

PROCENA BALANSNIH SPOSOBNOSTI KOD PACIJENATA SA UNILATERALNIM TRANSTIBIJALNIM AMPUTACIJAMA U PREPROTETIČKOJ FAZI REHABILITACIJE NAKON SPROVEDENIH VEŽBI BALANSA

Igor Jović^{1,2}, Igor Simanić^{1,2}, Milutin Radotić², Mirjana Vitaz^{1,2}

¹ Akademija strukovnih studija Beograd, Odsek Visoka zdravstvena škola, Srbija

² Specijalna bolnica za rehabilitaciju i ortopedsku protetiku, Beograd, Srbija

ASSESSMENT OF BALANCE ABILITIES IN PATIENTS WITH UNILATERAL TRANSTIBIAL AMPUTATIONS IN THE PRE-PROSTHETIC PHASE OF REHABILITATION AFTER BALANCE EXERCISES

Igor Jović^{1,2}, Igor Simanić^{1,2}, Milutin Radotić², Mirjana Vitaz^{1,2}

¹ Academy of Applied Studies Belgrade, The College of Health Sciences, Serbia

² Special Hospital for Rehabilitation and Orthopedic Prosthetics, Belgrade, Serbia

Sažetak

Uvod: Unilateralne transtibijalne amputacije su među prvim amputacijama po učestalosti, predstavljajući veliki rehabilitacioni problem koji iziskuje angažovanje šireg rehabilitacionog tima. Kako bi se ovakav rehabilitacioni problem rešio i pacijent sa transtibijalnom amputacijom bio funkcionalno osposobljen neophodno je sprovesti adekvatan program vežbi balansa. Vežbe balansa, u preprotetičkoj fazi rehabilitacije, su od ključne važnosti u postizanju bolje neuromišićne kontrole, stabilnosti i funkcionalne mobilnosti pacijenta sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama.

Cilj istraživanja je procena uticaja primenjenih vežbi balansa na balansne sposobnosti pacijenata.

Metod: U istraživanju su primenjivani programi vežbi koji su klasifikovani na lake, srednje teške i teške vežbe, a uz set vežbi ispitanici su bili izloženi različitim testovima koji imaju zadatak procene sposobnosti pacijenata u održavanju balansa: test reaktivne posturalne kontrole, test rizika od pada kod osoba sa amputacijama, test funkcionalnog doseg i skala inteziteta balansa. Testiranje je vršeno pre i posle primenjivanih programa vežbi balansa. U istraživanju je učestvovalo 25 ispitanika, pacijenti Specijalne bolnice za rehabilitaciju i ortopedsku protetiku, koji su učestvovali potpisivanjem obrasca dobrovoljnog pristanka informisanog pacijenta u istraživanju.

Rezultati: Na kraju perioda predviđenog za uvežbavanje balansnih reakcija, svi ispitanici iz eksperimentalne grupe nezavisno su održavali balans u toku perturbacija na balans ploči, tako da su ispitanici koji su imali lošiju ocenu u toku prvog pokušaja održavanja balansa na balans ploči, postizali pozitivniju ocenu od prethodne.

Abstract

Introduction: Unilateral transtibial amputations are among the most frequent amputations, representing a major rehabilitation problem that requires the involvement of a greater rehabilitation team. In order to solve this kind of rehabilitation problem and make the patient with transtibial amputation functionally capable, it is necessary to implement an adequate program of balance exercises. Balance exercises in the pre-prosthetic phase of rehabilitation are of crucial importance in achieving better neuromuscular control, stability and functional mobility of patients with unilateral transtibial amputations.

Objective: To evaluate the impact of the applied balance exercises on the patients' balance abilities.

Method: In the research, exercise programs applied were classified into easy, medium and difficult exercises, and along with a set of exercises, the subjects were exposed to various tests to assess the ability of patients to maintain balance: the test of reactive postural control, the test of the risk of falling in persons with amputations, functional reach test and balance intensity scale. Testing was performed before and after the applied balance exercise programs. 25 respondents participated in the research, patients of the "Special Hospital for Rehabilitation and Orthopedic Prosthetics", who participated by signing the voluntary informed consent form of the patients in the research.

Results: At the end of the period scheduled for practicing balance reactions, all subjects from the experimental group independently maintained balance during perturbations on the balance board, so that subjects who had a worse grade during the first attempt to maintain balance on the balance

Zaključak: Vežbe balansa kod osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama su doprinele većem nivou funkcionalnih sposobnosti, mobilnosti i stabilnosti u aktivnostima svakodnevnog života.

Ključne reči: unilateralna transtibijalna amputacija, preprotetička rehabilitacija, vežbe balansa, balansne sposobnosti

Uvod

Amputacije, iako klasičan rehabilitacioni problem, predstavljaju veliki šok, promenu u životu pojedinca kojima je funkcionalna sposobnost ograničena. Transtibijalna amputacija, kao i drugi oblici amputacije, dovode do poremećaja sposobnosti održavanja balansa, samim tim i aktivnosti svakodnevnog života, i kasnije funkcije hoda sa transtibijalnom protezom. Balans je veoma važna komponenta koja se mora uzeti u obzir u preprotetičkoj rehabilitaciji osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama, jer uspešnost obavljanja funkcionalnih aktivnosti zavisi od sposobnosti održavanja balansa¹.

