

# Pouzdanost Y-balance testa i utjecaj proprioceptivnih vježbi na dinamičku stabilnost u bolesnika s osteoartritisom koljena

*Reliability of the Y-balance test and  
the effect of proprioceptive exercises  
on dynamic stability in patients with  
osteoarthritis of the knee*

Barbara Kirinec, mag.physioth.

Odjel za fizikalnu terapiju i rehabilitaciju, Klinički zavod za rehabilitaciju i ortopedsku pomagala  
Klinički bolnički centar Zagreb, Hrvatska

Izvorni znanstveni rad  
*Original scientific paper*

## Sažetak

**Uvod:** Osteoartritis koljena pripada bolestima s najvećom onesposobljenošću. Promjene koje nastaju zbog osteoartritisa ozbiljno utječu na stabilnost zgloba koljena. Na stabilitet zgloba utječu jakost mišića, propriocepcija i laksitet ligamenata. Prepoznata je važnost primjene proprioceptivnih vježbi u terapiji u osoba s osteoartritisom koljena. Unatoč tome, trenutno ne postoji široko prihvaćena mjera kliničkog ishoda usmjerena na neuromuskularnu kontrolu za pacijente s osteoartritisom koljena.

**Cilj:** Cilj rada je procijeniti pouzdanost Y-balance testa kao pouzdanog pokazatelja za mjerenje dinamičke stabilnosti kod osoba s osteoartritisom koljena i utvrditi utjecaj terapijskih vježbi propriocepcije na povećanje dinamičke stabilnosti u osoba s osteoartritisom koljena.

**Materijali i metode:** Istraživanje je provedeno na skupini od 19 ispitanika, pacijenata oboljelih od osteoartritisa koljena. U istraživanju je primijenjen Y-balance test po uzoru na SEBT test. Mjerenje Y-balance testom se provodilo 3 puta. Prvim i drugim mjerenjem se izračunala pouzdanost Y-balance testa Test-retest metodom, dok se drugim i trećim mjerenjem procijenio utjecaj terapijskih vježbi propriocepcije na dinamičku stabilnost u osoba s osteoartritisom koljena. Ispitanici su u drugom i trećem mjerenju podijeljeni u dvije skupine. Eksperimentalna skupina ispitanika imala je 10-to dnevnu fizikalnu terapiju koja je sadržavala standardne terapijske vježbe i proprioceptivne vježbe, dok je kontrolna skupina imala standardni program vježbanja za osteoartritis koljena. U obje skupine ispitanika se primjenjivala TENS terapija na oba koljena u trajanju od 15 minuta.

**Rezultati:** Rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije za kompozitni rezultat lijeve noge iznosi 0,93, a desne 0,97. Korelacija je pozitivna, vrlo visoka i statistički značajna uz rizik manji od 1% ( $p < 0,01$ ). Kombinirani program standardnih i proprioceptivnih vježbi statistički značajno utječe na povećanje dinamičke stabilnosti mjerene Y-balance testom uz rizik manji od 1% ( $p < 0,01$ ). Standardni program vježbi statistički značajno utječe na povećanje dinamičke stabilnosti mjerene Y-balance testom uz rizik manji od 5% ( $p < 0,05$ ). Usporedbom kontrolne i eksperimentalne skupine, rezultati Y-balance testa nisu pokazali značajnu razliku između skupina ( $p < 0,05$ ).

**Zaključak:** Y-balance test po uzoru na SEBT može se s pouzdanošću upotrijebiti kao dobar pokazatelj dinamičke stabilnosti u kompozitnom rezultatu mjerenja u osoba s osteoartritisom koljena. Iako nema statistički značajne razlike u poboljšanju između skupina, eksperimentalna skupina pokazala je u postotku nešto veće rezultate nego kontrolna skupina. Kada bi se provelo istraživanje na većoj skupini ispitanika i kroz više dana terapijskog tretmana moguće da bi rezultati bili statistički značajno veći u ispitanika eksperimentalne skupine.

**Ključne riječi:** Y-balance test, fizikalna terapija, proprioceptivne vježbe, osteoartritis koljena

## Abstract

**Introduction:** Osteoarthritis of the knee belongs to the diseases with the greatest disability. The changes caused by osteoarthritis seriously affect the stability of the knee joint. Joint stability is affected by muscle strength, proprioception and ligament laxity. The importance of the use of proprioceptive exercises in therapy in persons with osteoarthritis of the knee has been recognized. Nevertheless, there is currently no widely accepted measure of clinical outcome aimed at neuromuscular control of patients with osteoarthritis of the knee.

**Aim:** The aim of this study was to evaluate the reliability of the Y-balance test as a reliable indicator for measuring dynamic stability in people with osteoarthritis of the knee and to determine the impact of therapeutic proprioception exercises on increasing dynamic stability in people with osteoarthritis of the knee.

