

# REHABILITACIJA LJUDI PO AMPUTACIJI

## REHABILITATION OF PEOPLE AFTER AMPUTATION

prof. dr. Helena Burger, dr. med.

Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

### Povzetek

Prispevek opisuje kakovost dokazov v rehabilitaciji ljudi po amputaciji spodnjega in zgornjega uda. Ugotovili smo, da je visoko kakovostnih dokazov na tem področju malo.

### Ključne besede:

rehabilitacija, amputacija zgornjega uda, amputacija spodnjega uda, proteze

### Summary

*The article presents the level of the evidence that exists in the literature on rehabilitation of people after lower and upper limb amputation. We found that there is not much high-quality evidence available in this field of rehabilitation.*

### Key words:

*rehabilitation, upper limb amputation, lower limb amputation, prosthesis*

### UVOD

Rehabilitacija ljudi po amputaciji se začne z operacijo ter konča s ponovno vrnitvijo posameznika v družbo. Izid in uspeh sta odvisna od mnogih dejavnikov, ki jih po Mednarodni klasifikaciji funkcioniranja, zmanjšane zmoglosti in zdravja razdelimo na zdravstveno stanje, telesne funkcije, telesne zgradbe, dejavnosti in sodelovanje ter osebne in okoljske dejavnike. Zdravstvena stanja so vzrok za amputacijo (bolezni, poškodba) ter druge in prejšnje bolezni in poškodbe, ki lahko vplivajo na potek in izid rehabilitacije. Telesne funkcije so gibljivost sklepov, mišična moč, stabilnost sklepov, pa tudi funkcije srca, pljuč in drugih notranjih organov, ki so lahko okvarjene zaradi osnovne bolezni, ki je vzrok za amputacijo ali zaradi drugih bolezni, ki jih ima posameznik. Med telesne zgradbe uvrščamo samo amputacija (višina, dolžina in oblika krna, brazgotina, druge spremembe na koži). Dejavnosti in sodelovanje so pri ljudeh po amputaciji spodnjega uda predvsem težave pri njihovem gibanju, lahko tudi pri njihovem opravljanju dnevnih in gospodinjskih aktivnostih, aktivnosti v prostem času in zaposlitvi, če je oseba zaposlena, in mora pri delu veliko stati in hoditi. Po amputaciji zgornjega uda imajo ljudje težave pri osnovnih in instrumentalnih dnevnih aktivnostih, pri dejavnostih, s katerimi se ukvarjajo v prostem času, ter pri delu. Dejavniki okolja so fizične ovire ali olajševalci ter podpora, odnosi in stališča družbe. Osebni dejavniki

pa so posameznikova starost, motivacija, želje in njegovo duševno stanje.

V podatkovni zbirki PubMed smo za obdobje zadnjih petih let našli 99 preglednih člankov o rehabilitaciji ljudi po amputaciji. Po pregledu pa smo ugotovili, da jih 45 amputacije ali rehabilitacije le omenja ter se specifično ne nanašajo na področje rehabilitacije ljudi po amputaciji. Med preostalimi 54 jih 7 piše o vplivu kirurških tehnik, 27 o rehabilitaciji ljudi po amputaciji spodnjega uda, 14 o protezah in različnih sestavnih delih protez ter šest o rehabilitaciji ljudi po amputaciji zgornjega uda. Sedem člankov je v naslovu opredeljenih kot sistematični pregled (1-6), vendar le štirje tudi ocenijo in opišejo kakovost vključenih študij (1-4). Američani, ki poskušajo svojim vojakom nuditi najboljšo možno z dokazi podprto rehabilitacijo, vključujejo obsežen rehabilitacijski tim, z nameščanjem proteze pa začnejo zelo hitro (8).

### REHABILITACIJA LJUDI PO AMPUTACIJI SPODNJEGA UDA

#### Zdravstveno stanje

Izid rehabilitacije pri ljudeh, amputiranih zaradi bolezni žilja, je slabši kot pri ljudeh, amputiranih zaradi poškodbe ali drugega vzroka (srednja kakovost dokazov) (4). Na sposobnost hoje vplivajo tudi spremljajoče bolezni (komorbidnost; zelo nizka kakovost dokazov) (4). Le redki, ki so preboleli možgansko kap, so po amputaciji spodnjega uda sposobni prehoditi 30 metrov (4).