Balans predstavlja oslonac dok telo miruje, odnoseći se na statičku ravnotežu, i održavanje centra mase unutar baze podrške dok je telo u pokretu, dinamička ravnoteža. Osobe sa transtibijalnim amputacijama moraju proći različite etape u funkcionalnom osposobljavanju u toku rehabilitacije (preoperativna, postoperativna, preprotetička, protetička faza), koje su sukcesivne i nisu vremenski ograničene, radi što bolje uspešnosti rehabilitacionog procesa. U preprotetičkoj fazi rehabilitacije, osobama sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama, nije izvršena preskripcija proteze, rezidualni ekstremitet se zbog postojanja edema bandažira, održava i pospešuje se opšta kondicija, sprečavanje nastanka kontraktura kroz izvođenje grupnih vežbi, uvežbavanje hoda na jednoj nozi u razboju, ukoliko je osoba u boljoj opštoj kondiciji uvežbava se i hod na štakama².

Preuslov za uspešno obavljanje svih ovih neopodnih aktivnosti u preprotetičkoj fazi rehabilitacije jeste funkcionalna kontrola balansa. Funkcionalna i uspešna kontrola balansa se može postići uvežbavanjem balansa, na čije vežbe nije stavljen preteran akcenat u preprotetičkoj fazi rehabilitacije osoba sa unilateralnom transtibijalnom amputacijom. Poznato je da se ravnoteža pogoršava nakon amputacije, a strah od pada je uobičajena prepreka fizičkoj aktivnosti kod osoba sa amputacijama. Klinički značajno poboljšanje u ravnoteži i samopouzdanju u ravnoteži je postignuto nakon 4-nedeljnog programa vežbi pod nadzorom koji je uključivao vežbe ravnoteže, kao i vežbe za fleksibilnost, hod, vežbe snage.³

board achieved a more positive grade from the previous one.

Conclusion: Balance exercises in persons with unilateral transtibial amputations contributed to a higher level of functional abilities, mobility and stability in activities of daily life.

Key words: unilateral transtibial amputation, preprosthetic rehabilitation, balance exercises, balance abilities

Loša ravnoteža može dovesti do pada, a istraživanje je pokazalo da se programi vežbi koji uključuju aktivnosti ravnoteže smanjuju rizik od pada u kratkom roku i smanjuju učestalost pada na duži rok. Amputacija je odstranjivanje ekstremiteta u celini ili jednog njegovog distalnog dela, pri čemu se preseca kost. Veoma čest termin koji se koristi je dezartikulacija, koja predstavlja odstranjivanje celog ekstremiteta ili pojedinih delova, kod koje linija preseka prolazi kroz sam zglob. Takođe, amputacije predstavljaju plastično-rekonstruktivni hirurški zahvat, dobro isplaniran i stručno izveden, čiji je cilj obezbeđivanje dobrog i funkcionalnog rezidualnog ekstremiteta, sposobnog da nosi i kontroliše protezu. Deo ekstremiteta koji ostaje proksimalno od nivoa amputacije naziva se rezidualni ekstremitet ili patrljak. Nivo amputacije ekstremiteta je određen na osnovu mesta preseka kosti hirurškim zahvatom. Nivo amputacije se određuje na osnovu vrste oboljenja ili povrede, od strane tima lekara (ortoped, hirurg, fizijatar) i protetičara.⁴ Ovakav hirurški zahvat dovodi do trajnog telesnog defekta sa poremećajima i posledicama za osobu na fizičkom, psihičkom i socijalnom planu. Delimična supstitucija izgubljenog telesnog segmenta i njegove funkcije se može postići protetisanjem.⁴

Uzroci amputacija mogu biti različiti:

- Vaskularni u 70% slučajeva kod donjih ekstremiteta (arteroskleroza, suva i vlažna gangrena, tromboze ili embolije, Morbus Burger, Morbus Rajnoud, vaskularne komplikacije dijabetes);
- Traumatski u 20% do 25% slučajeva (traume u saobraćaju, u građevinarstvu, poljoprivredi, opekotine ili smrzotine, povrede dejstvom električne struje);
- Tumori (benigni i maligni);
- Kongenitalne malformacije;
- Teške neizlečive infekcije;
- Nurogene neuropatije u 3% do 10% slučajeva.

Zajedničko za sve navedene uzročnike amputacija jeste da ugrožavaju život osobe, ili dovode do teških oštećenja tkiva i funkcije ekstremiteta, da se jedino odstranjivanjem dela ili celog ekstremiteta može pomoći osobi da spasi život (apsolutni

razlozi) i da postigne zadovoljavajuću funkcionalnost, kapacitet i odgovarajuće performanse za poboljšanje kvalitata života (relativni razlozi).

Postoje dve vrste amputacija:

- Otvorena amputacija je kružna amputacija ekstremiteta, pri kojoj se koža, potkožno tkivo, fascije i mišići seku u istoj ravni i ne zatvaraju. Indikovano je kod upornih infekcija koje se ne mogu kontrolisati lekovima, a ugrožavaju život pacijenta;
- Zatvorena amputacija je plastično-rekonstruktivni hirurški zahvat čiji rezultat je funkcionalni rezidualni ekstremitet (patrljak). Postoje tri osnovne tehnike amputacije: mioplastična tehnika (presečeni antagonistički mišići prevlače se preko vrha kosti i zaživaju jedni za druge, pri čemu se na vrhu dobija meko mišićno jastučce, a mišići dobijaju distalni pripoj), osteoplastična tehnika (na vrhu presečene kosti postavlja se koštani most, pri čemu se omogućava rezidualnom ekstremitetu da se osposobi za direktan oslonac) i miodeza (mišići se hirurškim zahvatom prebacuju preko vrha kosti i sa druge strane fiksiraju u izbušene rupe na distalni deo kosti).

