

# LEŽIŠČE NADLAHTNE PROTEZE Z MENJAJOČIMI SE PODROČJI PRITISKOV IN RAZBREMENITEV – PRIKAZ PRIMERA

## *SOCKET STABILISED BY ALTERNATING AREAS OF TISSUE COMPRESSION AND RELEASE FOR ABOVE-ELBOW PROSTHESIS – CASE REPORT*

Matej Burgar; dipl. inž. ort. prot., Maja Mlakar; dipl. inž. ort. prot., prof. dr. Helena Burger; dr. med.  
Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča

### Izvleček

#### Izhodišča:

Udobnost ležišča je najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na to, ali bo oseba po amputaciji zgornjega uda protezo uporabljala ali ne. S študijo primera smo želeli preizkusiti novo obliko ležišča pri osebi po transhumeralni amputaciji, ugotoviti, s katerimi težavami se srečuje protetik in kakšno je zadovoljstvo uporabnika. Postopek izdelave in izkušnje uporabnika smo želeli primerjati s protezo s silikonsko ramensko kapo.

#### Metode:

Izbrali smo osebo po transhumeralni amputaciji, ki je bila pripravljena sodelovati in je že uporabljala nadlahtno estetsko protezo z ležiščem s silikonsko ramensko kapo. Protetik si je pri izdelavi proteze sprti beležil težave. Udobnost obeh ležišč smo ocenili s številčno analogno lestvico, zadovoljstvo uporabnika proteze pa s slovensko verzijo vprašalnika Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive technology, version 2.0. (QUEST).

#### Rezultati:

Ugotovili smo, da morata pri odvzemu mere sodelovati dva protetika in da se obdelava modela razlikuje od običajnega postopka. Bolnik je bil na splošno bolj zadovoljen s protezo z ležiščem z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev. Ležišče je ocenil kot bolj udobno, enostavnejše za uporabo ter bolj primerno

### Abstract

#### Background:

*Socket-interface comfort is the most important factor determining prosthesis use for persons after upper unilateral limb amputation. The aim of our study was to try to produce a prosthetic socket stabilised by alternating areas of tissue compression and release, describe the problems that the prosthetist faces when producing such prosthesis, and assess the satisfaction of the user (in comparison with a prosthesis with partially silicone socket).*

#### Methods:

*A person after trans-humeral amputation who already had a passive cosmetic above-elbow prosthesis with partially silicone socket participated in the study. The prosthetist took notes about the problems during manufacturing of the new socket. Sockets comfort was assessed using a numerical analogue scale and the user's satisfaction with the prosthesis was assessed using the Slovenian version of the QUEST questionnaire.*

#### Results:

*We found out that two prosthetists have to participate in the casting procedure and that the cast modifications differ from those for a conventional socket. The user was in general more satisfied with the socket stabilised by alternating areas of tissue compression and release than with the conventional one. The new socket was more comfortable, easier for use and more convenient for the user's*

za njegove potrebe. Ležišče mu je omogočilo tudi boljšo gibljivost v ramenu na amputirani strani.

### Zaključki:

Ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev je udobno in predstavljeni uporabnik je bil z njim bolj zadovoljen kot z ležiščem s silikonsko ramensko kapo. Bistvena razlika pri izdelavi proteze je v načinu odvzema mere in izdelavi modela.

### Ključne besede:

proteza, ležišče, amputacija zgornjega uda

*needs. It also gave the user a better range of motion in the shoulder on the amputated side.*

### Conclusion:

*Prosthetic socket stabilised by alternating areas of tissue compression and release appears to be comfortable and the user was satisfied. The main difference with respect to a prosthesis with partially silicone socket is in casting procedure and rectifying the cast.*

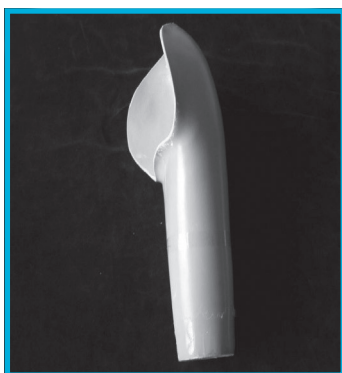
### Key words:

