

INDIVIDUALNO IZDELANO FLEKSIBILNO LEŽIŠČE IZ SILIKONA ZA TRANSFEMORALNO PROTEZO - PRIKAZ PRIMERA CUSTOM-MADE FLEXIBLE SILICONE SOCKET FOR TRANSFEMORAL PROSTHESIS - CASE REPORT

Lea Angeloska Petrušič, dipl. inž. ort. in prot., Tomaž Maver, dipl. ort. in prot., prof. dr. Helena Burger, dr. med.

Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Izvleček

Izhodišča:

Ležišče je najpomembnejši del proteze. Izdelano mora biti tako, da omogoča pravilen prenos sil in da je za pacienta udobno. V nasprotnem primeru lahko pride do okvare tkiv oziroma pacient protezo uporablja manj časa ali pa sploh ne. Poznamo različne oblike ležišča. Za paciente po transfemoralni amputaciji so najprej izdelovali proteze s štirioglatim ležiščem. V 80. letih prejšnjega stoletja je bilo razvito prečno ožje ležišče. Danes poznamo več različic prečno ožjega ležišča. Poleg različnih oblik so na voljo tudi različni materiali in načini za izdelavo ležišč. Ležišča za transfemoralne proteze so najpogosteje izdelane iz poliestrske smole, lahko tudi epoksi smole ali fleksibilnih termoplastičnih materialov, okrepljenih z laminiranim ogrodjem. Želeli smo izdelati fleksibilno ležišče iz silikona, postopek izdelave primerjati s postopkom izdelave ležišča iz termoplastičnega materiala, oceniti in primerjati zadovoljstvo pacienta z obema ležiščema ter primerjati gibljivost v kolčnem sklepu.

Metode:

Postopek izdelave notranjega fleksibilnega ležišča iz silikona smo primerjali s postopkom izdelave fleksibilnega ležišča iz termoplastičnega materiala. Primerjali smo število posameznih faz izdelave in trajanje posamezne faze. Za oceno zadovoljstva pacienta s protezo smo uporabili Quebeški vprašalnik o zadovoljstvu s pripomočkom. Pacient je poleg tega ocenil še udobnost obeh ležišč z Vprašalnikom za oceno udobnosti ležišča. Na številčni lestvici od 0 do 10 je podal tudi splošno oceno zadovoljstva s protezo in oceno, koliko ur dnevno je

Abstract

Background:

Socket is the most important part of the prosthesis. To provide the correct transmission of the forces it must be manufactured appropriately and must be comfortable for the patient. There are many types of sockets and they can be made from different materials. We created a flexible socket out of silicone, and compared that process with the manufacturing process of thermoplastic socket. We also evaluated patient satisfaction with both sockets.

Methods:

We compared the manufacturing process for both sockets. To assess satisfaction with the prosthesis, we used the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology questionnaire. For assessment of satisfaction, we used the Prosthetic Socket Fit Comfort Score scale. We also measured the flexibility of the hip joint with two sockets.

Results:

Both sockets were manufactured in a similar procedure, the difference is in the time of manufacturing. The patient saw the biggest difference in the comfort of the socket made of silicon. The patient also made the largest flexion movement with the flexible silicon socket.

Conclusion:

Custom-made silicone socket is more comfortable than the standard prosthetic sockets. It allows more movement and exerts less pressure in groin while sitting and bending over.

uporabljal protezo. S kotomerom smo izmerili gibljivost v kolčnem sklepu z nameščenim ležiščem iz termoplastičnega materiala in ležiščem iz silikona.

Rezultati:

Izdelava fleksibilnega ležišča iz silikona in fleksibilnega ležišča iz termoplastičnih materialov poteka po enakem postopku. Pri izvedbi posameznih faz izdelave fleksibilnega ležišča iz silikona smo našli razlike v času izdelave. Pacient je pri odgovorih na vprašanja v Quebeškem vprašalniku o zadovoljstvu s pripomočkom poročal, da so zanj najbolj pomembni dejavniki udobje proteze, njena teža in trajnost. Pri primerjavi obeh ležišč je menil, da je največja razlika prav v oceni udobnosti ležišča. Meritve obsega gibanja v kolčnem sklepu so pokazale, da pacient s silikonskim ležiščem kolčni sklep pokrči za 15° več kot s protezo, ki ima ležišče iz termoplastičnega materiala.