Nakon amputacija može doći do određenih komplikacija koje predstavljaju tegobe za osobe sa amputacijama. Neki od najčešćih komplikacija su: fantomske senzacije, edem rezidualnog ekstremiteta, kontrakture, protruzija kosti, hematomi.⁴

Balansna kontrola

Balansna kontrola predstavlja nevidljivo angažovanje mišićnog tonusa u cilju održavanja željenog položaja tela. Takođe, balansna kontrola ili postura predstavlja sposobnost kontrole težišta u odnosu na površinu oslonca (Pavlović, 2013).

Mišićna snaga i balans tela predstavljaju bazu kretanja i održavanja posture tela, tj. težište tela iznad površine oslonca kako bi se stvorila mogućnost obavljanja aktivnosti svakodnevnog života. Amputacije mogu uticati na ravnotežu na različite načine, tako što telo ima mogućnost prilagođavanja kako bi se održala postura i normalno kretanje. Ključni faktor u održavanju balansa je vestibularni sistem, koji se nalazi u unutrašnjem uhu. On igra važnu ulogu u održavanju ravnoteže, odašiljajući mozgu informacije o položaju tela u prostoru. Amputacije su jedan od činioca koji mogu uticati na normalno funkcionisanje ovog sistema, ali mozak ima sposobnost prilagođavanja na promene i kompenzaciju informacija koje dolaze iz vestibularnog sistema. Osobe sa transtibijalnim amputacijama lakše stižu ovakav vid kompenzacije za održavanje balansa u odnosu na osobe sa transfemoralnim amputacijama.¹⁹

Nakon transtibijalnih amputacija, osobe sa ovakvim amputacijama mogu održavati balans na različite načine, kao što je upotreba štaka ili transtibijalnih proteza. Transtibijalna proteza, kao i proteze drugih nivoa amputacija donjih ekstremiteta, dizajnirane su tako da nadomeste izgublenu funkciju izgubljenog dela ekstremiteta i pruže potporu prilikom različitih aktivnosti, tako da se osobe sa amputacijama prilagođavaju protezi i uče nove načine održavanja balansa i kretanja. U rehabilitaciji osoba sa transtibijalnim amputacijama, veliki značaj ima uvežbavanje održavanja balansa, koja predstavlja osnovu za dalje obučavanje za hod sa protezom. Mora se uzeti u obzir i koštano-mišićni sistem, koji takođe igra bitnu ulogu u održavanju ravnoteže, gde se mišići i kosti oko amputacionog područja prilagođavaju kako bi osoba sa amputacijom bila u mogućnosti da održava balans. Pored ovakvog prilagođavanja, važno je u toku preprotetičke rehabilitacije ojačavanje mišića kako bi se sposobnost održavanja balansa poboljšala.¹⁹

Vežbe balansa, kao što im samo ime kaže, odnose se na vežbe koje se fokusiraju na održavanje ravnoteže. One igraju važnu ulogu u poboljšanju stabilnosti, koordinacije i propriocepcije (sposobnost tela da prepozna svoj položaj u prostoru). Vežbe balansa mogu se izvoditi na različite načine, uključujući stajanje na jednoj nozi, hodanje po ravnotežnoj traci, izvođenje vežbi na nestabilnim podlogama poput pilates lopte ili ravnotežne daske, ili izvođenje vežbi koje kombinuju ravnotežu i druge elemente kao što su pliometrija ili otpor.²⁰

Važno je prilagoditi vežbe balansa individualnim sposobnostima i postepeno napredovati kako bi se izbegle povrede. Ako imate zdravstvene probleme ili ste nedavno pretrpeli povredu, preporučuje se konsultacija sa stručnjakom pre nego što započnete program vežbanja balansa.²¹

Reaktivne neuromišićne vežbe balansa

Reaktivne neuromišićne vežbe su aktivnosti dizajnirane da povrate funkcionalnu stabilnost zgloba i da poboljšaju veštine kontrole motorike, što je kod osoba sa unilateranom transtibijalnom amputacijom od velike važnosti. Reaktivne neuromišićne vežbe: program se fokusira na stimulaciju i perifernih i centralnih refleksnih puteva do skeletnih mišića. Prvi cilj koji treba postići ovim programom kod osoba sa UTTA je obnavljanje dinamičke stabilnosti.²²

Cilj programa je da povрати neurosenzorna svojstva oštećenih struktura uz istovremeno povećanje osetljivosti sekundarnih perifernih aferenata. Vraćanje dinamičke stabilnosti omogućava kontrolu abnormalnog zgloba, a da li će se desiti ponovno uspostavljanje dinamike stabilnosti zavisi od toga da li CNS prima odgovarajuće informacije sa periferije

preko receptora, što je kod osoba sa amputacijama u potpunosti izmenjeno. Ako su informacije u sistemu izmenjene ili neprikladne za stimulus, uslediće loš motorni odgovor.²³

Da bi se omogućila odgovarajuća kinestetička i proprioceptivna informacija CNS-u, upotreba aktivnosti zatvorenog kinetičkog lanca stvara aksijalna opterećenja koja maksimalno stimulišu zglobne mehanoreceptore povećanjem sila pritiska.

