

# **Vpliv nenadne razbremenitve sile v vodoravni smeri na stabilnost pri Taijiquanu**

Jernej Sever(1), Nejc Šarabon (2,3)

(1) Tip-spin d.o.o., Center Premik d.o.o.

(2) S2P d.o.o., Laboratorij za motorično kontrolo in motorično obnašanje, Ljubljana

(3) Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za kineziološke  
raziskave, Koper

## Izvleček

Taiji quan (TJQ) je borilna veščina, ki poskuša razvijati čim bolj učinkovito gibanje v borbi. Njegov osnovni namen je, da poskušamo zmanjšati nasprotnikovo stabilnost in ga prisiliti k izgubi ravnotežja medtem, ko sami ravnotežja ne izgubimo. Namen raziskave je bil primerjati stabilnost pri nenadni vodoravni razbremenitvi med skupino udeležencev, ki redno vadi TJQ in sicer vadbo v dvoje in skupino, ki s tako obliko vadbe ni imela še nobenih izkušenj. V vsako skupino je bilo vključenih 7 oseb. V študiji smo uporabili dvojno ploščo za merjenje sil na podlago in mehanizem za vodoravno obremenitev s sprožilcem za nenadno razbremenitev. Merjenja smo obtežili z 7,5 kg utežjo tako, da je sila nanj delovala vodoravno v višini njegovih bokov. Merili smo spreminjanje sile navpično na podlago in premik centra pritiska v smeri naprej-nazaj, po nenadni razbremenitvi. Primerjali smo največji amplitudi obeh parametrov in izračunali hitrost in pospešek gibanja v smeri naprej-nazaj. Rezultati so pokazali, da je skupina, ki vadi TJQ, proizvedla veliko manjše spremembe sile navpično na podlago, kot kontrolna skupina. Razmerje med amplitudama je bilo  $115 \pm 49$  N proti  $182 \pm 88$  N ( $p=0,002$ ). Nasprotno se je pri premiku centra pritiska v smeri naprej-nazaj izkazalo, da med obema skupinama ni večjih razlik, razmerje je  $0,189 \pm 0,038$  m proti  $0,194 \pm 0,051$  ( $p=0,564$ ). Z obremenitvijo v vodoravni smeri nismo neposredno vplivali na spremembo navpične sile na podlago, zato lahko predvidevamo, da so bile spremembe te sile posledica refleksnega mišičnega odziva. Skupina, ki vadi TJQ, se je odzvala z manjšimi silama v navpični smeri, iz česar lahko sklepamo, da je imela boljšo kontrolo nad držo in tudi boljšo stabilnost.

Ključne besede: Taiji quan, ravnotežje, stabilnost, nenadna razbremenitev, borilna veščina

## Abstract

Taiji quan (TJQ) is a martial art that tries to develop the most efficient movement in battle. Its primary purpose is to try to reduce the opponent's stability and force him/her to lose balance, without losing his own balance. The purpose of this study was to compare the stability after sudden horizontal release between a group of participants who practice TJQ regularly and another group whose participants have no experience of TJQ. Each group consisted of 7 people. We used the double force plate to measure forces on the ground and a mechanism to apply the load to the participant horizontally with a trigger for sudden release of the load. The participant was loaded with a 7.5 kg weight. The direction of the force was horizontal at the height of hips. We measured the change of vertical ground reaction force ( $F_z$ ), and the shift of center of pressure (COP) in anterior – posterior direction (A-P). We compared the maximum amplitude of both parameters and calculated the velocity and acceleration of movement in the direction of A-P after the sudden release of the load. The results showed that the group who practices TJQ produced a much smaller change in ground reaction force  $F_z$  than the control group. The relationship between the amplitude was  $115 \pm 49$  N N vs.  $182 \pm 88$  N ( $p = 0.002$ ). By contrast, we didn't find significant difference between the two groups in movement of the COP, the ratio was  $0.189 \pm 0.038$  m vs.  $0.194 \pm 0.051$  m ( $p = 0.564$ ). The load in the horizontal direction didn't directly affected the vertical force on the ground, so we can assumed that the changes of this force are consequence of reflex muscle response. The response of the TJQ group was significantly smaller, from which we can conclude, that it had better postural control and better stability.

