

DIGITALNA TEHNOLOGIJA V ORTOTIKI IN PROTETIKI: PREGLED LITERATURE O UČINKOVITOSTI IN UPORABI V SLOVENIJI DANES

DIGITAL TECHNOLOGY IN ORTHOTICS AND PROSTHETICS: LITERATURE REVIEW ON ITS EFFECTIVENESS AND PRESENT USE IN SLOVENIA

Matic Bombek, dipl. inž. ort. in prot.

Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča, Ljubljana

Povzetek

Digitalna tehnologija na področju ortotike in protetike lahko omogoči natančnejšo izdelavo, skrajša tehnološke postopke in jih poenostavi. Vključena je lahko v različnih fazah obravnave bolnika in izdelave pripomočkov, ki so izdelani serijsko ali za posameznega uporabnika. V prispevku so predstavljene osnove digitalne tehnologije ter najpogostejša uporaba oziroma možnosti uporabe na področju ortotike in protetike. Predstavljeni so tudi primeri uporabe digitalne tehnologije v procesu izdelave medicinskih pripomočkov na URI – Soča.

Ključne besede

CAD-CAM; digitalna tehnologija; ortotika in protetika; proteza; ortoza; proces izdelave

Abstract

Digital technology in the field of orthotics and prosthetics can enable more precise manufacturing, shortening of technological procedures and their simplification. It can be involved in various stages of treatment of the patient and manufacturing of devices (either serially or custom-made). The paper presents the basics of digital technology and its most common use or potential use in the field of orthotics and prosthetics. Examples of using digital technology in the process of manufacturing medical devices at the University Rehabilitation Institute in Ljubljana are also presented.

Key words

CAD-CAM; digital technology; orthotics and prosthetics; prosthesis; orthosis; manufacturing process

UVOD

V praksi digitalna tehnologija omogoča nove načine obravnave pacientov in izdelave medicinskih pripomočkov. Izdelava pripomočka ni več toliko odvisna od umetniških sposobnosti in izkušenj posameznega strokovnjaka. Omogočena je izdelava kompleksnejših izdelkov, ki jih do sedaj ni bilo možno izdelati. Vpeljevanje teh tehnologij zahteva popolno prilagoditev tehnoloških procesov v podjetju. Na področju ortotike in protetike ima digitalna tehnologija velik potencial, ker omogoča bolj

množično izdelavo individualno prilagojenih izdelkov (1). To predstavlja industrijsko revolucijo, ki se danes že dogaja. Imenujejo jo industrijska revolucija 4.0. To torej ni nekaj, kar bo šele prišlo oziroma ni iluzija. Nove tehnologije je treba čim prej spoznati, jih prilagoditi in vpeljati na vsa področja proizvodnje medicinskih pripomočkov za čim boljši izkoristek pri oskrbi pacientov in v korist napredka stroke (1).

Digitalne tehnologije so orodja, ki lahko prevzamejo del našega dela in razmišljanja (2). Računalniško podprto konstruiranje

(v nadaljevanju CAD) je proces oblikovanja izdelka in vsebuje izdelavo ideje in geometrične oblike izdelka, izračun, preizkus, simulacijo in razvoj podatkov za njegovo izdelavo (2). Splošni in ekonomski razlogi za uporabo CAD sistemov so izogibanje podvajanju dela, poenostavljeno preučevanje dimenzijske geometrije brez fizičnega modela, poenostavljen vnos podatkov za analizo, prikaz podatkov, poenostavljeno dokumentiranje izdelka in shranjevanje izkušenj in informacij že uporabljenih oblik (2).

Računalniško podprto konstruiranje je proces, kjer načrtovalec pri snovanju izdelkov uporablja računalniške in programske sisteme. Snovanje in načrtovanje je proces transformacije niza funkcionalnih specifikacij in opisa zahtev v celovit fizikalni predmet. Pri konstruiranju določa načrtovalec funkcijo izdelka, njegovo obliko, lastnosti in način izdelave (3).

Računalniško podprta izdelava (v nadaljevanju CAM) je uporaba računalnikov za nadzor proizvodnega procesa strojev, orodij in robotov v tovarnah. V določenih podjetjih je celoten proces od zasnove do izdelave avtomatiziran s pomočjo CAD in CAM sistemov. Povezovanje fleksibilnih sistemov CAD-CAM z računalniško vodenimi metodami distribucije in prodaje omogoča poceni proizvodnjo velikih količin delno prirejenih ali individualno narejenih izdelkov (3).

CAM tehnologijo razdelimo v dve skupini glede na uporabljeno tehniko, in sicer na tehniko odzemanja materiala (računalniško numerično voden (CNC) stroj) in na aditivno tehniko z dodajanjem materiala na podlago (stereolitografija, selektivno lasersko sintranje, slojevito nanašanje in selektivno lepljenje) (4).

CAD-CAM sistemi so v široki uporabi na področju industrije že od 70. let prejšnjega stoletja. Prvi sistem za področje ortotike in protetike je bil razvit in predstavljen leta 1979. Razvili so ga na Univerzi British Columbia pod vodstvom James-a Foorta (5). V literaturi so se dokazi in ideje o uporabi CAD-CAM in ostalih digitalnih proizvodnih tehnologij začeli pojavljati od leta 1985 naprej (6).