Upotreba vežbi zatvorenog lanca ne samo da poboljšava kongruentnost zglobova i neurosenzitivnost povratne informacije, već umanjuje i naprezanje opterećenja struktura oko zgloba.²³ Cilj reaktivnih neuromišićnih vežbi je da se izazovu neočekivane perturbacije, čime se stimuliše stabilizacijski refleks. Uvežbavanjem reaktivnih reakcija smanjuje se vreme odgovora kada se vrše neočekivana opterećenja zglobova.²³

Dodavanje kompresivne navlake, omotača ili vezivanje trakom oko zgloba takođe može pružiti dodatne proprioceptivne informacije stimulacijom kožnih mehanoreceptora.

Aktivnosti reaktivne neuromišićne kontrole treba da se iniciraju u celokupnom rehabilitacionom programu kada dođe do adekvatnog izlečenja. Napredak ka ovim aktivnostima zasniva se na tome da ispitanik na zadovoljavajući način završi aktivnosti koje se smatraju preduslovima za aktivnost koja se razmatra. Imajući ovo u vidu, napredovanje aktivnosti mora biti usmereno ka cilju i specifično za zadatke koji se očekuju od osobe sa unilateralnom transtibijalnom amputacijom.²³

Opšti napredak aktivnosti za razvoj reaktivne neuromišićne kontrole je od aktivne male brzine do aktivnosti velike brzine, od aktivnosti male sile do aktivnosti velike sile, i od kontrolisanih ka nekontrolisanih aktivnostima. U početku, ove vežbe treba da izazovu balansnu reakciju ili promenu težine u donjem ekstremitetu i na kraj ispitanik napreduje do obrasca kretanja u protetičkoj fazi rehabilitacije. Ove reakcije mogu biti jednostavne kao statička kontrola sa malo ili nimalo vidljivog pokreta ili složene kao dinamički pliometrijski odgovor koji zahteva eksplozivno ubrzanje, usporavanje ili promenu smera. Vežbe će omogućiti terapeutu da izazove reaktivne reakcije kod ispitanika vizuelno i/ili proprioceptivno preko cevi i drugih uređaja (kuglice, penarolne, vizuelne prepreke), a u ovom istraživanju primenjivaće se balans ploča.²⁴

Metodologija istraživanja

Cilj istraživanja je procena balansnih sposobnosti kod pacijenata sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama u preprotetičkoj fazi i doprinos funkcionalnom osposobljavanju, nakon primenjenih ve-

žbi balansa. Zadaci istraživanja bili su: procena balansnih sposobnosti kod pacijenata sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama nakon primenjenih vežbi balansa i utvrđivanje u kojoj meri su vežbe balansa doprinele bržem funkcionalnom osposobljavanju osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama.

Opšta hipoteza je bila: vežbe balansa kod osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama doprinose većem nivou funkcionalnih sposobnosti. Posebne hipoteze su bile: pravilno uvežbane vežbe balansa kod osoba sa transtibijalnim amputacijama dovode do postizanja većeg nivoa mobilnosti i stabilnosti u aktivnostima svakodnevnog života i vežbe balansa kod pacijenata sa transtibijalnim amputacijama povećavaju nivo funkcionalnih sposobnosti.

U istraživanju se primenjivala deskriptivna metoda, opservaciona direktna – trenutno posmatranje. Istraživanje se zasnivalo na randomiziranoj kontrolnoj studiji uporednog posmatranja dve eksperimentalne grupe pacijenata.

Tehnike koje su sprovedene u istraživanju su protokoli (skale) merenja vežbi balansa, u cilju procene važnosti vežbi balansa u preprotetičkoj fazi rehabilitacije pacijenata sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama.

Kroz istraživanje su primenjeni protokoli posmatranja u svrhu analize vežbi balansa kod pacijenata sa transtibijalnim amputacijama. Protokoli koji su primenjivani u istraživačkom radu su opservacija i standardizovane skale i testovi. Metodom opservacije ili posmatranjem pacijenata sa transtibijalnim protezama, analizirani su ciklusi balansa i hoda u frontalnoj i sagitalnoj ravni.

U okviru preprotetičke rehabilitacije, protokolima, standardizovanim skalama i testovima su procenjivani efikasnost vežbi balansa pacijenata sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama. Protokoli koji su primenjivani u istraživanju su:

- Povećan rizik od pada (4),
- Skala inteziteta balansa (Balance intensity scale) (8),
- Test stajanja na jednoj nozi (13),
- Test doseg (14),
- Test reaktivne posturalne kontrole (20)

U populaciju istraživanja su spadali ispitanici sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama, koji su se nalazili na rehabilitacionom programu u Specijalnoj bolnici za rehabilitaciju i ortopedsku protetiku u Beogradu Uzorak je bio nameran, 25 ispitanika sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama od 40 do 70 godina, koji su se nalazili u preprotetičkoj fazi rehabilitacije, u periodu od 14.11.2022. do 16.01.2023. godine. Značajno je više bilo muškaraca (21) nego žena (4). Nakon obavljanja vežbi balansa (Prilog 1), od 25 učesnika u istraživanju je

ostalo 9 ispitanika koji su se kvalifikovali da budu deo posmatrane grupe. Među ispitanicima koji su ispunili kriterijum za dalje istraživanje, nije bilo žena.