Zaključek:

Ugotovili smo, da je individualno izdelano fleksibilno ležišče iz silikona za uporabnika udobnejše in mu omogoča večjo možnost gibanja.

Ključne besede:

fleksibilno ležišče proteze; nadkolenska amputacija

Key words:

flexible prosthetic socket; trans-femoral amputation

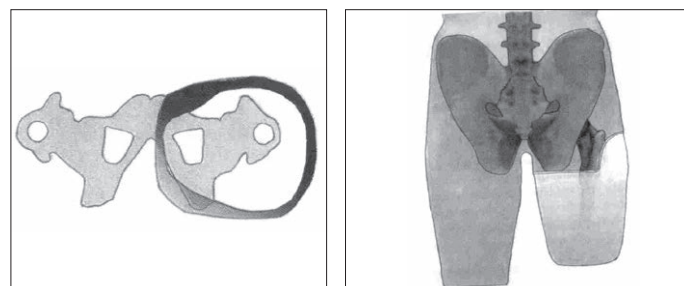
UVOD

Glavni vzrok amputacij spodnjih udov so bolezni perifernih žil, sladkorna bolezen, travmatske poškodbe, infekcije in tumorji (1). Nadkolenska proteza je sestavljena iz ležišča (ki je izdelano individualno), kolena, cevne adapterja in stopala. Ležišče je del proteze, ki je v stiku s krnom.

Ležišča so glede na potrebe pacienta izdelana iz različnih materialov. Lahko so trda laminirana ležišča ali ležišča iz fleksibilnega notranjega ležišča, ki je za razliko od laminiranega trdega ležišča udobnejši in omogoča več gibanja. Prav tako omogoča večje udobje na občutljivih kostnih področjih (2).

Pri hoji s protezo za spodnje ude nastajajo sile, ki se preko ležišča prenašajo na krn in obratno. Zato je pomembno, da je ležišče izdelano tako, da pravilno prenaša sile, ki nastajajo med hojo in da je za pacienta udobno (3 - 5). Že manjša odstopanja od pravilne oblike in velikosti ležišča lahko povzročijo bolečine, poškodbo tkiv, premikanje ležišča med hojo in s tem odstopanja pri hoji (6, 7).

Poznamo različne oblike trans-femoralnih ležišč. Najstarejša oblika je štirioglato ležišče (Slika 1), ki je oblikovano tako, da je antero-posteriorni premer ožji, medio-lateralni pa širši (8).



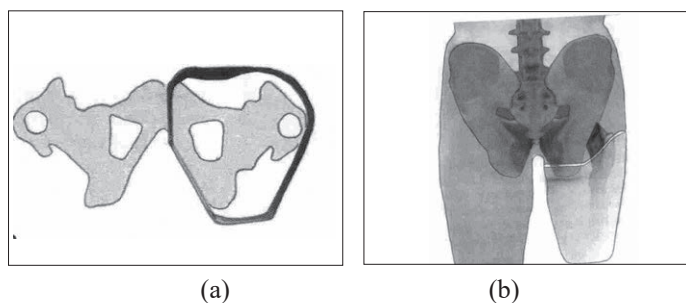
(a)

(b)

Slika 1: Štirioglato ležišče - prerez v sagitalni ravnini (a) in antero-posteriorni pogled (b) (9).

Figure 1: Rectangular socket – cross-section in the sagittal plane (a) and the antero-posterior view (b) (9).