**Materials and methods:** The study was conducted on a group of 19 subjects, patients with osteoarthritis of the knee. A Y-balance test modeled on the SEBT test was used in the study. Measurement by Y-balance test was performed 3 times. The first and second measurements calculated the reliability of the Y-balance test by the Test-retest method, while the second and third measurements assessed the impact of therapeutic proprioception exercises on dynamic stability in people with osteoarthritis of the knee. Respondents were divided into two groups in the second and third measurements. The experimental group of subjects had a 10-day physical therapy that included standard therapeutic exercises and proprioceptive exercises, while the control group had a standard exercise program for knee osteoarthritis. In both groups of subjects, TENS therapy was applied to both knees for 15 minutes.

**Results:** The result of the Pearson correlation coefficient for the composite score of the left foot is 0.93 and the right 0.97. The correlation is positive, very high and statistically significant with a risk of less than 1% ( $p < 0.01$ ). The combined program of standard and proprioceptive exercises had a statistically significant effect on increasing the dynamic stability measured by the Y-balance test with a risk of less than 1% ( $p < 0.01$ ). The standard exercise program had a statistically significant effect on increasing the dynamic stability measured by the Y-balance test with a risk of less than 5% ( $p < 0.05$ ). Comparing the control and experimental groups, the results of the Y-balance test did not show a significant difference between the groups ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The Y-balance test modeled on SEBT can be reliably used as a good indicator of dynamic stability in a composite measurement result in persons

with osteoarthritis of the knee. Although there is no statistically significant difference in improvement between the groups, the experimental group showed a slightly higher percentage of results than the control group. If the research was conducted on a larger group of subjects and after several days of therapeutic treatment, it is possible that the results would be statistically significantly higher in the subjects of the experimental group.

**Key words:** Y-balance test, physical therapy, proprioceptive exercises, osteoarthritis of the knee

## Uvod

Osteoarthritis je najčešći poremećaj mišićno-koštanog sustava, kronični degenerativni poremećaj zglobova čija je etiologija multifaktorska. Osteoarthritis pripada skupini bolesti koje su rezultat mehaničkih i bioloških zbivanja koji destabiliziraju sintezu i razgradnju hondrocita i međustanične tvari, te subhondralne kosti. Karakterizira ga spori i intermitentni progresivni gubitak hrskavice. Nastaju promjene subhondralnog koštanog tkiva, proliferacija koštanog tkiva na rubovima zgloba te nastanak osteofita. Upalni proces u zglobu uzrokuje povremena iritacija sinovijalne ovojnice. Zbog nastalih promjena u zglobu, osoba može imati bolove, osjećaj ukočenosti osobito ujutro i nakon neaktivnosti, te ograničenje funkcioniranja u aktivnostima svakodnevnog života. Uz ove simptome, javljaju se znakovi smanjene pokretljivosti u samom zglobu, smanjena mišićna jakost, nestabilnost zgloba i pojava krepitacija što može dovesti do povećanog rizika od pada, smanjene kvalitete života i ovisnosti o tuđoj pomoći.<sup>1-4</sup> Promjene koje nastaju zbog osteoartritisa ozbiljno utječu na stabilnost zgloba koljena. Na stabilitet zgloba utječe jakost mišića, propriocepcija i laksitet ligamenata. Problemi nestabilnosti koljena uzrokuje strah i nesigurnost u hod, pri obavljanju svakodnevnih aktivnosti kao što su penjanje i spuštanje po stepenicama, obuvanje obuće, sjedanje i ustajanje. Nastali problemi dovode do ograničenog socijalnog funkcioniranja kod kuće, na poslu, i drugim aktivnostima kao što su hobiji i rekreacija.<sup>2,4</sup>

Propriocepcija je važna za funkcionalnu i dinamičku stabilnost zgloba. Omogućuje konstantnu svjesnost o položaju svakog dijela tijela, a time pomaže u koordinaciji pokreta. Definira kao „sposobnost lokomotornog sustava za primjerene odgovore na specifične, a često i na neobične statičke i dinamičke podražaje“. U starijih osoba, osjetljivost proprioceptora se smanjuje, a time se povećava rizik od pada.<sup>5-7</sup> Postoje različite metode za procjenu ravnoteže i dinamičke stabilnosti, međutim trenutno ne postoji široko prihvaćena mjera kliničkog ishoda usmjerena na neuromuskularnu kontrolu za pacijente s osteoartritisom koljena, što je važno za procjenu rizika od pada. Najčešći funkcionalni testovi dinamičke ravnoteže su zadaci koji od ispitanika

zahtijevaju sposobnost održavanja ravnoteže tijekom hodanja, trčanja ili obavljanja nekog zadatka uz maksimalnu moguću brzinu.<sup>8,9</sup> Kanko je istražila pouzdanost test-retest metodom, istodobnu valjanost i longitudinalnu valjanost SEBT-a u bolesnika s osteoartritisom koljena. Prema rezultatima istraživanja dokazala je da SEBT ima prikladna mjerna svojstva za upotrebu u bolesnika s osteoartritisom koljena.<sup>9</sup> SEBT je prihvaćena metoda koja procjenjuje dinamičku posturalnu stabilnost u 8 smjerova: anteriorni, anterolateralni, anteromedijalni, medijalni, lateralni, posterolateralni, posteromedijalni i posteriorni smjer. Y-balance test je modificirani dio SEBT-a, komercijalno dostupan test za mjerenje ravnoteže koji za razliku od SEBT-a ima 3 smjera: anterirorni, posteromedijalni i posterolateralni.<sup>10</sup>

Cilj rada je procijeniti mjerna svojstva i pouzdanost Y-balance testa kao pouzdanog pokazatelja za mjerenje dinamičke stabilnosti kod osoba s osteoartritisom koljena i utvrditi utjecaj terapijskih vježbi propriocepcije na povećanje dinamičke stabilnosti u osoba s osteoartritisom koljena.

