

PRIMERJAVA TREH VRST ORTOZ ZA GLEŽENJ IN STOPALO PRI BOLNIKU S PADAJOČIM STOPALOM – PRIKAZ PRIMERA

COMPARISON OF THREE TYPES OF ANKLE-FOOT ORTHOSIS IN A PATIENT WITH FOOT DROP – CASE REPORT

Ksenija Osrečki, dipl. inž. ort. in prot., asist. dr. Primož Novak, dr. med.
Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Izvleček

Izhodišča:

Ortoze za gleženj in stopalo so najpogosteje predpisane ortoze za spodnje ude. Uporabljamo jih pri osebah z različnimi okvarami in poškodbami spodnjih udov. Nekateri pacienti niso zadovoljni z ortozo za gleženj in stopalo, izdelano iz termoplastičnih materialov, predvsem zaradi težav z nameščanjem v običajno obutev. Predvidevali smo, da bi z ortozo iz ogljikovih vlaken, izdelano individualno, te težave odpravili oziroma zmanjšali.

Metode:

Osebi, ki že dalj časa uporablja ortozo za gleženj in stopalo, smo izdelali tri nove: serijsko, individualno izdelano iz visoko temperaturnega termoplastičnega materiala (polipropilen) in individualno izdelano iz ogljikovih vlaken. Primerjali smo postopke izdelave vseh treh ortoz, njihovo težo in funkcionalnost. Slednjo smo ocenili z vprašalnikom o kakovosti ortoze ob prevzemu in z meritvami stopalnih pritiskov med hojo.

Rezultati:

Najbolj preprosta za izdelavo je serijska, najzahtevnejša pa ortozo iz ogljikovih vlaken. Najlažja je serijsko izdelana ortozo, malo težja individualno narejena iz polipropilena (PP), najtežja pa je ortozo iz ogljikovih vlaken. Z vsemi tremi ortozami smo preprečili padanje stopala. Z ortozo iz polipropilena smo najbolj popravili varusni položaj petnice, s serijsko pa najmanj. Pacient je ocenil, da je najbolj udobna serijska ortozo, najmanj pa individualno izdelana iz PP. Najustreznejšo razporeditev stopalnih pritiskov med hojo smo dosegli z ortozo iz ogljikovih vlaken.

Abstract

Background:

Ankle-foot orthosis (AFO) is the most commonly prescribed kind of lower limb orthoses. Such orthoses are used for various lower limb impairments. Some patients are not satisfied with a thermoplastic AFO as it is difficult to fit into normal shoes. Custom-made carbon-fibre orthosis may relieve or diminish this problem.

Methods:

Three types of orthoses were made for the patient, who used AFO for a long time: 1) prefabricated, 2) custom-made thermoplastic (polypropylene) and 3) custom-made carbon-fibre orthosis. The process of fabrication of orthoses was compared in detail. Post Stroke Ankle-Foot Orthosis Fitting/Review Tool was filled in for all three orthoses. Orthoses were weighted on a high-precision scale. Foot pressures during walking were measured with the F-scan system with all three orthoses.

Results:

Prefabricated AFO entails the simplest, and carbon-fibre AFO the most demanding fabrication process. Prefabricated AFO is the lightest, and carbon-fibre orthosis is the heaviest. Foot drop was prevented with all three types of AFO. Varus heel position was best corrected with the polypropylene AFO, and worst with the prefabricated AFO. The prefabricated AFO was assessed as the most, and the polypropylene AFO as the least comfortable. The most adequate plantar pressure redistribution was achieved with the carbon-fibre AFO.

Zaključek:

V našem primeru nismo potrdili prednosti ortoze iz ogljikovih vlaken v primerjavi s preostalima testiranima ortozama.

Ključne besede:

ortoza za gleženj in stopalo, ogljikova vlakna, zadovoljstvo pacienta

Conclusion:

The advantages of a custom-made carbon-fibre ankle-foot orthosis over a prefabricated or a polypropylene custom-made one were not confirmed in our case.

Key words:

ankle-foot orthosis, carbon fibres, patient satisfaction

UVOD

Ortoze za gleženj in stopalo (OGS) so najpogosteje predpisane ortoze za spodnje ude (1). Uporabljamo jih pri osebah z različnimi okvarami in poškodbami spodnjih udov (1). Ortoze za gleženj in stopalo s svojimi silami lahko delujejo v različnih ravninah (tabela 1). Odvisno od učinka, ki ga želimo doseči, lahko s posamezno OGS kombiniramo sile v različnih ravninah.