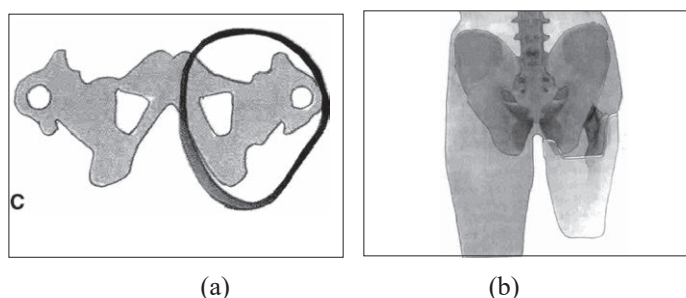
Prenos sile teže poteka večinoma preko sednične grče, ki leži na sedežu ležišča (sednična grča je izven ležišča). Le majhen del sile teže se prenaša preko krna (10). Slaba stran teh ležišč je medio-lateralna nestabilnost krna v ležišču. Sednična grča se premika po sedežu ležišča, kar oslabi nadzor proteze (11, 12). Prečno ožje ležišče (Slika 2) so razvili v 80. letih prejšnjega stoletja.



Slika 2: Prečno ožje ležišče – prerez v sagitalni ravnini (a) in antero-posteriorni pogled (b) (9).

Figure 1: Transversal narrower socket – cross-section in the sagittal plane (a) and the antero-posterior view (b) (9).

Antero-posteriorni premer je širši, medio-lateralni pa ožji. Sednična grča je v ležišču. Lateralna stena stabilizira stegenico. Ležišče tvori t.i. kostni blok. Kostni blok in višje oblikovana lateralna stena omogočata večjo medio-lateralno stabilnost. (13). Oblika prečno ožjega ležišča omogoča, da prenos sile teže v večji meri prevzame krn, sednična grča pa le v manjši meri (12). Najnovejšo nadgradnjo prečno ožjega ležišča predstavlja MAS ležišče (*angl.* Marlo Anatomic Socket) (Slika 3).



Slika 3: MAS ležišče – (a) prerez oblike ležišča v sagitalni ravnini in (b) posteriorni pogled (9).

Figure 3: Marlo Anatomic Socket – (a) cross-section of the socket shape in the sagittal plane and (b) posterior view (9).

Stabilnost krna v ležišču je dosežena s tem, da medialni rob ležišča objema sramnično vejo (*lat.* ramus pubis), medtem ko so ostali robovi ležišča nižji kot pri prečno-ožjem ležišču (14, 9). Sednična grča in velika glutealna mišica sta izven ležišča, s čimer je omogočen večji obseg gibanja v kolčnem sklepu (15) in večja udobnost pri sedenju (9).

Ležišča za trans-femoralne proteze so lahko izdelana iz različnih materialov, najpogosteje iz poliestrske smole, lahko tudi epoksi smole, ki se jih v postopku laminiranja z vakuumom oblikuje z različnimi ojačitvenimi vlakni. Fizikalne lastnosti ležišča so v teh primerih odvisne od izbire smole in ojačitvenih vlaken. Drugi način izdelave trans-femoralnega ležišča vključuje izdelavo laminiranega ogrodja, medtem ko je notranji del ležišča iz fleksibilnega termoplastičnega materiala (16, 17). Prednosti takega načina izdelave ležišča so, da se oblika ležišča med hojo prilagaja krčenju mišic krna, da je ležišče na mestih kostnih izboklin mogoče naknadno prilagajati in je kot tako bolj udobno predvsem pri sedenju, ko rob ležišča sega v dimlje (9).

Z iskanjem možnosti za povečanje udobnosti ležišč so v enem od svetovno znanih protetičnih podjetij razvili tudi serijsko izdelane silikonske in gel vložke, ki se na področju protetike spodnjih udov uporabljajo od leta 1986 (18). Glede na material, iz katerega so izdelani taki vložki, imajo različne lastnosti in s tem teoretično pripisane prednosti pri uporabi v proteznih ležiščih (19). Podatkov o njihovih dejanskih prednostih in ugodnostih za uporabnike trans-femoralnih protez v literaturi nismo našli. Individualno izdelano fleksibilno ležišče, kjer je notranji del iz silikona, reklamira svetovno znano podjetje, ki pa svojih tehnoloških postopkov ne razkriva. Na trgu se pojavljajo tudi novi ponudniki silikonov za izdelavo ležišč in ortoz, ki jih še nismo preizkusili, saj je to povezano z nakupom novega materiala in učenjem novega tehnološkega postopka. Prav tako nismo našli nobenega zapisa o kliničnih rezultatih uporabe individualno izdelanih fleksibilnih ležišč iz silikona za proteze spodnjega uda.