## Telesne funkcije

Amputacija spodnjega uda pri posamezniku zmanjša njegovo mišično moč in poslabša ravnotežje (visoka kakovost dokazov) (2). Po amputaciji bodo bolj hodili ljudje, ki so bili bolj aktivni pred amputacijo (srednja kakovost dokazov) (4), tisti, ki lahko stojijo na eni nogi (srednja kakovost dokazov) (4), ki nimajo fantomskih ali bolečin v krnu (nizka kakovost dokazov) (4). Spomin je edini napovedni dejavnik, ali si bo oseba po amputaciji spodnjega uda lahko sama obula protezo ali ne. »Kendrick Object Learning Test« v 70 odstotkih pravilno napove, kakšna je sposobnost posameznika za samostojno obuvanje proteze, povezano z višino amputacije pa celo v 81 odstotkih (srednja kakovost dokazov) (4).

Od deset do 79 odstotkov ljudi po amputaciji uda ima fantomske bolečine (9). Trenutno ni trdnih dokazov, katera terapija je najbolj učinkovita in o tem, kako vplivajo na končni izid rehabilitacije in kakovost posameznikovega življenja. Vendar pa avtorji priporočajo terapijo za njihovo preprečevanje pred operacijo in po njej (priporočilo A, British Society of Rehabilitation Medicine - BSRM), na njihov pojav pa naj bi vplivala tudi višina amputacije, kirurška tehnika in vrsta proteze (9).

Ljudje po trans-femoralni amputaciji morajo doseči vsaj 50% maksimalne porabe kisika ( $VO_{2max}$ ), da bodo lahko hodili s protezo (4). Ljudje po amputaciji zaradi boleznih žil, ki dosežejo 50% maksimalne porabe kisika ( $VO_{2max}$ ), lahko prehodijo 100 m (10). Nekateri zato priporočajo obremenilno testiranje preden se odločimo za oskrbo s protezo (10). Obstaja visoka kakovost dokazov, da ljudje, ki so bolj telesno pripravljene, hodijo bolje (4).

Vse študije o sekundarnih okvarah pri ljudeh po amputaciji spodnjega uda so retrospektivne (11). Štiri najbolj pogoste sekundarne okvare po amputaciji spodnjega uda so degenerativne spremembe kolka in kolena, osteoporoza in bolečine v križu (11). Vse štiri so bolj pogoste pri ljudeh po trans-femoralni kot po trans-tibialni amputaciji. Artroza kolena je pogosta predvsem na neamputirani strani, kjer je pojavnost tudi do 65 odstotkov višja pri ljudeh po amputaciji kot pri kontrolni skupini (12). Artroza kolka pa se pojavlja tri do šestkrat pogosteje na obeh straneh (13). Ni dokazov, da bi količina in vrsta aktivnosti vplivali na nastanek artroze. Čeprav avtorji opažajo nižjo gostoto kosti v vratu stegenice na amputirani strani, ni dokazov, kateri dejavniki so najbolj pomembni za njen nastanek (11). Videti je, da so bolečine v križu pogostejše pri ljudeh z nepravilnostmi pri hoji, vendar je z nadaljnjimi študijami potrebno ugotoviti, katere nepravilnosti pri hoji najbolj vplivajo na razvoj bolečin v križu. Trenutno tudi ni dokazov, kako bi lahko preprečili nastanek sekundarnih okvar in kako bi jih najbolj učinkovito zdravili (11). Ljudje z bolečino v križu in/ali v sklepih pogosteje padejo (14).

## Telesne zgradbe

Krn oblikuje kirurg, nato pa obstaja tudi več tehnik dodatnega oblikovanja. Angleške smernice o rehabilitaciji ljudi po amputaciji priporočajo, naj bi vse splošne bolnišnice, ki izvajajo amputacije, imele vsaj enega (žilnega) kirurga, ki je specializiran za amputacije (priporočilo B - 15) in samo le-ta naj bi amputacije tudi izvajal (priporočilo A - 15, 16). Izkušeni kirurgi bolj pogosto bolje oblikujejo krn (17, 18) in več ljudi, ki imajo dobro oblikovan krn, dobi protezo (17, 18). Obe omenjeni študiji sta retrospektivni, zato je raven dokazov nizka do srednja. Kljub temu so v veliki Britaniji izdali smernice za pooperativno uporabo nesnemljivega mavčnega povoja (19).