*prosthesis, socket, upper limb amputation*

## UVOD

Ležišče je najpomembnejši del proteze, saj predstavlja stik med protezo in krnom. Udobnost ležišča je najbolj pomemben dejavnik, ki vpliva na to, ali bo oseba po amputaciji zgornjega uda protezo uporabljala ali ne (1). Med lastnostmi ležišča so pomembne oblika ležišča, material, iz katerega je ležišče narejeno in pritrnitev (2), ki je lahko odvisna tudi od oblike ležišča.

Klasično ležišče nadlahtne proteze (za osebe po transhumeralni amputaciji) ima ramensko kapo (slika 1). Narejeno je iz laminirane plastike, zato je trdo. Za dodatno pritrnitev uporabimo pas, ki gre preko hrbta pod pazduho na neamputirani strani in se zapne na prsnem delu ležišča spredaj. Ležišče torej objame ramenski obroč in zato močno zmanjša gibe v ramenu na amputirani strani.



**Slika 1:** Klasično ležišče nadlahtne proteze (za osebe po transhumeralni amputaciji).

Drugi tip ležišča za nadlahtne proteze je ležišče z odprtino pod akromionom in z ramensko kapo, izdelano iz silikona. Postopek izdelave ležišča se od izdelave klasičnega razlikuje v tem, da najprej izdelamo odprtino pod akromionom in/ali uporabimo silikon za zgornji del ramenske kape (slika 2).

Silikon je nameščen v predelu ležišča, ki zaradi teže proteze najbolj pritiska na ramo. Tako je ta del ležišča mehkejši in zato udobnejši. Uporaba silikona za delno laminacijo je tehnično zelo zahtevna. Za pritrnitev proteze še vedno potrebujemo pas, ki poteka enako kot pri klasičnem ležišču nadlahtne proteze.



**Slika 2:** Ležišče z odprtino pod akromionom in z ramensko kapo, izdelano iz silikona.

Konec osemdesetih let prejšnjega stoletja je Tom Andrew predstavil ležišče, pri katerem je bila rama povsem prosta (3,4). Tako ležišče krn stisne v mediolateralni smeri, kar zagotovi mediolateralno stabilnost. V predelu ramena ima dve krili – prednje pritisne v deltopektoralni predel, zadnje pa na mišice pod grebenom lopatice (spino scapulae), kar zagotavlja rotacijsko stabilnost ležišča. Tako ležišče si morajo osebe nadeti s pomočjo posebnih navlek (podobno kot nadkolensko protezo). Ležišče ima tudi vakuum ventil, ki omogoči tako močno suspenzijo, da lahko stabilno zadrži na mestu tudi električno protezo, ki je težja od funkcionalno mehanske. Tako izdelano ležišče za električno protezo omogoča boljšo ponovljivost zajemanja EMG signalov in propriocepcijo. Pogosto se taki protezi doda še usnjeno sedlo, ki poteka preko ramena in predstavlja dodatno mesto obremenitev in prenosa sil. Ker ni dodatne suspenzije, tudi ni pritiskov na živce v pazduhi na neampu-

tirani strani (3). Kontraindikacije za izdelavo takega ležišča so hruškasti krni, na kost pritrjene brazgotine in sveži presadki kože (3), dodatna kontraindikacija za vakumsko ležišče pa še spreminjanje volumna krna (2). Pri nas smo brez dodatnega izobraževanja za izdelavo tovrstnih ležišč poskusili izdelati ležišče, vendar prvi potencialni uporabnik s končnim izdelkom ni bila zadovoljen, zato pri drugih nismo več poskusili.

