

# Razlike u fleksibilnosti stopala i potkoljenice te ravnoteži između vježbača klasičnog pilatesa i body tehnike

---

Begonja, Atja

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:746742>

Rights / Prava: [Attribution-ShareAlike 4.0 International](#) / [Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Atja Begonja

**RAZLIKE U FLEKSIBILNOSTI  
STOPALA I POTKOLJENICE TE  
RAVNOTEŽI IZMEĐU VJEŽBAČICA  
KLASIČNOG PILATESA I BODY  
TEHNIKE**

Mentor:

prof. dr. sc. Gordana Furjan- Mandić

Zagreb, rujan 2017.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	4
2. BODY & MIND PROGRAMI.....	5
2.1. PILATES.....	5
2.2 BODY TEHNIKA.....	7
3. STOPALO.....	9
3.1. ANATOMIJA STOPALA .....	10
4. PROBLEM ISTRAŽIVANJA .....	16
4.1. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	17
5. METODE ISTRAŽIVANJA.....	18
5.1. UZORAK ISPITANIKA.....	19
5.2. OPIS MJERNIH INSTRUMENATA .....	20
5.3. METODE OBRADJE PODATAKA.....	23
6. REZULTATI I RASPRAVA .....	24
6.1 METRIJSKE KARAKTERISTIKE NOVOKONSTRUIRANIH TESTOVA .....	24
6.2. RAZLIKE IZMEĐU EKSPERIMENTALNE I KONTROLNE GRUPE ISPITANICA	25
7. ZAKLJUČAK .....	35
8. LITERATURA.....	37

## **RAZLIKE U FLEKSIBILNOSTI STOPALA I POTKOLJENICE TE RAVNOTEŽI IZMEĐU VJEŽBAČICA KLASIČNOG PILATESA I BODY TEHNIKE**

### Sažetak

Poznato je kako danas postoji velik broj programa vježbanja unutar fitnes industrije. Gotovo niti jedan od raznih programa pilatesa ne pridaje preveliku važnost osvještavanju te aktivaciji stopala u obliku snaženja i fleksibilnosti. Body tehnika, za razliku od klasičnog pilatesa, pridaje važnost stopalima, jačanju i razvoju fleksibilnosti mišića kroz specifično osmišljene vježbe kojima ciljano ostvaruje optimalno funkcioniranje stopala kao potporanj ljudskog tijela. Cilj provedenog istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike između fleksibilnosti mišića stopala i potkoljenice, te ravnoteže između vježbačica uključenih u program vježbanja klasičnog pilatesa i Body tehnike. Dobiveni rezultati pokazali su da od ukupno šest izmjerenih varijabli statistički značajna razlika postoji u četiri i to u korist ispitanica Body tehnike.

Ključne riječi: Body tehnika, pilates, stopalo, fleksibilnost, ravnoteža

## **DIFFERENCES IN THE FOOT AND LEG FLEXIBILITY AND BALANCE BETWEEN TRAINEES OF CLASSICAL PILATES AND BODY TECHNIQUE**

### Summary

Today there is a large number of training activities within the fitness industry. Almost none of the various Pilates programs give too much importance to the awareness of the feet and their activation in terms of strength and flexibility. Body Technique, unlike the classical Pilates, gives much importance to the feet, to strengthening and flexibility of their muscles through specially designed exercises, which aim at an optimal foot function as the support of the human body. The purpose of the study was to determine eventual differences between the flexibility of foot and lower leg muscles and the balance among the trainees involved in the classical Pilates training program and the Body Technique training program. The results obtained demonstrate, in a total of six variables that were measured, four statistically significant differences in favor of the Body Technique training program.

Key words: Body tehnique, pilates, foot, flexibility, balance

# 1. UVOD

Čovjek je od davnina bio prinuđen kretati se kako bi opstao i na taj način se psihički i fizički razvijao. Zato možemo reći kako je kretanje osnovna potreba svakog ljudskog bića. Razvojem tehnologije, promjenama u društvu ubrzao se i promijenio način života te doveo do prepuštanja čovjeka udobnostima suvremenog društva i pasivnog provođenja slobodnoga vremena. Nedostatak kretanja i smanjena tjelesna aktivnost, uz lošu obuću, dovode i do promjena u mehanici stopala pri čemu ono gubi svoju osnovnu funkciju. Prve promjene i prilagodbe na tijelu suvremenog čovjeka krenule su, potpuno nesvjesno, od stopala. Te promjene možemo prepoznati kroz različite simptome kao što su nemogućnost ili bol kod hodanja po neravnoj podlozi i kamenčićima, sporijem trčanju, smanjenoj agilnosti ili promjenama u motorici, a uzrok možemo tražiti u disbalansu biomehanike stopala.

Leonardo da Vinci je rekao: "Ljudsko stopalo je vrhunsko tehnološko dostignuće i umjetničko djelo u jednome."

Upravo nas suvremeni život i problemi današnjice dovode do sve veće potrebe za relaksacijom i opuštanjem, drugačijem i osvještenijem holističkom pristupu zdravlju, što je u konačnici pokrenulo cijeli niz Body & Mind programa poput Yoge, Pilatesa, Thai-Chi-a, Do In-a, Tibetanskih vježbi pomlađivanja, Body Tehnike i brojnih drugih.

Body & Mind programi usmjereni su na spoj uma i tijela, tj. na vraćanje i usmjeravanje čovjekovih misli k sebi, svojem tijelu, sinkronizaciji daha i pokreta. Ipak, većina tih programa ne aktivira i ne pridaje preveliku pozornost mišićima stopala iako se programi izvode bez obuće. Većina tjelesnih problema i bolnih stanja modernog čovjeka, koja su vezana za neurološki, koštano-zglobni, vezivni, mišićni, hormonalni ili krvožilni sustav mogu se aktivacijom i vježbanjem mišića stopala uvelike smanjiti čime se poboljšava kvaliteta života, a u ranijim fazama pojave simptoma mogu se i potpuno povući (neuropatije, dijabetičko stopalo, edemi, giht, artroza...). Tu do izražaja dolazi Body tehnika, kao filozofija vježbanja koja u svim segmentima svoga rada, bilo da se radi o individualnom ili grupnom pristupu, upotrebom različitih rekvizita pridaje veliku pozornost stopalu, njegovom osvještavanju i aktivaciji tijekom vježbanja.

## **2. BODY & MIND PROGRAMI**

Na prijelazu stoljeća veća potreba za relaksacijom i opuštanjem te holistički pristup zdravlju pokrenuli su cijeli niz Body & Mind programa. Stoljećima poznata i priznata Yoga u još većoj mjeri nego prije osvaja zapadni svijet (Lee i sur., 2004.). T'ai Chi, Do-In, Tensegrity, Tibetanske vježbe pomlađivanja, pa sve do programa koji uključuju meditativne komponente i upotrebu vitalne energije (ch'i, ki, prana), pilates i, među novijim programima holističkog pristupa, Body tehnika preuzimaju vodeća mjesta u fitness industriji zbog sve veće potrebe ljudi da se smisleno i cjelovito kreću i posvete svojem tijelu.