Istraživanje je bilo sprovedeno u Specijalnoj bolnici za rehabilitaciju i ortopedsku protetiku u Beogradu, u periodu od 14.11. 2022. do 16.01.2023. godine. U istraživanje su bili uključeni pacijenti sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama uz pisani pristanak – formular za pristanak za učešće u istraživanju (Prilog 2). Istraživanje je odobrio etički i stručni odbor Specijalne bolnice za rehabilitaciju i ortopedsku protetiku (Prilog 6 i 7).

Za potrebe obrade podataka koje su bile dobijene nakon sprovođenja ovog ispitivanja korišćeni su elementi parametrijske i neparametrijske statistike. Analiza podataka istraživanja je obavljena korišćenjem programa za statističku obradu podataka (SPSS 19.0 for Windows). Grafička prezentacija podataka je predstavljena upotrebom programa Microsoft Office Excel 2003.

Rezultati

Uzorak učesnika u istraživačkom procesu podrazumevao je 25 ispitanika, od kojih je značajno više bilo muškaraca (21) nego žena (4). Nakon eliminacionih testova od 25 učesnika u istraživanju je ostalo 9 ispitanika koji su se kvalifikovali da budu deo posmatrane grupe. Među ispitanicima koji su ispunili kriterijum za dalje istraživanje, nije bilo žena. Prosečna starost svih ispitanika koji su učestvovali u istraživanju iznosila je 62 godine, iako je grupa ispitanika koja se nije kvalifikovala za učestvovanje u daljem istraživanju bila u proseku za dve godine starija od grupe koja je nastavila istraživanje.

Prvi set testova, kojem su svi učesnici bili podvrgnuti, imao je za cilj da izvrši skirning kapaciteta i mogućnosti ispitanika i pomogne u selekciji onih ispitanika koji se kvalifikuju za dalji nastavak istraživanja. Prvi test se odnosio na set od 10 vežbi (tri lake, dve srednje teške i pet teških vežbi) koje su svih 25 ispitanika pokušali da urade. Svi ispitanici koji su uspešno obavili sve vežbe, selektovani su u Grupu 2, dok su ispitanici koji nisu uspešno obavili sve vežbe balansa pripali Grupi 1. Nakon ove vežbe i podele na dve grupe, Grupa 2 je nastavila sa istraživanjem, dok je Grupa 1 isključena iz daljeg procesa istraživanja. Iako je navedeni set vežbi bio eliminacioni, obe grupe su u prvoj istraživačkoj iteraciji učestvovala u još nekoliko testova. Jedan od njih bio je test stajanja na jednoj nozi gde su rezultati takođe pokazali da su ispitanici iz Grupe 1 bili u značajno manjoj meri sposobni da prođu test stajanja. Isti uvidi o kapacitetima ove dve grupe da stoje na jednoj nozi dobijeni su i kada su ispitanici

posmatrani kroz uspešnost da stoje iz prvog ili drugog puta, kao i kada su testirani u sekundama. U Grupi 1 samo 13.3% ispitanika može normalno da stoji na jednoj nozi više od 20 sekundi, dok učesnici iz Grupa 2 stopostotno imaju kapacitet da stoje na jednoj nozi ovoliko vremena.

Obe grupe ispitanika su takođe učestvovala i u BIS-T Screening testiranju. Dobijeni podaci za obe grupe jasno pokazuju da je učesnicima iz Grupe 1 bilo značajno teže nego učesnicima iz Grupe 2 da urade sve tri vežbe, što eksplicitno pokazuje i Independent Sample T-test. Svaki set vežbi je Grupa 2 statistički značajno bolje uradila od Grupe 1.

Ovim BIS-T Screening testom nije testirana samo mogućnost i kapacitet da se urade vežbe već i uloženi napor da se vežbe uspešno završe. Uporedni podaci uz pomoć Independent Sample T-testa pokazuju da su ispitanici iz Grupe 1 ulagali znatno veći napor od ispitanika iz Grupe 2, koja je i sa manjim naporom ovaj test uradila bolje od Grupe 1. Ovaj nalaz potvrđuju i rezultati gde se vidi da je 100% ispitanika iz Grupe 1 uložilo veliki napor, nasuprot 11.1% ispitanika iz Grupe 2 koji nisu uložili nikakav napor i 88.9% ispitanika iz Grupe 2 koji su uložili neki napor.

Nakon eliminacionih testova Grupa 2 koja se kvalifikovala za dalje istraživanje nastavila je sa radom i testiranjima naredne dve nedelje. U tom periodu grupa je podvrgnuta vežbama i testovima. Jedan od testova je bio test postularne kontrole reaktivnih vežbi na balans ploči čiji rezultati pokazuju da je u toku tri nedelje rastao broj ispitanika koji su svoju ravnotežu održavali sve bolje i bolje. Na kraju poslednje nedelje istraživanja, i svakodnevnog uvežbavanja balansnih reakcija na balans ploči, svi ispitanici iz Grupe 2 nezavisno su održavali balans u toku pertubacija na balans ploči, tako da su ispitanici koji su imali lošiju ocenu u toku prvog pokušaja održavanja balansa na balans ploči, postizali pozitivniju ocenu od prethodne.

Kada posmatramo uspešnost ispitanika na BIS-T Screening testiranju u prvoj i poslednjoj nedelji možemo videti pet srednjih i jednu veliku pozitivnu korelaciju sa godinama ispitanika. Naime, bivarijantna korelaciona analiza pokazuje da sa porastom godina ispitanika rezultati na BIS-T Screening testiranju beleže lošije rezultate.