Namen študije je bil preizkusiti novost – izdelati fleksibilno ležišče iz silikona, primerjati dva postopka izdelave fleksibilnega trans-femoralnega ležišča, oceniti zadovoljstvo pacienta ter izmeriti gibljivost v kolčnem sklepu.

PREDSTAVITEV PACIENTA IN METODE

V študijo smo vključili 25-letnega mladeniča po desnostranski trans-femoralni amputaciji zaradi osteosarkoma, narejeni pred tremi leti in pol. Pacient je imel krn dolg 27 cm, ni navajal bolečin. Koža na krnu je bila brez posebnosti. Tri leta je uporabljal protezo s prečno-ožjim ležiščem, pri katerem je bilo notranje fleksibilno ležišče narejeno iz termoplastičnega materiala, zunanji del ležišča je bil laminiran z izrezanimi okni. Pacient je uporabljal pnevmatsko večosno koleno in večosno stopalo.

Iz silikona (trdote 35 Shore - ena od metod za merjenje trdote trdnih snovi, ki se le elastično deformirajo (20)) smo mu izdelali notranje fleksibilno ležišče, enake oblike kot ležišče iz termoplastičnega materiala, ki ga je pacient uporabljal do tedaj. Zunanji del ležišča smo izdelali iz ogljikovih vlaken brez izrezanih oken. Postopek izdelave notranjega fleksibilnega ležišča iz silikona smo zabeležili in ga primerjali s postopkom izdelave fleksibilnega ležišča iz termoplastičnega materiala. Primerjali smo število in trajanje posamezne faze v postopku izdelave obeh notranjih fleksibilnih ležišč.

Zadovoljstvo s protezo je pacient ocenil s Quebeškim vprašalnikom o zadovoljstvu s pripomočkom – QUEST (*angl.* Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assive technology) (20). Vprašalnik zajema pet postavk o zadovoljstvu, in sicer: Povsem nezadovoljen – 1; Nezadovoljen – 2; Bolj ali manj zadovoljen – 3; Dokaj zadovoljen – 4; Zelo zadovoljen – 5. V intervjuju je pacient ocenil še udobnost obeh ležišč z Ocenno udobnosti ležišča (*angl.* Socket Comfort Score, SCS) (21). Na številčni lestvici od 0 do 10 je podal tudi splošno oceno zadovoljstva s protezo in ocenil dnevno število ur nošenja proteze. Zabeležili smo pripombe glede uporabe ležišč, ki jih je v intervjuju izpostavil.

Ob zaključku spremljanja smo s kotomerom izmerili še gibljivosti v kolčnem sklepu, ko je pacient uporabljal ležišče iz termoplastičnega materiala in takrat, ko je uporabljal ležišče iz silikona.

REZULTATI

Izdelava fleksibilnega ležišča iz silikona in fleksibilnega ležišča iz termoplastičnih materialov poteka po enakem postopku: meritev z mavčanjem, obdelava mavčnega modela, izdelava notranjega fleksibilnega ležišča in končna laminacija oziroma izdelava trdega ogrodja. Pri izvedbi posameznih faz izdelave fleksibilnega ležišča iz silikona so razlike v času izdelave (Tabela 1).

Pacient je fleksibilno ležišče iz silikona uporabljal dva dni. Po dveh dneh je izpolnil Quebeški vprašalnik o zadovoljstvu s pripomočkom – QUEST (18).

Odgovori na vprašalnik so prikazani v Tabeli 2. Pacient je poročal, da so zanj najbolj pomembni dejavniki, ki vplivajo na zadovoljstvo s protezo, naslednji: udobnost, teža, trajnost in vzdržljivost.

Po dveh dneh uporabe na krnu ni bilo odrgnin ali rdečin. Odgovori in pripombe pacienta, izraženi v strukturiranem intervjuju, so predstavljeni v Tabeli 3.

