

PRIMERJAVA DVEH NAČINOV IZDELAVE KOPALNIH PROTEZ ZA OSEBO PO AMPUTACIJI SPODNJIH UDOV *COMPARISON OF TWO TECHNOLOGIES FOR PRODUCING A WATERPROOF LOWER LIMB PROSTHESIS*

Branko Zdovc, dipl. inž. ort. in prot., Maja Mlakar, dipl. inž. ort. in prot.,
prof. dr. Helena Burger, dr. med.

Univerzitetni rehabilitacijski Inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Izvleček

Izhodišče:

Kopalna proteza je odporna na vodo in pesek. Osebe po amputaciji spodnjih udov jih uporabljajo pri različnih dejavnostih, kot so tuširanje, plavanje, pri določenih vodnih športih ali zgolj za dostop v vodo in iz nje. V Sloveniji smo, kljub razvoju novih sestavnih delov, izdelovali le eksoskeletne votle proteze po več kot dvajset let stari tehnologiji. Namen internega projekta je bil izdelati kopalno protezo z novimi vodoodpornimi sestavnimi deli ter primerjati postopka izdelave, stroške materiala in zadovoljstvo uporabnika.

Metode:

Vključili smo 28-letnika po desni transtibialni in levi transfemoralni amputaciji zaradi poškodbe. Primerjali smo število opravljenih faz v postopkih izdelave eksoskeletne in endoskeletne kopalne proteze in strošek porabljenega materiala. Uporabnik je zadovoljstvo s protezama ocenil v vprašalniku za ocenjevanje protez (Prosthesis evaluation questionnaire – PEQ).

Rezultati:

Pri primerjavi postopkov izdelave transtibialne kopalne proteze smo ugotovili, da je število faz v postopku izdelave endoskeletne proteze manjše za najmanj tri faze in v postopku izdelave transfemoralne endoskeletne proteze manjše za najmanj pet faz. Stroški uporabljenega materiala tako za transtibialno kot tudi za transfemoralno

Abstract

Introduction:

Prosthesis for bathing is resistant to water and sand. It is used in a variety of activities such as showering, swimming, in certain water sports or simply to access the water and getting out of it. Despite the development of new components, we had been producing only mechanical exoskeleton hollow prostheses based on the old technology for more than twenty years. The purpose of our project was to create new waterproof prosthesis components and compare the new and the old manufacturing process, the cost of materials and user satisfaction.

Methods:

We invited a 28-year old patient after traumatic right sided trans-tibial amputation and left sided trans-femoral amputation. We compared the number of stages in the process of production of exoskeletal and endoskeletal prostheses for bathing and the costs of the applied materials. User's satisfaction with the prostheses was assessed using the Prosthesis Evaluation Questionnaire - PEQ.

Results:

When comparing both manufacturing processes we found that the manufacturing process of the endoskeletal prosthesis was shorter for at least three phases, while the manufacturing process of trans-femoral endoskeletal prosthesis was shorter for at least 5 phases. The costs of the materials used for both prostheses were 2.5 times

endoskeletno protezo so 2,5-krat višji kot pri izdelavi eksoskeletne proteze. Uporabnik je bil z novima protezama zelo zadovoljen.

Zaključek:

Tehnološki postopek izdelave novega tipa kopalne proteze je bistveno hitrejši od tradicionalnega postopka izdelave kopalne proteze, vendar pa so sestavni deli dražji.

Ključne besede:

amputacija spodnjega uda, kopalna proteza, zadovoljstvo s protezo

higher in comparison to the manufacturing process of the mechanical exoskeleton prosthesis. The patient was very pleased with both new prostheses.

Conclusion:

The technological procedure for producing a modern bathing prosthesis is much faster compared to the traditional one, but the components are much more expensive.