Na podlagi sistematičnega pregleda študij Nawijn in sod. (5) menijo, da se rana po operaciji hitreje zaraste, volumen krna pa se hitreje zmanjša, če po operaciji za oblikovanje krna uporabimo nesnemljiv ali snemljiv mavčni povoj ali poltrdo obvezo iz polietilena ali iz »una paste« – srednja kakovost dokazov. Avstralske smernice za dobro prakso priporočajo uporabo nesnemljivega mavčnega povoja (16). Nawijn in sod. (5) meni, da do sedaj v literaturi ni dokazov o vplivu načina oblikovanja krna na funkcijski izid, Sansam (4) pa meni, da je kakovost dokazov, da bolje hodijo tisti ljudje, ki imajo bolj oblikovan krn in z njim manj težav, nizka. Dve randomizirani kontrolirani študiji (20, 21) poročata, da oblikovanje krna z mavcem skrajša čas od amputacije do namestitve prve proteze ter tveganje za razvoj fleksijske kontrakture v kolenu.

Bolje bodo hodili ljudje, ki imajo amputiran le en spodnji ud (visoka kakovost dokazov) (4) in tisti, pri katerih so ud amputirali bolj distalno (visoka kakovost dokazov) (4). Šestnajst odstotkov ljudi po amputaciji uda ima težave s kožo (6). Različni avtorji poročajo o številnih dejavnikih, ki so lahko vzrok za težave, vendar so dokazi o njihovem vplivu zelo nizki (6), saj je večina študij le prikaz primerov (6, 22).

Pri ljudeh, pri katerih je vzrok za amputacijo visoko energijska poškodba, pogosto nastanejo v krnu heterotopne osifikacije. Čeprav obstaja visoka kakovost dokazov za postopke, s katerimi jih lahko preprečimo pri ljudeh, ki so jim v kolku vstavili totalno endoprotezo ali po zlomu kolka, dokazov za postopke pri ljudeh po amputaciji ni (23).

Ljudje po trans-femoralni amputaciji pogosteje padejo kot ljudje po trans-tibialni amputaciji (14). Vendar pa bodo potrebne dodatne študije, ki bodo dokazale, kako bi lahko padce uspešno preprečili.

## Dejavnosti in sodelovanje

Ljudje po amputaciji spodnjega uda hodijo počasneje in bolj nesimetrično (visoka kakovost dokazov) (2). Sposobnost hoje po amputaciji je odvisna od njihovega ravnotežja

(visoka kakovost dokazov) (2). Bolje hodijo ljudje, ki so bili pred amputacijo samostojni in imajo po amputaciji višje ocene po Barthelovem indeksu (srednja kakovost dokazov) (4).

Kar nekaj študij navaja, da imajo ljudje po amputaciji spodnjega uda težave z uporabo javnih prevoznih sredstev in pri vožnji avtomobila, vendar je kakovost dokazov nizka. Študije so večinoma retrospektivne ter vključujejo zelo različne skupine ljudi.

Amputacija spodnjega uda pa vpliva tudi na druge dejavnosti, kot je npr. spolnost. Študij o vplivu amputacije na spolnost je malo, uporabljajo različne metode, raziskujejo različne spremenljivke, vse pa ugotavljajo, da amputacija uda na spolnost vpliva (7).

Ljudje po amputaciji spodnjega uda imajo težave pri delu in zaposlitvi (srednja kakovost dokazov) (24), kakovost dokazov o tem, kateri dejavniki in kako le-ti na sposobnost za delo in zaposlitev vplivajo, pa je nizka (24).

## Dejavniki okolja

### Proteza

Večina ljudi po amputaciji spodnjega uda si želi protezo, da bo z njo lahko ponovno hodila. Idealna proteza bi morala povrniti vse lastnosti naših udov. V literaturi manjka randomiziranih kontrolnih študij o vplivu različnih vrst protez in različnih sestavnih delov le-teh na sposobnost hoje (1). Predpisovanje proteze in njenih sestavnih delov temelji na kliničnih izkušnjah ter delno na predpostavkah posameznika oz. tima (25, 26).

Bolje hodijo ljudje, ki so hitro po amputaciji sprejeti na rehabilitacijsko obravnavo (srednja kakovost dokazov) (4) in so hitreje dobili dokončno protezo (visoka kakovost dokazov) (4).