Keywords: Taiji Quan, balance, stability, sudden release, martial arts

## 1. Uvod

Taiji quan (TJQ) je kitajska borilna veščina, ki je tesno prepletena s kitajsko klasično filozofijo in življenjskimi izkušnjami mojstrov in učiteljev, ki ta znanja prenašajo iz roda v rod. Tako kot pri mnogih drugih podobnih praksah, ki prepletajo filozofijo, religijo, psihologijo in gibanje telesa, se znanje prenaša predvsem v neposrednem kontaktu med učiteljem in učencem. Za pomoč pri prenosu teh kompleksnih znanj se uporablja metaforične opise občutkov in položajev telesa. V primeru TJQ je mnogo metaforičnih opisov zapisanih v klasičnih tekstih o tej borilni veščini (Ching, 1985; Wile, 1996). Ti zapisi in metafore lahko pomagajo pri usmerjanju vadečega, a ker so opisi prepuščeni subjektivnim interpretacijam, so lahko zavajajoči. Razumemo jih lahko le na osnovi izkušnje in znanja, ki ga o svojem telesu že imamo.

Ker je TJQ v osnovi borilna veščina, je mogoče njegove osnovne principe ustrezno razumeti le, če poznamo vadbo v dvoje. Njen glavni cilj je, da z zelo malo moči nadziramo nasprotnikove napade in ga destabiliziramo oziroma pripravimo do tega, da zaradi lastne napake izgubi ravnotežje. Zavedati se je potrebno tudi, da večina TJQ, ki se ga danes izvaja po svetu in se osredotoča predvsem na izvajanje form, ne vzgaja te borbene izkušnje.

Če želimo analitično pristopiti k raziskovanju omenjene izkušnje, moramo najprej določiti bistvene namene in cilje, ki jih predvideva vadba TJQ. Glavni cilj je mogoče povzeti s pomočjo ustrezne interpretacije klasičnih del TJQ (Ching, 1985; Wile, 1996). Na isti osnovi je mogoče tudi določiti osnovne pogoje, ki so glede na tradicionalno znanje potrebni, zato da smo lahko uspešni v borbeni situaciji in lahko manipuliramo z nasprotnikovim ravnotežjem. V tej pilotski študiji smo se osredotočili samo na enega izmed potrebnih pogojev, to je ohranjanje stabilne in pokončne drža pri nenadnih razbremenitvah zunanjih sil.

Navkljub doslednemu pregledu mednarodnih baz periodičnih znanstvenih publikacij, nismo uspeli najti študij, ki bi proučevale vpliv dolgotrajne vadbe TJQ na odzive pri nenadnih razbremenitvah ali obremenitvah v vodoravni smeri. To je potrdila tudi predstavitev tega projekta na Kulturni univerzi v Taipeiju (Tajvan, 16.6,2013), ki je edina univerza na Tajvanu, ki ima lasten oddelek za kitajske borilne veščine. Dosedanje raziskave, ki so dostopne v mednarodnih znanstvenih revijah, so se osredotočale predvsem na različne učinke, ki jih ima vadba form, ne pa tudi vadba v dvoje. Raziskave so pokazale, da TJQ lahko učinkuje na boljšo gibljivost, vpliva na ravnotežje (Ding-Hai Yu, 2012), zmanjša strah pred padanjem in zmanjša možnost padanja pri starejših ljudeh (Gatts, 2006). Izkazalo se je, da starejši ljudje, ki vadijo TJQ, v primeru nevarnosti, hitreje obnovijo kontrolo nad držo, kot ljudje, ki ga

na vadijo. Imajo krajši čas priprave na korak, krajši čas dotika podlage in daljši korak nazaj (Wu, 2012). Raziskave, ki so se ukvarjale s posebnostmi obremenitve stopal, so pokazale, razlike med običajno hojo in premikanjem pri TJQ (Mao, 2006). Korak pri TJQ v primerjavi s počasnim navadnim korakom predvideva daljšo stajo na eni nogi, večje območje gibanja nožnih sklepov, daljše čase izometričnega delovanja in koaktivacije mišic (Wu, 2004).