Key words:

lower limb amputation, bathing prosthesis, satisfaction with prosthesis

UVOD

V zadnjih nekaj letih je tehnologija izdelovanja protez za spodnje ude zelo napredovala. Razvili so nove oblike ležišč (1, 2), ki jih lahko izdelamo iz sodobnejših materialov ter številnih novih sestavnih delov (mikroprocesorska ali računalniška kolena, med katerimi sta najbolj znani C-leg® (3) in Genium® (4), kolena z elektromotorji (5), stopalo z elektromotorjem (6), stopala z velikim obsegom plantarne fleksije (7), različne sisteme pritrditve, kot so Harmony® (8) in številne druge).

Razvoj stroke pri izdelovanju ležišč in sestavnih delov omogoča uporabnikom protez doseganje večje samostojnosti v vsakdanjem življenju (9) ter možnost sodelovanja v različnih športnih in rekreativnih dejavnostih (10). Šport in rekreacija imata tako za mlade kot starejše osebe po amputaciji pozitivne fiziološke, psihološke in socialne vplive na zdravje (11, 10). Za osebe po amputaciji spodnjega uda so primerni številni športi, tudi plavanje in drugi športi, kjer je oseba v stiku z vodo (jadranje, potapljanje) (12).

Plavanje je ena izmed najboljših oblik vzdrževanja telesne kondicije. Med plavanjem so aktivne glavne mišične skupine zgornjih in spodnjih udov, kar izboljša delovanje srčno-žilnega sistema (7, 10). Osebam po amputaciji plavanje kot rekreacijo priporočamo tudi zato, ker v vodi ni nevarnosti padca in poškodb (7, 10). Na plavalnih tekmovanjih uporaba protez ni dovoljena (11, 10) in zato osebe po amputaciji večinoma učimo plavati brez proteze.

Pri osebah po amputaciji spodnjih udov je glavna težava, ki je povezana z vodnimi športi, vstop in izstop iz bazena; enako velja za jezera in morje. V bazenu so tla mokra in spolzka, neravni predeli na plažah so lahko nevarni. Mlajše osebe po amputaciji spodnjega uda z dobrim ravnotežjem in močnim drugim spodnjim udom lahko do vode skačejo po drugi nogi, si pomagajo z dvema berglama in doskokom

ali preskokom ali pa uporabljajo »kopalno protezo«. Oba načina gibanja brez proteze sta nevarna, saj lahko pride do zdrsa, in zato za večino oseb po amputaciji nista primerna. Najbolj primeren način dostopa do vode je uporaba kopalne proteze (10, 13). Prav zato mora biti kopalna proteza narejena iz sestavnih delov, ki so lahko izpostavljeni vodi, pesku in so odporni na sol, stopalo proteze brez obuvala pa na mokri površini ne sme drseti (7).

Poznamo dva osnovna tipa kopalnih protez (13):

- eksoskeletne votle proteze in
- endoskeletne proteze:
 - z enostavnimi nastavki namesto stopal oziroma proteze, na katerih so plavutke;
 - s stopali, ki jih lahko damo v povečano plantarno fleksijo;
 - z negibljivimi stopali, ki so odporna na vodo in sol;
 - s sestavnimi deli, ki niso odporni na vodo in sol, imajo pa vodoodporno prevleko (kozmetiko).

Tradicionalne kopalne proteze so bile votle eksoskeletne in zato lažje od vode. Nekateri uporabniki so poročali, da jim taka proteza dviguje spodnji del telesa in sili glavo pod vodo. To težavo je mogoče rešiti tako, da voda napolni votli del proteze, vendar pa mora biti prostornina, ki jo lahko napolni voda, skrbno preračunana (10). Če je prevelika, lahko proteza postane (pre)težka in vleče krn oz. spodnji del telesa navzdol. Stopalo take proteze je ves čas v enakem položaju (90°) (7).

Novejši na trgu dostopni sestavni deli omogočajo tudi izdelavo endoskeletnih protez z različnimi stopali, na nekatera lahko namestimo tudi plavutke (13). Stopala teh protez lahko med plavanjem damo v iztegnjen položaj (plantarno fleksijo), kar omogoča uporabo plavutk (7). To je še posebej ugodno, saj plavanje s tako protezo (z ali brez plavutk) pripomore k raztezanju in krepitvi mišic krna (10).