## Materijali i metode

Istraživanje je provedeno od svibnja do srpnja 2021. u Kliničkom zavodu za rehabilitaciju i ortopedsku pomagala KBC-a Zagreb i Thalassoterapiji Opatija na uzorku od 19 ispitanika (N=19). S obzirom na dva cilja, istraživanje je podijeljeno u dva dijela. U prvom dijelu istraživanja ispitivala se pouzdanost Y-balance testa u kojem je sudjelovalo 14 ispitanika oboljelih od osteoartritisa koljena. 12 ispitanika je nastavilo sudjelovati u drugom dijelu istraživanja u kojem se ispitivao utjecaj proprioceptivnih vježbi na dinamičku stabilnost u osoba oboljelih od osteoartritisa koljena. Provedbu ovog istraživanja odobrilo je Etičko povjerenstvo Kliničkog bolničkog centra Zagreb i Etičko povjerenstvo Thalassoterapije Opatija. Svaki je ispitanik prije provedbe potpisao informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju. U istraživanje su uključeni ispitanici oba spola, dobne skupine 50 do 65 godina starosti koji su upućeni na fizikalnu terapiju u trajanju od 10 dana. Kriterij uključenja bili su simptomi i znakovi osteoartritisa koljena, radiološki dijagnosticirani I., II. i III. stupanj osteoartritisa koljena prema Kellgren-Lawrence klasifikaciji. Kriteriji isključenja bili su vestibularni i vizualni problemi u posljednjih 6 mjeseci, osobe koje ne mogu samostalno stajati na jednoj nozi minimalno 3-5 sekundi, klinički znakovi akutne upale u koljenu, osobe koje imaju ugrađenu endoprotezu u koljenu ili kuku, osobe koje su uz osteoartritis koljena imaju pridruženu bolest ili druga stanja koja narušavaju ravnotežu ili slabost u donjim ekstremitetima.

U istraživanju je primijenjen Y-balance test po uzoru na SEBT test. Ispitivanje se provodilo na ravnoj i suhoj površini kako ne bi došlo do pogrešnih rezultata. Prije

testiranja je bilo potrebno osigurati slobodan prostor minimalno 2x2 metra, obrazac za bilježenje rezultata i traku koja se zalijepila na ravnu, suhu podlogu. Prva traka je anteriorna 1 m duljine, dok se druge dvije trake (posterolateralna i posteromedijalna) postavljaju pod kutom 135° u odnosu na anteriornu traku i tako tvore izgled u obliku slova Y. Zadatak je prije ispitivanja bio demonstriran. Za nesmetano izvođenje zadataka ispitanici su imali laganu sportsku odjeću. Ispitanici su test izvodili bosih nogu kako bi se eliminirala stabilnost dobivena obučom. Prilikom ispitivanja desne noge, ispitanik je desnom nogom stajao u sredini polja (gdje se križaju sva 3 smjera) dok je lijevom vršio doseg u anteriornom, posteromedijalnom i posterolateralnom smjeru što dalje može. Nakon toga je ispitanik zamijenio nogu tako da je lijeva bila stabilna, dok je desnom vršio doseg u anteriornom, posteromedijalnom i posterolateralnom smjeru. Prilikom mjerenja ispitanik je postavio obje ruke na kukove i vršio doseg mobilnom nogom što je dalje mogao i pritom pazio da ne odigne petu fiksne noge. Nakon dosega ispitanik se vratio u uspravan početni položaj. Ukoliko se ispitanik nije vratio u početni položaj, ako je prebacio težinu na nogu s kojom vrši doseg, postavio nogu na pod izvan linije, podignuo petu ili pomaknuo fiksnu nogu, rezultat dosega se bilježio kao neuspješan i postupak se izvodio ponovno. Ispitanik je imao 3 pokušaja da dosegne što veću udaljenost u sva 3 smjera. Dosegnuta duljina se mjerila u centimetrima od početnog središnjeg polja do točke dosega. Prije izračuna se centimetarskom trakom izmjerila duljina noge od spine iliace anterior superior do medijalnog maleola. U izračun se uvrstio najbolji maksimalan doseg u anteriornom, posterolateralnom i posteromedijalnom smjeru. Nakon toga se usporedila razlika između maksimalnog dosega lijeve i desne noge u sva 3 smjera. Ukoliko postoji asimetrija između rezultata lijeve i desne noge koja je veća od 4 cm, znači da je dinamička stabilnost narušena te postoji neuromotorni deficit. Kako bi se rezultat izrazio u postotku, prosječna vrijednost maksimalnog dosega se podijeli s duljinom noge i pomnoži sa 100. Dobiveni rezultat u postotku se naziva kompozitni rezultat. Kompozitni rezultat manji od 94% označava postojanje neuromotornog deficita što upućuje na veću vjerojatnost ozljede u gležnju.