### **1.1. Razumevanje namena TJQ**

Pri določitvi namena in cilja vadbe TJQ smo se osredotočili na dva klasična teksta s področja TJQ (Ching, 1985; Wile, 1996). Glavni cilj TJQ je učinkovitost v borbi. Učinkovitost je tesno povezana s spodobnostjo zaznavanja meja lastnega ravnotežja in stabilnosti ter sposobnostjo manipulacije z nasprotnikovim ravnotežjem (Sever, 2012). Metafora, ki opisuje idealno situacijo h kateri teži TJQ se glasi, da »4 g premagajo 1000 kg« (Ching, 1985; Wile, 1996). V ta namen je TJQ na osnovi izkušenj razvijal posebno gibanje. Osnovi cilj tega gibanja je, da v stoji, med gibanjem in med borbo, med soočanjem z zunanjimi silami, ki prihajajo iz različnih smeri, ohranjamo pokončno, stabilno in sproščeno držo. Med hojo boki nenehno ostajajo v isti višini. Centralno težišče telesa (COM) naj bi med gibanjem čim manj nihalo. Če želimo manipulirati z nasprotnikovim ravnotežjem, moramo isti občutek ohraniti tudi v borbi torej v kontaktu s partnerjem. Napadalec na nas deluje z različnimi silami, nas vleče ali potiska, vpliva na naše težišče in premika naš center pritiska na podlago (COP). Telo se pred izgubo ravnotežja navadno odzove z refleksnimi mišičnimi odzivi, ki v primeru TJQ niso zaželeni, ker nam onemogočajo kontrolo nad napadalcem in nehote vplivajo na našo držo. Cilje vaje v dvoje lahko razberemo iz naslednjega odlomka. »Omejevanje, nezadostnost, ločitev in upiranje so slabost borbe. Razlog, da jih imenujemo napake, je v nezmožnosti doseganja zavestnega gibanja. Če se ti ne uspe prilepiti, ohranjati, povezati se in slediti, če ne razumeš sebe, kako boš lahko razumel druge?« (Wile, prevod Sever, 1996). Ker pa lahko to celostno izkušnjo znastveno raziskujemo le, če jo razdelimo na posamezne dele. Smo se v tej pilotski študiji osredotočili samo na ohranjanje pokončne in stabilne drže po nenadni razbremenitvi vodoravne sile.

### **1.2. Razumevanje pokončne uravnotežene drže v TJQ**

Osnovni pogoj za učinkovito gibanje v borbi, je pravilna pokončna uravnotežena drža, ki je v TJQ opredeljena z naslednjo metaforo:

*Zgoraj je teme glave »obešeno na nebo«,  
In spodaj se qi potopi v tan tien,  
Naberi (sprosti) ramena in potopi komolce,  
Dvigni hrbet in sprosti prsni koš,*

*Ko je wey- lui naravno pokončen,*

*Se telo počuti sproščeno in qi živ.*« (Wile, prevod Sever, Tršar, 1996).

Zgornji opis je v veliki meri podoben opisu, ki ga poudarjajo različne meditativne tehnike. Čeprav je opis v veliki meri metaforičen, vsebuje dokaj natančne napotke. Nekatere metafore je mogoče zamenjati z nam bolj znanimi izrazi. Položaj *tan tiena*, tri prste pod popkom in dva v globino, je pri pokončni drži zelo blizu COM. *Qi* v tem primeru lahko pomeni občutek ali pozornost. TJQ ima pred meditativni pristopi to prednost, da mora imeti taka drža jasen učinek v borbeni situaciji. Pri vadbi drže v TJQ se pogosto uporablja test pri katerem učitelj ali partner obremeni vadečega v določeni smeri in potem nenadoma razbremeni pritisk. Manjši kot je tečajnikov odziv, boljša naj bi bila njegova drža. Na Tajvanu in na Kitajskem vadba v dvojje obstaja tudi v obliki športne discipline. Njen osnovni namen je, da poskušamo destabilizirati nasprotnika ne da bi sami premaknili stopala. Kljub temu, da se ta in podobni testi uporabljajo pri vadbi v dvojje, na področju TJQ niso bile še izvedene meritve, ki bi na podoben način in z ustreznimi merilnimi sistemi raziskovale učinke nenadne razbremenitve, na sile na podlago in premikanje težišča.

V tej pilotski študiji smo poskušali poenostaviti borbeno situacijo in oblikovati raziskovalni protokol, ki bi omogočal merjenje stabilnosti pri nenadnih razbremenitvah zunanjih sil, ki delujejo na telo. Osredotočili smo se na delovanje vodoravne sile in na njeno nenadno razbremenitev. Telo smo obremenili v višini bokov v vodoravni smeri. Na ta način nismo bistveno vplivali na spremembo višine COM, prav tako tudi nismo vplivali navpično silo na podlago ( $F_z$ ). V našem primeru se COM udeleženca in tudi COP premakne nazaj v smeri obtežitve. Raziskave, ki so ugotovljale vpliv spreminjanja položaja težišča na kontrolo drže, so navadno z navpičnimi obremenitvami težišče spuščale ali dvigale (Rošker, 2011). V teh raziskavah so ugotovili, da je spreminjanje višine COM, iz nižjega položaja na višjega, povezano s poslabšanjem kontrole drže. V našem primeru COM in tudi COP premikamo v vodoravni smeri naprej- nazaj (A-P). Nenadna razbremenitev pomeni tudi nenaden premik težišča in COP. Telo se pred izgubo ravnotežja in padcem zaščiti z refleksnim mišičnim odzivom. Pričakujemo lahko, da bo skupina, ki vadi TJQ imela boljši nadzor nad premikanjem težišča in bo bolje kontrolirala refleksno mišični odziv. Posledično bo proizvedla manjšo silo  $F_z$ , manjše nihanje in manjši dvig COM v navpični smeri in vsaj delno tudi manjšo destabilizacijo.