Izvanredno djelovanje i funkcija stopala je općenito zanemarena tema u fitness industriji, no ne i u filozofiji Body tehnike, a promjene u fitness industriji sve više zahtijevaju osnovno razumijevanje funkcije stopala, kako bi se osigurala empirijska logika u razvijanju fitness programa.

### **2.1. PILATES**

Pilates je metoda vježbanja koju je razvio Joseph H. Pilates početkom 20. stoljeća. Usmjerena je na povezivanje tijela i uma kroz sustav cjelovitih vježbi istezanja i snaženja kojima se postiže bolja kontrola nad mišićima, ispravlja loše držanje tijela, povećava gipkost i ravnoteža te usavršava oblik tijela. (B. Siler, 2003.)

Joseph Pilates svoj sustav vježbanja prvo je isprobao na sebi kako bi osnažio svoje boležljivo i osjetljivo tijelo. Povezao je istočnjačke i zapadnjačke metode vježbanja i osmislio sustav vježbi bez sprava i rekvizita, sustav koji koristi samo um da bi se ovladalo mišićima ili tzv. "Mat workout". Za vrijeme svog stažiranja tijekom Prvog svjetskog rata podučio je svoje kolege pilates metodi vježbanja, a radeći s bolesnicima koji su bili vezani za krevet osmislio je vježbe uz pomoć opruga i utjecao time na brži

oporavak bolesnika. Vježbe s oprugama predstavljale su osnovu za reformer, pilates spravu koja se sastoji od pomične platforme i pet opruga kojima se regulira opterećenje vježbanja na spravi.

Pilates metoda vježbanja oslanja se na različite stilove vježbanja ali se od njih razlikuje i prepoznatljiva je po svojim osnovnim principima ili načelima:

- ❖ kontrola
- ❖ koncentracija
- ❖ preciznost
- ❖ centriranje
- ❖ disanje
- ❖ vizualizacija
- ❖ intuicija
- ❖ integracija

Kroz navedene osnovne principe pilates tehnika metodom dinamičkog i statičkog režima rada utječe na motoričke sposobnosti: relativnu repetitivnu i statičku snagu (jer prema J. H. Pilatesu čovjeku je njegovo vlastito tijelo dovoljan uteg), fleksibilnost i ravnotežu.

Trenažno opterećenje pilates tehnike je uglavnom usmjereno na intenzitet podražaja (jačina, brzina, tempo i veličina vanjskog opterećenja) dok se ekstenzitet trenažnog opterećenja (broj ponavljanja, trajanje rada i broj serija) gubi zbog pauzi između vježbi i laganog tempa izvođenja istih, pa je ukupna energetska potrošnja u pilates tehnici mala i spada u aktivnosti niskog intenziteta i vrlo malo utječe na razvoj funkcionalnih sposobnosti. Također, pilates tehnika vježbe izvodi isključivo u ležećoj poziciji na podlozi pri čemu se stopala vrlo malo ili uopće ne koriste kroz vježbe.

## 2.2 BODY TEHNIKA

Oslanja se i nadograđuje na osnovne principe i načela pilatesa i yoge, prihvaća ono najbolje iz aerobike, ali uvodi promjene u tehnici izvođenja vježbi. Kretnje se izvode snažno kao da smo u vodi, maksimalnog opsega pokreta, bez prekida i fluidno pa i sam prijelaz u drugu poziciju predstavlja novu vježbu. Rezultat tih promjena je 25 – 30 minutna aerobna aktivnost umjerenog intenziteta.

Body tehnika razlikuje se od klasičnog pilatesa u:

- ❖ stajaćoj poziciji i aktivnom radu stopala
- ❖ višem intenzitetu i dinamici vježbanja
- ❖ dinamičnijem disanju
- ❖ raznovrsnosti treninga - više od 3000 različitih vježbi i upotrebi preko 30 različitih rekvizita i kardio sprava (sobni bicikl i trake za trčanje)
- ❖ u razvoju kondicijskih sposobnosti jer povezuje nizove kretanja u dugotrajan i doziran režim rada pri čemu utječe na živčano-mišićni, kardio-respiratorni, morfološki, transportni i vegetativni sustav.

Body tehnika primjenjuje se u rekreaciji, rehabilitaciji i vrhunskom sportu. Osnovni cilj joj je poboljšanje cjelokupnog zdravlja i uravnoteženo djelovanje na sve komponente zdravstvenog fitnesa unutar jednog sata, tretiranje tijela u trodimenzionalnoj, promjenljivoj i nestabilnoj okolini, počevši od baze našeg tijela - stopala, čime će se unaprijediti pravilna postura te automatizirati pravilno funkcioniranje tijela u svakodnevnim situacijama.

Osnovni ciljevi body tehnike u rekreaciji:

- ❖ edukacija polaznika o pravilnoj posturi
- ❖ poboljšanje kontrole i kvalitete kretanja
- ❖ pravilnije disanje kroz vježbu
- ❖ uklanjanje bolova u lokomotornom sustavu.



Osnovni cilj uvođenja body tehnike u vrhunski sport:

- ❖ uklanjanje simptoma umora i pretreniranosti sportaša
- ❖ poboljšanje napretka u usvajanju tehnike sporta
- ❖ raznovrsnost i sprječavanje monotonije
- ❖ razvoj mobilnosti, stabilnosti, fleksibilnosti, snage, mišićne izdržljivosti i ravnoteže
- ❖ prevencija ozljeda
- ❖ rehabilitacija
- ❖ prijelazni natjecateljski period
- ❖ završetak sportske karijere.

Osnovni ciljevi body tehnike u rehabilitaciji

- ❖ utjecati na pokretljivost kralježnice i zglobova tijela
- ❖ jačati mišiće stabilizatore koštano-zglobnog sustava
- ❖ mišićna uravnoteženost
- ❖ relaksacija i fleksibilnost.

*(Jagodić-Rukavina, 2004.)*

### 3. STOPALO

Stopalo je dragocjena platforma našeg kretanja, koje je u današnje vrijeme izuzetno zapostavljeno, ne pridajemo mu zasluženu važnost što naposljetku donosi brojne probleme. Promatrano sa mehaničkog stajališta, hodanje i trčanje na 2 noge čini se nemogućim. Uspoređujući strukturu majmunskih kostiju ona je 70 – 80 % slična našoj. Međutim, oni ne mogu hodati uspravno. Razlog tomu leži u razvoju finih živaca za ravnotežu u vrscima nožnih prstiju kod čovjeka koji su povezani s mišićima od tabana do koljena. Poznato nam je kako je hod najkompleksniji oblik kretanja i najduže se uči, a hodanje i trčanje postaju automatizirani pokret tek u trećoj godini života. Kako bi taj oblik kretanja bio što bolje usvojen, automatiziran, razvojni put učenja bazičnih motoričkih gibanja ne bi smio izostaviti fazu puzanja, koja je od velike važnosti za razvoj senzomotoričkog perifernog živčanog sustava ključnog u razvoju finih živaca odgovornih za ravnotežu i uspravan stav (Kim, 2012).

Stopalo možemo promatrati kao federirajuću platformu – trampolin, koja pri hodanju ili trčanju preko potkoljenice absorbira sile gravitacije i vlastitu težinu tijela. Razumijevanje ovog prilagodljivog sustava poluge djeluje na gotovo sve funkcije gibanja, na funkcije koštano-mišićnog sustava unutar ljudskog tijela, kao i na svaki pokret u stajaćoj poziciji u svakodnevnom životu, a radom na stopalima utječemo na sve karike kinetičkog lanca, organe i organske sustave (Lewit, 1999).