Alley (5) meni, da modifikacije, ki jih je opisal Andrew (3), ne zadostujejo za dobro stabilnost krna, zato je razvil ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev. Tako ležišče omogoča, da se na krnu izmenjujejo tri ali štiri področja pritiskov in razbremenitev. Na mestih pritiskov lahko uporabimo največje še dopustne pritiske, ki ne poškodujejo tkiv in jih oseba lahko prenaša preko celega dneva. Na mestih razbremenitev so v ležišču izrezana okna, skozi katera se izbočijo mehka tkiva (4). Tako kot ležišče, ki ga je opisal Andrew (3), ima tudi to prednje in zadnje krilo v predelu ramena, ki pa sta manjši. Ležišče je običajno laminirano, dodatno lahko oseba uporablja tudi silikonski vložek. Ležišče je možno uporabiti pri estetski, funkcionalno mehanski in električni protezi.

V okviru DEKA projekta (*angl.* Defense Advanced Research Project Agency) pa so za DEKA proteze razvili tudi napihljive blazinice, ki so nameščene v ležišču proteze (6). Blazinice so različnih velikosti in omogočajo dobro prilaganje ležišča krnu. Oseba jih po potrebi napolni in izprazni, kar olajša natikanje in snemanje proteze.

Potrebi po dodatnih suspenzijskih pasovih se lahko izognemo tudi z uporabo silikonskih vložkov in z osteointegracijo. Silikonske vložke v protetiki zgornjega uda tudi v svetu bistveno manj uporabljajo kot v protetiki spodnjega uda. Uporabo omejujejo težave s kožo, zelo težko pa jih je uporabljati pri mioelektričnih protezah (7), kjer morajo biti v silikonskem vložku izrezane odprtine za elektrode, bolnik pa si mora vložek zelo natančno namestiti, da bodo elektrode na pravih mestih. Po naših izkušnjah si osebe samo z eno roko težko nameščajo silikonske vložke. Osteointegracija je postopek, ki zahteva eno ali dve dodatni operaciji. Pri prvi operaciji kirurg vstavi kostni vsadek v preostanek nadlahtnice, po šestih mesecih pa dodatno še del, ki gleda iz krna in na katerega se nato pritrdi proteza (8). Na vsadek je možno pritrditi estetsko, funkcionalno mehansko in električno protezo. Pri vseh treh pa ima oseba ohranjeno popolno gibljivost v ramenu. Do aprila leta 2010 so metodo uporabili le pri 16 osebah po transhumeralni amputaciji. Dve od vključenih oseb proteze ne uporabljata: ena oseba zaradi razlogov, ki niso povezani s samo metodo osteointegracije, druga oseba pa zato, ker ni prišlo po popolne integracije vsadka (8).

Glede na opisane postopke in klinične izkušnje smo pri osebni po transhumeralni amputaciji želeli preizkusiti ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev, ki ga je predstavil Alley (4). Ugotoviti smo želeli tudi, kakšne so

morebitne težave, s katerimi se srečuje protetik in kakšno bo zadovoljstvo uporabnika.

## METODE

Izbrali smo osebo po transhumeralni amputaciji, ki je bila pripravljena sodelovati in je že uporabljala nadlahtno estetsko protezo z ležiščem s silikonsko ramensko kapo. Protetik si je beležil težave pri izdelavi, udobnost obeh ležišč smo ocenili s številčno analogno lestvico, zadovoljstvo proteze pa s slovensko verzijo vprašalnika QUEST (9). Izmerili smo tudi gibljivost v ramenu brez proteze in z obema ležiščema.

## REZULTATI

### Predstavitve bolnika

Šestindesetletnemu bolniku so zaradi tumorja novembra leta 2012 amputirali levico tik nad komolcem. Gospod je sicer zdrav, priučen desničar, po poklicu gostinec z lastnim lokalom. Ob prvem pregledu je imel fantomske bolečine, ki jih je ob rednem jemanju zdravil proti bolečinam na VAS lestvici ocenil s 3. Težave je navajal pri zavezovanju vezalk in rezanju hrane.

Hrbtenica je bila ravna, opazna je bila že rahla atrofija mišic levega ramenskega obroča. Krn je bil cel, na koži ni bilo posebnosti, zaznavanje ohranjeno, gibljivost v ramenu je bila popolna.

