanja. Njihova važnost jedan je od faktora uspješnosti u pojedinom sportu. Promatrajući iste i razumijevanje motoričkih sposobnosti predstavlja preduvjet za identifikaciju, selekciju, modeliranje i usavršavanje sportaša.

**Tablica 2.** Povezanost antropometrijskih varijabli sa testovima ravnoteže (N=22)

Varijable	PS	GRG B
<b>TV</b>	0,60	-0,31
<b>TM</b>	0,52	-0,36
<b>BMI</b>	0,20	-0,25
<b>ŠIRST (cm)</b>	0,39	-0,42
<b>DUŽST (cm)</b>	0,52	-0,47
<b>DUŽNOG (cm)</b>	0,59	-0,25

**LEGENDA:** TV-tjelesna visina, TM-tjelesna masa ispitanika, BMI-indeks tjelesne mase, GRG B-gimnastička ravnoteža na gredi, ŠIRST-širina stopala, DUŽST-dužina stopala, DUŽNOG-dužina noge, PS-statička ravnoteža na Biodex-u

Uočen je negativan utjecaj pojedinih antropometrijskih karakteristika na ravnotežu. Dobiveni rezultati mjerenja tjelesne visine (TV), tjelesne težine (TT), dužine noge (DUŽNOG) i dužine stopala (DUŽST) pokazuju negativan utjecaj na sposobnost održavanja ravnoteže. Što je i logično zaključivanje s obzirom da viši ljudi s većom tjelesnom masom, najčešće imaju i duže stopalo. Sukladno s tim, viši položaj centra mase u odnosu na površinu oslonca imati će negativan utjecaj na održavanje ravnotežnog položaja. Slično su utvrdili Patlar i sur. (2020), iako je u navedenom istraživanju mjera tjelesne mase imala pozitivan utjecaj na ravnotežu.

Indeks tjelesne mase (BMI) može se objasniti kao parametar čiji rezultat nije mjerodavan u ovom istraživanju jer ne pokazuje detaljni sastav tijela, te će primjerice više, ujedno i mišićavije osobe općenito imati viši indeks tjelesne mase, iako će udio masnog tkiva biti relativno nizak.

Analizom rezultata istraživanja zapažen je veći utjecaj antropometrijskih karakteristika na laboratorijski test statičke ravnoteže na BIODEX-u, nego što je na sport-specifični test. Objašnjenje valja tražiti u tome što održavanje ravnoteže u sport-specifičnom položaju na gredi ne omogućava detaljan uvid u oscilatorne pokrete tijela kao što je slučaj kod provođenja laboratorijskog testa. Ovo prethodi tome da tijekom izvođenja sport-specifičnog testa, određeni minimalizirani pokreti tijela mogu kompenzirati nedostatke antropometrijskih karakteristika kao bitnog faktora ove sposobnosti.

**Tablica 3.** Međusobna povezanost testova ravnoteže i pokretljivosti skočnog zgloba (N=22)

Varijable	MSZ D	MSZ P	PS	GRG B
MSZ D	1,00			
MSZ P	-0,18	1,00		
PS	0,21	-0,02	1,00	
GRG B	-0,33	0,05	-0,17	1,00

**LEGENDA:** GRG B-gimnastička ravnoteža na gredi, MSZ D-mobilnost skočnog zgloba/dorzalno, MSZ P-mobilnost skočnog zgloba/plantarno, PS-statička ravnoteža na Biodex-u

Podaci iz Tablice 3., koji predstavljaju međusobnu povezanost testova ravnoteže i pokretljivost skočnog zgloba, pokazuju neovisnost ravnoteže o mobilnosti skočnog zgloba, odnosno ne postoji povezanost navedene varijable sa ravnotežom.

Gledajući mobilnost skočnog zgloba u odnosu na statičku i dinamičku ravnotežu, za očekivati je da će spomenuta mobilnost imati utjecaj na dinamičku ravnotežu. Ovo potvrđuje

istraživanje ravnoteže provedeno u ritmičkoj gimnastici. Naime, autori Kesilmis i sur. (2017) ispitali su korelaciju između mobilnosti skočnog zgloba i dinamičke ravnoteže te su u istraživanju dokazali povezanost istih. Pretpostavljajući da će mobilnost skočnog zgloba imati utjecaj na ravnotežu, provelo se mjerenje dorzalne i plantarne fleksibilnosti, no temeljem daljnjeg istraživanja rezultati su ukazali na nepovezanost mobilnosti skočnog zgloba sa statičkom ravnotežom. Polazeći od toga da određeni položaj statičke ravnoteže zahtjeva nepomično održavanje bilo kojeg segmenta tijela uz određeni tonus mišića, proizlazi zaključak da ravnoteža neće ovisiti o pokretljivosti skočnog zgloba kao što je to slučaj kod dinamičke ravnoteže na koju osim gravitacijske utječu i druge sile. Pokretljiviji zglob omogućit će preciznije pokrete i bolju kontrolu pokreta u održavanju dinamičke ravnoteže, suprotno tome, statička ravnoteža nema navedene zahtjeve kako bi se statički položaj održao u ravnoteži, a samim time nije u ovisnosti s mobilnošću određenog zglobnog segmenta.