### 3.1. ANATOMIJA STOPALA

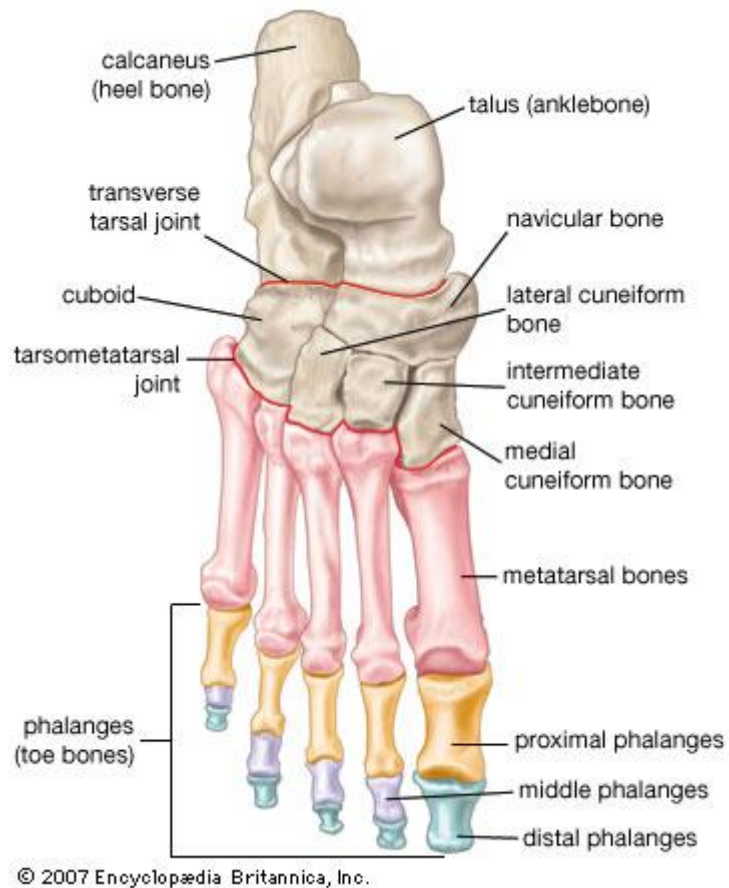
Stopalo se sastoji od 26 kostiju, 33 zglobova te 100 mekih tkiva (tetiva, ligamenata, mišića, fascija). Takva građa omogućuje stopalu zajedničko i međusobno ovisno gibanje svih anatomske elemenata.

Kosti stopala dijele se na tri regije:

- Proksimalni, stražnji dio: os talus (gležanjaska kost) i calcaneus (petna kost)
- Srednji dio: os naviculare (čunasta kost), os cuboideum (kockasta kost) i ossa cuneiformia (klinaste kosti-tri)
- Distalni, prednji, dio: pet metatarzalnih kostiju i 14 falangi (tri falange, proksimalna, srednja i distalna, za svaki nožni prst osim palca koji ima samo proksimalnu i distalnu falangu).

Stopalo sadrži 33 zglobova od kojih je 20 pokretno (slika 1). Samo tri zglobova odgovorna su za najveći dio pokretljivosti stopala, to su talokruralni (dorzalna i plantarna fleksija), subtalarni ili talocalcanealni (everzija i inverzija) i transverzalni talarni zglob (pronacija i supinacija).

Funkcijski najvažniji dijelovi stopala su gornji i donji nožni zglob koji zajedno tvore model kuglastog zglobova gdje su moguće kretnje u svim osima. Gornji gležanjaski zglob je kutni zglob koji prenosi veće opterećenje od svih ostalih zglobova u tijelu stoga je vrlo stabilan te omogućava izvođenje samo dviju kretnji, plantarnu i dorzalnu fleksiju (Mueller, 2005). Ostale kretnje stopala vrše se u donjem gležanjaskom zglobova koji je obrtni zglob i omogućuje izvođenje rotacijskih kretnji. Za pokrete stopala još su važni transverzalni tarzalni zglob, koji sudjeluje u trodimenzionalnim pokretima pronacije i supinacije i kompenzira neravnine na podlozi, te intertarzalni i tarzometatarzalni zglobovi, koji poboljšavaju funkciju transverzalnog tarzalnog zglobova i reguliraju položaj prednjeg dijela stopala na podlozi (Olney, 2005).



Slika 1. Stopalo: kosti ljudskog stopala

Izvor: <https://www.britannica.com/science/foot> (10.rujna 2017.)

Zbog postojanja razlika između autora, pokrete gležnja i stopala potrebno je definirati. Iako se oni ne odvijaju isključivo u osnovnim ravninama ipak ćemo ih definirati na sljedeći način (Mueller, 2005; Donatelli i sur., 1988; Sammarco i Hockenbury, 2001):

- Pokreti koji se odvijaju u sagitalnoj ravnini oko transverzalne osi su plantarna fleksija i dorzalna fleksija. Nazive fleksija i ekstenzija ne bi trebalo koristiti zbog proturječnih definicija.
- Pokreti koji se odvijaju u frontalnoj ravnini oko sagitalne osi su inverzija - rotacija stopala prema unutra i everzija - rotacija stopala prema van.
- Pokreti koji se odvijaju u horizontalnoj ravnini oko vertikalne osi su abdukcija - odmicanje od središnje linije i addukcija - primicanje prema središnjoj liniji.
- Pokreti koji se odvijaju u tri ravnine nazivaju se supinacija i pronacija. Oni se ne vrše oko jedne od osnovnih, već oko kose osovine koja ide od straga, dolje i lateralno prema naprijed, gore i medijalno. Pronacija je složena kretnja koja je kombinacija dorzalne fleksije, everzije i abdukcije dok je supinacija suprotna kretnja, kombinacija plantarne fleksije, inverzije i adukcije. Termini inverzija i supinacija kao i everzija i pronacija se često zamjenjuju.

Prema Yangu (1985), tijekom opterećivanja stopala težina tijela se prenosi s potkoljenice na gležanjsku kost, a potom većim dijelom na petnu kost te manjim dijelom na prednji dio stopala, poglavito na glavicu prve metatarzalne kosti. Tri su točke neposrednog uporišta:

- Tuber kalkaneusa
- Glavica V. metatarzalne kosti
- Glavica I. metatarzalne kosti

Te tri točke, spojene kostima, ligamentima i mišićima, tvore dva uzdužna i dva poprečna svoda stopala.

*Medijalni uzdužni svod* tvore kalkaneus, talus, navikularna kost, tri kuneiformne kosti te I., II. i III. metatarzalna kost.

*Lateralni uzdužni svod* čine kalkaneus, kuboidna kost te IV. i V. metatarzalna kost. Najviša točka unutrašnjeg svoda je čunasta kost koja je od tla odvojena oko 15 mm, a vanjskog svoda kuboidna kost koja je od tla odvojena oko 5 mm.

*Prednji transverzalni svod* povezuje glavice I. – V. metatarzalne kosti s najvišom točkom u glavici II. metatarzalne kosti.