Tabela 1: Funkcija ortoze glede na delovanje sil v različnih ravninah

Funkcija ortoz	Ravnina delovanja sil
Pomoč dorzalnim in plantarnim flektornim mišicam	Sagitalna
Nadzor varus/valgus	Frontalna
Korekcija adduktorne mišice	Transverzalna

Ločimo OGS, kjer sile delujejo v sagitalni ravnini, v sagitalni in frontalni ravnini in tretje, kjer na stopalnem delu delujejo sile tudi v transverzalni ravnini (2) (tabela 2). Gibljivost ortoze v gležnju je odvisna od širine ortoze v predelu gležnja, debeline plastike (za dorzalno fleksijo) in višine lateralnih robov (za plantarno fleksijo) (3). Vedno popravljamo deformacijo, ki nastane v fazi opore. Z ortozo popravimo deformacijo do nevtralnega položaja, če to ni mogoče, pa do največje možne korekcije.

Tabela 2: Primeri različnih tipov ortoz glede na ravnine delovanja sil

Tip ortoze	Ravnina delovanja sil		
	Sagitalna	Frontalna	Transverzalna
Serijska (iz polipropilena)	x		
Individualno izdelana korekcijska (iz polipropilena)	x	x	
Individualno izdelana korekcijska (iz ogljik. vlaken)	x	x	

Ortoze za gleženj in stopalo so lahko serijsko izdelane in jih prilagodimo posameznemu uporabniku ali jih v celoti individualno izdelamo za posameznega uporabnika po mavčnem modelu. Narejene so iz različnih termoplastičnih materialov (polipropilenov - PP) (4). Le-ti so zelo uporabni

zaradi svoje visoke talilne temperature, odlične kemijske in vlažilne odpornosti ter visoke odpornosti za udarce (4). Obdelujemo jih pri temperaturi približno 165 °C (4).

V zadnjem času je ortoze mogoče izdelati tudi iz ogljikovih vlaken. Ogljikova vlakna imajo zaradi svoje čvrstosti, visoke modularnosti in nizke specifične teže veliko konstrukcijsko in funkcionalno uporabnost (5). Uporaba le-teh v ortotiki je pri nas novost. Na pogostost uporabe ogljikovih vlaken in preskušanje funkcionalnosti ortoz, ki so iz njih narejene, znatno vpliva dejstvo, da so v primerjavi s termoplastičnimi materiali dražja. V primerjavi s termoplastičnimi materiali so zelo trdi in trdni in lahko nadomestijo vse kovinske dele in s tem zmanjšajo težo ortoze. Izdelava ortoz iz ogljikovih vlaken je zahtevnejša, ker jih kasneje ni mogoče popravljati in so manj varna za izdelovalca, uporabnika in okolje (6, 7). Splošno prepričanje je, da so pripomočki, izdelani iz ogljikovih vlaken, bolj vzdržljivi, odpornejši za stalne obremenitve, lažji in bolj udobni, vendar dokazov za to v literaturi, ki nam je dostopna, nismo našli.

V literaturi so mnenja o funkcionalnosti OGS iz ogljikovih vlaken v primerjavi z OGS, ki so izdelane iz občutno cenejših visokotemperaturnih materialov, deljena, čeprav tehtnejših raziskav o tem nismo našli. Danielsson poroča, da se je pri pacientih s padajočim stopalom po možganski kapi, ki so uporabljali ortozo za gleženj in stopalo iz ogljikovih vlaken, povečala hitrost hoje za približno 20 % in zmanjšala poraba energije za 12 % v primerjavi s hitrostjo in porabo energije pri hoji brez ortoze (8). V kasnejši študiji Danielsson navaja podobne rezultate, vendar so kot klinično pomembno zabeležili le povečano hitrost hoje v primerjavi s hitrostjo hoje brez ortoze (9). Alimusaj poroča, da uporaba ortoze za gleženj in stopalo iz ogljikovih vlaken izrazito poveča energijo med fazo zamaha in hkrati nudi podporo v celotni fazi opore pri osebah s spino bifido (10). Kineziološke meritve hoje, ki so jih opravili, so potrdile, da je hoja osebe z ortozo iz termoplastičnih materialov bolj fiziološka in naravna kot hoja z ortozo iz ogljikovih vlaken (10). Wolf ugotavlja, da je hoja s tradicionalno izdelano ortozo iz visokotemperaturnega termoplastičnega materiala bolj fiziološka kot hoja z ortozo iz ogljikovih vlaken. Poudarja pomen primerne obutve, ki značilno vpliva na postavitev ortoze in s tem na kinetiko in kinematiko hoje (11).