Diskusija i zaključak

Transtibijalne amputacije su psihomotorno iscrpljujuće stanje koje predstavlja značajne izazove za ceo rehabilitacioni tim koji učestvuje u oporavku osoba sa ovakvom vrstom amputacija.¹ Transtibijalna amputacija je najčešća vrsta amputacija donjih ekstremiteta koja dovodi do smanjene funkcionalne

sposobnosti, odnoseći se na radnu sposobnost, aktivnosti svakodnevnog života i slobodnih aktivnosti. Iako amputacije predstavljaju teško stanje, osobe sa transtibijalnim amputacijama imaju visoki potencijal za postizanje visokog nivoa funkcionalne sposobnosti, tako da postizanje sposobnosti umnogome zavisi od kvaliteta rehabilitacionog tretmana i potencionalnih mogućnosti osoba sa ovakvom vrstom amputacija.³

Vežbanje reakcija balansa kod amputacija je važan deo procesa oporavka nakon amputacije udova, pomaže osobama koje su prošle kroz ovaj zahvat da se adaptiraju na novu situaciju i da povrate funkcionalnost i samostalnost.⁶

U istraživanju su učestvovala 25 ispitanika, od toga samo 5 ispitanika ženskog pola. Srednja dob učesnika istraživanja je prosečno 61.5 godina. Svi učesnici u istraživanju imali su zadatak da izvršavaju vežbe balansa koje su podeljene prema zahtevnosti izvođenja na: lake, srednje teške i teške vežbe balansa. Razlog ovakve selekcije vežbi balansa je da u istraživanju dobijemo one ispitanike koje pretenduju zahtevnijim vežbama balansa tj. reaktivnim neuromišićnim vežbama.⁷ Ukupno 9 ispitanika je uspešno izvelo sve vrste vežbi balansa, dok su ostali ispitanici delimično izvršavali vežbe balansa, samim tim nisu ispunjavali kriterijume za nastavak učešća u istraživanju. Najveća prepreka za izvršavanje bile su teške vežbe balansa. Dvoje ispitanika, u grupi ispitanika koji nisu sve vrste vežbi uspešno izveli (Grupa 1), bilo je neuspešno u izvođenju 50% vežbi i spadali su u grupu pacijenata koji su tek započeli rehabilitacione protokole. Pretpostavka je da su komorbiditeti uzroci neuspešnosti ovakvog procenta ispitanika u izvođenju zadatih vežbi balansa.⁸

Ispitanici koji su uspešno izvršili sve vrste vežbi balansa, što je i bio preduslov, bili su podvrgnuti reaktivnim neuromišićnim vežbama koje su izvođene na balans ploči. Zadatak ispitanika koji su učestvovali u ovim vežbama (Grupa 2), bio je da stanu na balans ploču, preko koje je vršena medio-lateralna destabilizacija u cilju izazivanja reaktivnih balansnih reakcija. Reaktivne neuromišićne vežbe balansa su izvođene u trajanju od 4 nedelje, svakodnevnim vežbanjem balansa na balans ploči u trajanju od 5 do 10 minuta u cilju izazivanja što bolje kontrole balansa, medio-lateralnom destabilizacijom.¹⁰

Pored ispitanika, u toku vežbi na balans ploči, bila su dva terapeuta koja su obezbeđivala potporu, a ispred ispitanika su bile švedske lestve za koje bi se ispitanik pridržao u kritičnom trenutku gubitka balansa. Reaktivne balansne reakcije ispitanika na balans ploči praćene su skalom balansnog inteziteta (BIS – T), koji je značajno koristio, jer se prate pokušaji u izvođenju vežbi kao i kako ispitanici reaguju u toku izvođenja zadataka, tako da ispitanici

subjektivno mogu ocenjivati svoju uspešnost u izvođenju zadataka.¹⁴ Pored ove skale primenjavani su i test reaktivne posturalne kontrole, kao i testovi koji su primenjavani u toku spomenutih vežbi balansa (Prilog 1): test stajanja na jednoj nozi, test rizika od pada.

Primenjivanim testovima je prikazano, kako su vežbe na balans ploči bile uvežbanije, kontrola balansa je bila uspešnije. Ispitanici iz Grupe 2 pokazali su veliki potencijal u održavanju balansnih reakcija u toku pertubacija koje su vršene preko balans ploče, a kako su nedelje prolazile, sigurnost u izvršavanju zadataka bila je sve veća. Na ovakav način, očekivanja su da ispitanici iz Grupe 2 imaju lakšu protetičku fazu rehabilitacije.

Tokom normalnog stajanja, može se očekivati da će osobe bez patologije donjih ekstremiteta približno ravnomerno raspodeliti težinu između oba donja ekstremiteta. Međutim, to nije slučaj kod ljudi sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama gde sposobnost procene raspodele težine može biti smanjena. Gubitak anatomske skočnog zgloba i potencijalni senzorni gubitak kontralateralnog stopala mogu biti ograničavajući faktori.¹⁶