V randomizirani študiji, v katero je bilo vključenih 21 oseb po trans-tibialni amputaciji, niso našli razlik v hoji med ljudmi, ki so dobili novo PTB ležišče in tistimi, ki so dobili novo ležišče, narejeno po ICEX tehnologiji (27). Med njimi tudi ni bilo razlik v številu popravil, ki so bila pri protezah potrebna. Le malo bolje so udobnost proteze ocenili uporabniki ležišč, narejenih po ICEX tehnologiji, ki pa je bila bistveno dražja (27).

Do leta 2005 je Baars našel 6 študij o prednostih uporabe silikonskega vložka (28). Dve sta bili retrospektivni, ena prospektivna in tri so opisovale le primere. Vključevale so zelo različne bolnike. Večina jih je ugotovila, da je s silikonskim vložkom suspenzija proteze boljša ter da ljudje potrebujejo manj dodatne opore pri hoji, vendar so ti dokazi zelo šibki.

Cumming s sod. (1) je našla le eno randomizirano študijo o vplivu teže proteze na hojo ljudi po trans-femoralni amputaciji zaradi žilne bolezni. Večina jih je imela najraje srednje težko ali najlažjo protezo. Fleksibilno stopalo izboljša učinkovitost hoje in zmanjša porabo energije med hojo le pri ljudeh po trans-tibialni amputaciji in hoji po neravni podlagi (29).

V randomizirani študiji s šestimi udeleženci je Buckley s sod. (30) ugotovil, da rotacijski adapter pri ljudeh po trans-tibialni amputaciji zniža porabo energije med hojo.

Po mnenju Versluisa in sod. (31) nobeno od stopal, ki vračajo energijo, ne zmanjša porabe energije med hojo in hoja z njimi tudi ni bolj simetrična. Vendar pa študij, ki jih je pregledal, ne oceni po njihovi kakovosti. Sedaj menijo oz. predvidevajo, da bo hoja bolj učinkovita in simetrična s tako imenovanimi bioničnimi stopali, to je stopali, ki imajo aktivne pnevmatične ali električne dele, ki naj bi nadomestili delovanje mišic. Večinoma jih še razvijajo, le eno je komercialno dostopno. Študij o njegovi učinkovitosti za sedaj še ni. Kljub temu pa Nolan (32) meni, da z optimalno trdoto in obliko protez in stopal iz ogljikovih vlaken ter z manipulacijo težišča in inercije človek lahko s tako protezo teče hitreje, kot če bi imel svojo nogo. Njegove ugotovitve temeljijo na izračunih in študijah pri majhnem številu športnikov po amputaciji.

Čeprav je vseh osem udeležencev študije menilo, da pri hoji z računalniškim kolenom potrebujejo manj miselnega napora za hojo po ravnem pri poljubni hitrosti hoje kot za hojo s hidravličnim kolenom, meritve tega niso potrdile (33). Za sedaj ni dokazov, da bi računalniška kolena izboljšala hojo.

Prav tako tudi še ni dokazano, da je osteointegracija boljša od klasičnih načinov suspenzije ali da izboljša funkcijski izid rehabilitacije. Obstajajo le študije švedske skupine z majhnim vzorcem izbranih kandidatov (34).

### Program rehabilitacije

Rau (35) je v randomizirani kontrolni študiji ugotovil, da tri dni intenzivne fizioterapije, ki traja eno uro (vaje za povečanje mišične moči, obremenjevanje, vaje za koordinacijo, popraviljanje nepravilnosti med hojo, hoja okoli ovir in po neravni podlagi ter funkcionalne vaje, kot je npr. prenašanje bremena z vodo med hojo), značilno izboljša rezultate pri 2-minutnem testu hoje, časovnem »Vstani – pojdi« testu, porabo kisika, merjeno s PCI (Physiological Cost Index) in maksimalno obremenitvijo proteze, v primerjavi s skupino, ki je le hodila pod nadzorom.

Programi rehabilitacije se razlikujejo med državami, ponekod pa tudi znotraj države. Na Škotskem so ljudje po amputaciji v nekaj dneh premeščeni v rehabilitacijski

center od tam pa z dokončno protezo domov. V Baltimoru v ZDA jih je bilo v devetdesetih letih prejšnjega stoletja manj kot 10 odstotkov napotenih na hospitalno rehabilitacijo (36). Rezultati dveh študij kažejo, da naj bi bil boljši hospitalni način rehabilitacije (37, 38), kakovost dokazov pa je zelo nizka.