Namen naše raziskave je bil preizkusiti postopek izdelave OGS iz ogljikovih vlaken ter primerjati funkcionalnost treh vrst OGS – serijsko izdelane, individualno izdelane iz visokotemperaturnega termoplastičnega materiala (PP) in individualno izdelane iz ogljikovih vlaken. Primerjali smo postopke izdelave ortoz in subjektivno oceno pacienta o udobnosti posamezne ortoze.

METODE

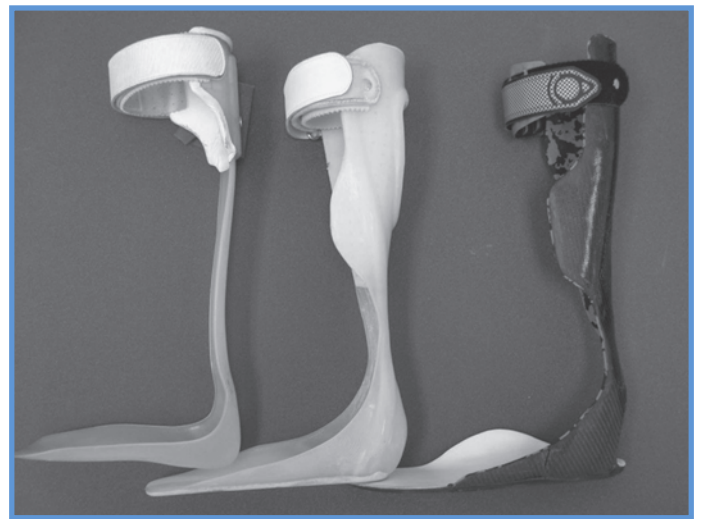
Devetinšestdesetletnemu gospodu že dvajset let med hojo pada levo stopalo zaradi okvare korenin L5 in S1, ki je posledica stenoze spinalnega kanala. Nevrokirurgi so ga dvakrat operirali, vendar se padanje stopala ni popravilo. Od leta 2001 uporablja OGS za levo stopalo, da bi preprečil padanje stopala. Leta 2008 smo opazili, da se mu med hojo v fazi opore leva petnica zvrne v varus, zato smo mu predpisali individualno narejeno OGS za popravljanje položaja petnice in preprečevanje padanja stopala. Ortoza ga je žulila in ponovno je začel uporabljati staro serijsko. Gospod je zelo aktiven, vsaj trikrat tedensko po dve do tri ure hodi v hrib po neravnem terenu. Veliko tudi kolesari.

Ob pregledu pred zadnjim predpisovanjem ortoze smo pri njem med hojo z bosimi nogami opazili izrazito petelinjo hojo s padajočim levim stopalom in kompenzacijskim pretiranim upogibom kolena in kolka. Dostopil je na prste, nato pa obremenil celo stopalo. Ob tem se mu je v fazi opore leva petnica zvrnila v varus. Pri testiranju grobe mišične moči smo ugotovili, da ni aktivne dorzalne fleksije, inverzije in everzije stopala (ocena 0 po ročnem mišičnem testu). Izrazito je bila oslABLJENA moč plantarnih flektornih mišic (-2). Flektorne mišice prstov in palca so bili ocenjeni z -2, ektenzorne mišice pa z 0. Ugotovili smo, da je nastala začetna flektorna kontrakura v levem kolenu (10°), nadaljnja fleksija je bila primerna. V gležnju smo pasivno lahko popolnoma popravili položaj petnice in ob tem dosegli tudi rahlo dorzalno fleksijo stopala.

Izdelali smo mu tri vrste OGS za levo stopalo: serijsko, individualno izdelano iz visokotemperaturnega termoplastičnega materiala (PP) in individualno izdelano iz ogljikovih vlaken (slika 1).

Ortoza iz ogljikovih vlaken je bila izdelana individualno, po mavčnem modelu. Odvzem mere je potekal enako kot pri izdelavi ortoze iz PP. Tudi izdelava mavčnega modela je bila enaka. Naredili smo statično uravnavo in jo dodatno oblikovali. Zaradi zahtevnosti je postopek izdelave te ortoze dvakrat daljši kot pri izdelavi individualne ortoze iz PP.