U prvom dijelu istraživanja se ispitivala pouzdanost Y-balance testa, odnosno njegova stabilnost Test-retest metodom mjerenja na uzorku od 14 ispitanika oboljelih od osteoartritisa koljena. Test se izvodio dan prije samog početka terapija (prvo mjerenje) i drugi dan (1. dan terapija). Vremenska razlika između prvog i drugog mjerenja je 1 dan kako bi se smanjila mogućnost utjecaja čimbenika koji bi mogli utjecati na rezultate. Između prvog i drugog mjerenja nije bilo primjene nikakvog tretmana.

U drugom dijelu istraživanja sudjelovalo je ukupno 19 ispitanika oboljelih od osteoartritisa koljena koji su bili podijeljeni u dvije skupine (kontrolna i eksperimentalna skupina).

Raspodjela ispitanika u ispitivanu i kontrolnu skupinu je provedena metodom slučajnog odabira. U eksperimentalnoj skupini je sudjelovalo 12 ispitanika, a istraživanje je provedeno u Kliničkom zavodu za rehabilitaciju i ortopedsku pomagala KBC-a Zagreb. Ispitanici eksperimentalne skupine prolazili su 10-dnevnu terapiju koja je sadržavala kombinaciju standardnih terapijskih vježbi za osteoartritis koljena i proprioceptivne vježbe u trajanju od 30 minuta i TENS terapiju na oba koljena u trajanju od 15 minuta. Istraživanje je provedeno u suradnji sa Thalassoterapijom Opatija koji su provodili istraživanje na kontrolnoj skupini ispitanika oboljelih od osteoartritisa koljena. Terapija je trajala 10 dana, jednako kao u Kliničkom zavodu na eksperimentalnoj skupini. Fizikalna terapija je sadržavala standardni oblik terapijskih vježbi za osteoartritis koljena u trajanju od 30 minuta i TENS terapiju na oba koljena u trajanju od 15 minuta. U kontrolnoj skupini je sudjelovalo 7 ispitanika. Izmjerena je visina, težina, duljina noge i izračunat je indeks tjelesne mase. U drugom dijelu istraživanja sudjelovale su obje skupine ispitanika, raspon životne dobi je od 54 do 72 godine za kontrolnu skupinu, te raspon za eksperimentalnu od 51 do 71 godine. Obje skupine ispitanika su imale jednaki postupak provođenja mjerenja dinamičke stabilnosti i procjene Y-balance testom. Početno mjerenje je provedeno prvi dan fizikalne terapije prije početka tretmana. Završno mjerenje je provedeno zadnji 10. dan terapija.

Rezultati Y-balance testa su zabilježeni u programu Microsoft Office Excel. Za izračun pouzdanosti testa korišten je Pearsonov koeficijent korelacije. Za utvrđivanje razlike između skupina korišten je Studentov t-test uz vjerojatnost statističke značajnosti ispod 5% ( $p < 0,05$ ).

## Rezultati

Rezultati prvog dijela istraživanja, mjerenja pouzdanosti Y-balance testa pomoću Pearsonovog koeficijenta korelacije za anteriorni doseg iznosi  $r = 0,45$ . Rezultati prvog i drugog mjerenja u anteriornom dosegu nisu povezani. Rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije za posteromedijalni doseg je  $r = -0,06$ . Korelacija je negativna, neznatna i statistički nije značajna. Rezultati između prvog i drugog mjerenja za posteromedijalni doseg nisu povezani i nemaju statistički značajnu razliku. Rezultat posterolateralnog dosega je pokazao nešto drugačije rezultate za razliku od anteriornog i posteromedijalnog dosega. Pearsonov koeficijent korelacije iznosi  $r = 0,67$  te statistički značajna razlika uz rizik manji od 1%. Drugi dio mjernih svojstva Y-balance testa pokazuje potpuno drugačije rezultate za razliku od prvog dijela. Rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije za kompozitni rezultat lijeve noge iznosi 0,93, a desne 0,97. Korelacija je pozitivna, vrlo

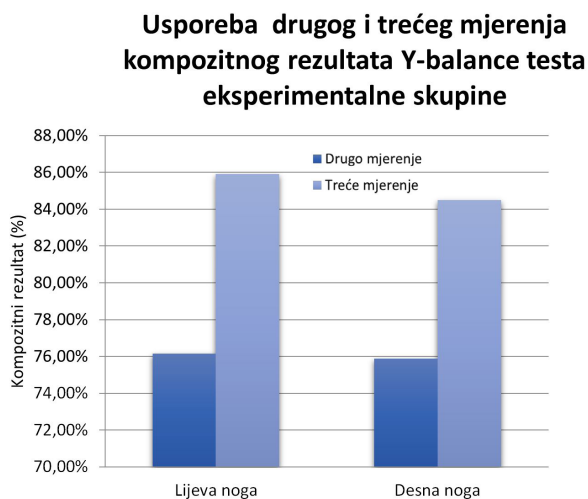
visoka i statistički značajna uz rizik manji od 1% (Tablica 1.). Ispitanici koji su imali postignute rezultate u prvom mjerenju imali su približno jednake rezultate u drugom mjerenju.

