

# ZANESLJIVOST KLINIČNE ANALIZE HOJE MED PREISKOVALCI PRI BOLNIKI PO TRANSTIBIALNI AMPUTACIJI *INTER-RATER RELIABILITY OF CLINICAL GAIT ANALYSIS IN PEOPLE AFTER TRANSTIBIAL AMPUTATION*

Metka Zalar<sup>1</sup>, dipl. fiziot., Janja Polenšek Ivančič<sup>1</sup>, dipl. fiziot., Simon Drole<sup>1</sup>, dipl. fiziot., Mateja Vesel<sup>1</sup>, dipl. fiziot., Veronika Podlogar<sup>1</sup>, dipl. fiziot., prof. dr. Helena Burger<sup>1,2</sup>, dr. med., izr. prof. dr. Gaj Vidmar<sup>1,2,3</sup>, univ. dipl. psih.

<sup>1</sup>Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta

<sup>3</sup>Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper

## Izvleček

### Izhodišče:

Ljudje z amputacijo spodnjega uda, ki so oskrbljeni s protezo, se morajo naučiti hoje in obvladovanja proteze. Kljub sodobnim protetičnim komponentam so pri tej populaciji nepravilnosti hoje pogoste. Fizioterapevti, ki izvajajo učenje in vadbo hoje, morajo biti sposobni opaziti različne nepravilnosti v vzorcu hoje, poznati njihove vzroke ter poskušati izboljšati vzorec hoje z različnimi fizioterapevtskimi metodami. Klinična analiza hoje je del standardnih postopkov ob predpisu nove proteze. Zato je pomembno, da je zanesljivost med ocenjevalci čim boljša.

### Metode:

V preiskavo smo vključili 50 oseb po transtibialni amputaciji enega spodnjega uda, ki so že vsaj eno leto hodili s protezo, niso imeli nevroloških ali drugih mišično-skeletnih okvar, ki bi lahko vplivale na hojo, so dobili novo protezo in so bili pripravljeni sodelovati. Izključili smo tudi osebe z bolečinami ali ranami na krnu. Ob prejemu nove proteze smo naključno izbrani trije od petih fizioterapevtov Oddelka za rehabilitacijo bolnikov po amputaciji hkrati opazovali njihovo hojo in vsak na svoj obrazec zabeležili opažene nepravilnosti. Na vsakih 10 bolnikov znotraj vsake skupine smo uporabili vse kombinacije treh terapevtov.

## Abstract

### Background:

*Patients after lower limb amputation fitted with prosthesis have to learn how to walk and control the movement of prosthesis. In spite of modern prosthetic components, gait deviations in this population are still frequent. The physiotherapists (PTs) performing gait training have to be able to observe different gait abnormalities, understand their causes and try to improve them by using appropriate physiotherapeutic methods. Clinical gait analysis is part of the standard procedure of fitting a new prosthesis. It is therefore important that there is inter-rater agreement between different PTs.*

### Methods:

*Fifty subjects after transtibial amputation, who had been amputated at least one year ago were recruited from our outpatient clinic. They had no other neurological or musculoskeletal disorders that might influence their gait, had to be able to walk independently with their prosthesis (walking aids were allowed) and had no problems with the prosthesis. Five PTs performed gait assessment; three of them were randomly selected to observe each patient when they got a new prosthesis. Randomisation was balanced so that each PT observed an equal number of subjects. The percentage of agreement between raters was calculated for each gait parameter (which were all dichotomous).*