V predstavljeni študiji smo želeli preveriti smiselnost predstavljenega načina testiranja pri raziskovanju učinkov vadbe TJQ. Na njeni osnovi bomo v prihodnje oblikovali obsežnejša merjenja kjer bomo razširili merilni protokol in poleg sil na podlago, spremljali še gibanje posameznih delov telesa in mišično aktivacijo.

## 2. Metode

### 2.1. Udeleženci

V študiji je sodelovalo 14 udeležencev, starosti od 18 do 50 let. Razdeljeni so bili v dve skupini (Tabela 1). V prvo skupino (TJQ-S) smo uvrstili udeležence, ki vadijo TJQ vsaj 3 leta ali več in njihova vadba temelji na vadbi v dvoje. V kontrolno skupino (KO-S) so bili uvrščeni udeleženci, ki se ukvarjajo s kick boksom ali karatejem in s TJQ niso imeli pomembnih izkušenj. Metodi vadbe se pri obeh skupinah močno razlikujeta. TJQ vadba v dvoje temelji na nenehnem kontaktu s partnerjem medtem, ko sta karate in kick boks borilni veščini, ki uporabljata predvsem dolgo in srednjo razdaljo. Pri njiju so pomembni hitri napadi in umiki, ne pa toliko stabilna drža med potiskanje in vlečenjem. Vsi merjenci so k raziskavi pristopili prostovoljno. Raziskavo je odobrila Etična komisija Filozofske fakultete v Ljubljani.

Tabela 1

*Primerjava uravnoteženosti skupin*

Enota	KO-S	TJQ-S	P
<b>Udeleženci (število)</b>	7	7	/
<b>Moški (ženske)</b>	4 (3)	4 (3)	/
<b>Starost (leta)</b>	25,4 ± 10,1	37,7 ± 5,5	0,037
<b>Višina (cm)</b>	172,6 ± 12,3	174,6 ± 7,2	0,813
<b>Teža (kg)</b>	74,9 ± 16,14	71,6 ± 13,7	0,674
<b>Indeks tel. mase (kg/m<sup>2</sup>)</b>	24,99 ± 3,96	23,66 ± 3,32	0,55
<b>TJQ vadba (leta)</b>	0	7 ± 5,5	/

*Legenda:* KO-S - kontrolna skupina; TJQ-S - skupina, ki vadi TJQ.

V Tabeli 1 je prikazana primerjava med skupinama KO-S in TJQ-S za različne enote.

Skupini sta bi bili po številu, masi, višini in indeksu telesne mase uravnoteženi in med njima ni bilo statistično značilnih razlike v omejenih parametrih. V obeh skupinah so v merjenjih sodelovali po 4 moški in 3 ženske. Edina statistično značilna razlika je bila v starosti obeh skupin. Razlika v starosti je povezana tudi s samo obliko aktivnosti. Vadba kick boksa in karateja je v veliki meri omejena na mlajše starostne kategorije, vadba TJQ pa na starejše. Menimo, da v našem primeru starost udeležencev ne vpliva bistveno na rezultat meritev.

### 2.2. Merilni sistem in protokol

Izdelali smo poseben sistem, ki je preko droga in škripca omogočil vodoravno obremenitev z utežjo (Slika 1). Utež je bila na jekleno žico pritrjena preko sprožilca za nenadno razbremenitev. Jekleno žico smo preko škripca napeljali do oblazinjenega kovinskega droga. Tega je udeleženec naslonil na rob črevnice (vodoravno preko obeh spin iliaca anterior superior). Meritve smo izvajali z dvojnima

ploščama za merjenje sil na podlago, ki jih je izdelalo podjetje S2P d.o.o. (Ars Force Plate – Bilateral), podatke pa smo zajemali s programom ARS istega podjetja. Vsi udeleženci meritev so se prvič srečali s tako obliko testiranja. Udeleženec je imel pred meritvijo 10 minut splošnega ogrevanja celega telesa (vrat, ramena, trup, boki in noge). Po ogrevanju so se pričela merjenja. Udeleženec je stopil na plošči za merjenje sil. Dolžina položaja je bila omejena z njuno dolžino in je znašala 60 cm. Širino položaja smo določili na osnovi širine bokov, merjeno na robu črevnice. Udeleženec se je postavil v razkoračen položaj v smeri naprej nazaj. Svojo stojno nogo je s peto postavil do zadnjega roba plošč, drugo nogo pa s palcem do njunega prednjega roba. Merjenja smo v vodoravni smeri obremenili v višini bokov. Utež s katero smo obremenili udeležence je bila težka 7,5 kg. Ko je bil udeleženec pripravljen, je dal znak za začetek meritve. Nenadno razbremenitev se je izvedla enkrat v 10 sekundah od začetka merjenja. Vsak merjenec je imel 2 testna poizkusa, da se je lahko privadil na motnjo, za tem se je izvedlo 5 meritev. Med vsako meritvijo je imel minuto časa, da se je pripravil na naslednjo meritev. Med merjenjem udeleženec ni zapuščal plošč za merjenje sil.