Meritve krčenja v kolčnem sklepu so pokazale, da pacient s silikonskim ležiščem pokrči kolčni sklep za 15° več kot s fleksibilnim ležiščem iz termoplastičnega materiala (krčenje v kolku brez proteze: 120°, krčenje v kolku z ležiščem iz termoplastičnega materiala: 100°; krčenje v kolku z ležiščem iz silikona: 115°).

RAZPRAVA

Namen predstavitve primera je bil izdelati fleksibilno ležišče iz silikona, postopek izdelave primerjati s postopkom izdelave ležišča iz termoplastičnega materiala, oceniti in primerjati zadovoljstvo pacienta z obema ležiščema ter primerjati gibljivost v kolčnem sklepu. Postopek izdelave fleksibilnega ležišča iz silikona je daljši in s tem dražji, zadovoljstvo pacienta pa je s tem ležiščem večje. Največjo razliko smo našli pri oceni udobnosti ležišča. Znatna je tudi razlika v možnosti skrčenja kolka, ki se je s silikonskim ležiščem pri pacientu povečala za 15°, kar je zelo pomembno pri sedenju na nizkih stoli in pri sklanjanju.

Čas izdelave fleksibilnega ležišča iz silikona je 5-krat daljši kot čas izdelave fleksibilnega ležišča iz termoplastičnega materiala. Za izdelavo fleksibilnega ležišča iz silikona smo porabili dodatnih 10 ur. Čas izdelave najbolj podaljša priprava silikona oziroma valjanje, ker je potrebno iz materiala izriniti vse zračne mehurčke, ki nastajajo pri mešanju A in B komponente. Poleg tega pa se silikon na ležišče polaga v več kosih, ker je bolj viskozen, medtem ko se termoplastični material na model položi v enem kosu. Pri polaganju silikona na model je potrebno ponovno vse spoje materiala dobro zgladiti in izriniti zračne mehurčke, ki pri tem nastanejo. Daljši pa je tudi čas priprave modela, ki mora biti popolnoma gladek zaradi večje viskoznosti silikona. S tem zagotovimo, da je notranja stran ležišča popolnoma gladka. Prednost pri izdelavi fleksibilnega ležišča iz silikona je predvsem v tem, da lažje nadzorujemo enakomernost debeline ležišča, poleg tega pa lahko že med polaganjem silikona oblikujemo rob ležišča, ker se silikon položi le do roba ležišča, medtem ko se termoplastični material položi preko roba, da lahko vakuum potegne material.

Tabela 1: Faze izdelave fleksibilnega ležišča iz termoplastičnega materiala in silikona.

Table 1: Phases of manufacturing a flexible socket from thermoplastic material and silicone.

Faza izdelave ležišča Socket production phase	Fleksibilno ležišče iz termoplastičnega materiala Flexible socket from thermoplastic material	Fleksibilno ležišče iz silikona Flexible silicon socket	Opombe Notes
Meritev	... odzmem mere z mavčnim povojem	... odzmem mere z mavčnim povojem	ni razlik
Obdelava modela	... izdelava modela iz mavca	... izdelava modela iz mavca	mavčni model mora biti popolnoma gladek; uporaba finejšega mavca; daljši čas glajenja modela
Izdelava notranjega fleksibilnega ležišča	... ploščo termoplastičnega materiala, ogreto na primerno temperaturo, povlečemo čez model iz mavca ... oblikovanje z vakuumom	... mešamo A in B komponento silikona, silikon valjamo toliko časa, da v masi ni zračnih mehurčkov, silikon kos za kosom ... polagamo na model in gladimo prehode, ki ne smejo biti vidni	daljši čas zaradi valjanja in polaganja silikona pri mavčnem modelu za fleksibilno ležišče iz silikona
Izdelava zunanega dela ležišča	... laminacija	... laminacija	

Tabela 2: *Odgovori na Quebeški vprašalnik o zadovoljstvu s pripomočkom.***Table 2:** *Responses to the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology.*