Seznani smo ga z možnostjo opreme z različnimi protezami za zgornje ude, njihovimi prednostmi in pomanjkljivostmi, pravicami iz zdravstvenega zavarovanja ter potekom rehabilitacije. Odločil se je za estetsko protezo. Cilj rehabilitacije je bil zmanjšati fantomske bolečine, naučiti ga enoročno opravljati različna zanj smiselna opravila ter kako si z estetsko protezo lahko pri tem pomaga, svetovanje o opremi s pripomočki za lažje opravljanje dejavnosti, vrnitev na delo ter ocena vozniških sposobnosti in svetovanje o potrebnih prilagoditvah.

Izdelali smo mu skeletno estetsko protezo z ležiščem s silikonsko ramensko kapo, pasivno gibljivim komolcem ter estetsko protezno roko. Proteza je imela suspenzijski pas, ki je potekal preko hrbta pod desno pazduho in si ga je zapel spredaj. Čez tri mesece smo mu izdelali še ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev, na katero smo predstavili ostale sestavne dele proteze. Po treh mesecih uporabe drugega ležišča smo izvedli ocenjevanje.

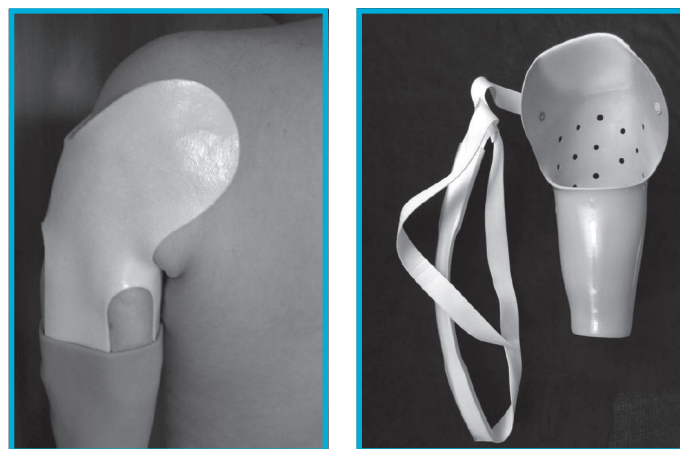
### Izdelava ležišč

Faze izdelave ležišča so pri obeh postopkih enake (odvzem mere, obdelava modela, izdelava testnega ležišča in izdelava dokončnega ležišča). Razlike so pri postopku izdelave prvih

dveh faz. Odvzem mere »klasičnega ležišča« nadlahtne proteze naredi en protetik, za odvzem mere za izdelavo ležišča z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev pa sta potrebna dva, ki hkrati na štirih različnih mestih pritisneta na krn. Če želi meritev izvesti en protetik, mora imeti posebno napravo za odvzem mere. Poleg tega je potrebno zelo močno pritisniti še v področju obeh kril v predelu rame. Pri obdelavi modela za ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev mora protetik na modelu še dodatno poudariti pritiske na mestih izvedenih pritiskov med meritvijo ter oblikovati mehke prehode med mesti pritiskov in razbremenitev. Za obe ležišči smo izdelali testno ležišče (slika 3). Obe dokončni ležišči sta bili laminirani (slika 4).



**Slika 3:** Testno ležišče za ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev.



a)

b)

**Slika 4:** Definitivno z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev (a) in ležišče z ramensko kapo (b).

### Rezultati usmerjenega pogovora, vprašalnika in meritev gibljivosti

Rezultate usmerjenega pogovora prikazuje tabela 1, rezultate vprašalnika QUEST tabela 2 in meritve gibljivosti tabela 3. Bolnik je opredelil tri zanj najbolj pomembna področja, ki vplivajo na zadovoljstvo s protezo: udobnost, enostavna uporaba in podpora uporabniku oz. sledenje. Po petih urah nošenja proteze z ležiščem z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev na krnu ni bilo rdečin in odrgnin. Tudi na koncu krna je bila koža primerne barve.