**Rezultati:**

V raziskavo smo vključili 50 bolnikov (43 moških in sedem žensk) po transtibialni amputaciji, starih od 17 do 91 let (povprečje 65 let, mediana 67 let). Pri bolnikih je bila amputacija opravljena v obdobju od enega leta do 66 let (povprečje 11 let, mediana 4 leta) pred vključitvijo v študijo. Pri 18 bolnikih je bila amputacija posledica zapletov sladkorne bolezni, 16 bolnikov je bilo amputiranih zaradi poškodbe, devet zaradi perifernega žilnega obolenja, eden zaradi tumorja in šest zaradi drugih vzrokov. V šestih minutah so prehodili od 40 do 760 metrov (povprečje 287 m, mediana 280 m). Trideset jih ni moglo stati na protezi (test stoje na eni nogi – protezi), pet jih je na protezi stalo eno sekundo, po sedem dve oziroma tri sekunde (povprečje je dve sekundi). Skladnost med petimi terapijami je bila zadovoljiva le v petih od 13 opazovanih značilnosti, kljub uporabi dvojiškega točkovanja. Fizioterapevti smo se povsem (100 %) strinjali v tem, ali je hoja funkcionalna ali ni, dobra je bila tudi skladnost glede dostopa na podlago in morebitne prisotnosti hiperekstenzije kolena. Skladnost je bila najslabša glede dolžine korakov, ritma hoje in nagiba trupa na stran amputacije.

**Zaključek:**

Skladnost ocenjevanja in prepoznavanja nepravilnosti hoje bolnikov po transtibialni amputaciji med fizioterapevti ni najboljša. Potrebno je bolj natančno opisati, kaj pomenijo posamezne ocene, dobro pa bi bilo tudi prilagoditi obrazec za ocenjevanje.

**Ključne besede:**

analiza hoje; klinično ocenjevanje; zanesljivost med preiskovalci; fizioterapevti; amputacija spodnjega uda

**Results:**

*The subjects (43 men, 7 women) were on average 65 years old (range 17-91, median 67 years). The mean time since amputation was 11 years (range 1-66, median 4 years); 18 amputations were due to sequelae of diabetes mellitus, 16 due to injury, nine due to peripheral vascular disease, one due to tumour and six due to other reasons. In six minutes, the subjects walked 40 to 760 metres (mean 287 m, median 280 m). Only in five of the 13 observed gait parameters was the percentage of agreement higher than 80%. There was 100% agreement about functionality of gait and 98% of initial contact, 92% about knee hyperextension, 80% about not loading the prosthesis and 78% about loading it. Agreement about whether there was knee valgus during stance phase was better (88%) than about knee varus (62%). The lowest agreement was about gait rhythm (60%) and equality of step length (54%).*

**Conclusions:**

*Inter-rater reliability of clinical gait analysis in people after transtibial amputation between our PTs is not very satisfactory. It is necessarily to define more precisely what the observed parameters mean; it would also be beneficiary to adjust the assessment form accordingly.*

**Keywords:**

*gait analysis; clinical assessment; inter-rater reliability; physiotherapists; lower limb amputation*

**UVOD**

Glavna želja bolnikov po amputaciji spodnjega uda je, da bi dobili protezo in ponovno hodili. Vendar pa transtibialna amputacija povzroči mišično neravnovesje (1-3), izgubo gibov distalno in zmanjšana senzorni priliv. Posledice so spremembe vzorca hoje, zmanjšana hitrost in vzdržljivost hoje, povečana poraba energije, bolečine, motnje ravnotežja. Vse naštetu vpliva na sposobnost in kakovost hoje oseb po transtibialni amputaciji (4).

Proteza osebi nudi oporo, ne nadomesti pa aktivnosti prerezanih mišic. Bolniki se morajo zato naučiti pravilne hoje s protezo ter okvare na ravni telesne zgradbe in telesnih funkcij nadomestiti s preostalim delom telesa – mišicami krna, kolka na neamputirani strani, drugega spodnjega uda in trupa (5). Zelo pomembno je, da se naučijo pravih nadomestnih mehanizmov, da je hoja čim bolj podobna hoji zdravih ljudi, s čim manj nepravilnostmi

(6 - 9). Zato je pomembno, da fizioterapevti dobro opazujejo hojo posameznika, prepoznajo nepravilnosti v vzorcu hoje, vzroke zanje in jih takoj popravljajo in odpravljajo.