Uporabili smo ogljikova vlakna z industrijskim imenom TFC (Termo Formable Composit, Neuhof - Germany). Na ploščo ogljikovih vlaken je diplomirani inženir ortotike in protetike (v nadaljevanju ortotik) narisal načrt ortoze glede na deformacije in funkcionalne zahteve. Ploščo je izrezal po



Slika 1: Serijsko izdelana ortoza, individualno izdelana ortoza iz polipropilena in individualno izdelana ortoza iz ogljikovih vlaken.

načrtu in nato s posebnim postopkom prilagodil in oblikoval ortozo (slika 2). Ker smo pričakovali zahtevnejšo obravnavo, je ortotik prej izdelal testno ortozo iz visokotemperaturnih termoplastov.



Slika 2: Postopek polaganja in prilaganja plošč iz ogljikovih vlaken.

Podrobno smo popisali in primerjali postopek izdelave posamezne ortoze, končno izdelane ortoze smo stehali na elektronski tehtnici. Vse tri ortoze je ortotik ocenil z vprašalnikom za merjenje kakovosti OGS ob prevzemu (Post stroke: Ankle Foot Orthosis Fitting/Review Tool) (12) (priloga 1). Po vprašalniku je gospod primerjalno ocenil občutek udobja pri uporabi vsake od treh ortoz (od 0 – neudobna ortoza do 10 – zelo udobna).

Z merilnim sistemom F-scan verzija 5.0 (proizvajalec Tekscan, Inc. iz ZDA) smo izmerili stopalne pritiske med hojo z vsemi tremi ortozami. Merilne vložke smo namestili med stopalom in ortozo. Med meritvijo je preiskovanec

hodil po ravnem hodniku s svojo običajno hitrostjo, vsakič najmanj pet korakov. Pri vseh meritvah je bila uporabljena enaka obutev.

REZULTATI

Primerjava postopkov izdelave

Primerjava postopkov izdelave (tabela 3) pokaže, da je za izdelavo OGS iz ogljikovih vlaken potrebnih najmanj pet do sedem opravil, medtem ko je za individualno izdelano OGS iz PP potrebnih največ pet in serijsko izdelana le tri opravila.

Teža ortoz

Najlažja je serijska OGS (0,2 kg), nekoliko težja je individualno narejena OGS iz PP (0,45 kg), najtežja pa je OGS iz ogljikovih vlaken (0,5 kg).

Učinek ortoz in zadovoljstvo uporabnika

- Serijska ortoza je preprečila padanje stopala, bolnik je dostopil na peto. Ortoza ni popravila varusnega položaja petnice, gibanje v zgornjem in spodnjem skočnem sklepu ter v metatarzofalangealnih sklepih (ortozo smo odrezali za glavicami stopalnic) je bilo slabo nadzorovano. Pacient jo je veliko uporabljal, ker ga ni bistveno ovirala. Ni je mogel uporabljati dalj časa, ker se je noga prehitro utrudila in hoja ni bila dovolj stabilna. Z ortozo dosežemo optimalno gibljivost gleženjskega sklepa. Prominentne točke so v stiku z ortozo razbremenjene in brez prevelikih pritiskov. Gospod je bil z ortozo zadovoljen, udobnost ortoze je ocenil z oceno 8 (na lestvici od 0 – neudobna do 10 – zelo udobna).
- Individualno izdelana ortoza je brez sklepov, močno izrezana v predelu zgornjega skočnega sklepa, kar zagotavlja njeno fleksibilnost. Preprečuje padanje stopala, omogoča dostop na peto in delno popravi varusni položaj petnice. Z ortozo dosežemo optimalno gibljivost gleženjskega

sklepa. Slabše nadzoruje gibanje v metatarzofalangealnih sklepih, ker smo jo odrezali za glavicami stopalnic, da smo gospodu olajšali odziv. Prominentne točke so bile v ortozu razbremenjene, vendar so nastale težave pri stiku traku za zapenjanje in kože na predelu grebena golenice zaradi drsenja goleni iz ortoze v fazi odziva. Ortoza je preprečila padec stopala, gospod je dostopil na peto. Gospod je bil z ortozo le delno zadovoljen (udobnost je ocenil z oceno 5). Po dvanajstih mesecih uporabe je ortoza iz PP v področju gležnja počila.