Vprašanje: Kako ste zadovoljni s/z:	Fleksibilno ležišče iz termoplastičnega materiala Flexible socket made of thermoplastic material	Fleksibilno ležišče iz silikona Flexible socket made of silicone
1. dimenzijami (velikost, višina, dolžina, širina) proteze	4	5
2. težo proteze	4	4
3. nastavnostjo prilagajanja (pritrditvijo, pričvrstitvijo) delov vaše proteze	5	5
4. varnostjo in zanesljivostjo vaše proteze	4	4
5. trajnostjo (vzdržljivost, odpornost proti obrabi) vaše proteze	4	Ni ocenil, ker je proteo nosil premalo časa
6. enostavnostjo uporabe vaše proteze	4	4
7. udobnostjo vaše proteze	4	5
8. primernostjo/učinkovitostjo vaše proteze (stopnja, do katere proteza ustreza vašim potrebam)	4	5
9. dostavo (postopki, dobavnim časom) vaše proteze	5	5
10. popravili in servisiranjem (vzdrževanje), ki je na voljo za vašo protezo	5	5
11. kakovostjo strokovnih storitev (informacije, pozornost), ki ste jo prejeli za uporabo vaše proteze	5	5
12. nadaljnji storitvi in spremljanjem (podpora uporabniku) za vašo protezo	5	5

Legenda: Povsem nezadovoljen – 1; Nezadovoljen – 2; Bolj ali manj zadovoljen-3; Dokaj zadovoljen – 4; Zelo zadovoljen – 5.

Legend: Totally unsatisfied – 1; Unsatisfied – 2; More or less satisfied – 3; Quite satisfied – 4; Very satisfied – 5

Tabela 3: *Odgovori in pripombe pacienta v strukturiranem intervjuju.***Table 3:** *Responses and remarks of the patient during the structured interview.*

Vprašanje	Fleksibilno ležišče iz termoplastičnega materiala Flexible socket made of thermoplastic material	Fleksibilno ležišče iz silikona Flexible socket made of silicone
Splošno zadovoljstvo s protezo (številčna analogna lestvica od 0 – 10)	9...	10
Pripombe pacienta:	trd prednji rob ležišča pri sedenju in predklonu ... trd material na področju pritiska na sednično grčo in medialnega robu ležišča	... rob ležišča se prilagaja ... težave z vakuum ventilom, ki ni bil dovolj močno pritrjen v ležišče
Udobnost ležišča (številčna analogna lestvica od 0 – 10)	7	10
Dnevni čas nošenja proteze (ure):	12-15 ur	12-15 ur

Rob ležišča oblikujemo naknadno z brušenjem, ko se material ohladi in ni več nameščen na modelu. Na delih, na katerih ima pacient težave zaradi bolečih ali izbočenih mest na krnu, lahko pri izdelavi fleksibilnega ležišča iz silikona ta mesta tudi odebelimo in s tem ublažimo občutek pritiska. Tehnološka pomanjkljivost, ki smo jo zabeležili v našem primeru, pa je vakuum ventil, ki se je snel iz ležišča in ga v silikon ni možno naknadno prilepiti. Pri ponovni izdelavi bi morali tehnološki postopek spremeniti, in sicer ojačiti spodnji del ležišča s silikonom večje trdote ali pa izbrati drugačen vakuum ventil.

Ugotovili smo, da je individualno izdelano fleksibilno ležišče iz silikona za uporabnika udobnejše in mu omogoča večjo možnost gibanja oziroma omogoča manjši občutek pritiska v dimljah med sedenjem in sklanjanjem. Udobno ležišče je eden od najpomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na oceno uporabnosti in zadovoljstva pacienta s protezo (3 - 5). V opisanem primeru nismo uspeli preveriti obstojnosti silikona pri uporabi za izdelavo trans-femoralnega ležišča zaradi nepravilne vgradnje vakuum ventila, ki je po dveh dneh uporabe izpadel iz ležišča, zaradi česar nadaljnja uporaba ležišča ni bila več možna.

Pomanjkljivost analize je, da smo jo izpeljali le pri enem pacientu in smo postopek izdelave izvedli le enkrat.

Glede na to, da so pred kratkim na trgu predstavili silikon, ki ga še posebej priporočajo za izdelavo ležišč, predvidevamo, da bomo našo izkušnjo z izdelavo tovrstnega ležišča nadgradili.