Ocenjevanje in analiza hoje sta vse pomembnejša dela fizioterapije, saj se uporabljata za ugotavljanje odklona od normalnega vzorca hoje, stopnje nepravilnosti in skupaj s poznavanjem vzrokov za nepravilnosti, omogočita ciljno usmerjene ukrepe za izboljšanje moči, spretnosti, ravnotežja in vzdržljivosti ter ugotavljanje učinkovitosti terapije.

Analiza hoje z opazovanjem oz. klinična analiza hoje je najbolj razširjena in uporabna metoda analize hoje v mnogih ustanovah (10). Za zanesljivost klinične analize hoje mora fizioterapevt poznati značilnosti normalne hoje kot tudi nepravilnosti hoje, ki jih lahko opazimo pri osebah po amputaciji spodnjega uda (11-15). Oceno nam olajša tudi dobro teoretično znanje o omejitvah vzorca

hoje osebe po amputaciji spodnjega uda, kot tudi znanje o funkcionalnosti nekaterih komponent proteze (11). Nepravilnosti hoje delimo glede na cikel hoje v nepravilnosti v fazi zamaha in tiste v fazi opore. V fazi zamaha je pri osebah po transtibialni amputaciji lahko prisotno kroženje (cirkumdukcija), dvig medenice, manjša ali popolnoma odsotna fleksija kolena, zatikanje prstov stopala proteze ob podlago, lateralni ali medialni odklon pete stopala proteze (2). V fazi opore pa pri teh bolnikih lahko opazujemo dostop na prste, oporo na pokrčeno koleno, hiperekstenzijo kolena, varus oz. valgus kolena in zunanjo rotacijo stopala proteze (2). Večina avtorjev meni, da so vzroki za nepravilnosti hoje pri ljudeh po amputaciji spodnjega uda lahko v osebi, v protezi ali v okolju (2, 9, 12, 13, 16, 17). Fizioterapevt jih mora poznati, odstraniti morebitne vzroke v okolju, preveriti in ustrezno ukrepati pri vzrokih v osebi. Diplomiranega inženirja ortotike in protetike mora opozoriti na možne vzroke v protezi. Zatikanje prstov proteznega stopala pri bolniku po transtibialni amputaciji v fazi zamaha je primer, pri katerem je odklon hoje lahko posledica oslabelosti abduktorjev kolka in plantarnih fleksorjev na kontralateralni strani (vzrok v osebi) ali neustrezne suspenzije ali dolžine proteze (vzrok v protezi).

Skinner s sodelavci opisuje analizo hoje kot koristno metodo za evalvacijo osebe po amputaciji, s katero lahko ocenimo stopnjo rehabilitacije in učinke terapije (4). Različni avtorji so ocenjevali časovno merjene parametre hoje (hitrost, kadenco, cikel hoje, dolžino koraka) in analizirali gibanje posameznih segmentov telesa. Vsi so ugotavljali nepravilnosti hoje oseb po amputaciji. Breakey je v študiji na osebah s podkolensko amputacijo ugotovil, da se opora na neprizadeti nogi podaljša in skrajša na amputirani nogi, kar privede do nepravilnega ritma hoje (12). Opažal je tudi asimetričnost dolžine korakov, ko so osebe naredile daljši korak s protezo. Pri opazovanju posameznih segmentov telesa je ugotovil, da je fleksija kolena na amputirani nogi v primerjavi s kontralateralno stranjo manjša oz. odsotna (12).

Na Univerzitetnem rehabilitacijskem inštitutu Republike Slovenija – Soči (URI – Soča) smo fizioterapevti Oddelka za rehabilitacijo bolnikov po amputaciji leta 2010 na podlagi pregleda literature pripravili obrazec za opazovanje nepravilnosti hoje pri bolnikih po transtibialni amputaciji. Obrazec vsebuje parametre: funkcionalnost hoje, dolžino korakov, ritem hoje, pravilnost zamaha in opore. V opori ocenjujemo obremenjevanje proteze, položaj kolena (hiperekstenzija, fleksija, varus in valgus položaj) in položaj trupa (nagib v stran in naprej). Pri uporabi pa smo opažali, da se opisi hoje med fizioterapevti razlikujejo. Zato smo želeli ugotoviti zanesljivost klinične analize hoje med preiskovalci pri bolnikih po transtibialni amputaciji oz. skladnost opazovanja med terapevti, kar je osnova za uporabo rezultatov opazovanja za klinično delo in nadaljnje študije.