**Tabela 1:** Odgovori na usmerjena vprašanja.

Vprašanje	Ležišče s silikonsko ramensko kapo	Ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev
Splošno zadovoljstvo s protezo (VAS)	6	8
Pripombe bolnika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• moti ga suspenzijski pas</li> <li>• krn v ležišču "plava"</li> <li>• ob gibih se s koncem krna zadeva v stene ležišča</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• krn je v ležišču stabilen</li> <li>• proteza nima suspenzijskega pasu</li> </ul>
Udobnost ležišča (VAS)	5	8
Čas uporabe proteze	4 – 8 ur na dan	4 – 8 ur na dan
Drugo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• s protezo ni mogel med hojo normalno nihati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• med hojo lahko s protezo niha, enako kot z rokami</li> </ul>

Legenda: VAS – številčna analogna lestvica od 0 – 10

**Tabela 2:** Odgovori na vprašalnik QUEST.

Vprašanje: Kako ste zadovoljni z/s:	Ležišče s silikonsko ramensko kapo	Ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev
dimenzijami (velikost, višina, dolžina, širina) podporne naprave?	3	4
težo podporne naprave?	4	4
enostavnostjo prilagajanja (pritrdivitvo, pričvrstitvijo) delov vaše podporne naprave?	3	4
varnostjo in zanesljivostjo vaše podporne naprave?	3	4
trajnostjo (vzdržljivost, odpornost proti obrabi) vaše podporne naprave?	3	3
enostavnostjo uporabe vaše podporne naprave?	3	4
udobnostjo vaše podporne naprave?	3	4
primernostjo/ učinkovitostjo vaše podporne naprave (stopnja, do katere naprava ustreza vašim potrebam)?	3	5
dostavo (postopki, dobavnim časom) vaše podporne naprave?	5	5
popravili in servisiranjem (vzdrževanje), ki je na voljo za vašo podporno napravo?	5	5
kakovostjo strokovnih storitev (informacije, pozornost), ki ste jo prejeli za uporabo vaše podporne naprave?	5	5
nadaljnimi storitvami in spremljanjem (podpora uporabniku) za vašo podporno napravo?	5	5

Legenda: povsem nezadovoljen – 1; nezadovoljen – 2; bolj ali manj zadovoljen – 3; dokaj zadovoljen – 4; zelo zadovoljen – 5

**Tabela 3:** Meritve gibljivosti v levem ramenu.

Gib	Brez proteze	Ležišče s silikonsko ramensko kapo	Ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev
Elevacija skozi abdukcijo	170°	40°	80°
Elevacija skozi antefleksijo	170°	30°	90°

## RAZPRAVA

Ugotovili smo, da je bolnik bolj zadovoljen z ležiščem z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev kot z ležiščem s silikonsko ramensko kapo. Bistvene razlike smo našli pri sami izdelavi v odvzemu mere, pa tudi v obdelavi modela.

Podobno kot poročajo številni avtorji (1,10,11) je tudi naš bolnik na prvo mesto pri odločanju o pomembnosti dejavnikov, ki vplivajo na zadovoljstvo s protezo, postavil udobnost proteze. Ta je najbolj odvisna od udobnosti ležišča ter suspenzijskega sistema. Na udobnost ležišča vplivata tudi material, iz katerega je ležišče narejeno, in njegova oblika (1, 2). V predstavljenem primeru sta bili obe ležišči narejeni iz istega materiala, razlikovali pa sta se po obliki. Ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev tudi ni potrebovalo dodatne suspenzije, ki je bolnika motila pri ležanju z ramensko kapo iz silikona. Strokovnjaki nismo bili prepričani, da bo to ležišče za bolnika udobno, saj so v predelu pritiskov le-ti bistveno višji kot na katerem koli mestu ostalih ležišč, hkrati pa smo imeli že omenjeno negativno izkušnjo z ležiščem s krili po metodi Andrewa. Kljub temu, da nihče izmed protetikov ni opravil izobraževanja v okviru praktične delavnice, kjer bi se naučil izdelave, in smo

postopek izpeljali brez merilnega instrumenta, ki ga avtor ležišča svetuje za odvzem mere (4), nam je uspelo izdelati ležišče, s katerim je bil gospod zelo zadovoljen, celo bolj kot z ležiščem, s katerim smo do sedaj imeli največ dobrih izkušenj in so ga bolniki najbolj pohvalili.