*Slika 1.* Sistem za vodoravno obremenitev in razbremenitev

Na Sliki 1 je prikazan sistem za vodoravno obremenitev in razbremenitev. Njegovi glavni sestavni deli so drog, jeklena žica, škripec, mehanizem za nenadno razbremenitev.

### **2.3. Obdelava podatkov**

Pri obdelavi podatkov smo najprej določili 1,5 sekundne intervale po nenadni razbremenitvi. Na osnovi dobljenih rezultatov smo od dobljene navpične spremembe sile  $F_z$  odšteli težo merjenega udeleženca. Vrednost sile  $F_z$  je bila tako pred razbremenitvijo prikazana kot 0 N. Na ta način smo dobili pozitivno in negativno spremembo sile (Slika 2,3). Pozitivna sprememba sile nakazuje na dvig udeleženčevega težišča, negativna pa na njegov spust. Na osnovi dobljenih podatkov smo za vsako



skupino izračunali naslednje parametre: spremembo navpične sile na podlago (sila Fz), najnižjo negativno vrednost navpične sile na podlago (najnižja sila Fz), spremembo premika težišča v smeri A-P, najvišjo hitrost premikanja težišča v smeri A-P (hitrost premika) in najvišjo spremembo navpične sile Fz v času (sprememba sile v času). Za silo Fz in premik v smeri A-P smo za vsako skupino izračunali povprečne vrednosti in standardni odklon (Slika 2-5). Iz povprečnih vrednosti smo izračunali še največjo amplitudo, kot razliko med najvišjo in najnižjo vrednostjo posameznega parametra in izračunali standardni odklon. Podobno smo storili tudi za ostale parametre, najnižjo silo Fz, hitrost premika in spremembo sile v času (Tabela 2). Kot raven statistične značilnosti smo določili vrednost t–testa  $p < 0,05$ . Pri izračunu statistične značilnosti smo uporabili dvosmerni t-test .

### 3. Rezultati

Pri meritvah se je izkazalo, da je imela skupina TJQ-S nižjo amplitudo nihanja v smeri Fz, kot skupina KO-S in sicer  $115 \pm 49$  N proti  $182 \pm 88$  N. Razlika med skupinama je statistično značilna  $p = 0,002$  (Tabela 2, Slika 2,3 ).

Tabela 2

*Rezultati meritev*

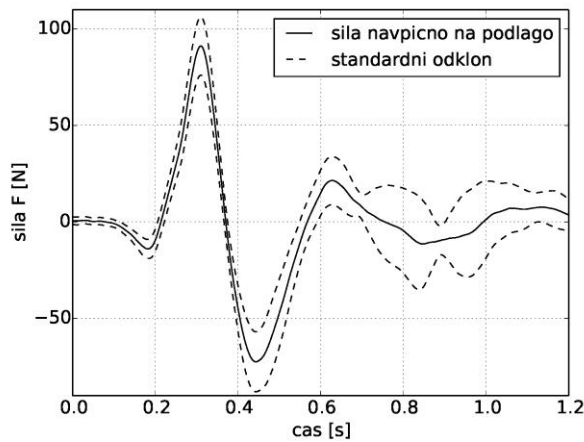
Parameter (enota)	KO-S	TJQ-S	P
sila Fz(N)	$182 \pm 88$	$115 \pm 49$	0,002
najnižja sila Fz (N)	$-90,5 \pm 49,2$	$-50,3 \pm 23,8$	0,0001
premik v smeri A-P (m)	$0,194 \pm 0,051$	$0,189 \pm 0,038$	0,564
hitrost premika (m/s)	$3,36 \pm 1,12$	$3,30 \pm 0,89$	0,799
spremembe sile v času (Fz(N)/t(s))	$6905 \pm 3251$	$5233 \pm 995$	0,004

*Legenda:* KO-S - kontrolna skupina; TJQ-S - skupina, ki vadi TJQ; p - statistična značilnost.