## METODE

V preiskavo smo vključili 50 oseb po transtibialni amputaciji enega spodnjega uda, ki so že vsaj eno leto hodili s protezo, niso

imeli nevroloških ali drugih mišično-skeletnih okvar, ki bi lahko vplivale na hojo, so dobili novo protezo in so bili pripravljeni sodelovati. Izključili smo tudi osebe z bolečinami ali ranami na krnu. Velikost vzorca 50 je najmanjša potrebna za zanesljivost analize skladnosti med ocenjevalci (18).

Ob prejemu nove proteze smo naključno izbrani trije od petih fizioterapevtov Oddelka za rehabilitacijo bolnikov po amputaciji hkrati opazovali njihovo hojo in vsak na svoj obrazec zabeležili opažene nepravilnosti. Na vsakih 10 bolnikov znotraj vsake skupine smo uporabili vse kombinacije treh terapevtov (bločna randomizacija, velikost bloka  $5!/3! = 10$ ).

Hojo smo opazovali od spredaj (bolnik hodi proti nam), zadaj (bolnik hodi stran od nas) in od strani (bolnik hodi mimo nas). Od 50 bolnikov je 10 bolnikov pri hoji uporabljalo eno berglo, ena bolnica je uporabljala recipročno hoduljo. Bolniki so hodili po hodniku, na katerem smo izmerili 20 m dolgo pot. Pot je bila omejena z dvema stožcema, okoli katerih so bolniki hodili. Zaradi prostora, kjer smo opravljali klinično analizo, bolnikov nismo slačili. Zavihali smo le hlačnico na strani amputacije.

Prva avtorica prispevka je dodatno opravila tudi test 6 minut hoje in test stoje na eni nogi – protezi. Raziskavo je odobrila etična komisija URI – Soča.

## REZULTATI

V raziskavo smo vključili 50 bolnikov (43 moških in sedem žensk) po transtibialni amputaciji starih od 17 do 91 let (povprečje 65 let, mediana 67 let). Bolniki so bili amputirani od 1 do 66 let (povprečje 11 let, mediana 4 leta) pred vključitvijo v študijo. Pri 18 bolnikih je bila amputacija posledica zapletov sladkorne bolezni, 16 bolnikov je bilo amputiranih zaradi poškodbe, devet zaradi perifernega žilnega obolenja, eden zaradi tumorja in šest zaradi drugih vzrokov. V 6 minutah so prehodili od 40 – 760 metrov (povprečje 287 m, mediana 280 m). Trideset jih ni moglo stati na protezi, pet jih je na protezi (test stoje na eni nogi – protezi) stalo eno sekundo, po sedem dve oziroma tri sekunde (povprečje je bilo dve sekundi).

Tabela 1 povzema skladnost fizioterapevtov pri opazovanju hoje. Značilnosti fizioterapevtov, ki so sodelovali v raziskavi, povzema Tabela 2. Sodelovale so štiri ženske in en moški, ki kot fizioterapevti delajo od tri do 39 let. Na Oddelku za rehabilitacijo bolnikov po amputaciji pa so aktivni od enega in pol do 37 let.

**Tabela 1:** Skladnost fizioterapevtov glede opazovanih značilnosti hoje.**Table 1:** Agreement between physiotherapists regarding observed gait parameters.