Daljše razdalje prehodijo in manj opore pri hoji potrebujejo ljudje, ki so imeli bolj intenziven in dalj časa trajajoč program rehabilitacije (37-39), ter tisti, ki jih celoten tim spodbuja k aktivnosti (39). Daljša hospitalizacija pri ljudeh, amputiranih zaradi poškodbe, tudi izboljša izid njihove fizične vloge in vitalnosti po SF-36 ter pri njih zniža bolečino (37). V obdobju štiridesetih let je ostal odstotek starejših ljudi, ki uspešno hodijo s protezo (hoja s protezo je njihov glavni način premikanja), enak (40) ter je v ZDA od 12 do 15 odstotkov za ljudi po trans-femoralni ter med 45 in 50 odstotki za ljudi po trans-tibilani amputaciji.

Po angleških smernicah morajo vse bolnice, v katerih opravljajo amputacije, imeti izkušene fizioterapevte in delovne terapevte, ki poznajo potrebe ljudi po amputaciji, vsi centri, ki se ukvarjajo z rehabilitacijo ljudi po amputaciji uda, pa morajo imeti multidisciplinarni rehabilitacijski tim, ki ga sestavljajo specialist fizikalne in rehabilitacijske medicine, protetik, specializiran fizioterapevt in specializiran delovni terapevt (15, 16). Po smernicah New South Walesa v Avstraliji se mora kirurg pred vsako načrtovano operacijo dogovoriti z rehabilitacijskim timom strokovnjakov in z bolnikom o operaciji ter bolniku in njegovim svojcem nuditi ustrezno psihološko podporo (16). Po pregledu in prvih ocenah mora tim zapisati realne cilje in tudi vzroke, zakaj le-ti niso bili doseženi (priporočilo B, British Society of Rehabilitation Medicine – BSRM), pacient pa mora biti z izidom ocenjevanja seznanjen (priporočilo A). Rehabilitacijski center mora imeti tudi pisna navodila o rednem spremljanju ljudi po amputaciji in rednem izobraževanju članov tima (priporočilo A 15).

## Osebnostni dejavniki

Čim starejši so ljudje ob amputaciji, tem slabše so možnosti za njihovo hojo po njej (visoka kakovost dokazov) (4). Spol ne vpliva na sposobnost za hojo po amputaciji spodnjega uda (srednja kakovost dokazov) (4). Dokazi, da na sposobnost za hojo vpliva motivacija ljudi, so nizki (4).

## ZGORNJI UDI

Niti eden od preglednih člankov o rehabilitaciji ljudi po amputaciji zgornjega uda ni sistematičen pregled. Zaradi kompleksne zgradbe in številnih funkcij človeške roke jo je veliko težje nadomestiti. Še vedno ni enotnega mnenja, kako najbolje meriti izid rehabilitacije, zato mnogi še vedno raz-

vijajo veljavne, ponovljive in občutljive merske instrumente (41-46). Tudi v sedaj veljavnih smernicah je veliko manj priporočil za rehabilitacijo ljudi po amputaciji zgornjega uda, vendar pa vse priporočajo, da se mora rehabilitacija začeti čim prej, izvajati pa jo mora visoko strokoven in specializiran tim strokovnjakov (15, 16). Otroke, ki se rodijo s prirojeno amputacijo zgornjega uda, naj bi vključili v rehabilitacijsko obravnavo takega tima najkasneje v tretjem mesecu njihovega življenja (15, 16).

## Zdravstveno stanje

Glavni vzrok amputacij zgornjega uda so različne poškodbe, ljudje pa so v času amputacije mladi, zato študij o vplivu njihovega zdravstvenega stanja na izid rehabilitacije praktično ni.

## Telesne funkcije

Človeška roka ima številne funkcije, vendar dolgo časa ni bilo zanesljivega, veljavnega in občutljivega merskega instrumenta za njihovo ocenjevanje. Razen tega mnogi proteze ne sprejmejo. V preglednem članku sta Biddiss in Chau (47) ugotovila, da je število ljudi, ki protezo za zgornje ude sprejme, v različnih študijah zelo različno. Odrasli redkeje zavrnejo uporabo proteze, odstotek tistih, ki proteze ne uporabljajo pa je med odraslimi (20%) in otroci (16%) podoben.

## Telesne zgradbe

Anastakis in sod. (48) poročajo, da je pri amputaciji pomembna kirurška tehnika ter zgodnja rehabilitacija, kajti že kmalu po njej ugotavljajo spremembe v reorganizaciji možganske skorje (49). Zato Freeland in Psonak (50) priporočata, da kirurg takoj po amputaciji naredi mavčno ležišče za začasno funkcionalno mehansko (FM) protezo.