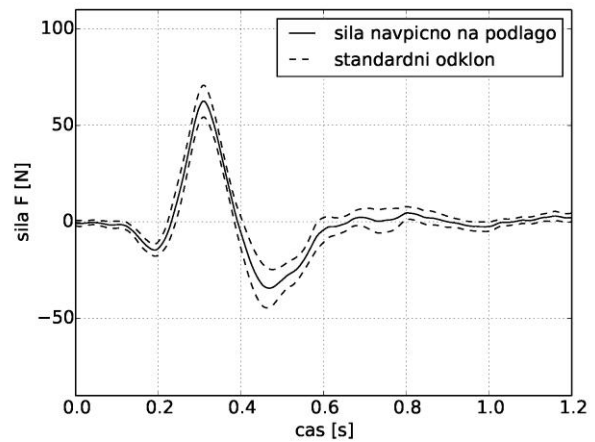
V Tabeli 2 je prikazana primerjava med skupinama v največjih amplitudah različnih parametrov.

Razlika med skupinama je razvidna tudi pri najnižji sili Fz in sicer  $-50,3 \pm 23,8$  N proti  $-90,5 \pm 49,2$  N,  $p = 0,0001$ . Pri premiku COP v smeri A-P se izkaže, da med obema skupinama ni statistično značilne razlike  $p = 0,564$ , vrednost  $0,189 \pm 0,038$  m proti  $0,194 \pm 0,051$  m. Na sliki 2 in 3 je opazno, da pri spremembi sile Fz ne obstaja bistvena razlika v obliki krivulje pri obeh skupinah. Razlika je opazna le v amplitudi nihanja, ki se pokaže tudi pri izračunanih vrednostih (Tabela 2). Pri izračunanih maksimalni hitrosti se izkaže, da med skupinama ni večje razlike med končno hitrostjo v smeri A-P  $3,30 \pm 0,89$  m/s pri skupini TJQ-S in  $3,36 \pm 1,12$  m/s pri skupini KO-S  $p = 0,799$  (Tabela 2). Do statistično značilne

razlike pride še pri spremembi sile v času ( $F_z/t$ ) in sicer  $5233 \pm 995$  N/s pri skupini TJQ-S in  $6905 \pm 3251$  pri skupini KO-S,  $p = 0,004$  (Tabela 2).

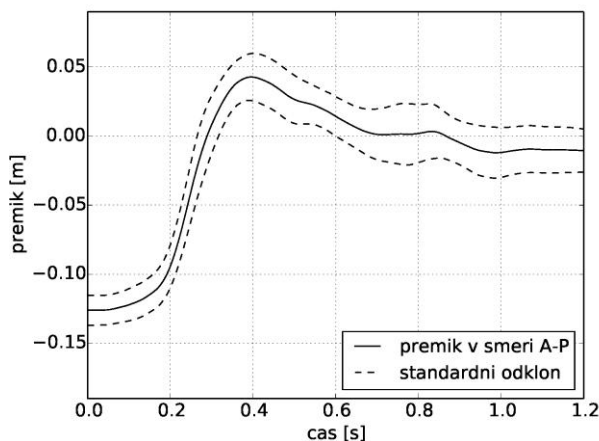


Slika 2. Sprememba sile navpično na podlago ( $F_z$ ) pri kontrolni skupini (KO-S) po nenadni razbremenitvi.

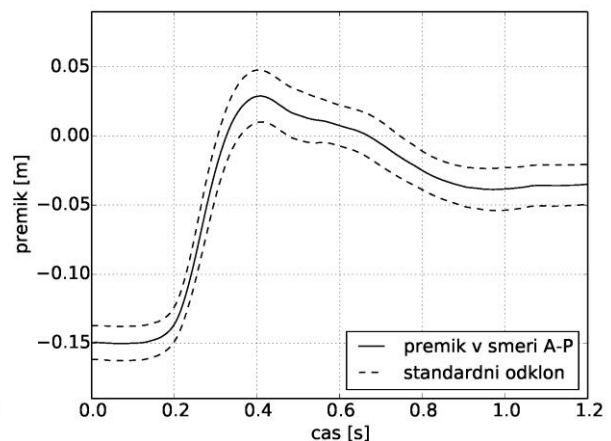


Slika 3. Sprememba sile navpično na podlago ( $F_z$ ) pri skupini, ki vadi TJQ (TJQ-S) po nenadni razbremenitvi.

Na Slikah 2 in 3 je prikazana primerjava sile  $F_z$  med skupinama KO-S in TJQ-S po nenadni razbremenitvi.



Slika 4. Premik COP v smeri naprej-nazaj (A-P) pri kontrolni skupini (KO-S) po nenadni razbremenitvi.



Slika 5. Premik COP v smeri naprej-nazaj (A-P) pri skupini, ki vadi TJQ (TJQ-S) po nenadni razbremenitvi.