Naslednja možnost je, da ima proteza vodoodporna stopalo, ki ni gibljivo in je ves čas v enakem položaju (približno pod kotom 90°). Namesto kopalne proteze lahko oseba uporablja tudi protezo, ki jo uporablja sicer za hojo, vendar ima, kadar sestavni deli niso vodoodporni, vodoodporno prevleko. Priporočamo jih predvsem osebam, ki ne želijo plavati, ampak se občasno zadržujejo ob vodi (10), ne priporočamo pa jih osebam, ki imajo protezo z elektronskimi sestavnimi deli.

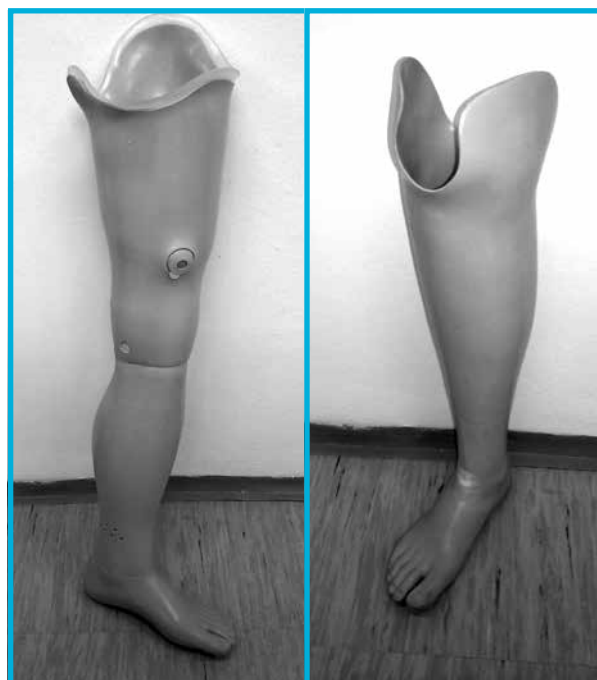
V Sloveniji smo kljub razvoju novih sestavnih delov še ne dolgo tega izdelovali le eksoskeletne votle proteze po več kot dvajset let stari tehnologiji. V okviru internega projekta smo želeli izdelati kopalno protezo z novimi vodoodpornimi sestavnimi deli in primerjati postopka izdelave, stroške materiala ter zadovoljstvo uporabnika glede na izkušnje z votlo eksoskeletno protezo.

METODE

K sodelovanju smo povabili 28-letnega moškega po desni transtibialni in levi transfemoralni amputaciji zaradi poškodbe. Podrobno smo popisali postopek izdelave transtibialne in transfemoralne endoskeletne kopalne proteze z novimi sestavnimi deli (Slika 1) in tradicionalni postopek izdelave eksoskeletne kopalne proteze, ki smo ga sicer uporabljali za dosedanje bolnike (Slika 2). Primerjali smo število opravljenih faz v obeh postopkih izdelave. Popisali in primerjali smo tudi stroške porabljenega materiala.



Slika 1: Nadkolenska endoskeletna kopalna proteza (levo) in podkolenska endoskeletna proteza (desno).



Slika 2: Nadkolenska eksoskeletna kopalna proteza (levo) in podkolenska eksoskeletna proteza (desno).

Uporabnik je zadovoljstvo s protezama ocenil v vprašalniku za ocenjevanje protez (*angl.* Prosthesis evaluation questionnaire – PEQ) (14). Vprašalnik o zadovoljstvu s protezo ima več delov. Vprašalnik sestavlja več podlestitvic za oceno:

1. zadovoljstvo s protezo (22 vprašanj);
2. specifični telesni občutki (16 vprašanj);
3. socialni in čustveni vidiki uporabe proteze (10 vprašanj);
4. sposobnost gibanja (13 vprašanj);
5. zadovoljstvo z določenimi situacijami (7 vprašanj);
6. izvajanje dnevnih dejavnosti (3 vprašanja) in
7. pomembnost različnih vidikov proteze za posameznika (10 vprašanj).