Dve studije u ovom istraživanju su koristile posturalno njihanje za merenje ravnoteže u stojećem položaju.^{20,21} Prema njihovim nalazima, osobe sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama imaju povećano njihanje u poređenju sa zdravim osobama. Kraus i saradnici su otkrili da osobe sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama imaju značajno povećano ljuljanje u bočnom pravcu u poređenju sa zdravim osobama.²⁰ I Kraus i Miler su otkrili da je jačina ljuljanja kod ljudi sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama bila povećana kada nisu imali mogućnost pridržavanja.^{20,21} Ovo je u skladu sa nalazom Handijka i saradnika koji su otkrili da je ljuljanje povećano u bočnom pravcu kod osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama kada ispitanici znaju da nemaju za šta da se pridržavaju u toku obavljanja zadatka. Zanimljivo je da su Miler i saradnici otkrili da osobe sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama imaju smanjeno ljuljanje (destabilizacija) nakon rehabilitacije. Ovo je veoma bitno otkriće koje ukazuje na važnost rehabilitacije usmerene na poboljšanje ravnoteže. Prisustvo komorbiditeta kao što je nedovoljna senzorna povratna informacija⁷, smanjena mišićna snaga⁹, i smanjeno samopouzdanje u održavanju ravnoteže¹⁰, kao i poremećene vizuelne sposobnosti¹¹, moglo bi možda ograničiti sposobnosti ravnoteže kod osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama.

Većina dokaza o ravnoteži kod osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama je fokusirana na senzorne deficite, međutim, drugi komorbiditeti takođe mogu uticati na rezultate ravnoteže. Na

primer, Hadjik i saradnici su otkrili vezu između jače snage mišića abduktora kuka i povećanog nošenja težine na strani proteze. Sa gubitkom anatomskog skočnog zgloba na protetičkoj strani, osobe sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama bi se mogle više oslanjati na strategiju kuka da započnu raspodelu težine između udova i jačih mišića kuka, što bi im verovatno omogućilo da ravnomerno prenose težinu. Međutim, suprotno bi moglo biti tačno da slabiji mišići kuka mogu doprineti većoj težini koja se nosi na strani bez proteze, što bi mogao biti jedan od razloga zašto je većina ispitanika uzimala znatno veću težinu na strani bez proteze.²⁵ Na ravnotežu kod osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama može uticati i samopouzdanje pojedinca u toku obavljanja zadataka, odnosno samouverenost u održavanju ravnoteže.¹⁰ Međutim, nijedna od odabranih studija nije merila samopouzdanje u održavanju ravnoteže. Primenom skale balansnog inteziteta (BIS – T), ispitanici su imali mogućnost subjektivnog ocenjivanja uspešnosti nakon izvršavanja vežbi balansa.

Pored unutrašnjih faktora, na ravnotežu mogu uticati i spoljni faktori kao što su protetske komponente. Iako su ograničenja osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama dobro dokumentovana u istraživanjima i kliničkoj praksi, deficiti ravnoteže su i dalje prisutni u ovoj populaciji, što bi moglo da ugrozi zdravlje i dobrobit pojedinca. Na primer, redovno nošenje veće težine na strani bez proteze može povećati šanse za sekundarne komplikacije kao što su bol u kolenu i osteoartritis, na taj način povećavaju verovatnoću pada i pojavu daljih komplikacija.

Iako postoji mali broj visokokvalitetnih dokaza, osobe sa amputacijama donjih udova treba ohrabriti da uključe vežbe ravnoteže u svoju rutinu aktivnosti kako bi poboljšali ravnotežu i samopouzdanje i smanjili rizik od padova. Treba koristiti programe vežbi koji uključuju vežbe za poboljšanje ravnoteže i koji su dostupni amputiranim tokom rehabilitacije.

Posmatrajući rezultate koji su dobijeni ovim istraživanjem, može se zaključiti da su hipoteze u potpunosti potvrđene, tj. vežbe balansa kod osoba sa unilateralnim transtibijalnim amputacijama su doprinele većem nivou funkcionalnih sposobnosti, mobilnosti i stabilnosti u aktivnostima svakodnevnog života. Amputacije donjih ekstremiteta se rade za brojne kliničke indikacije. Iako se većina dokaza o fizičkoj aktivnosti odnosi na korisnike proteza i na disvaskularne amputirance, prednosti fizičke aktivnosti nisu isključive za ove grupe i treba ih podeliti sa svim amputiranim donjih udova. Amputirance donjih udova koji žele da povećaju nivo fizičke aktivnosti treba podsticati da to učine.

Literatura

1. Farlie MK, Robins L, Haas R, Keating JL, Mollooy E, Haines TP. Programme frequency, type, time and duration do not explain the effects of balance exercise in older adults: a systematic review with a meta-regression analysis. *British journal of sports medicine* 2019;53(16):996-1002. doi:10.4103/jfmpc.jfmpc_295_192.
2. Freyler K, Gollhofer A, Colin R, Brüderlin U, Ritzmann R. Reactive balance control in response to perturbation in unilateral stance: interaction effects of direction, displacement and velocity on compensatory neuromuscular and kinematic responses. *PLoS one* 2015;10(12):e0144529. doi:10.1371/journal.pone.0144529
3. Wong CK, Varca MJ, Stevenson CE, Maroldi NJ, Ersing JC, Ehrlich JE. Impact of a four-session physical therapy program emphasizing manual therapy and exercise on the balance and prosthetic walking ability of people with lower-limb amputation: a pilot study. *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics* 2016;28(3):95-100. doi:10.1097/jpo.0000000000000099
4. Vrieling AH, Van Keeken HG, Schoppen T, Otten E, Hof AL, Halbertsma JP, Postema K. Balance control on a moving platform in unilateral lower limb amputees. *Gait & Posture* 2008;28(2), 222–8. doi:10.1016/j.gaitpost.2007.12.002
5. Zhang X, Liu Z, Qiu G. Measuring balance abilities of transtibial amputees using Multiattribute Utility theory. *BioMed Research International* 2021;2021. doi:10.1155/2021/8340367
6. Seth M, Lamberg E. Standing balance in people with trans-tibial amputation due to vascular causes: A literature review. *Prosthetics and Orthotics International* 2017;41(4):345-55. doi:10.1177/0309364616683819
7. Welch TD, Ting LH. Mechanisms of motor adaptation in reactive balance control. *PloS one* 2014 May 8;9(5):e96440.
8. Kim Y, Vakula MN, Bolton DA, Dakin CJ, Thompson BJ, Slocum TA, Teramoto M, Bressel E. Which exercise interventions can most effectively improve reactive balance in older adults? a systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience* 2022;13:764826. doi:10.3389/fnagi.2021.764826
9. Lacroix A, Kressig RW, Muehlbauer T, Gschwind YJ, Pfenninger B, Bruegger O, Granacher U. Effects of a supervised versus an unsupervised combined balance and strength training program on balance and muscle po-