Na Slikah 4 in 5 je prikazana primerjava med premikoma COP v smeri A-P, pri skupini KO-S in TJQ-S po nenadni razbremenitvi.

#### 4. Razprava

Namen raziskave je bil primerjati stabilnost pri nenadni vodoravni razbremenitvi med skupino udeležencev, ki redno vadi TJQ in sicer vadbo v dvoje in skupino, ki s tako obliko vadbe ni imela še nobenih izkušenj. Skupini TJQ-S in KO-S, sta bili po številu, masi, višini in indeksu telesne mase uravnoteženi. Menimo, da v našem primeru starost ne vpliva na rezultate meritev, saj pri tej starosti

dosedanje študije niso ugotovile učinkov staranja na ravnotežje. Naša glavna hipoteza je bila, da vadba TJQ omogoča boljšo kontrolo nad držo, pri nenadnih razbremenitvah. Pričakovali smo, da bo skupina, ki vadi TJQ imela boljši nadzor nad premikanjem težišča in bo proizvedla manjšo silo  $F_z$ , manjše nihanje in manjši dvig COM v navpični smeri. Meritve so to hipotezo potrdile. Na začetku študije smo pričakovali tudi, da bo do razlike med skupinama prišlo tudi v premiku COP v smeri A-P, vendar v nasprotju s pričakovanji meritve tega niso potrdile.

Pri vadbi v dvoje smo v nenehnem kontaktu s partnerjem, ki na nas deluje z različnimi silami, nas vleče ali potiska. Pritiski in razbremenitve so lahko nenadni. S tem partner vpliva na premikanje našega težišča v različne smeri. Skupaj s težiščem se premika tudi COP, ki lahko hitro pade izven podporne površine. Naše telo se na nenadne obremenitve in razbremenitve odziva z refleksnimi mišičnimi odzivi, ki nas do neke mere zavarujejo pred izgubo ravnotežja ali padcem. Te odzive težko zavestno nadziramo, zato v TJQ niso zaželeni. Nadzor nad premikanjem težišča v navpični smeri se v TJQ pogosto enači z metaforo spusti *qi v tan tien*, kar pravzaprav ne pomeni nič drugega kot *ohranjanje pozornosti na težišču telesa*. Sklepamo lahko, da v primeru manjše intenzivnosti mišično refleksnega odziva, hitreje vzpostavimo nadzor nad držo in se bolje odzivamo na nenadne motnje COM. Raziskave, ki so raziskovale vpliv vadbe TJQ pri starejši ljudje, so pokazale, da pri nenadnih motnjah COM, vadba TJQ lahko izboljša odziv, omogoči hitrejšo obnovo kontrole nad držo in posledično manjšo možnost za izgubo ravnotežja in padec (Gatts, 2006).

Iz rezultatov lahko razberemo, da pri premiku COP v smeri A-P, med skupinama ni prišlo do statistično značilne razlike ne v amplitudi premika in ne v končni hitrostjo premika. Statistično značilne razlike med skupinama so povezane le s parametri, ki jih lahko izračunamo iz sile  $F_z$ .

Omenili smo raziskave, ki so ugotavljale vpliv dviganja in spuščanje težišča z dodatnimi bremenami v navpični smeri (Rošker, 2011). Dvig težišča je povezan s poslabšanjem kontrole nad držo, posledično pa tudi slabšo stabilnostjo. V našem primeru je bila obremenitev telesa vodoravna. Ker smo jo izvedli v višini bokov, ni bistveno vplivala na spremembo višine težišča. Prav tako ni neposredno vplivala na silo  $F_z$ . Spremembe v višini težišča in sile  $F_z$  so se zgodile šele po nenadni razbremenitvi in so bile predvidoma posledica refleksnega mišičnega odziva. Na osnovi razlike v spremembi sile  $F_z$ , lahko govorimo o bolj in manj intenzivnem odzivu.

Nenadna razbremenitev dodatnega bremena v vodoravni smeri pomeni tudi nenaden premik težišča v smeri naprej od uteži. Premik telesa lahko še dodatno pospeši mišična aktivacija, ki je potrebna za zadrževanje bremena. Zaradi nenadnega premika težišča in COP, nas refleksno mišični odziv zavaruje pred padcem in proizvede silo, ki deluje na podlago. Izkaže se, da skupina KO-S proizvede veliko bolj intenziven odziv v smeri  $F_z$ , se bolj odrine od podlage. Zaradi odriva od podlage, telo izgubi del

svoje teže. To izgubo teže v našem primeru predstavlja minimalna sila  $F_z$ . S tem je tudi nihanje težišča v navpični smeri pri skupini KO-S veliko večje kot pri skupini TJQ. Sklepamo lahko, da je tudi pri nenadnih razbremenitvah dvig težišča povezan s poslabšanjem stabilnosti in poslabšano kontrolo drže. V primeru TJQ, je nasprotnik v trenutku, ko dvigne svoje težišče, bolj ranljiv. Sposobnost manipulacije z nasprotnikovim težiščem in COP nam omogoča, da ga lahko brez večje moči destabiliziramo.