## Dejavnosti in sodelovanje

Merski instrumenti, ki jih najbolj pogosto uporabljamo v rehabilitaciji, niso dovolj občutljivi za ocenjevanje njenega izida pri ljudeh po amputaciji zgornjega uda, pri nekaterih, kot npr. pri Lestvici funkcijske neodvisnosti (FIM), pa je posameznik še celo nižje ocenjen, če aktivnost izvaja s protezo kot pa brez nje.

Obstajajo dokazi srednje kakovosti, da imajo mnogi ljudje po amputaciji zgornjega uda težave pri delu in zaposlitvi, vendar pa še ni kakovostnih dokazov o tem, kateri dejavniki so najbolj pomembni in kako vplivajo na delo in zaposlitev (24).

## Okoljski dejavniki

Ni dokazov o tem, katera vrsta proteze je za posameznika najboljša in najbolj primerna ter kako izbrati ustrezne sestavne dele. S protezami še vedno ne moremo povrniti vseh funkcij človeške roke. Micera in sod. (51) v preglednem članku prikažejo možnosti in smeri razvoja povezovanja proteze in osrednjega živčevja, kar bo olajšalo uporabo delov za proteze z več stopinjami prostosti ter uporabniku dalo povratne senzorične informacije.

Tudi o vplivu programa rehabilitacije na njen izid ni kakovostnih dokazov, vendar študije poročajo, da že zelo zgodaj po amputaciji prihaja do sprememb v reorganizaciji možganske skorje (49), zaradi česar priporočajo, da z rehabilitacijo in z oskrbo s protezo začnemo čim prej (50).

## Osebni dejavniki

Številne študije opisujejo vpliv osebnih dejavnikov na rehabilitacijo ljudi po amputaciji, vendar je za sedaj kakovost dokazov o njihovem vplivu nizka.

## ZAKLJUČEK

Na področju rehabilitacije ljudi po amputaciji uda ni veliko dokazov o njeni učinkovitosti. Visoko kakovostni dokazi so le za ugotovitve, da amputacije spodnjega uda zmanjšajo človekovo mišično moč in poslabšajo njegovo ravnotežje ter da ljudje hodijo počasneje in manj simetrično. Visoko kakovostni dokazi potrjujejo, da bodo bolje hodili tisti, ki so bolj telesno pripravljene, imajo amputiran le en spodnji ud ter so hitreje dobili dokončno protezo. Dokazov za rehabilitacijo ljudi po amputaciji zgornjega uda ni, se pa vsi strokovnjaki strinjajo in vse smernice zahtevajo, da mora z njimi delati visoko specializiran tim strokovnjakov.

## Literatura:

- Cumming J, Barr S, Howe TE. Prosthetic rehabilitation for older dysvascular people following a unilateral transfemoral amputation. (Review). *Cochrane Database Syst Rev* 2009; (4): 1-18.
- Van Velzen JM, van Bennekom CAM, Polomski W, Sloopman JR, van der Woude LHV, Houdijk H. Physical capacity and walking ability after lower limb amputation: a systematic review. *Clin Rehabil* 2006; 20: 999-1016.
- Hofstad C, van der Linde H, van Limbeek J, Postema K. Prescription of prosthetic ankle-foot mechanisms after lower limb amputations. *Cochrane Database Syst Rev* 2004.
- Sansam K, Neumann V, O'Connor R, Bhakta B. Predicting walking ability following lower limb amputation: a systematic review of the literature. *J Rehabil Med* 2009; 41: 593-603.
- Nawijn SE, Van der Linde H, Emmelot CH, Hofstad CJ. Stump management after trans-tibial amputation: A systematic review. *Prosthet Orthot Int* 2005; 29(1): 13-26.
- Meulenbelt HEJ, Dijkstra PU, Jonkman MF, Geertzen JHB. Skin problems in lower limb amputees: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2006; 28(10): 603-8.
- Geertzen J, Van Es CG, Dijkstra PU. Sexuality and amputation: a systematic literature review. *Disabil Rehabil* 2009; 31(7): 522-7.
- Potter BK, Scoville CR. Amputation is not isolated: an overview of the US army amputee patient care program and associated amputee injuries. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14: 188-90.
- Roullet S, Nouette-Gaulain K, Broche B, Sztark F. Douleur du membre fantôme: de la physiopathologie à la prévention [Phantom limb pain: from physiopathology to prevention]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2009; 28(5): 460-72.
- Bosser G, Martinet N, Rumilly E, Paysant J, André JM. Exercise training for lower limb amputees. *Ann Readapt Med Phys* 2008; 51(1): 50-6.
- Gailey R, Allen K, Castles J, Kucharik J, Roeder M. Review of secondary physical conditions associated with lower-limb amputation and long-term prosthesis use. *J Rehabil Res Dev* 2008; 45(1): 15-29.
- Melzer I, Yekutieli M, Sukenik S. Comparative study of osteoarthritis of the contralateral knee joint of male amputees who do and do not play volleyball. *J Rheumatol* 2001; 28: 169-72.
- Kulkarni J, Adams J, Thomas E, Silman A. Association between amputation, arthritis and osteopenia in British male war veterans with major lower limb amputation. *Clin Rehabil* 1998; 12: 348-53.
- Miller WC, Speechley M, Deathe B. The prevalence and risk factors of falling and fear of falling among lower extremity amputees. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 1031-7.
- Amputee and Prosthetic Rehabilitation. Standards and Guidelines. 9. Standards and guidelines in amputee and prosthetic rehabilitation. British Society of Rehabilitation Medicine.