**Tablica 1.** Prikaz rezultata pouzdanosti mjernih svojstva Y-balance testa u osoba oboljelih od osteoartritisa koljena

	Pearsonov koeficijent korelacije	T vrijednost	P vrijednost
Anteriorni doseg	0,45	1,75	P>0,05
Posteromedijalni doseg	-0,06	0,21	P>0,05
Posterolateralni doseg	0,67	3,13	P<0,01
Kompozitni rezultat - lijeva noga	0,93	8,76	P<0,01
Kompozitni rezultat - desna noga	0,97	13,82	P<0,01

Dobiveni rezultati ukazuju da postoji statistički značajna razlika eksperimentalne skupine koja je provodila kombinirani program standardnih i proprioceptivnih vježbi. U drugom mjerenju kompozitni rezultat lijeve noge iznosio je u prosjeku 76,16% dok je u trećem mjerenju postignut prosjek 85,92%. U drugom mjerenju eksperimentalne skupine, kompozitni rezultat desne noge prvi dan prije samog početka terapija je u prosjeku iznosio 75,87% dok je zadnji 10. dan terapija iznosila u prosjeku 84,50%. Prikazanim grafom može se vidjeti kako se kompozitni dio rezultata Y-balance testa značajno povećao (Grafikon 1.). Obradom podataka utvrđeno je da kombinirani program standardnih i proprioceptivnih vježbi statistički značajno utječe na povećanje dinamičke stabilnosti mjerene Y-balance testom uz rizik manji od 1% (Tablica 2.).

**Grafikon 1.** Povećanje kompozitnog rezultata (%) Y-balance testa nakon završetka terapija eksperimentalne skupine



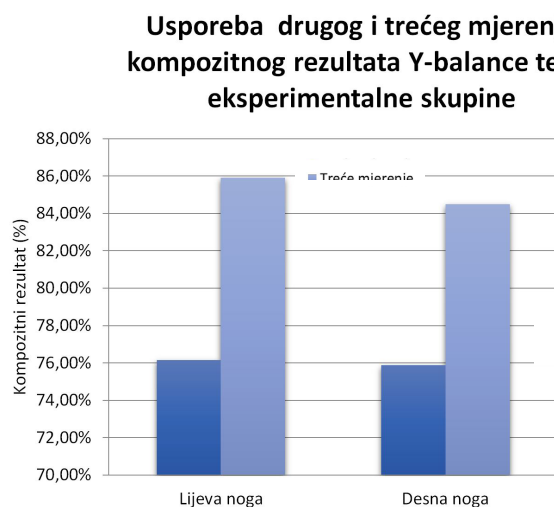
**Tablica 2.** Utjecaj proprioceptivnih vježbi na dinamičku stabilnost oboljelih od osteoartritisa koljena

	Drugo mjerenje 1.dan terapija M % (SD)	Treće mjerenje 10. dan terapija M % (SD)	T vrijednost	P vrijednost
Kompozitni rezultat lijeva noga	76,16 (0,08)	85,92 (0,07)	8,64	P<0,01
Kompozitni rezultat desna noga	75,87 (0,77)	84,50 (0,07)	6,44	P<0,01

Dobiveni rezultati ukazuju da postoji statistički značajna razlika uz rizik manji od 5%. Standardni program vježbi statistički značajno utječe na povećanje dinamičke stabilnosti mjerene Y-balance testom (Tablica 3.). Kompozitni rezultat lijeve noge prije početka tretmana ispitanici su u prosjeku imali 79,96%, dok se po završetku terapija nakon tretmana postotak povećao u prosjeku na 86,98%. Kompozitni rezultat desne noge je prije početka tretmana iznosio u prosjeku 79,37%, dok se po završetku terapija povećao na prosječnih 86,14% (Grafikon 2.).

**Tablica 3.** Utjecaj standardnih vježbi na dinamičku stabilnost oboljelih od osteoartritisa koljena

	Drugo mjerenje 1.dan terapija M % (SD)	Treće mjerenje 10.dan terapija M % (SD)	T vrijednost	P vrijednost
Kompozitni rezultat lijeva noga	79,96 (0,08)	86,98 (0,10)	3,00	P<0,05
Kompozitni rezultat desna noga	79,37 (0,09)	86,14 (0,10)	3,60	P<0,05

**Grafikon 2.** Povećanje kompozitnog rezultata (%) Y-balance testa nakon završetka terapija kontrolne skupine

Prosječni kompozitni rezultat lijeve noge kontrolne skupine nakon 10-dnevne terapije se povećao za 7,02%, a desne noge za 6,77%. Eksperimentalna skupina koja je provodila kombinirani program je postigla nešto veći i bolji pomak u rezultatu što se može vidjeti prema statistički obrađenim rezultatima u (tablici 2. i 3). Eksperimentalna skupina ispitanika imala je statistički značajnu razliku uz pogrešku manju od 1%, dok je kod kontrolne skupine statistički značajna razlika bila manja od 5%. Prosječni kompozitni rezultat desne noge eksperimentalne skupine nakon 10-dnevne terapije se povećao za 8,63%, dok se za lijevu nogu povećao za 9,76%.