Pilotska študija je torej potrdila osnovno hipotezo. Skupina TJQ-S se je na nenadno razbremenitev odzvala manj intenzivno kot skupina KO-S. Proizvedla je manjšo silo  $F_z$  na podlago kot kontrolna skupina in posledično bolje kontrolirala spreminjanje višine težišča. V primeru vadbe v dvojce, bi to pomenilo, da se skupina TJQ-S bolje sooča z nenadnimi razbremenitvami in ohranja boljše kontrolo nad držo in boljše stabilnost. Velika razlika med skupinama je najbrž nastala zaradi različnega koncepta vadbe. Karate in kick boks vse tehnike izvajata iz večje razdalje, redko se vadi borba v kontaktu s partnerjem. Potiskanje in vlečenje ni zaželeno. Udeleženci iz kontrolne skupine so s torej pri svoji obliki vadbe redko srečevali z manipulacijo težišča na osnovi potiskanja, vlečenja, obremenitve in razbremenitve telesa. Pričakujemo lahko, da bi tudi nekatere druge oblike vadb in športov, pri katerih prihaja do soočanja z nenadnimi obremenitvami in razbremenitvami, imele podobne učinke, kot jih ima vadba TJQ. Med take športe gotovo spada judo, nekateri drugi borilni športi, ragbi in tudi drugi skupinski športi pri katerih je veliko telesnega kontakta in prerivanja.

Naša oblika testa je potrdila začetno hipotezo in se izkazala za dovolj občutljivo za merjenje enega izmed učinkov vadbe TJQ. Na osnovi naše meritve ne moremo ugotoviti, zakaj prihaja do razlike med skupinama. Razlogov je lahko več. Skupina TJQ-S ima lahko boljše kontrolo nad refleksnimi mišičnimi reakcijami, boljše koaktivacijo in sinhronizacijo mišic. Boljša stabilnost in učinkovitost gibanja je lahko posledica ustrežnejše segmentacije gibanja, ki jo dosežemo s proksimalno stabilnostjo in distalno mobilnostjo. Na ta vprašanja bomo poskušali odgovoriti z obsežnejšimi merjenji, kjer bomo merili še strižne sile na podlago, premikanje telesa v prostoru in mišično aktivacijo. Z vodoravno obremenitvijo tudi višjih predelov telesa, bomo poskušali dobiti celovitejšo sliko refleksno mišičnih reakcij po nenadni razbremenitvi, njihovih učinkov in kontrole nad njimi ter vlogo posameznih delov telesa pri učinkovitem zoperstavljanju nenadnim zunanjim mehanskim motnjam.

## **5. Zahvala**

Operacijo delno financira Evropska unija in sicer Evropski socialni sklad. Številka pogodbe P-MR-10/31.

- Ching, C. M. (1985). *Cheng Tzu's Thirteen Treatises on T'ai Chi Ch'uan*. Berkeley, California: Blue Snake Books.
- Mao, D.W. , Hong, Y. (2006). The duration and plantar pressure distribution during one-leg stance in Tai Chi exercise. *Clinical Biomechanics*, 2006(21), 640-645.
- Rosker, J., Markovic G., Sarabon N. (2011). Effects of vertical center of mass redistribution on body sway parameters during quiet standing. *Gait & Posture*, 2011(33),452-456
- Sever, J. (2012). Empirične in fenomenološke razsežnosti utelešenja in umeščenosti v okolje v tradiciji Taiji quana. *Analiza*, 2012/3, 43-57.
- Strawberry K.Gatts, M. H. W. (2006). How Tai Chi improves balance: Biomechanics of recovery to a walking slip in impaired seniors. *Gait & Posture*, 2006(25), 205-214.
- Yu, D-H., Yang, H-X. (2012). The effect of Tai Chi intervention on balance in older males. *Journal of Sport and Health Science*, 2012(1), 57-60.
- Wile, D. (1996). *Lost T'ai-chi Classics from the Late Ch'ing Dynasty*. New York: State University of New York Press, Albany.
- Wu, G., Liu, W., Hitt, J., Millon, D. (2004). Spatial, temporal and muscle action patterns of Tai Chi gait. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2004(14), 343-354.
- Wu, G. (2012). Biomechanical characteristics of stepping in older Tai Chi practitioners. *Gait & Posture*, 2012(36), 361-366.