*Stražnji transverzalni svod* se nalazi u području triju klinastih kostiju i kockaste kosti.

Svodovi stopala predstavljaju naše "federe". Povišen svod uzrokuje skraćenu i snažnu plantarnu fasciju bez elasticiteta, dok spušten svod nema dovoljnu čvrstoću te oboje mogu uzrokovati upalne procese (Kubat i sur., 2012)

Radom na stopalu i njegovom aktivnošću ostvarujemo dobrobiti ne samo za njega već i za cijelo tijelo na razini cirkulacije krvi i limfe, rada organa, pa i aktivnosti dubinskih mišića trupa i zdjelice. Ukoliko su snaga, kut (fleksibilnost) i brzina refleksa oba stopala simetrična, sa sigurnošću imamo zdravu kralježnicu i funkciju unutrašnjih organa. Sužavanjem stijenki krvnih žila na periferiji dolazi do presušivanja perifernog sustava što dovodi do disbalansa nervnog sustava, točnije, slabije protočnosti živčanog impulsa do periferije pri čemu naposljetku stradavaju i meka tkiva, a u posljednjoj fazi dolazi i do deformacije koštanog tkiva (Larsen, 2015).

Ipak u našim stopalima i potkoljenicama krije se prirodna pumpa kao mehanizam zaštite srca, a potom i naših zglobova. Uz pomoć mišića soleusa i intrinzičnih mišića stopala pomažemo srcu vratiti krv s periferije. Također, aktivacijom tih mišića ubrzava se cirkulacija i protok limfe što naposljetku pripomaže u obnavljanju hrskavice te lubrikaciji zglobnih tijela.

Odrastanjem dolazi do brojnih promjena kako na tijelu tako i na našim stopalima poput stanjivanja kože, disbalansa u zglobnim tijelima, smanjenog krvnog, živčanog protoka u obliku degeneracije perifernih živaca koje ima čak 80 % ljudi iza 40. godine života (Larsen, 2015). U održavanju svodova, statički i dinamički stopala sudjeluju kosti, zglobovi, ligamenti, tetive mišića potkoljenice, ekstrinzični i intrinzični mišići stopala te fascije. Od ukupno 24 mišića koje obuhvaća stopalo, 12 ih je ekstrinzičnih (površinskih), a 12 intrinzičnih (dubokih) mišića. Kako bismo lakše pratili, kategorizirat ćemo mišiće stopala i potkoljenice na anteriornu, lateralnu te površinsku i dubinsku posteriornu skupinu (Ridola i Palma, 2000).

Sobotta i Figge (1974) navode sljedeću podjelu mišića potkoljenice i stopala:

**Anteriorna skupina mišića potkoljenice:**

- anterior tibialis
- extensor hallucis
- extensor digitorum longus
- peroneus tertius.

Mišići anteriorne skupine odgovorni su za deceleraciju prilikom kontakta pete stopala s podlogom ( faza deceleracije – usporavanje).

**Posteriorna skupina mišića potkoljenice:**

a) Površinska:

- gastrocnemius
- soleus
- plantaris

b) Dubinska:

- posterior tibialis
- flexor digitorum longus
- flexor hallucis longus

Mišići posteriorne skupine smanjuju dorzifleksiju pomicanjem tibije preko stopala i povećavaju supinaciju u fazi prelaska iz stabilizacije u akceleraciju, tj. podizanje pete od podloge.

**Lateralna skupina mišića potkoljenice:**

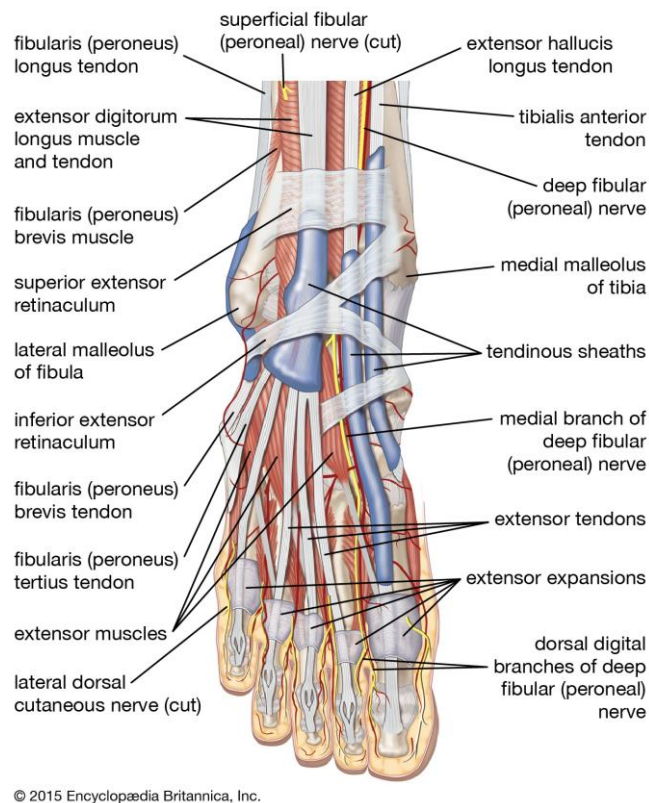
- Peroneus longus
- Peroneus brevis.

Mišići lateralne skupine stabiliziraju stopalo na podlozi u fazi stabilizacije.

## Plantarna i dorzalna skupina intrinzičnih mišića stopala (slika 2):

- Abductor hallucis
- Flexor digitorum brevis
- Abductor digiti minimi
- Quadratus plantae
- Lumbricals
- Flexor digiti minimi
- Adductor hallucis oblique and transverse
- Flexor hallucis brevis
- Plantar interossei
- Dorsal interossei
- Extensor digitorum brevis.

Mišići intrinzične skupine stopala direktno komuniciraju s unutarnjom jedinicom (TVA, multifidusi, mišići zdjeličnog dna).



Slika 2. Stopalo: glavni mišići, tetive i živci

Izvor: <https://www.britannica.com/science/foot> (10.rujna 2017.)



## 4. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

U stručnoj literaturi i internetskim bazama podataka nisu pronađena slična istraživanja koja se odnose na utjecaj tjelesnog vježbanja na promjenu snage i fleksibilnosti mišića stopala i potkoljenice.

Poznato je kako danas postoji velik broj programa vježbanja unutar fitnes industrije koje svrstavamo u grupaciju Body & Mind programa. Danas uz klasičan pilates postoji i velik broj njegovih izvedenica. Međutim gotovo niti jedan od tih programa ne pridaje preveliku važnost osvještavanju i aktivaciji mišića stopala u obliku snaženja i istezanja. Body tehnika, za razliku od klasičnog pilatesa, pridaje važnost stopalima i njihovom optimalnom funkcioniranju osvještavanjem, jačanjem i istezanjem mišića stopala i potkoljenice kroz predvježbe, kojima započinje svaki grupni sat body tehnike uz pomoć kojih se izolirano zagrijavaju svi dijelovi lokomotornog sustava. U drugom dijelu sata grupnog rada, body tehnika kroz specifično osmišljene i integrirane vježbe aktivira sve dijelove lokomotornog sustava, te uključivanjem velikog broja mišića djeluje na cjelovito funkcioniranje tijela od stopala, kao osnovne potpore ljudskog tijela, dalje prema glavi.