Na večino vprašanj uporabnik proteze lahko odgovori s pomočjo vizualne analogne lestvice, le v drugem sklopu je šest vprašanj, pri katerih uporabnik obkroži pravilni odgovor. Uporabnik je vprašalnik (en za obe protezi) izpolnil štiri tedne po prevzemu obeh protez.

REZULTATI

Pri primerjavi postopkov izdelave obeh vrst transtibialnih kopalnih protez (Tabela 1) smo ugotovili, da je število faz v postopku izdelave endoskeletne proteze manjše za najmanj 3 faze. Postopek izdelave je okvirno skrajšan za najmanj 33 %. S primerjavo postopkov izdelave obeh vrst transfemoralne kopalne proteze (Tabela 2) smo ugotovili, da je število faz v postopku izdelave endoskeletne proteze manjše za najmanj pet faz. Postopek izdelave je okvirno skrajšan za najmanj 40 %. Ocena stroškov materiala tako za transtibialno kot tudi za transfemoralno endoskeletno protezo je pokazala, da uporaba novejših sestavnih delov

poveča stroške uporabljenega materiala za 2,5-krat. V Tabeli 3 so prikazani sestavni deli eksoskeletne in endoskeletne nadkolenske kopalne proteze. Uporabnik je bil z uporabo novih protez zadovoljen. Rezultati posameznih podlestvic (razen druge podlestvice o specifičnih telesnih občutkih) so predstavljeni v Tabeli 4.

Tabela 1: Primerjava postopka izdelave obeh vrst transtibialnih kopalnih protez.

Postopek	Eksoskeletna proteza		Endoskeletna proteza	
	Faza	Izvajalec	Faza	Izvajalec
Meritev	x	inženir	x	inženir
Vlivanje mavca I.	x	tehnik	x	tehnik
Izdelava modela	x	inženir	x	inženir
Izdelava testnega ležišča			možnost	tehnik
Laminacija I.	x	tehnik	x	
Vlivanje pene	x	tehnik		
Preizkus	x	inženir	x [krajši za 1/2]	inženir
Vlivanje mavca II.	x	tehnik		
Laminacija II.	x	tehnik		
Končna izdelava proteze - kozmetika	x	tehnik	možnost	tehnik

Legenda: - faza je potrebno opraviti; prazna vrstica - faze ni potrebno opraviti; možnost - faza se opravi ali ne (glede na odločitev inženirja o stanju krna).

Tabela 2: Primerjava postopka izdelave obeh vrst transfemoralne kopalne proteze.

Postopek	Eksoskeletna		Endoskeletna	
	Faza	Izvajalec	Faza	Izvajalec
Meritev	x	inženir	x	inženir
Vlivanje mavca I.	x	tehnik	x	tehnik
Izdelava modela	x	inženir	x	inženir
Izdelava testnega ležišča			možnost	tehnik
Laminacija I. podkolenski del	x	tehnik		
Laminacija I. nadkolenski del	x	tehnik	x	tehnik
Vlivanje pene	x	tehnik		
Preizkus	x	inženir	x [krajši za 1/2]	inženir
Vlivanje mavca II.	x	tehnik		
Laminacija II. podkolenski del	x	tehnik		
Laminacija II. nadkolenski del	x	tehnik		
Končna izdelava - kozmetika	x	tehnik	možnost	tehnik

Legenda: x – faza je potrebno opraviti; prazna vrstica – faze ni potrebno opraviti; možnost – faza se opravi ali ne (glede na odločitev inženirja o stanju krna).

Tabela 3: Primerjava sestavnih delov ekso- in endoskeletne nadkolenske kopalne proteze.