- Ortoza iz ogljikovih vlaken je preprečila padanje stopala, omogočila dostop na peto in delno popravila varusni položaj petnice. Z ortozo smo dosegli optimalno gibljivost v MTP sklepih. Prominentne točke so bile v stiku z ortozo razbremenjene. Gospod je bil z ortozo le delno zadovoljen (udobnost je ocenil z oceno 6). Po treh mesecih uporabe je ortoza iz ogljikovih vlaken v področju gležnja počila.

Meritev stopalnih pritiskov

Prikazujemo vrednosti stopalnih pritiskov na opazovanih mestih levega stopala med hojo z nameščenimi različnimi OGS ter vpliv ortoz na pritiske desnega stopala (slika 3).

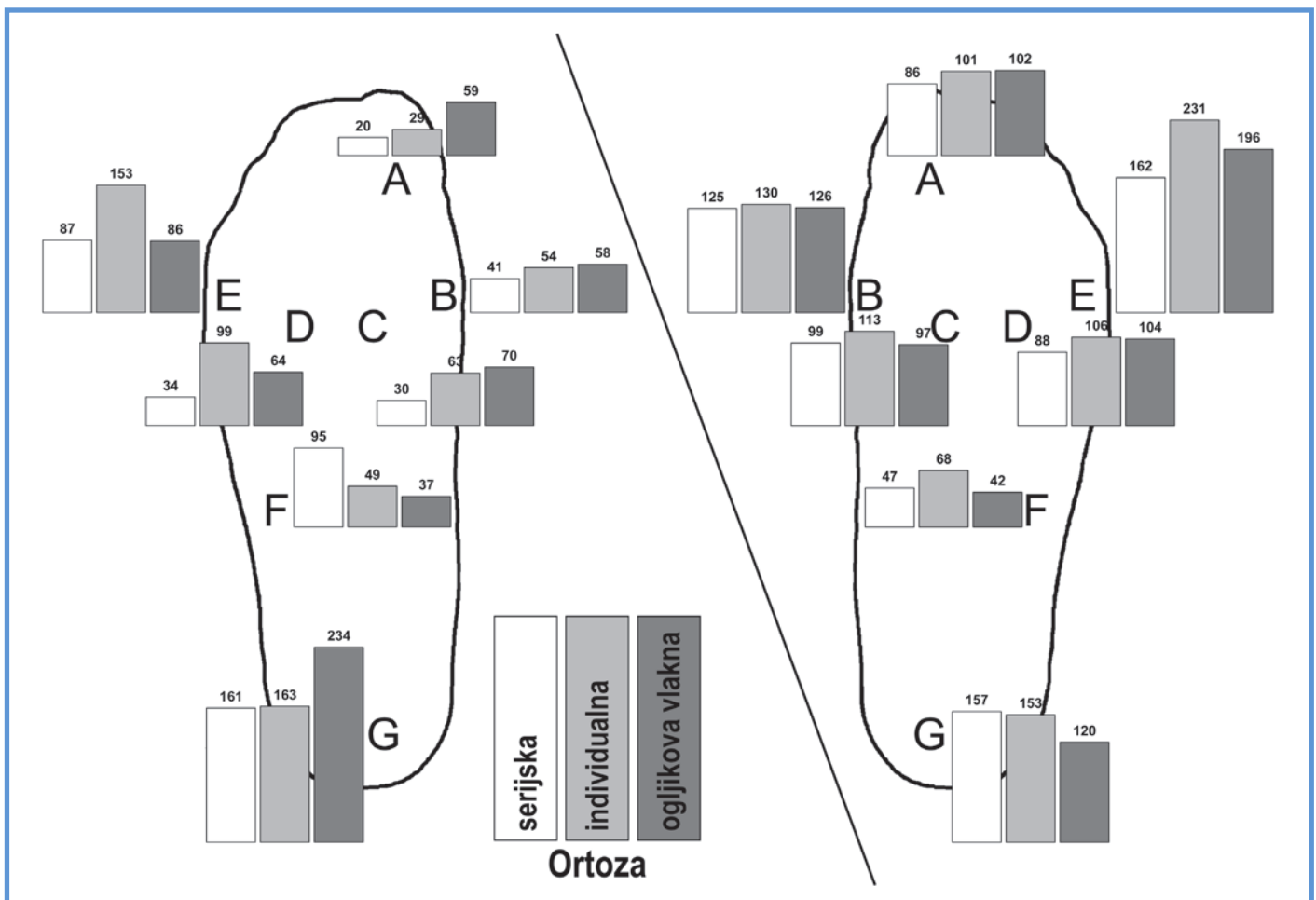
RAZPRAVLJANJE

Predstavljen je primer pacienta, za katerega smo že več let iskali ustrezno rešitev pri izdelavi ortoze. Želeli smo izdelati ortoza, s katero bi preprečili padanje stopala in zadržali nevtralni položaj petnice. Obenem naj bi bila lahka in hkrati trdna ter udobna za nošenje. Izdelavo primerne ortoze je dodatno oteževala oslabelelost tako dorzalnih kot tudi plantarnih flektornih mišic stopala ter precejšnja telesna aktivnost uporabnika.

Z vidika zahtevnosti izdelave, stroškov za material in s tem povezane cene je najugodnejša serijska, najmanj pa ortoza iz ogljikovih vlaken. Cena slednje namreč kar za dvakrat presega cenovni standard ZZZS za individualno izdelano ortoza.

Tabela 3: Postopki, potrebni za izdelavo posamezne ortoze

Postopek	Serijska	Individualno izdelana iz polipropilena	Individualno izdelana iz ogljikovih vlaken
Odvzem mere	s šiviljskim metrom	z mavčnimi povoji	z mavčnimi povoji
Izdelava mavčnega pozitivna	/	DA	DA
Izdelava testne ortoze	/	/	DA
Preizkus testne ortoze	/	/	DA
Izdelava dokončne ortoze	/	DA	DA
Preizkus	DA	DA	DA
Prevzem	DA	DA	DA



Slika 3: Vrednosti sprememb pritiskov na opazovanih mestih za levo in desno stopalo med hojo z različnimi ortozami, nameščenimi na levem stopalu. A – blazinica palca, B – glavica prve stopalnice, C – glavica druge stopalnice, D – glavica tretje in četrte stopalnice, E – glavica pete stopalnice, F – srednji del stopala, G – peta.