- tion Medicine (BSRM) Working Party Report, October 2003: 61-67. Dosegljivo na: <http://www.bsrm.co.uk/ClinicalGuidance/StdAmpProsRehab>
16. Department of Health, New South Wales. Primary Health and Community Partnerships. Amputee Care Standards in New South Wales 2008.
  17. Chakrabaty BK. An audit of the quality of the stump and its relation to rehabilitation in lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int* 1998; 22: 136-46.
  18. Cosgrove CM, Thornberry DJ, Willkins DC, Ashley S. Surgical experience and supervision may influence the quality of lower limb amputation. *Ann Roy Coll Surg Eng* 2002; 84: 344-7.
  19. Amputee Care – the use of post-operative rigid dressings for trans-tibial amputees. Guideline. Doc. no. GL2008\_006. Department of Health, New South Wales, Sydney, 18 March 2008, review date 18 March 2001. Dosegljivo na: <http://www.health.nsw.gov.au/policies/>
  20. Van Velzen AD, Nederhand MJ, Emmelot CH, Ijzerman MJ. Early treatment of trans-tibial amputees: retrospective analysis of early fitting and elastic bandaging. *Prosthet Orthot Int* 2005; 29(1): 3-12.
  21. Woodburn KR, Sockalingham S, Gilmore H, Condie ME, Ruckley. A randomised trial of rigid stump dressing following trans-tibial amputation for peripheral arterial insufficiency. *Prosthet Orthot Int* 2004; 28: 22-7.
  22. Meulenbelt HEJ, Geertzen JHB, Dijkstra PU, Jonkman MF. Skin problems in lower limb amputees: an overview by case reports. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2007; 21(2): 147-55.
  23. Potter BK, Burns TC, Lacap AP, Granville R, Gajewski D. Heterotopic ossification in the residual limbs of traumatic and combat-related amputees. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14: 191-7.
  24. Burger H, Marinček Č. Return to work after lower limb amputation. *Disabil Rehabil* 2007; 29: 1323-9.
  25. Van der Linde H, Geertzen JHB, Hofstad CJ, van Limbeek J, Postema K. Prosthetic prescription in the Netherlands: an observational study. *Prosthet Orthot Int* 2003; 27: 170-8.
  26. Van der Linde H, Geertzen JHB, Hofstad CJ, van Limbeek J, Postema K. Prosthetic prescription in the Netherlands: an interview with clinical experts. *Prosthet Orthot Int* 2004; 28: 98-104.
  27. Datta D, Harris I, Heller B, Howitt J, Martin R. Gait, cost and time implications for changing from PTB to ICEx sockets. *Prosthet Orthot Int* 2004; 28: 115-20.
  28. Baars ECT, Geertzen JHB. Literature review of the possible advantages of silicon liner socket use in trans-tibial prostheses. *Prosthet Orthot Int* 2005; 29(1): 27-37.
  29. Hofstad C, van der Linde H, van Limbeek J, Postema K. Prescription of prosthetic ankle-foot mechanisms after lower limb amputation. *Cochrane Database Syst Rev* 2004; (1).
  30. Buckley JG, Jones SF, Birch KM. Oxygen consumption during ambulation: comparison of using a prosthesis fitted with and without a tele-torsion device. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 576-81.
  31. Versluys R, Beyl P, Van Damme M, Dsomer A, Van Ham R, Lefeber D. Prosthetic feet: state-of-the-art review and the importance of mimicking human ankle-foot biomechanics. *Disabil Rehabil* 2009; 4(2): 65-75.
  32. Nolan L. Carbon fibre prostheses and running in amputees: a review. *Foot Ankle Surg* 2008; 14: 125-9.
  33. Williams RM, Turner AP, Orendurff M, Segal AD, Klute GK, Pecoraro J, Czerniecki J. Does having a computerised prosthetic knee influence cognitive performance during amputee walking? *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 97: 989-94.
  34. Hagberg K, Brånemark R, Gunterberg B, Rydevik B. Osseointegrated trans-femoral amputation prostheses: prospective results of general and condition-specific quality of life in 18 patients at 2-year follow-up. *Prosthet Orthot Int* 2008; 32(1): 29-4.
  35. Rau B, Bonvin F, de Bie R. Short-term effects of physiotherapy rehabilitation on functional performance of lower limb amputees. *Prosthet Orthot Int* 2007; 31: 258-70.
  36. Dillingham TR, Pezzin LE, MacKenzie EJ. Discharge destination after dysvascular lower-limb amputations. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 1662-8.
  37. Pezzin LE, Dillingham TR, MacKenzie EJ. Rehabilitation and long-term outcomes of persons with trauma related amputations. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 292-300.
  38. Burger H, Marinček Č, Jaeger R. Prosthetic device provision to landmine survivors in Bosnia and Herzegovina: outcomes in 3 ethnic groups. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 19-28.