Sestavni del	Eksoskeletna	Endoskeletna
Ležišče – material	laminirano	laminirano
Ležišče – oblika	ML ozko	ML ozko
Suspenzija	vakuum	zatič (pin)
Koleno	enoosno na zaklep	enoosno hidravlično (pomoč ekstenziji) z možnostjo zaklepa
Stopalo	negibljivo dinamično	negibljivo dinamično
Nosilno ogrodje	zunanja trda laminirana lupina	vodoodporne cevi
Kozmetika	zunanja trda laminirana lupina	

Tabela 4: Zadovoljstvo uporabnika s protezama, ocenjeno z vprašalnikom za oceno zadovoljstva s protezo (PEQ) (14).

Podlestvica	Razpon možnih rezultatov	Povprečje ocen
Zadovoljstvo s protezo	10 - 100	80,8
Socialni in čustveni vidiki uporabe proteze	80 - 100	93,3
Sposobnosti gibanja	49 - 99	92,1
Zadovoljstvo z določenimi situacijami	75 - 100	92,6
Izvajanje dnevnih dejavnosti	80 - 98	92,0
Pomembnost različnih vidikov proteze	6 - 98	63,0

RAZPRAVA

V okviru internega projekta smo torej želeli izdelati kopalno protezo z novimi vodoodpornimi sestavnimi deli in primerjati postopka izdelave, stroške materiala ter zadovoljstvo uporabnika glede na izkušnje z votlo eksoskeletno protezo.

Analiza je pokazala, da so novejši sestavni deli občutno dražji, hkrati pa je postopek izdelave krajši. Poleg tega ima postopek izdelave endoskeletne proteze še številne druge prednosti, kot so možna uporaba testnega ležišča, lažje uravnavanje proteze in bolj naravna hoja. Pri izdelavi endoskeletne proteze je bilo predvsem delo tehnikov precej krajše, delno tudi inženirjev. Manj časa smo delali s snovmi, ki so lahko škodljive (steklena in ogljikova vlakna, livne smole, trdo penasti poliuretan), če tehniki in inženirji ne uporabljajo ustreznih zaščitnih sredstev (15).

Naslednja prednost je, da pri uporabi novih sestavnih delov kozmetike ni nujno izdelati. Kozmetika je za te sestavne dele narejena že serijsko. Če jo uporabnik želi imeti, jo lahko kupimo in namestimo. Kozmetika sicer nima pomembne vloge pri prenosu sil, hkrati pa je v procesu izdelave proteze ni potrebno brusiti in oblikovati. Pri eksoskeletni protezi je laminirana kozmetika, ki predstavlja zunanjo nosilno lupino proteze, nujna, potrebno jo je tudi primerno oblikovati.

Prednost endoskeletnih protez je tudi možnost uporabe testnega ležišča, ko je le-to potrebno. Pri standardnem postopku izdelave eksoskeletne proteze uporaba testnega ležišča ni možna, ker podkolenski oz. nadkolenski del vlijemo in laminiramo preko ležišča.

Z novejšimi sestavnimi deli je lažje tudi statično in predvsem dinamično uravnavanje proteze. Pri eksoskeletni protezi inženir protezo uravna tako, da podkolenski del (transtibialna proteza) ali nadkolenski in podkolenski del (transfemoralna proteza) proteze prereže, namesti v primeren položaj in zalepi. Postopek se ponavlja, dokler proteza ni primerno uravnana. Izkušen inženir lahko statično protezo uravna sorazmerno hitro. Dinamična uravnava pa je del preizkusa in posledica nepravilnosti, ki jih opazi pri hoji uporabnika, ter njegovih občutkov. Vsako rezanje in ponovno lepljenje preizkus podaljša. Endoskeletno protezo uravnavamo z adapterjem. Inženir le privija ali odvijaja vijake, kar znatno skrajša čas dinamične uravnave proteze pri preizkusu.