Obe individualno izdelani ortozi sta že po nekaj mesecih uporabe počili v predelu gležnja.

Več avtorjev poudarja funkcionalne prednosti ortoz iz ogljikovih vlaken (8-10). Vendar je objavljena le ena študija, ki primerja individualno izdelani ortozi iz ogljikovih vlaken in ortozi iz PP. Avtorji v njej ugotavljajo, da je hoja s tradicionalno izdelano ortozi iz PP primernejša in bolj fiziološka (11). Tudi v našem primeru je ta ortoza najbolj popravila varusni položaj petnice. Serijska ortoza ni popravila varusnega položaja petnice in je bila zato funkcionalno manj ustrezna. Ker je najmehkejša, je bila za uporabnika najbolj udobna. Preostali ortozi sta trši in zato z vidika udobnosti manj ustrezni. Primerjalna prednost ortoze iz ogljikovih vlaken je gibljivost v področju stopalnic, s čimer lahko razložimo, da je bolj udobna v primerjavi z individualno izdelano iz PP. V literaturi, ki nam je dostopna, nismo našli podobne analize, zato naših ugotovitev nismo mogli primerjati.

Na podlagi predstavljenega primera tako ne moremo potrditi splošnega prepričanja o prednosti ortoze iz ogljikovih vlaken z vidika teže in trdnosti materiala ter udobnosti. Z meritvami pritiskov smo želeli preveriti, katera ortoza

najbolj poveča pritiske pod peto in medialno spredaj ter jih hkrati zmanjša na lateralnem robu stopala. Pri tem je bila najbolj učinkovita ortoza iz ogljikovih vlaken. Ob nošenju ortoze iz ogljikovih vlaken bolnik tudi najbolj obremeni prizadeto nogo.

ZAKLJUČEK

Gledano v celoti, v našem primeru nismo potrdili prednosti ortoze iz ogljikovih vlaken v primerjavi s preostalima testiranimi ortozama.

Literatura:

1. Bowker P, Brader DL, Pratt DJ, Condie DN, Wallace AW, eds. Biomechanical basis of orthotic management. Avon: Bath Press, 1993.
2. McHugh B. Analysis of body-device interface forces in the sagittal plane for patients wearing ankle-foot orthoses. *Prosthet Orthot Int* 1999; 23(1): 75-81.