Nepravilnost hoje Deviation	Ocena Raing	Skladnost Agreement
1. Funkcionalnost hoje	Da / ne	100 %
2. Zamah	Pravilen / nepravilen	78 %
3. Dostop	Na peto / prste	98 %
4. Obremeni protezo	Da / ne	78 %
5. Ne obremeni proteze	Da / ne	80 %
6. Na iztegnjeno koleno	Da / ne	62 %
7. Na pokrčeno koleno	Da / ne	68 %
8. Hiperekstenzija kolena	Da / ne	92 %
9. Varus kolena	Da / ne	62 %
10. Valgus kolena	Da / ne	88 %
11. Nagib trupa na amputirano stran	Da / ne	60 %
12. Dolžina korakov	Enako dolgi/ neenako dolgi	54 %
13. Ritem hoje	Pravilen / nepravilen	60 %

**Tabela 2:** Delovne izkušnje fizioterapevtov.**Table 2:** Work experience of the physiotherapists.

Zap. št. ID	Spol Gender	Leta delovnih izkušenj – skupaj Total years of work experience	Leta delovnih izkušenj na oddelku Years of work experience at the department
1	M	16	15
2	Ž	35	25
3	Ž	39	37
4	Ž	3	1,5
5	Ž	5	2

## RAZPRAVA

Rezultati naše raziskave so pokazali, da je bilo soglasje med petimi terapevti zadovoljivo le v polovici opazovanih značilnosti, kljub uporabi dvojiškega točkovanja. Fizioterapevti Oddelka za rehabilitacijo bolnikov po amputaciji smo se povsem (100 %) skladali v tem, ali je hoja funkcionalna ali ni. Dobra je bila tudi skladnost glede dostopa in prisotnosti hiperekstenzije kolena. Skladnost ocen je bila najnižja glede dolžine korakov, ritma hoje in nagiba trupa na stran amputacije. Tako kot nekateri drugi avtorji (10, 19) smo tudi mi ugotovili, da je opazovanje nepravilnosti hoje lahko nezanesljivo. Zanesljivost proksimalnih segmentov telesa, ki se gibljejo počasneje, je boljša (20). Prav tako je nepravilnosti v fazi opore mogoče oceniti bolj zanesljivo kot nepravilnosti v fazi

zamaha (20). Tudi tukaj se naše ocene niso skladale v celoti. Dobro skladnost glede opore smo opazili le pri hiperekstenziji kolena in valgusnem položaju kolena, pri številnih drugih postavkah pa je bila slaba (Tabela 1).

Zamah smo ocenjevali le z eno postavko (pravilen/nepravilen), skladnost ocen je bila tu zadovoljiva. Nepravilnosti hoje je lažje oceniti, če opazujemo hojo v sagitalni in frontalni ravnini (s strani ter od spredaj in zadaj), kar smo pri ocenjevanju hoje tudi upoštevali.

Vzrok za slabšo skladnost pri ostalih značilnostih (varus kolena, pokrčeno oz. iztegnjeno koleno) je lahko različna izkušnost terapevtov, ki smo izvajali analizo (od dve do 38 let delovnih

izkušenj), kot tudi v tem, da nismo imeli predhodno dovolj natančno dogovorjenih meril. Da bi izboljšali zanesljivost predvsem pri oceni najbolj pomembnih značilnosti hoje (dolžina korakov in ritem hoje), bi bil potreben natančen dogovor, kako jih ocenjevati. Dodatna pomanjkljivost je, da bolnikov med opazovanjem nismo slekli do spodnjega perila, pač pa so imeli le zavihano hlačnico. Oblačila bi lahko prikrija nepravilnosti v proksimalnih segmentih, vendar je večina opazovanih značilnosti zahtevala opazovanje gibanja v kolenu in distalno. Pot, po kateri so hodili bolniki, je bila dolga 20 m, kar je zadostovalo za oceno hoje. Pot je bila omejena z dvema stožcema, okoli katerih so hodili bolniki. Med hojo nismo opisovali spremembe hoje oziroma ocenjevali pospeševanja, zaviranja oziroma obratov okoli stožcev, s katerima smo omejili pot.

V literaturi nismo našli nobene primerljive študije, ki bi ugotavljala skladnost oziroma zanesljivost opazovanja hoje med različnimi fizioterapevti. Slednje bi nam omogočilo kritično primerjavo naših ugotovitev z ostalimi in tako omogočilo večjo natančnost izvajanja metode klinične analize hoje. V nadaljevanju bi bilo potrebno izvesti več študij s podobno metodologijo in večjim vzorcem, kar bi zagotovilo bolj reprezentativne rezultate. V kliničnem okolju pa je opazovanje kinematike hoje in njeno ocenjevanje v vsakem primeru zelo pomembno za končni izid rehabilitacije oseb po amputaciji.