Na drugo mesto je bolnik postavil enostavnost uporabe in ocenil, da je ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev lažje uporabljati kot ležišče z ramensko kapo iz silikona, čeprav si slednje le nadene, prvo pa si mora z eno roko navleči s posebno navleko. Večina avtorjev je ugotovila, da osebe po amputaciji zgornjega uda na drugo mesto postavijo funkcionalnost proteze (1,10,11). Vprašalnik QUEST te možnosti ne ponuja, zato je naš bolnik ni mogel izbrati, vendar pa je to poudaril med odgovori na vprašanja. Še najbolj podobno vprašanje v vprašalniku QUEST je primernost oz. učinkovitost proteze, kjer je razlika v zadovoljstvu obravnavanega bolnika tudi največja.

Z ležiščem z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev je bila bistveno manj omejena gibljivost v ramenu. Z ležiščem omejena gibljivost v ramenu lahko ovira osebe, ki imajo bodisi funkcionalno mehansko ali električno protezo pri njeni uporabi. Zaradi zmanjšane antefleksije in abdukcije imajo osebe lahko težave pri prijemanju in spuščanju

predmetov na višje police. Gospod ima le estetsko protezo, zato zanj gibljivost ni tako zelo pomembna, vendar pa je sam povedal, da je zelo zadovoljen, da je med hojo nihanje proteze z ležiščem z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev bolj podobno nihanju zgornjega uda oziroma ga sam bolje nadzoruje.

NiMhurchadha s sodelavci (12) meni, da je izid rehabilitacije osebe po amputaciji zgornjega uda dober, če je le-ta samostojen v osnovnih dnevnih opravilih, zadovoljen s funkcijo, se vrne na delo, ima pozitiven pogled nase ter uporablja protezo tako pogosto, kot si želi in na način, kot naj bi jo uporabljal. Naš bolnik je vse to dosegel, torej lahko sklenemo, da smo z izidom rehabilitacije in oskrbe s protezo lahko zadovoljni.

Z vidika protetika je najtežji odvzem mere, kjer morata sodelovati dva protetika ali pa potrebuje posebno napravo za meritev. Čeprav avtor ležišča (4) meni, da je naprava nujno potrebna, je nam meritev uspela tudi brez nje. Dodatno je potrebno pritisniti tudi v področju kril v predelu rame. Ti pritiski so med meritvijo tako močni, da so za bolnika neugodni. Vendar le tako uspemo pri končnem ležišču zagotoviti primerno in dobro suspenzijo proteze, da proteza ne leze s krna. Pomembno je tudi, da je v ležišču popoln stik krna z ležiščem, da s pritiski ne povzročimo zastoja venske krvi na koncu krna. V dokončnem ležišču pri obravnavanem bolniku tega žal nismo uspeli narediti, da smo lahko na ležišče pritrdili ostale sestavne dele. Če bi izdelali ležišče s popolnim stikom, bi bilo prekratko in bi morali narediti še eno daljše ali pa uporabiti drug komolec. Naše ležišče v primerjavi z originalnim predlogom Alleya (4) tudi nima vakuum ventila, menimo pa, da ga bomo v prihodnje uporabili.

Vprašalnik QUEST ni bil razvit posebej za ocenjevanje v rehabilitaciji oseb po amputaciji zgornjega uda. Ocenjuje zadovoljstvo uporabnika s tehnologijo, lahko tudi s protezo. Routhier s sod. (13) so ga že uporabili za oceno zadovoljstva otrok s prirojeno amputacijo zgornjega uda. Vprašalnik je preveden v slovenščino (9) in ga večinoma uporabljamo za ocenjevanje zadovoljstva s podporno tehnologijo. Glede na to, da je že bil uporaben tudi pri skupini oseb po amputaciji zgornjega uda, in da nas je zanimalo predvsem mnenje bolnika, pa se nam je zdel od obstoječih vprašalnikov najbolj primeren.