Eksoskeletna nadkolenska kopalna proteza ima lahko le enoosno koleno na zaklep. Oseba ves čas hodi z negibljivim kolonom, skrči ga le, ko se usede. Pri endoskeletnih kopalnih protezah lahko uporabljamo različna protezna kolena. Večina oseb koleno na koncu faze opore in v začetku faze zamaha skrči. Dodane imajo lahko tudi hidravlične mehanizme, ki v fazi zamaha pomagajo iztegovati podkolenski del proteze. Hoja je zato veliko bolj naravna in podobna hoji zdravih. Tako koleno ima tudi proteza, ki smo jo izdelali. Nobena od izdelanih protez ni namenjena predvsem plavanju, zato imata stopali, ki ne omogočata, da si uporabnik sam spremeni položaj stopala. Če povzamemo, so edina prednost eksoskeletnih kopalnih protez, narejenih po tradicionalnem načinu izdelave, nižji stroški materiala.

Uporabnik v predstavljenem primeru je bil s protezama zadovoljen. Pri drugih uporabnikih nismo preverjali zadovoljstva s kopalnimi protezami, ravno tako pa nismo našli študij s tovrstno tematiko. Pri obravnavanem uporabniku so bili odgovori z zadovoljstvom, nižjim od 70 %, redki, razen na podlestvici o pomembnosti različnih vidikov proteze. Pri podlestvici o zadovoljstvu s protezo je uporabnik poročal o slabšem zadovoljstvu le pri vprašanju o okvari obleke. Odgovorov na vprašanja pri drugi podlestvici vprašalnika nismo prikazali, ker proteza nanje ne vpliva. Podlestvica o pomembnosti različnih vidikov proteze vključuje sedem vprašanj o pomembnosti posameznih dejavnikov za uporabnika (teža proteze, enostavno nameščanje ...) in tri vprašanja o tem, kako moteči so posamezni dejavniki za uporabnika (potenje v ležišču, otekanje krna, drugi ljudje opazujejo protezo). Odgovori na vprašanja bi bili enaki tudi za druge proteze, ker se vprašanja ne nanašajo na pomembnost dejavnikov v zvezi z določeno protezo, temveč v zvezi s protezami na splošno.

Na voljo je le malo vprašalnikov, ki so jih razvili za oceno zadovoljstva s protezo. Najpogosteje se uporablja prav Vprašalnik za ocenjevanje proteze (*ang.* Prosthesis evaluation questionnaire – PEQ), ki je bil razvit za uporabo pri osebah po amputaciji spodnjega uda (14). Za osebe po amputaciji je bila razvita tudi Trinity lestvica za amputacije in izkušnje s protezo (*ang.* Trinity amputation and prosthesis experience scale – TAPES), ki bolj ocenjuje kakovost življenja oseb po amputaciji (16). Podlestvico o zadovoljstvu s pripomočkom ima tudi OPUS (17), ki pa je bil uporabljen doslej le v eni študiji (18).

Glavna pomanjkljivost naše študije je, da smo vključili le eno osebo, ki pa prej še ni imela kopalnih protez, ki bi bile izdelane po stari tehnologiji. Zaradi zmanjšanja stroškov smo vključili osebo, ki je imela pravico do predpisa in izdelave kopalnih protez, saj smo tako pokrili vsaj del stroškov. Največ koristi od novejših sestavnih delov in tehnologij bi lahko imeli mlajši, dejavni pacienti, ki predstavljajo le zelo majhen delež vseh oseb po amputaciji spodnjega uda, zato je bilo še toliko težje najti primerne kandidata.

ZAKLJUČEK

Tehnološki postopek izdelave novega tipa kopalne proteze je bistveno hitrejši od tradicionalnega postopka izdelave kopalne proteze, vendar pa so sestavni deli dražji. Uporabnik je bil z izdelanimi protezama zelo zadovoljen.