U drugom mjerenju (1. dan terapija) nije postojalo razlike između skupina ispitanika, što se može vidjeti prema rezultatima prikazanim u Tablici 4.

Dobiveni rezultati ukazuju kako nema statistički značajne razlike između kontrolne i eksperimentalne skupine (Tablica 5.).

**Tablica 4.** Rezultati mjerenja eksperimentalne i kontrolne skupine drugo mjerjenje

	Eksperimentalna skupina M % (SD)	Kontrolna skupina M % (SD)	P vrijednost
Kompozitni rezultat – lijeva noga	76,16 (0,08)	79,96 (0,08)	P>0,05
Kompozitni rezultat – desna noga	75,87 (0,08)	79,37 (0,09)	P>0,05

**Tablica 5.** Rezultati mjerenja eksperimentalne i kontrolne skupine treće mjerjenje

	Eksperimentalna skupina M % (SD)	Kontrolna skupina M % (SD)	P vrijednost
Kompozitni rezultat – lijeva noga	85,92 (0,07)	86,98 (0,10)	P>0,05
Kompozitni rezultat – desna noga	84,75 (0,07)	86,14 (0,10)	P>0,05

## Rasprava

Promjene koje nastaju zbog osteoartrisa ozbiljno utječu na stabilnost koljena. Nestabilnost koljena uzrokuje strah i nesigurnost u hodu, pri obavljanju svakodnevnih aktivnosti. Starije osobe imaju smanjenu osjetljivost proprioceptora, te se zbog smanjene osjetljivosti povećava rizik od pada. Osobe koje imaju smanjenu propriocepciju potrebno im je u fizioterapijski tretman uključiti proprioceptivne vježbe. Za provedbu Y-balance testa potrebno je manje vremena jer se doseg vrši samo u 3 smjera: anteriorni, posteromedijalni i posterolateralni. Ovaj test ima prednost u usporedbi sa SEBT-om jer se u starijih osoba može vrlo brzo pojaviti zamor već nakon nekoliko dosegaja jer zahtjeva održavanje stabilnosti u pokretu. Y-balance test prema rezultatima ovog istraživanja je pouzdan test u kompozitnom dijelu rezultata. Primjenjiv je u svrhu procjene dinamičke stabilnosti u osoba s osteoartritisom koljena.

Rezultat Pearsonovog koeficijenta korelacije za kompozitni rezultat lijeve noge iznosi 0,93, a desne 0,97. U okviru ovog istraživanja, Y-balance test je pouzdan test za utvrđivanje kompozitnog rezultata mjerenja dinamičke stabilnosti u osoba s osteoartritisom koljena. Iako razlika između lijeve i desne noge u sva tri smjera dosegaja nije pokazala pouzdane rezultate, kompozitni dio rezultata pokazao je vrlo visoku pouzdanost. S obzirom da se radi o malom uzorku ispitanika (N = 14), potrebno je u slijedećim istraživanjima ispitati ove precizne rezultate za svaki pojedini doseg uzimajući u obzir veći broj ispitanika oboljelih od osteoartrisa koljena. Kanko upućuje na visoku povezanost između prvog i drugog mjerenja. U svom istraživanju je navela kako unatoč prepoznatoj važnosti proprioceptivnih vježbi trenutno ne postoji široko prihvaćena klinička mjera ishoda usmjerena na neuromuskularnu kontrolu kod pacijenata s osteoartritisom koljena. Prema rezultatima zaključila je kako SEBT ima prikladna mjerna svojstva za upotrebu u bolesnika s osteoartritisom koljena.<sup>9</sup> Uspoređujući provedeno istraživanje s Kankovim rezultatima, može se zaključiti kako bi Y-balance test mogao imati prikladna mjerna svojstva za upotrebu u bolesnika s osteoartritisom koljena kada bi se pouzdanost dokazala

na većem broju ispitanika. Moguće da bi postojao veći koeficijent korelacije, statistički značajna razlika između dosegâ uz manji rizik pogreške kada bi bio veći vremenski razmak između testa i retesta (1. i 2. mjerenja). Ponavljanjem testa odmah idućeg dana ispitanici nauče strategiju pokreta tijekom mjerenja što utječe na bolju izvedbu testa.

U pokretu pri izvođenju maksimalnog dosegâ u sva tri smjera zahtijeva se pokret fleksije koljena u zatvorenom lancu. SEBT je dokazano osjetljiv test kod muskuloskeletnih poremećaja i smanjenja snage kvadricepsa. Bobić je u svom radu navela kako je najveći opseg pokreta fleksije u koljenu potreban pri izvedbi anteromedijalnog smjera dosegâ SEBT-a. Pri izvedbi anteriornog, anteromedijalnog, medijalnog i posteromedijalnog smjera dosegâ potreban je veći stupanj fleksije nego pri anterolateralnom dosegâ. Pri izvedbi posterolateralnog i lateralnog dosegâ fleksija u koljenu je manja nego u ostalim smjerovima dosegâ.<sup>11</sup> Thorpe i Ebersole u svom istraživanju su naveli kako kod mladih sportaša do poboljšanja u posterolateralnom i posteromedijalnom smjeru dolazi zbog poboljšanja neuromišićne kontrole i dinamičke stabilnosti, a ne toliko zbog snage mišićâ. Mišićna aktivacija i propriocepcija su imale veću korelaciju sa izvedbom SEBT-a nego sama mišićna snaga.<sup>12</sup> Istraživanje koje su proveli Robinson i Gribble na mladim osobama, zaključili su da poboljšanje rezultata SEBT-a nisu vezana za snagu mišićâ koliko za povećanje fleksije u koljenu i kuku na stojećoj nozi.<sup>13</sup> Za bolju dinamičku stabilnost bitno je više sustava (vestibularni, vizualni i somatosenzorni) koji djeluju na posturalne promjene. Rezultati SEBT-a će biti lošiji ukoliko je jedan od tih sustava narušen.<sup>14</sup>