## **6. ZAKLJUČAK**

Ravnoteža u gimnastici predstavlja jedan od glavnih faktora izvođenja kompleksnih motoričkih gibanja. Specifični ravnotežni položaji, okreti, rotacije oko poprečne i uzdužne osi u svojoj osnovi velikim dijelom ovise o navedenoj motoričkoj sposobnosti. Visoka razina razvijenosti ravnoteže kod gimnastičara/ki predstavlja problem kod konstruiranja novih sport-specifičnih testova čiji je cilj ispitati specifičnu ravnotežu. S ciljem konstrukcije novog sport-specifičnog gimnastičkog testa ravnoteže, provedeno istraživanje ukazalo je na određene povezanosti nekih morfološko-motoričkih faktora s ravnotežom.

Istraživanje je dokazalo da antropometrijske karakteristike ispitanika imaju negativan utjecaj na ravnotežu, te je vidljiv veći utjecaj istih na unilateralnu statičku ravnotežu na BIODEX-u. Također, mobilnost skočnog zgloba nije značajno utjecala na ravnotežu, odnosno ne postoji povezanost između istih. Važno je spomenuti da konstrukcija novog sport-specifičnog gimnastičkog testa ima svoja ograničenja po pitanju upotrebe jer se istraživanje provelo na uzorku studentica, te je također upitna validacija testa. Buduća istraživanja bi trebala biti provedena na gimnastičarkama kako bi se ispitale njegove mjerne karakteristike i mogućnost korištenja u sportskoj gimnastici kao svojevrsni mjerni instrument za procjenu specifične ravnoteže.

## 7. LITERATURA

1. Aleksić-Veljković A., Madić D., Veličković S., Herodek K., Popović B. (2014) Balance in young gymnast: Age-group differences. *Physical Education and Sport* 12 (3), 289-296.
2. Asseman F., Caron O., Crémieux J. (2004). Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnast? *Neuroscience Letters* 358, 83-86.
3. Bolkovič T., Kokole J., Kovač M., Novak D., Nadarević F., Tabaković M., Atiković A., Hmjelovjec I., Rađo I., Mikić B. (2008). Terminologija u gimnastici: Dio 1: (osnovni položaji i pokreti): Fakultet sporta i tjelesnog odgoja.
4. Caine, D. J., Russell K., Lim L. (2013). *Handbook of Sports Medicine and Science – Gymnastics*: John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK.
5. Delaš S., Zagorac N. and Katić R. (2008). Effects of Biomotor Structures on Performance of Competitive Gymnastics Elements in Elementary School Male Sixth-Graders. *Coll. Antropol.* 32 (2): 443–449.
6. Fiolić I., (2015). Metodika elemenata ritmičke gimnastike za djecu vrtićke dobi. Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, <https://urn:nbn:hr:117:395734>.
7. Fotios M., Miltiadis P., Eirini A., Andromahi S. (2013). Dynamic balance in girls practicing recreational rhythmic gymnastics and Greek traditional dances. *Science of Gymnastics Journal* 5 (1): 61-70.
8. Jurko D., Čular D., Badrić M., Sporiš G. (2015) Osnove kineziologije. Udžbenik sveučilišta u Splitu.
9. Kesilmis I., Kesilmis M. M., Akin M. (2017). The correlation between ankle range of motion and dynamic balance in rhythmic gymnast. *International Journal Physiotherapy and Research*, 5 (4): 2265-70. doi: <https://dx.doi.org/10.16965/ijpr.2017.184>.
10. Kochanowicz A., Kochanowicz K., Niespodziński B., Mieszkowski J., Biskup L. (2015). The level of body balance in a handstand and the effectiveness of sports training in gymnastics. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 7 (4): 103-116.
11. Kosinac Z. (2009.) Život i škola. Igra u funkciji poticaja uspravnog stava i ravnoteže u djece razvojne dobi. *Život i škola*, 22 (55), 11-22.

12. Özer Ö. & Soslu R. (2019). The Effects of Specific Stretching Exercises on Flexibility and Balance Parameters in Gymnastics. *Journal of Education and Learning*, 8(5); 1927-5250, 1927-5269 doi: 10.5539/jel.v8n5p136.
13. Patlar S., Yilmaz S., Tatlici A., Çakmakçı (2020). The Effects on Some Anthropometric Features and Dynamic Balance. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 22(2): 214-218 doi: 10.15314/tsed.686217
14. Prskalo I. (2004) Osnove kineziologije, Visoka učiteljska škola, Udžbenik za studente učiteljskih škola.
15. Ricotti L. (2011)., Static and dynamic balance in young athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6 (4), 616-628.
16. Shumway-Cook, A., Anson, D., Haller, S. (1988). Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Archives of Physical Activity and Rehabilitation*, 69, 395-400.
17. Sekulić, D., i Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji: sveučilište u Splitu, Fakultet PMZK.
18. Sloanhoffer H. L., Harrison K. D. and McCroy J. L. (2018). Dynamic Stability in Gymnast, Non-Balance Athletes, and Active Controls. *International Journal of Exercise Science* 11 (1): 1-12.
19. Solarić S., Momirović K., Stojanović M., Vukosavljević R. (1975). Pouzdanost antropometrijskih mjerenja. *Kineziologija*, 5, 1-2.
20. Spasić M. (2013) Morfološki i biomotorički prediktori agilnosti u pubertetu: Sveučilište u Splitu, Kineziološki fakultet, <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:221:199585>.
21. Tabaković M. Definicija i podjela sportske gimnastike. Web materijali: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja u Sarajevu
22. 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, 83-86.
23. Zekić R., Vučetić V. (2016). Dijagnostički postupci za procjenu razine ravnoteže. *Kondicijski trening*, 14 (2), 14-23.