#### 4.1. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj provedenog istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike između fleksibilnosti mišića stopala i potkoljenice i ravnoteže između vježbačica uključenih u program vježbanja klasičnog pilatesa i Body tehnike.

U okviru glavnog cilja istraživanja izmjereni su i analizirani slijedeći podciljevi:

1. Razlika u plantarnoj fleksiji lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa.
2. Razlika u dorzalnoj fleksiji lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa.
3. Razlika u fleksibilnosti ahilove tetive lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa.
4. Razlika u statičkoj ravnoteži na tlu na jednoj nozi otvorenih očiju između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa.
5. Razlika u statičkoj ravnoteži stajanjem poprečno na klupici za ravnotežu s dvije noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa.
6. Razlika u statičkoj ravnoteži stajanjem uzduž klupice za ravnotežu na jednoj nozi, desnoj pa lijevoj, između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa.

## 5. METODE ISTRAŽIVANJA

### POSTUPAK

Istraživanje je provedeno u lipnju 2017. godine na uzorku 30 ispitanica ( $n = 30$ ): 15 ispitanica, koje su činile kontrolnu skupinu, bile su vježbačice klasičnog pilatesa u Zagrebu, a drugih 15 ispitanica, koje su činile eksperimentalnu skupinu, bile su vježbačice Body tehnike u Zagrebu. Sve ispitanice, kontrolne i eksperimentalne grupe, aktivno i redovito vježbaju, dva puta tjedno, u malim grupama minimalno godinu dana.

Istraživanje je osmišljeno da se vježbačice jednokratno izmjere u 6 varijabli. Tri varijable mjerile su fleksibilnost stopala i potkoljenice pomoću testova: fleksibilnost plantarne fleksije, fleksibilnost dorzalne fleksije i fleksibilnost ahilove tetive. Ostale tri varijable mjerile su ravnotežu pomoću testova: stajanje na tlu stopalom jedne noge, stopalo druge noge prislonjeno je uz koljeno, stajanje poprečno na klupici za ravnotežu s dvije noge i stajanje uzduž klupice za ravnotežu na jednoj nozi. Mjerene testove fleksibilnosti sudionice su ponavljale tri puta u kontinuitetu prvo za desnu, potom lijevu nogu, te su izmjereni rezultati očitani u stupnjevima. Testove ravnoteže sudionice su ponavljale šest puta izmjenično na desnoj i lijevoj nozi kako bi izbjegli pojavu zamora mišića stopala i potkoljenice, a izmjereni rezultati očitani su u sekundama i stotinkama.

## 5.1. UZORAK ISPITANIKA

Istraživanju je pristupilo 30 ispitanica, 15 vježbačica Klasičnog pilatesa te 15 vježbačica Body tehnike.

Prosječna dob ispitanica bila je 37,5 godina. Najmlađa ispitanica imala je 23 godine, a najstarija 53 godine. Prosječna dob vježbačica Body tehnike bila je 35,80 godina, a vježbačica Klasičnog pilatesa 39,33.

*Tablica 1*

Aritmetičke sredine i standardne devijacije dobi vježbačica klasičnog pilatesa i vježbačica Body tehnike

<b>SKUPINA</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Vježbačice Body tehnike	15	35,8	9,252
Vježbačice pilatesa	15	39,33	9,005

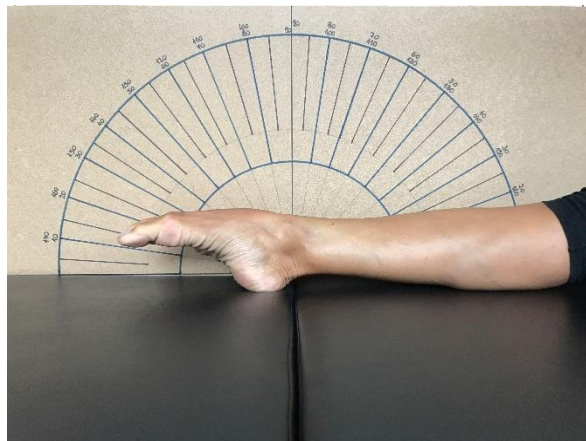
*Legenda: N = broj ispitanica; M = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija*

## 5.2. OPIS MJERNIH INSTRUMENATA

### 5.2.1. FLEKSIBILNOST

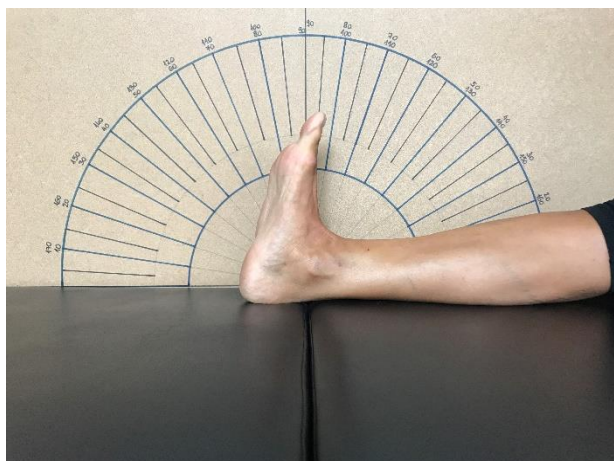
Kako bi se izmjerila fleksibilnost stopala i potkoljenice upotrebljeni su sljedeći testovi:

**1. Test fleksibilnosti plantarne fleksije** - Ispitanica sjedne uspravnog stava i opruženih nogu uz kutomjer prislonjen uz zid. Postavlja lateralni maleol gležnja točno u okomicu ( $90^\circ$ ). Održavajući uspravan stav i opružena koljena radi maksimalnu plantarnu fleksiju dok mjerioc nadgleda i očitava postignuti rezultat u stupnjevima (slika 3). Test izvodi tri puta uzastopno za svaku nogu.



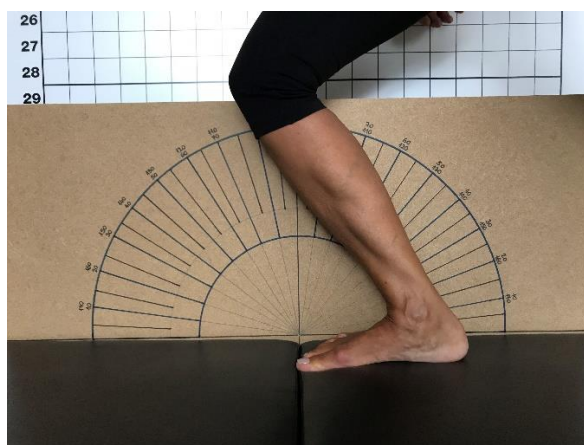
Slika 3.

**2. Test fleksibilnosti dorzalne fleksije** - Ispitanica sjedne uspravnog stava i opruženih nogu uz kutomjer prislonjen uz zid. Postavlja lateralni maleol gležnja točno u okomicu ( $90^\circ$ ). Održavajući uspravan stav i opružena koljena radi maksimalnu dorzalnu fleksiju dok mjerioc nadgleda i očitava postignuti rezultat u stupnjevima (slika 4). Test izvodi tri puta uzastopno za svaku nogu.