U drugom dijelu ispitivanja utjecaja proprioceptivnih vježbi na dinamičku stabilnost u osoba s osteoartritisom koljena dobiveni rezultati ukazuju kako nema statistički značajne razlike između kontrolne i eksperimentalne skupine. Kombiniranim programom vježbanja ne postižu se znatno veći rezultati od standardnog programa vježbanja, što bi prema ovim rezultatima značilo da se proprioceptivnim vježbama ne postiže statistički značajno bolji utjecaj od standardnih vježbi s ciljem povećanja dinamičke stabilnosti kod osoba s osteoartritisom koljena. Bobić<sup>11</sup> je provela slično istraživanje i prema rezultatima SEBT-a obje skupine su imale poboljšanje dosegâ u svim smjerovima i povećanje dinamičke stabilnosti. Osobito je došlo do poboljšanja u posteromedijalnom, posteriornom i medijalnom smjeru dosegâ, no jednako tako je došlo do poboljšanja i u kontrolnoj skupini ispitanika. Usporedbom kontrolne i eksperimentalne skupine, rezultati SEBT-a nisu pokazali značajnu razliku između skupina. Za procjenu ravnoteže nije dovoljna upotreba samo jednog instrumenta jer rezultati neće dati sve odgovore i nisu dovoljno osjetljivi za ispitivanje cjelokupne ravnoteže. Prilikom procjene ravnoteže se preporučuje uzeti veći broj mjernih instrumenata zbog raznolikosti oštećenja koje pacijenti

imaju. S obzirom da se padovi i gubitak ravnoteže najčešće događaju u pokretu (npr kod kretanja), a rijetko kod statičkih aktivnosti potrebno je procijeniti ravnotežu kod tih radnji.<sup>11</sup> Lara Al Khlaifat i sur. su proveli istraživanje s ciljem utvrđivanja učinkovitosti programa vježbi mišićâ donjih ekstremiteta usmjerenih na poboljšanje dinamičke stabilnosti donjih ekstremiteta. Rezultati istraživanja su pokazali značajno smanjenje bolova i pojačanje snage mišićâ kuka i koljena. Nakon 6-tjednog programa vježbanja došlo je do poboljšanja dinamičke stabilnosti u anteriornom i medijalnom smjeru dosegâ. Ovo je prvo istraživanje koje je istražilo učinak programa vježbanja na dinamičku stabilnost pomoću SEBT-a u bolesnika s osteoartritisom koljena. Program vježbanja dinamičke ravnoteže se pokazao učinkovitim nakon 6-tjednog programa vježbanja što bitno smanjuje rizik od pada.<sup>15</sup> Nedostatak provedenog istraživanja bi mogao biti premali broj ispitanika i provedba istraživanja kod oba spola ispitanika. Potrebno je imati možda malo veći vremenski razmak kod mjerenja pouzdanosti testa. Idealno bi bilo 7 dana vremenskog razmaka kao što je procijenila Kanko u svom istraživanju. U ovom istraživanju primijećeno je da su ispitanici nakon prvog mjerenja idući dan imali nešto bolje rezultate što bi moglo značiti da su ponavljanjem testa naučili strategiju pokreta. Trebalo bi procijeniti Y-balance test na većem broju ispitanika s osteoartritisom koljena kako bi se detaljnije mogli vidjeti rezultati u razlici dosegâ. Ovim istraživanjem utvrđeno je kako se Y-balance test po uzoru na SEBT može s pouzdanošću upotrijebiti kao dobar pokazatelj dinamičke stabilnosti u kompozitnom rezultatu mjerenja. Posebno je to što se može vidjeti napredak izražen u postocima nakon provedbe fizioterapijskog tretmana. Iako nema značajne razlike između kontrolne i eksperimentalne skupine ispitanika, može se vidjeti kako za određeni postotak postoji veći pomak u dinamičkoj stabilnosti u korist eksperimentalne skupine koja je imala dodatak proprioceptivnih vježbi. Kada bi se istraživanje provelo u većem vremenskom trajanju terapija, možda bi postojala statistički veća značajna razlika u korist eksperimentalne skupine ispitanika. U svakom slučaju proprioceptivne vježbe mogu poboljšati dinamičku stabilnost u osoba s osteoartritisom koljena. Nakon istraživanja uočeno je da su ispitanici izvodili ovaj test koordiniranije nego prvog dana terapija. Kod nekih pacijenata je došlo do smanjenja boli ali u istraživanju ovaj podatak nije zabilježen prema VAS skali (vizualna analogna skala).