39. Durance JP, Warren WK, Kerbel DB, Stroud TWF. Rehabilitation of below-knee amputees: factors influencing outcome and costs in three programmes. *Int Disabil Studies* 1989; 11: 127-32.
40. Fletcher DD, Andrews KL, Hallett JW, Butters MA, Rowland CM, Jacobsen SJ. Trends in rehabilitation after amputations for geriatric patients with vascular disease: implications for future health resource allocation. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1389-93.
41. Hermasson LM, Fisher AG, Bernspanf B, Eliasson AC. Assessment of capacity for myoelectric control: a new Rasch built measure of prosthetic hand control. *J Rehabil Med* 2005; 37: 166-71.
42. Light CM, Chappell PH, Kyberd PJ. Establishing a standardised clinical assessment tool for pathologic and prosthetic hand function: normative data, reliability, and validity. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 776-83.
43. Burger H, Brezovar D, Marinček Č. Comparison of clinical test and questionnaires for the evaluation of upper limb prosthetic use in children. *Disabil Rehabil* 2004; 26: 911-6.
44. Burger H, Franchignoni F, Heinemann AW, Kotnik S, Giordano A. Validation of the orthotics and prosthetics user survey Upper Extremity Functional Status module in people with unilateral upper limb amputation. *J Rehabil Med* 2008; 40(5): 393-9.
45. Burger H, Franchignoni F, Kotnik S, Giordano A. A Rasch-based validation of a short version of ABILHAND as a measure of manual ability in adults with unilateral upper limb amputation. *Disabil Rehabil* 2009; 31(24): 2023-30.
46. Wright W. Prosthetic outcome measures for use with upper limb amputees: a systematic review of the peer-reviewed literature, 1970 to 2009. *J Prosthet Orthot* 2009; 21(Proc 9): 3-63.
47. Biddiss EA, Chau TT. Upper limb prosthesis use and abandonment: a survey of the last 25 years. *Prosthet Orthot Int* 2007; 31: 236-57.
48. Anastakis DJ, Chen R, Davis KD, Mikulis D. Cortical plasticity following upper extremity injury and reconstruction. *Clin Plast Surg* 2005; 32: 617-34.
49. Weiss T, Miltner WH, Huonker R, Friedel R, Schmidt I, Taub E. Rapid functional plasticity of the somatosensory cortex after finger amputation. *Exp Brain Res* 2000; 134: 199-203.
50. Freeland AE, Psonak R. Traumatic below-elbow amputations. *Orthopaedics* 2007; 30: 120-6.
51. Micera S, Navarro X, Carpaneto J, Citi L, Tonet O, Roscini PM, et al. On the use of longitudinal intrafascicular peripheral interfaces for the control of cybernetic hand prostheses in amputees. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2008; 16: 453-72.