3. Nagaya M. Shoehorn-type ankle-foot orthoses: prediction of flexibility. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78(1): 82-4.
4. Chung DDL. Carbon fibers. In: Chung DDL. *Composite materials: science and applications*. 2nd ed. London [etc.]: Springer, 2010: 35-46.
5. Throne JL. Polimers and plastics. In: Throne JL. *Understanding thermoforming*. 2nd ed. Cincinnati: Hanser Gardner Publications, cop. 2008: 171-201.
6. Husić I, Irha E, Jelić M, Živković O. Plastični materijali u ortopedskoj tehnici. *Ortopedska pomagala* 1990; 3(4): 6-15.
7. Schröter W, Lautenschläger KH, Bibrac H, Schnabel A. *Kemija: splošni priročnik*. Ljubljana: Tehnična založba Slovenije, 1993: 627-8.
8. Danielsson A, Sunnerhagen KS. Energy expenditure in stroke subjects walking with a carbon composite ankle foot orthosis. *J Rehabil Med* 2004; 36(4): 165-8.
9. Danielsson A, Sunnerhagen K, Willen C. Comparison of energy cost walking with and without a carbon composite ankle-foot orthosis in stroke subjects. Poster presented at 13th ISPO world congress and Orhopaedic + Reha-Technik 2010, Leipzig, Germany, May 10-15 2010.
10. Alimusaj M, Knie I, Wolf S, Fuchs A, Braatz F, Döderlein L. [Functional impact of carbon fiber springs in ankle foot orthoses]. *Orthopade* 2007; 36(8): 752-6. [v nemščini].
11. Wolf SI, Alimusaj M, Rettig O, Döderlein L. Dynamic assist by carbon fiber spring AFOs for patients with myelomeningocele. *Gait Posture* 2008; 28(1): 175-7.
12. Post stroke: Ankle-Foot Orthosis Fitting/Review Tool. NHS – Quality Improvement Scotland Website (www.nhshealthquality.org)

PRILOGA**VPRAŠALNIK ZA MERJENJE KAKOVOSTI ORTOZE OB PREVZEMU OGS**

OBLIKA OGS (pregled OGS brez namestitve pri pacientu)	
Ali oblika OGS dosega dogovorjene cilje?	Da/Ne
Ali z OGS dosežemo optimalno gibljivost sklepa?	Da/Ne
Ali je OGS brez sklepa, skupaj s čevljem nagnjena naprej?	Da/Ne
OGS (nameščena pri pacientu)	
Ali je gibanje spodnjega skočnega sklepa optimalno nadzorovano z OGS?	Da/Ne
Ali je gibanje zgornjega skočnega sklepa optimalno nadzorovano z OGS?	Da/Ne
Ali je gibanje medtarzalnih sklepov optimalno nadzorovano z OGS?	Da/Ne
Ali so trakovi za zapevanje dovolj dolgi in pravilno postavljeni?	Da/Ne
Ali so prominentne točke v stiku z ortozo razbremenjene in brez prevelikih pritiskov?	Da/Ne
Ali se pacient, ko nosi ortozo, počuti neprijetno?	Da/Ne
Ali so ob odstranitvi ortoze vidni rdeči pritiski na koži?	Da/Ne
FUNKCIJA OGS (pri hoji)	
Ali OGS omogoča primerno nihajno fazo koraka?	Da/Ne
Ali pacient naredi začetni kontakt s peto na podlago?	Da/Ne
Ali z OGS pričakovano vplivamo na koleno?	Da/Ne
Ali z OGS pričakovano vplivamo na kolk?	Da/Ne
OBUTEV	
Ali je obutev primerna in dobro narejena?	Da/Ne
Ali pacient lahko OGS dobro namesti v obutev?	Da/Ne
Ali so bile narejene določene prilagoditve čevlja?	Da/Ne
IZDELAVA OGS	
Ali so pasovi za zapevanje pravilno postavljeni?	Da/Ne
Ali je plastika v dobrem stanju?	Da/Ne
Ali so robovi OGS gladki?	Da/Ne
Ali je ortozo dodatno podložena?	Da/Ne
Če ima OGS sklepe, ali so le-ti pravilno postavljeni in v dobrem stanju?	Da/Ne
PACIENTOVO MNENJE	
Ali je pacient z OGS zadovoljen?	Da/Ne