## ZAKLJUČEK

Skladnost ocenjevanja in prepoznavanja nepravilnosti hoje bolnikov po transtibialni amputaciji med fizioterapevti ni najboljša. Potrebno je bolj natančno napisati, kaj pomenijo posamezne ocene, dobro pa bi bilo tudi prilagoditi obrazec za ocenjevanje.

## Literatura:

1. Mensch G, Ellis PM. Physical therapy management of lower extremity amputations. Rockville: Aspen; 1986.
2. Sanders GT. Lower limb amputations: a guide to rehabilitation. Philadelphia: Davis, 1986.
3. Raya MA, Gailey RS, Fiebert IM, Roach KE. Impairment variables predicting activity limitation in individuals with lower limb amputation. *Prosth Orthot Int.* 2010; 34(1): 73-84.
4. Skinner HB, Effeney DJ. Gait analysis in amputees. *Am J Phys Med.* 1985; 64(2): 82-9.
5. Physiopedia contributors. Gait deviations in amputees. Physiopedia, 2015. Dostopno na: [https://www.physio-pedia.com/Gait\\_deviations\\_in\\_amputees](https://www.physio-pedia.com/Gait_deviations_in_amputees) (citirano: 6. 2. 2019).
6. Kishner S, Laborde JM. Gait analysis after amputation. *Medscape*, 2018. Dostopno na: <https://emedicine.medscape.com/article/1237638-overview> (citirano: 6. 2. 2019).
7. Prinsen EC, Nederhand MJ, Rietman JS. Adaptation strategies of the lower extremities of patients with a transtibial or transfemoral amputation during level walking: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011; 92(8): 1311-25.

8. Burger H, Marinček Č, Isakov E. Mobility of persons after traumatic lower limb amputation. *Disabil Rehabil.* 1997; 19(7): 272-7.
9. Baker R, Esquenazi A, Benedetti MG, Desloovere K. Gait Analysis: clinical facts. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016; 52(4): 560-74.
10. Eastlack ME, Arvidson J, Snyder-Mackler L, Danoff JV, McGarvey CL. Interrater reliability of videotaped observational gait analysis. *Phy Ther.* 1991; 71(6): 465-72.
11. Marks RM, Long JT, Exten EL. Gait abnormality following amputation in diabetic patients. *Foot Ankle Clin.* 2010; 15(3): 501-7.
12. Bagley AM, Skinner HB. Progress in gait analysis in amputees. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* 1991; 3(2): 101-20.
13. Esquenazi A: Gait analysis in lower-limb amputation and prosthetic rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2014; 25(1): 153-67.
14. Sagawa Y Jr, Turcot K, Armand S, Thevenon A, Vuillerme N, Watelain E. Biomechanics and physiological parameters during gait in lower-limb amputees. *Gait Posture.* 2011; 33(4): 511-26.
15. Rabago CA, Wilken JM. The prevalence of gait deviations in individual with transtibial amputation. *Mil Med.* 2016; 181(S4): 30-7.
16. Berger N. Analysis of amputee gait. In: Bowker JH, Michael JW, eds. *Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles.* 2<sup>nd</sup> ed. St. Luis: Mosby year book; 1992: 371-9.
17. Breakey J. Gait of unilateral below-knee amputees. *Orthot Prosthet.* 1976; 30(3): 17-24.
18. Shrout PE. Measurement reliability and agreement in psychiatry. *Stat Methods Med Res.* 1998; 7(3): 301-17.
19. Krebs DE, Edelstein JE, Fishman S. Reliability of observational kinematic gait analysis. *Phys Ther.* 1985; 65(7): 1027-33.
20. Thompson D. Observational gait analysis. Dostopno na: <https://ouhsc.edu/bserdac/dthompso/web/gait/knematics/oga.htm> (citirano: 6. 2. 2019).