Slika 4.

**3. Test fleksibilnosti ahilove tetive-** Ispitanica u stojećem stavu postavlja palac jedne, bliže noge kutomjeru, u produžetku linije koja označava pravi kut ( $90^\circ$ ), dok je druga noga postavljena za dvije dužine stopala straga. Flektira koljeno gurajući ga maksimalno prema naprijed zadržavajući petu iste noge čvrsto na podlozi, dok je stražnja noga opružena i tijelo uspravno (slika 5). Mjerioc nadgleda izvedbu pa postignuti kut fleksijom koljena i pokretom u gležnju očitava u ravnini koljene kapice u stupnjevima. Test izvodi tri puta uzastopno za svaku nogu.



Slika 5.

### **5.2.2. RAVNOTEŽA**

Kako bismo izmjerili ravnotežu upotrebljeni su sljedeći testovi:

**1. Test stajanje na tlu stopalom jedne noge, stopalo druge noge prislonjeno je uz koljeno (STO1+Q).** Ispitanik stoji na tlu cijelim stopalom, dok je stopalo druge noge prislonjeno uz koljeno stojne noge. Ruke su prekrižene u predručenju. Mjerenje počinje kada se uspostavi ravnotežni položaj, a prekida se kada ispitanik odvoji stopalo od koljena, promijeni položaj ruku ili ako ispitanik zadrži ravnotežni položaj maksimalno 30 sekundi.

**2. Test stajanje poprečno na klupici za ravnotežu s dvije noge (SKOX2M).** Oslanjajući se na rame mjerioca, ispitanik stane sunožno prednjim dijelom stopala poprečno na klupicu za ravnotežu. Mjerenje počinje kada ispitanik uspostavi ravnotežni položaj i podigne ruke s mjerioca, a prekida se onog momenta, kada ispitanik padne s klupice za ravnotežu ili ako zadrži ravnotežni položaj maksimalno 30 sekundi.

**3. Test stajanje uzduž klupice za ravnotežu na jednoj nozi (SKOA1I).** Ispitanik stane cijelim stopalom jedne noge uzduž klupice za ravnotežu, a drugom uspostavlja ravnotežu, ruke su uz tijelo. Mjerenje počinje, kada ispitanik podigne nogu s tla, a prekida se mjeriti onog momenta, kada dodirne nogom tlo ili klupicu, odmakne ruke od tijela, ili ako ravnotežni položaj zadrži maksimalno 30 sekundi.

### **5.3. METODE OBRADJE PODATAKA**

Dobiveni rezultati provedenog istraživanja obrađeni su u SPSS programu za statistiku. Korišten je t-test za nezavisne uzorke pomoću kojeg smo provjerili postoji li razlika u 6 ispitanih varijabli: test za fleksibilnost plantarne fleksije, fleksibilnost dorzalne fleksije, fleksibilnost ahilove tetive, test za ravnotežu na jednoj nozi na tvrdoj podlozi, jednonožnu ravnotežu uzdužno na klupici za mjerenje ravnoteže i ravnotežu s oba stopala poprečno na klupici za mjerenje ravnoteže, između dvije nezavisne skupine ispitanica. Jednu skupinu činile su vježbačice klasičnog pilatesa kao kontrolnu skupinu, a drugu skupinu vježbačice Body tehnike kao eksperimentalnu skupinu.



## **6. REZULTATI I RASPRAVA**

### **6.1 METRIJSKE KARAKTERISTIKE NOVOKONSTRUIRANIH TESTOVA**

#### **6.1.1. TEST FLEKSIBILNOSTI PLANTARNE FLEKSIJE**

Izračunata je pouzdanost tipa unutarnje konzistencije za test fleksibilnosti plantarne fleksije te koeficijent Cronbach Alpha iznosi 0,941 što je zadovoljavajuća razina pouzdanosti.

#### **6.1.2. TEST FLEKSIBILNOSTI DORZALNE FLEKSIJE**

Izračunata je pouzdanost tipa unutarnje konzistencije za test fleksibilnosti dorzalne fleksije te koeficijent Cronbach Alpha iznosi 0,969 što je zadovoljavajuća razina pouzdanosti.

#### **6.1.3. TEST FLEKSIBILNOSTI AHILOVE TETIVE**

Izračunata je pouzdanost tipa unutarnje konzistencije za test fleksibilnosti ahilove tetive te koeficijent Cronbach Alpha iznosi 0,977 što je zadovoljavajuća razina pouzdanosti.

## 6.2. RAZLIKE IZMEĐU EKSPERIMENTALNE I KONTROLNE GRUPE ISPITANICA

Tablica 2

Prikaz rezultata u plantarnoj fleksiji između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa

	SKUPINA	N	M	SD	t	p
PLANTARNA FLEKSIJA LIJEVE I DESNE NOGE	Vježbačice Body tehnike	15	296,67	27,10	-0,541	0,593
	Vježbačice pilatesa	15	303,33	39,30		

Legenda: *N* = broj ispitanica; *M* = aritmetička sredina; *SD* = standardna devijacija; *t* = *t*-test; *p* = razina značajnosti

Kako bi se utvrdilo postoji li razlika u plantarnoj fleksiji između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa, izračunat je *t*-test za nezavisne uzorke. Rezultati *t*-testa pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika u plantarnoj fleksiji ( $t = -0,541$ ;  $df = 28$ ;  $p > 0,05$ ) između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa. Statistički značajna razlika ne postoji iz razloga što obje skupine vježbačica u svom programu vježbanja koriste položaj plantarne fleksije stopala prilikom izvođenja različitih vježbi. Značajnija razlika vjerojatno bi postojala da se mjerila skupina ne vježbača ili vježbača nekih drugih fitness programa.

Tablica 3

Prikaz rezultata u dorzalnoj fleksiji između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa

	SKUPINA	N	M	SD	t	p
DORZALNA FLEKSIJA LIJEVE I DESNE NOGE	Vježbačice Body tehnike	15	44,33	28,46	5,846	0,000*
	Vježbačice pilatesa	15	-16,00	31,69		

*Legenda: N = broj ispitanica; M = aritmetička sredina; SD= standardna devijacija; t = t-test; p = razina značajnosti*

U svrhu utvrđivanja razlika u dorzalnoj fleksiji između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa, izračunat je t-test za nezavisne uzorke. Rezultati t-testa pokazuju da postoji statistički značajna razlika u dorzalnoj fleksiji ( $t=5,846$ ;  $df=28$ ;  $p<0,01$ ) između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa. I to u smjeru da vježbačice body tehnike imaju bolju dorzalnu fleksibilnost. Razlog tome je što body tehnika u grupnom obliku rada koristi vježbe za razvoj fleksibilnosti i snage stopala i gležnja u svim osima kretanja, maksimalne amplitude pokreta, te velik broj različitih rekvizita i vježbi upravo za te dijelove lokomotornog sustava. Velik broj vježbi Body tehnike kombinira aktivnu i pasivnu aktivaciju stopala, gležnja i potkoljenice s različitim rekvizitima.