Literatura:

- Gottschalk F. Transfemoral Amputation: Surgical Management. V: Krajbich JI etc. eds. Atlas of amputation and limb deficiencies. Vol 1. 4th ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons AAOS, 2016: 528-529.
- Muller MD. Transfemoral Amputation: Prosthetic Management. V: Krajbich JI etc. eds. Atlas of amputation and limb deficiencies. Vol 1. 4th ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons AAOS, 2016: 541-542.
- Pezzin LE, Dillingham TR, Mackenzie EJ, Ephraim P, Rossbach P. Use and satisfaction with prosthetic limb devices and related services. Arch Phys Med Rehabil, 2004; 85 (5): 723-729.
- Legro MW, Reiber G, del Aguila M et al. Issues of importance reported by persons with lower limb amputation and prostheses. J Rehabil Res Dev, 1999; 36 (3): 155-163.
- Berke GM, Ferguson J, Milani JR et al. Comparison of satisfaction with current prosthetic care in veterans and service members from Vietnam and IOF/OEF conflicts with major limb loss. J Rehabil Res Dev, 2010; 47 (4): 361-371.
- Knapp D. Transtibial Prosthetics V: Orthotics & Prosthetics in Rehabilitation. Elsevier inc. St Louis, Missouri; 2013: 622-651.
- Pasquina PF, Cooper RA, ed. Care of the Combat Amputee. Falls Church: Office of Surgeon General, United States Army. Washington: Borden Institute, 2009: 553-580.
- Wilson AB. Brief History of Recent Development in Above-Knee Socket Design. V: Report of ISPO Workshops; 2-3. Copenhagen: ISPO, 1987.
- Psonak R. Transfemoral Prosthetics V: Orthotics & Prosthetics in Rehabilitation. St Louis, Missouri: Elsevier; 2013: 652-684.
- Radcliffe CW. Functional considerations in the fitting of above-knee prostheses. Artif Limbs. 1955, 2 (1): 35-60.
- Pritham CH. Workshop on teaching materials for above-knee socket variants. J Prosthet Orthot, 1988; 1 (1): 50-67.
- Sabolich J. Contoured adducted trochanteric-controlled alignment method (CAT-CAM). Clin Prosthet Orthot, 1985; 9 (4): 15-26.
- Redcliffe CW. Comments on new concepts for above knee sockets. V: Donovan R, Pritham C, Wilson AB Jr (eds). Report of ISPO Workshops, International Workshop on Above-Knee Fitting and Alignment. Copenhagen: International Society for Prosthetics and Orthotics, 1987: 31-37.
- Traballesi M, Delussu AS, Aversa T, Pellegrini R, Paradisi F, Brunelli S. Energy cost of walking in transfemoral amputees: Comparison between Marlo Anatomical Socket and Isthial Containment Socket. Gait Posture, 2011; 34 (2): 270-274.
- Trower TA. Changes in lower extremity prosthetic practice. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2006; 17 (1): 23-30
- Kristinsson O. Flexible above-knee socket made from low-density polyethylene suspended by a weight transmitting frame. Orthot Prosthet. 1983; 37(2): 25-27.
- Kristinsson O. Flexible socket and more. V: Reports of ISPO Workshops. Copenhagen: ISPO, 1987: 15-19.
- Kristinsson O. The ICEROSS concept: a discussion of a philosophy. Prosth Orthot Int, 1993; 17 (1): 49-55.
- Baars EC, Geertzen JH. Literature review of the possible advantages of silicon liner socket use in trans-tibial prostheses. Prosthet Orthot Int. 2005; 29 (1): 27-37
- Demers L, Weiss-Lambrou R, Ska B. Development of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (QUEST). Assist Technol 1996; 8 (1): 3-13.
- Hanspal RS, Fisher K, Nieveen R. Prosthetic socket fit comfort score. Disabil Rehabil. 2003; 25 (22): 1278-80.
- Kocjančič S., Sušnik B, Hajdinjak L. Tehnika in tehnologija: Učbenik za 7. razred devetletne osnovne šole. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije; 2005.