## Zaključak

Y-balance test je modificirani dio SEBT-a koji mjeri dinamičku stabilnost. Za provedbu ovog testa potrebno je manje vremena jer se doseg vrši samo u 3 smjera: anteriorni, posteromedijalni i posterolateralni. Ovaj test bi mogao imati prednost u usporedbi sa SEBT-om jer se u starijih osoba može vrlo brzo pojaviti zamor već nakon nekoliko doseganja jer zahtjeva održavanje stabilnosti u pokretu. Primjenom ovog testa od ispitanika se zahtjeva snaga, fleksibilnost, neuromuskularna kontrola, ravnoteža, stabilnost, proprioceptivna sposobnost i opseg pokreta. Upravo navedene sposobnosti su narušene u osoba koje boluju od osteoartrisa koljena. Preko rezultata Y-balance testa može se otkriti da li je postignut napredak nakon fizikalne terapije, odnosno utjecaj terapije na poboljšanje dinamičke stabilnosti koljena. Kombiniranim programom vježbanja koja uključuje proprioceptivne vježbe i standardne vježbe za osteoartritis koljena mogu pomoći u povećanju dinamičke stabilnosti u osoba s osteoartritisom koljena što se može uočiti nakon provedenog 10-dnevnog programa vježbanja. Iako nije bilo značajne razlike u poboljšanju između skupina, eksperimentalna skupina pokazala je u postotku nešto veće rezultate nego kontrolna skupina. Kada bi se provelo istraživanje na većoj skupini ispitanika i kroz više dana terapijskog tretmana moguće da bi rezultati bili statistički značajno veći u ispitanika eksperimentalne skupine.

Novčana potpora: Nema

Etičko odobrenje: Etičko povjerenstvo KBC Zagreb, Etičko povjerenstvo Thalassoterapia Opatija

Sukob interesa: Nema

## Literatura:

- Grazio S, Ćurković B, Babić - Naglič Đ, Anić B, Morović - Vergles J, Vlák T i sur. Smjernice Hrvatskoga reumatološkog društva za liječenje osteoartrisa kuka i koljena. *Reumatizam*. 2010;57: 36-47.
- Grubišić M. Kliničke smjernice u fizikalnoj terapiji. Zagreb: Hrvatska komora fizioterapeuta; 2011.
- Joshi SM, Sheth MS, Jayswal MM. Correlation of core muscles endurance and balance in subjects with osteoarthritis knee. *Int J Med Sci Public Health*. 2019; 5: 1-5.
- Aman JE, Elangovan N, Yeh IL, Konczak J. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Front Hum Neurosci*. 2015;8:1-18.
- Moussa Zouita AB, Majdoub O, Ferchichi H, Grandy K, Dziri C, Ben Salah FZ. The effects of 8-week proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Ann Phys Rehab Med*. 2013;56: 634-643.
- Provin M. Trening proprioceptije u cilju prevencije padova, smanjenja broja i težine ozljeda kod starije populacije. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Kineziološki fakultet; 2016.
- Prakash J, Irshad Ahmad, Sonal Khurana, Kamran Ali, Shalini Verma, Tarun kumar. Proprioception: An Evidence Based Narrative Review. *Res Inves Sports Med*. 2017;4:1-5.
- Mohammadi V, Hilfiker R, Jafarnezhadgero AA, Jami-alahmadi S, Ardakani MK, Granacher U. Relationship between Training-Induced Changes in the Star Excursion Balance Test and the Y Balance Test in Young Male Athletes. *Ann Appl Sport Sci*. 2017;5: 31-38.
- Kanko L. Reliability and Validity of the Star Excursion Balance Test in Patients with Knee Osteoarthritis. *Kanada: The University of Western Ontario*; 2017.
- Coughlan GF, Fullam K, Delahunt E, Gissane C, Caulfield BM, Med Sci. A Comparison Between Performance on Selected Directions of the Star Excursion Balance Test and the Y Balance Test. *J Athl Train*. 2012;47:366-371.
- Bobić L. Učinak terapijskih vježbi proprioceptije na bol i funkcionalnu sposobnost u usporedbi sa standardnim vježbama u bolesnika s osteoartritisom koljena. Zagreb: Sveučilište Zagreb, Medicinski fakultet, 2019.
- Thorpe JL, Ebersole KT. Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *J Strength Cond Res*. 2008;22:1429-1433.
- Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the Star Excursion Balance Test. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89:364-370.
- Bouillon LE, Baker JL. Dynamic Balance Differences as Measured by the Star Excursion Balance Test Between Adult-aged and Middle-aged Women. *Spor Health*. 2011;3:466-469.
- Lara Al Khlaifat - The effectiveness of an exercise programme on dynamic balance in patients with medial knee osteoarthritis: A pilot study. *Knee*. 2016; 23:849-856.

Primljen rad: 1.03.2022.

Prihvaćen rad: 5.04.2022.

Adresa za korespondenciju: bkirinec@gmail.com