Tablica 4

Prikaz rezultata u fleksibilnosti ahilove tetive lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa

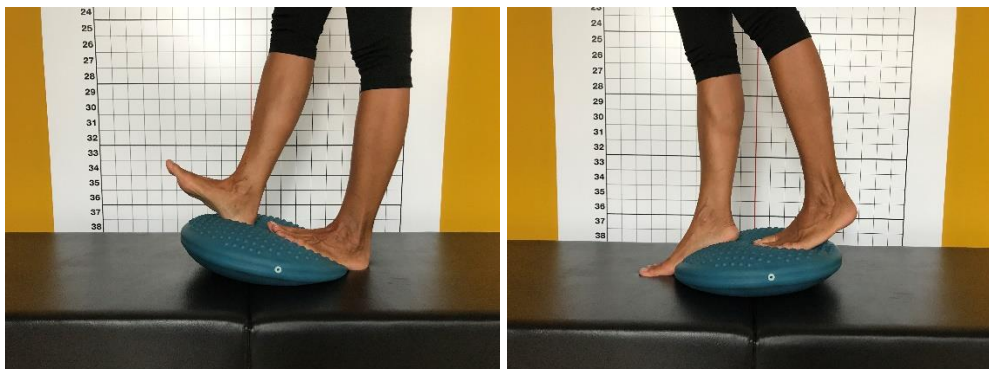
	SKUPINA	N	M	SD	t	p
FLEKSIBILNOST AHILOVE TETIVE LIJEVE I DESNE NOGE	Vježbačice Body tehnike	15	267,67	46,13	7,506	0,000
	Vježbačice pilatesa	15	140,73	46,49		

Legenda: *N* = broj ispitanica; *M* = aritmetička sredina; *SD* = standardna devijacija; *t* = *t*-test; *p* = razina značajnosti

Razlike u fleksibilnosti ahilove tetive lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa, utvrđene su na osnovi *t*-testa za nezavisne uzorke. Rezultati *t*-testa pokazuju da postoji statistički značajna razlika u plantarnoj fleksiji ( $t=7,506$ ;  $df=28$ ;  $p<0,01$ ) između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa i to u smjeru da vježbačice Body tehnike imaju statistički značajno veću fleksibilnost ahilove tetive lijeve i desne noge od vježbačica pilatesa. Razlog tome je što Body tehnika u grupnom obliku rada koristi vježbe za razvoj fleksibilnosti i snage svih mišića stopala, gležnja i potkoljenice, sa preko 20 različitih rekvizita u statičkom i dinamičkom obiku rada što posljedično utječe na fleksibilnost ahilove tetive (m. Gastrocnemius i m. Soleus).

**Primjeri vježbi i različitih rekvizita za poboljšanje fleksibilnosti ahilove tetive i pokreta dorzifleksije:**

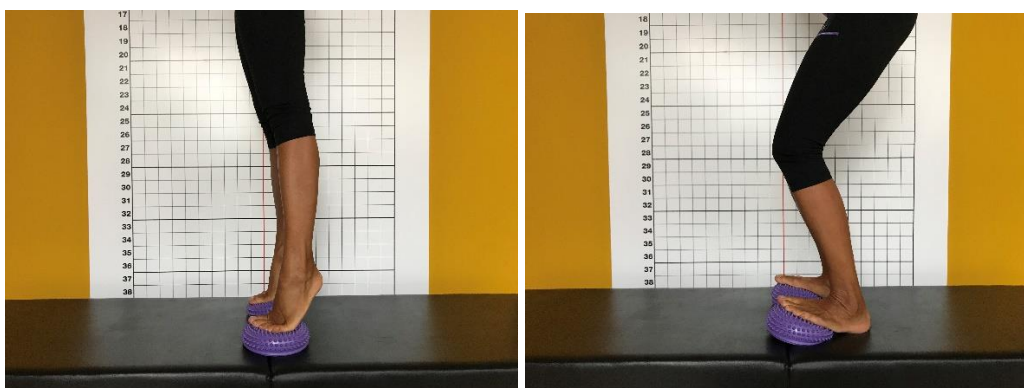
1. Vježba - dorzifleksija na disco-situ



Slika 6a

Slika 6b

2. Vježba - podizanje na prste i počučanj na stepping stones rekvizitu



Slika 7a

Slika 7b

3. Vježba - klackalica na rekvizitu borss



Slika 8a



Slika 8b

4. Vježba - deva s bungee rekvizitom uz otpor



Slika 9a



Slika 9b

5. Vježba - leptir s masažom tabana i pete uz akupresurne rekvizite



Slika 10a

Slika 10b

6. Vježba - klizanje petama po pvc tubi



Slika 11a

Slika 11b

7. Vježba - ležeće istežanje uz švedske ljestve



Slika 12a



Slika 12b

8. Vježba - jednoonožni spinning uz disco-sit



Slika 13a



Slika 13b



Tablica 5

Prikaz rezultata u ravnoteži lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa

	SKUPINA	N	M	SD	t	p
RAVNOTEŽA LIJEVE I DESNE NOGE	Vježbačice Body tehnike	15	360	0,00	1,51	0,14
	Vježbačice pilatesa	15	345	37,41		

*Legenda: N = broj ispitanica; M = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija; t = t-test; p = razina značajnosti*

Kako bi se provjerilo postoji li razlika u fleksibilnosti ahilove tetive lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa, izračunat je t-test za nezavisne uzorke. Rezultati t-testa pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika u plantarnoj fleksiji ( $t = 1,51$ ;  $df = 28$ ;  $p > 0,05$ ) između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa. Statistički značajna razlika ne postoji između dvije skupine ispitanica iz razloga što obje tehnike vježbanja izrazitu pažnju pridaju mišićima centra tijela, dubokim stabilizatorima trupa i pravilnom držanju tijela što je moglo utjecati na rezultat testiranja.

Tablica 6

Prikaz razlika rezultata u testu klupica uzdužno ahilove tetive lijeve i desne noge između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa

	SKUPINA	N	M	SD	t	p
KLUPICA UZDUŽNO	Vježbačice Body tehnike	15	143,05	67,01	5,86	0,000**
	Vježbačice pilatesa	15	38.17	17,54		

*Legenda: N = broj ispitanica; M = aritmetička sredina; SD= standardna devijacija; t = t-test; p = razina značajnosti*

Razlika u rezultatima testa ravnoteža na klupici uzdužno za lijevu i desnu nogu između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa, izračunata je t-testom za nezavisne uzorke. Rezultati t-testa pokazuju da postoji statistički značajna razlika u rezultatima testa klupica uzdužno ( $t = 5,86$ ;  $df = 28$ ;  $p < 0,01$ ) između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa i to u smjeru da vježbačice Body tehnike imaju statistički značajno veće rezultate u testu klupica uzdužno od vježbačica klasičnog pilatesa. Razlog tome je što Body tehnika u grupnom obliku rada koristi princip stojeće pozicije koju klasičan pilates nema. Body tehnika kroz svoje vježbe u statičkom i dinamičkom obliku rada integrirano djeluje na cijeli kinetički lanac, koristi različite rekvizite za razvoj ravnoteže (disco-sit, borss, bosu, gravity, tabure, valjčići, pvc tube...), smanjenu oslonačnu podlogu te vježbanje zatvorenih očiju što je još jedan poseban "rekvizit".