- wer in healthy older adults: a randomized controlled trial. *Gerontology* 2016;62(3):275-88. doi:10.1159/000442087
10. McCrum C, Bhatt TS, Gerards MH, Karamanidis K, Rogers MW, Lord SR, Okubo Y. Perturbation-based balance training: principles, mechanisms and implementation in clinical practice. *Frontiers in Sports and Active Living* 2022;4:1015394. doi:10.3389/fspor.2022.1015394
 11. Moisan G, Miramand L, Younesian H, Turcot K. Balance control deficits in individuals with a transtibial amputation with and without visual input. *Prosthetics and Orthotics International* 2022;46(2):134-9. doi:10.1097/pxr.0000000000000086
 12. Hermodsson Y, Ekdahl C, Persson BM, Roxendal G. Standing balance in trans-tibial amputees following vascular disease or trauma: a comparative study with healthy subjects. *Prosthetics and Orthotics International* 1994;18(3):150-8 doi:10.3109/03093649409164400
 13. Ku PX, Osman NA, Abas WA. Balance control in lower extremity amputees during quiet standing: A systematic review. *Gait & Posture* 2013;39(2): 672–82. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.07.006
 14. Mishra S, Qureshi MD, Jethwani D, Dadgal R, Chitale N. Efficacy of Static Stabilization Exercises along with Progressive Resistive Exercises on Balance and Quality of Life in Elderly Population: A Study Protocol. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology* 2021;15(2). doi:10.37506/ijfmt.v15i2.14432
 15. Jayakaran P, Johnson GM, Sullivan SJ, Nitz JC. Instrumented measurement of balance and postural control in individuals with lower limb amputation: a critical review. *International Journal of Rehabilitation Research* 2012;35(3):187-96. doi:10.1097/MRR.0b013e3283550ff9.
 16. Allin LJ, Brolinson PG, Beach BM, Kim S, Nussbaum MA, Roberto KA, Madigan ML. Perturbation-based balance training targeting both slip-and trip-induced falls among older adults: a randomized controlled trial. *BMC geriatrics* 2020;20:1-3. doi:10.1186/s12877-020-01605-9
 17. Srivastava K, Chaudhury S. Rehabilitation after amputation: psychotherapeutic intervention module in Indian scenario. *The Scientific World Journal* 2014;2014. doi.org/10.1155/2014/469385
 18. De Luccia N, Pinto MD, Guedes JP, Albers MT. Rehabilitation after amputation for vascular disease: a follow-up study. *Prosthetics and orthotics international* 1992;16(2):124-8. doi: 10.3109/03093649209164324.
 19. Wainapel SF. Rehabilitation of the older amputee. *Journal of the American Geriatrics Society* 1997;45(8):1033. doi: 10.1111/j.1532-5415.1997.tb02982.x
 20. Krause A, Freyler K, Gollhofer A, Stocker T, Brüderlin U, Ritzmann R. Neuromuscular and kinematic adaptation in response to reactive balance training—a randomized controlled study regarding fall prevention. *Frontiers in Physiology* 2018;9:384520. doi:10.3389/fphys.2018.01075
 21. Miller WC, Speechley M, Deathe AB. Balance confidence among people with lower-limb amputations. *Physical therapy* 2002;82(9):856-65. doi:10.1093/ptj/82.9.856
 22. Resnik L, Borgia M. Reliability of outcome measures for people with lower-limb amputations: distinguishing true change from statistical error. *Physical therapy* 2011;91(4):555-65. doi:10.2522/ptj.20100287
 23. Knott M, Mead S. Facilitation technics in lower extremity amputations. *Physical Therapy* 1960;40(8):587-9. doi:10.1093/ptj/40.8.587
 24. Laura Hak and others, Stepping Asymmetry Among Individuals With Unilateral Transtibial Limb Loss Might Be Functional in Terms of Gait Stability, *Physical Therapy* 2014;94(10):1480–8. doi:10.2522/ptj.20130431
 25. Houdijk H, van Ooijen MW, Kraal JJ, Wiggerts HO, Polomski W, Janssen TW, Roerdink M. Assessing gait adaptability in people with a unilateral amputation on an instrumented treadmill with a projected visual context. *Physical therapy* 2012;92(11):1452-60. doi:10.2522/ptj.20110362

Korespondent / Corresponding author: Igor Jović, E-mail: jovicigor96@gmail.com