Glavna pomanjkljivost naše študije je, da smo način izdelave ležišča preizkusili le na enem bolniku. Oseb po transhumeralni amputaciji je bistveno manj kot oseb po transradialni amputaciji (10, 14, 15). Da bi prišli do petih bolnikov, bi lahko trajalo tudi dve leti. Čeprav avtor (4), ki predstavlja način izdelave ležišča z menjajočimi se področji pritiska, ta način izdelave uporablja tudi pri osebah po transradialni amputaciji, je pri njih izdelava takega ležišča še bolj zahtevna, saj so transradialni krni bolj koščeni. Zato menimo, da je smiselno metodo najprej preizkusiti pri osebah po transhumeralni amputaciji, ki imajo več mehkih tkiv.

## ZAKLJUČEK

Ležišče z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev je obravnavani bolnik ocenil kot udobno in je bil z njim bolj zadovoljen kot z ležiščem s silikonsko ramensko kapo. Bistvena razlika pri izdelavi ležišča z menjajočimi se področji pritiskov in razbremenitev je v odvzemu mere, razlikuje pa se tudi obdelava modela.

## Literatura:

- Schultz AE, Baade SP, Kuiken TA. Expert opinions on success factors for upper-limb prostheses. *J Rehabil Res Dev* 2007; 44: 483–9.
- Daly WK. Elbow disarticulation and transhumeral amputation: prosthetic management. V: Smith DG, Michael JW, Bowker JH, eds. *Atlas of amputations and limb deficiencies: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles*. 3rd ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2004. p. 243–9.
- Andrew TJ. Prosthetic principles. V: Bowker JH, Michael JW, eds. *Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles*. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1992. 255–64.
- 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.
- Lake C. The evolution of upper limb prosthetic socket design. *J Prosthet Orthot* 2008; 20: 85–92.
- Resnik L, Klinger SL, Etter K. The DEKA Arm: Its features, functionality, and evolution during the Veterans Affairs Study to optimize the DEKA Arm. *Prosthet Orthot Int* 2013 [v tisku].
- Gaber TA, Gardner CM, Kirker SG. Silicone roll-on suspension for upper limb prostheses: users' views. *Prosthet Orthot Int* 2001; 25: 113–8.
- Jönsson S, Caine-Winterberger K, Brånemark R. Osseointegration amputation prostheses on the upper limbs: methods, prosthetics and rehabilitation. *Prosthet Orthot Int* 2011; 35: 190–200.
- Demers L, Weiss-Lambrou R, Ska B. Development of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (QUEST). *Assist Technol* 1996; 8: 3–13.
- Burger H, Marincek C. Upper limb prosthetic use in Slovenia. *Prosthet Orthot Int* 1994; 18: 25–33.
- Berke GM, Ferguson J, Milani JR, Hattingh J, McDowell M, Nguyen V, Reiber GE. Comparison of satisfaction with current prosthetic care in veterans and service members from Vietnam and OIF/OEF conflicts with major traumatic limb loss. *J Rehabil Res Dev* 2010; 47: 361–71.

12. NiMhurchadha S, Gallagher P, Maclachlan M, Wegener ST. Identifying successful outcomes and important factors to consider in upper limb amputation rehabilitation: an international web-based Delphi survey. *Disabil Rehabil* 2013; 35: 1726–33.
13. Routhier F, Vincent C, Morissette MJ, Desaulniers L. Clinical results of an investigation of paediatric upper limb myoelectric prosthesis fitting at the Quebec Rehabilitation Institute. *Prosthet Orthot Int* 2001; 25: 119–31.
14. 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: 393–99.
15. Østlie K, Skjeldal OH, Garfelt B, Magnus P. Adult acquired major upper limb amputation in Norway: prevalence, demographic features and amputation specific features: a population-based survey. *Disabil Rehabil* 2011; 33: 1636–49.