Tablica 7

Prikaz rezultata u testu klupica poprečno za vježbačice Body tehnike i vježbačice klasičnog pilatesa

	SKUPINA	N	M	SD	t	p
KLUPICA POPREČNO	Vježbačice Body tehnike	15	49,09	26,49	5,16	0,000**
	Vježbačice pilatesa	15	13,67	4,12		

*Legenda: N = broj ispitanica; M = aritmetička sredina; SD= standardna devijacija; t = t-test; p = razina značajnosti*

Kako bi se provjerilo postoji li razlika u rezultatima testa ravnoteža na klupici poprečno između vježbačica body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa, izračunat je t-test za nezavisne uzorke. Rezultati t-testa pokazuju da postoji statistički značajna razlika u rezultatima na testu klupica poprečno ( $t = 5,16$ ;  $df = 28$ ;  $p < 0,01$ ) između vježbačica Body tehnike i vježbačica klasičnog pilatesa i to u smjeru da vježbačice Body tehnike imaju statistički značajno veće rezultate na testu. Razlog tome je što Body tehnika u grupnom obliku rada koristi princip stojeće pozicije koju klasičan pilates nema. Body tehnika kroz svoje vježbe u statičkom i dinamičkom obliku rada integrirano djeluje na cijeli kinetički lanac, posebno na snaženje i istežanje malih intrinzičnih mišića stopala i plantarne fascije uz korištenje različitih rekvizita za razvoj ravnoteže, smanjenjem oslonačne podloge te vježbama za stabilnost centra tijela u sve tri osi kretanja uz aktivaciju mišića unutarnje jedinice (TVA, multifidusi, zdjelično dno, dijafragma).

## 7. ZAKLJUČAK

Današnji način života, u kojem prevladava sjedilačka aktivnost, premalo kretanja i moderna obuća, počevši od rane dječje dobi, negativno utječe na razvoj motoričkih sposobnosti i pojavu različitih deformacija, lošeg držanja te remeti kompletnu statičku i dinamičku posturu djece, a onda se to posljedično reflektira kroz čitav život odrasle osobe. Statistike pokazuju sve veću prisutnost spuštenog ili ekstremno povišenog svoda stopala, što se može povezati sa smanjenom fleksibilnošću i ravnotežom te funkcionalnim i anatomskim promjenama na stopalu, gležnju, potkoljenici i dalje po cijelom kinetičkom lancu i unutar svih tjelesnih sustava (koštano-zglobnog, mišićnog, vezivnog, krvožilnog, limfnog, neurološkog i organskog).

Sve navedeno pokazuje da većina fitness programa ne koristi dovoljno adekvatnih sadržaja i metoda rada, ne prepoznaje važnost i potrebu utjecaja na tijelo kao cjelinu te na taj način ne djeluje na ispravljanje gore navedenih problema. Promjenu, ali i značajnu razliku u pristupu grupnog rada u odnosu na ostale fitness programe i klasični pilates pokazuje Body tehnika koja raznovrsnim rekvizitima, brojnim ciljanim vježbama i integriranom metodom rada na cijelom tijelu pozitivno utječe na ispravljanje problema današnjice i brigu o utjecaju stopala na cjelokupno zdravlje čovjeka.

U provedenom istraživanju upotrijebljeno je 6 varijabli za procjenu razlika u fleksibilnosti stopala i potkoljenice te ravnoteži između ispitanica kontrolne skupine koju je činilo 15 vježbačica klasičnog pilatesa i ispitanica eksperimentalne skupine koju je činilo 15 vježbačica Body tehnike. U 4 varijable, 2 varijable kojima se procjenjivala fleksibilnost stopala i potkoljenice te 2 varijable kojima se procjenjivala ravnoteža, dobivena je statistički značajna razlika u korist vježbačica Body tehnike. Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti kako Body tehnika kroz svoje vježbe, pristup i filozofiju, značajno utječe na fleksibilnost i ravnotežu koje predstavljaju dio glavnih sastavnica zdravstvenog fitnesa.

Također se može zaključiti da Body tehnika u grupnom obliku rada, značajno i bez iznimke, na svakom satu osviještava, educira, stimulira te posebnim vježbama i rekvizitima utječe na razvoj snage, fleksibilnosti i izdržljivosti mišića stopala i potkoljenice te ravnoteže kao važne motoričke sposobnosti.

Kako stopalo ima važnu ulogu u prevenciji i očuvanju zdravlja svih organskih sustava, u pravilnom rastu i razvoju, kod osnovnih motoričkih gibanja, pravilnoj posturi te kod svih aktivnosti u životu čovjeka moramo mu pružiti zasluženu pažnju.

## 8. LITERATURA

1. Dizdar, D., Pedišić, Ž. (2010). *Priručnik za kvantitativne metode*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
2. Jagodić Rukavina, A. (2004). *Metodika individualnog i grupnog rada pilates vježbanja*. (Magistarski rad, Kineziološki fakultet). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Jagodić Rukavina, A. (2006). *Body tehnika*. Zagreb: Planetopija.
4. Kim, S.Y. (2012). *Ein neuer weg in der naturmedizin theorie und praxis*. KIM I.S. – Verlag
5. Kubat O., Đapić T., Šmigovec I., & Antičević D. (2012). Osnove anatomije, biomehanike i razvoj dječjeg stopala. U Špišić, ?. (ur), *Dječje stopalo*, Zagreb: izdavač.
6. Larsen, C. (2015). *Cijeli život na zdravim stopalima*. Zagreb: Znanje.
7. Lee, S.W., Mancuso, C.A., & Charlson, M.E. (2004). Prospective Study of New Participants in a Community based Mind body Training Program. *Journal of general internal medicine*, 19(7): 760-765.
8. Lewit, K. (1999). *Manipulative therapy in rehabilitation of the locomotor system*. Butterworth: Heinemann Medical.
9. Mueller, M.J. (2005). The ankle and foot complex. In Levangie, P.K. & Norkin, C. C. (Eds.), *Joint Structure and Function*, ed 4. Philadelphia: FA Davis.
10. Olney, S.J. (2005). Gait. In Levangie, P.K. & Norkin, C.C. (Eds.): *Joint Structure and Function*, ed 4. Philadelphia: FA Davis.
11. Ridola, C., Palma, A. (2000). Functional anatomy and imaging of the foot. *Italian journal of anatomy and embryology= Archivio italiano di anatomia ed embriologia*, 106(2): 85-98.
12. Siler, B. (2000). *The Pilates Body*. New York: Broadway Books.
13. Sobotta, J., & Figge, F.H.J. (1974). *Atlas of human anatomy*. Mjesto: Hafner Press.
14. Tkalčić, S. (1987). *Struktura ravnoteže*. (Doktorska disertacija, Fakultet za fizičku kulturu). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
15. Yang, S.M. (1985). Dynamic changes of the arches of the foot during walking. *Acta medica Nagasakiensia*, 30(1-3): 93-112.

16. <http://edukacija.rs/izreke-i-citati/leonardo-da-vinci> (pristupljeno stranici 25.8.2017.)
17. <https://www.fitness.com.hr/vjezbe/fitness-discipline/Povijest-aerobike.aspx> (pristupljeno stranici 25.8.2017.)