Literatura:

- Alley RD, Williams TW 3rd, Albuquerque MJ, Altobelli DE. Prosthetic sockets stabilized by alternating areas of tissue compression and release. *J Rehabil Res Dev* 2011; 48: 679–96.
- Traballesi M, Delussu AS, Averna T, Pellegrini R, Paradisi F, Brunelli S. Energy cost of walking in transfemoral amputees: comparison between Marlo Anatomical Socket and Ischial Containment Socket. *Gait Posture* 2011; 34: 270–4.
- Highsmith MJ, Kahle JT, Bongiorno DR, Sutton BS, Groer S, Kaufman KR. Safety, energy efficiency, and cost efficacy of the C-Leg for transfemoral amputees: a review of the literature. *Prosthet Orthot Int* 2010; 34: 362–77.
- Bellmann M, Schmalz T, Ludwigs E, Blumentritt S. Stair ascent with an innovative microprocessor-controlled exoprosthetic knee joint. *Biomed Tech (Berl)* 2012; 57: 435–44.
- Wolf EJ, Everding VQ, Linberg AA, Czerniecki JM, Gambel JM. Comparison of the Power Knee and C-Leg during step-up and sit-to-stand tasks. *Gait Posture* 2013; 38: 397–402.
- Herr HM1, Grabowski AM. Bionic ankle-foot prosthesis normalizes walking gait for persons with leg amputation. *Proc Biol Sci* 2012; 279: 457–64.
- Burgess EM, Rappoport A. Physical fitness: a guide for individuals with lower limb loss. Dostopno na <http://www.rehab.research.va.gov/mono/lowerlimb/swimming.pdf> (citirano 3. 3. 2014).
- Komolafe O, Wood S, Caldwell R, Hansen A, Fatone S. Methods for characterization of mechanical and electrical prosthetic vacuum pumps. *J Rehabil Res* 2013; 50: 1069–78.
- Esquenazi A. Amputation rehabilitation and prosthetic restoration: from surgery to community reintegration. *Disabil Rehabil* 2004; 26: 831–6.
- Webster JB, Levy CE, Bryant PR, Prusakowski PE. Sports and recreation for persons with limb deficiency. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82 (3 Suppl 1): S38–44.
- Bergeron JW. Athletes with disabilities. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 1999; 10: 213–28.
- Adams RC, McCubbin JA. Games, sports, and exercises for the physically handicapped. Philadelphia: Lea & Febiger; 1991.
- Swimming prostheses. Montreal: Amputee Coalition of Canada; c2012. Dostopno na http://amputeecoalitioncanada.org/_docs/Topic-of-interest.swimming-prosthesis.final-13-3-2012-2012.pdf (citirano 3. 3. 2014).
- Legro MW, Reiber GD, Smith DG, del Aguila M, Larsen J, Boone D. Prosthesis evaluation questionnaire for persons with lower limb amputations: assessing prosthesis-related quality of life. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 931–8.
- Campbell AI, Sexton S, Schaschke CJ, Kinsman H, McLaughlin B, Boyle M. Prosthetic limb sockets from plant-based composite materials. *Prosthet Orthot Int* 2012; 36: 181–9.
- Gallagher P, Franchignoni F, Giordano A, MacLachlan M. Trinity amputation and prosthesis experience scales: a psychometric assessment using classical test theory and rasch analysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2010; 89: 487–96.
- Heinemann AW, Bode RK, O'Reilly C. Development and measurement properties of the Orthotics and Prosthetics Users' Survey (OPUS): a comprehensive set of clinical outcome instruments. *Prosthet Orthot Int* 2003; 27: 191–206.
- Jarl G, Holmefur M, Hermansson LM. Test-retest reliability of the Swedish version of the Orthotics and Prosthetics Users' Survey. *Prosthet Orthot Int* 2014; 38: 21–6.
- Anderson TF. Aspects of sports and recreation for child with limb deficiency. V: Herring JA, Birch JG, eds. *The child with limb deficiency*. Rosemont: American Academy Orthopaedic Surgeons; 1998. p. 345–52.