MOŽNOSTI UPORABE V ORTOTIKI IN PROTETIKI

V ortotiki in protetiki lahko digitalno tehnologijo uporabimo že pri odvzemu mere s postopkom zajema natančne digitalne oblike telesnega segmenta. Podatki se prenesejo v računalniški program za obdelavo, kjer se ustvari digitalna slika telesnega segmenta, ki se ga lahko poljubno spreminja in prilagaja. Prednost tega načina odvzema mere je, da je zajete podatke možno večkrat uporabiti in obdelati. Nato se s pomočjo CAM programa izdela bodisi cel medicinski pripomoček, njegov posamezni del ali le model za izdelavo pripomočka. V zadnjem primeru, ko se naredi samo model, po katerem se nato ročno izdela pripomoček, je digitalna tehnologija v proizvodnem procesu delno uporabljena. Popolna uporaba pa pomeni, da je za izdelavo pripomočka uporabljena digitalna tehnologija v vseh fazah izde-

lave (6). Tudi na drugih področjih medicine danes uporabljajo mnoga digitalna orodja za hitro prototipiranje in optično digitalizacijo ter programske opreme za virtualno prototipiranje. Z večanjem uporabe v praksi in nadaljnjim razvojem tehnologij se zmanjšujejo tudi težave s premajhno natančnostjo in oteženo kontrolo proizvodnih procesov, ki so se pokazale pri prvih uporabljenih digitalnih tehnologijah (7). V ortotiki in protetiki pa danes odkrivajo mnoge prednosti dodajalne tehnologije ali slojevite tehnologije; oz. skrajšano in širše poznano 3D-tiskanja. Izdelek je zgrajen iz nanosenih slojev materiala. Mogoče ga je narediti iz enega kosa in brez sestavljanja. Omogoča enostavno izdelavo izdelkov kompleksnejših geometrij. Izdelava različnih izdelkov ne zahteva spremembe tehnološkega postopka in stroja, kar močno vpliva na zmanjšanje stroškov procesa izdelave. Trenutno je ena od slabosti v primerjavi z ostalimi proizvodnimi tehnologijami težje predvidevanje končnih mehaničnih lastnosti izdelka. Le-te so odvisne od različnih specifikacij tiskalnika. Pomembna je tudi izbira oziroma možnost izbire materiala za tiskanje, ker skrčki materiala vplivajo na dimenzijsko natančnost izdelka. Poleg tega natančnost tiskanja izdelka zmanjšajo tudi napake programske opreme. Omejitve predstavljajo tudi omejena velikost tiskalnika, ki omejuje velikost izdelka in omejena količina ter vrsta materiala, s katero lahko dela posamezen tiskalnik (8). Dimenzijska odstopanja virtualnega modela v primerjavi s končnim produktom imajo velik vpliv na prileganje in funkcionalnost pripomočka. Zaradi te težave se v ortotiki in protetiki še vedno veliko uporablja klasične tehnološke procese, računalniško podprti postopki pa se uporabljalo le delno. Velike ovire pri uporabi digitalne tehnologije so tudi pomanjkanje znanja o teh tehnologijah in nesistemske ter nenačrtno uvajanje tehnologij v prakso (9). Tudi materiali, ki jih pogojuje uporaba digitalnih tehnologij, na področju ortotike in protetike še niso popolnoma raziskani in preizkušeni. Na drugi strani pa se uporaba novih tehnologij na področju ortotike in protetike intenzivno raziskuje (12). Raziskovalci na Northwestern univerzi v Združenih državah Amerike so s stereolitografijo izdelali podkolensko ležišče (13). Kasneje so na isti univerzi razvili še sistem za izdelavo celotne proteze s pomočjo slojevitega nanašanja materiala (14). Na teksaški univerzi v Austinu so izdelali ležišče z dvojno steno oziroma kombinacijo fleksibilne in rigidne stene z uporabo selektivnega laserskega sintranja (15). Nacionalna univerza v Singapurju je razvila napravo za izdelavo ležišč, ki uporablja tehniko slojevitega nanašanja za izdelavo ležišč iz polipropilena (16). Podobnih primerov omenjenih tehnologij je vedno več in so vedno bolj uporabne in natančne ter postajajo del vsakodnevnih praks. Z uvajanjem CAD-CAM tehnologij v proizvodnje medicinskih pripomočkov so se razvili tudi novi načini dela, kot je npr. centralna proizvodnja. Centralna proizvodnja omogoča delno ali popolno izdelavo pripomočka v oddaljenem kraju glede na mesto izdaje pripomočka v uporabo bolniku. Glavni namen centraliziranja proizvodnje je pridobitev časa protetika za klinično delo. Potencialno lahko protetik oskrbi več pacientov in tudi možnost za ponovno izdelavo ležišča je hitrejša. Ravno tako je tudi prenos informacij od protetika v proizvodni del podjetja enostaven in hiter. Seveda pa ima tak način dela tudi slabosti, ker se lahko pojavi razlika v obliki in dimenzijah izdelka in modela, izdelanega v CAD-CAM računalniškem programu (10).

Na področju protetike digitalna tehnologija omogoča različna merjenja in izračune za preučevanje biomehanike ležišča. Ključna je predvsem pri preučevanju povezave med ležiščem in krnom, ki je najpomembnejša za zagotovitev uspešnega prenosa obremenitev in stabilnosti ter zadosten nadzor proteze. Z računalniškim modeliranjem pridobimo kvantitativne informacije o prenosu obremenitev med ležiščem in krnom in lahko objektivno ocenimo prileganje ležišča in krna. Računalniško modeliranje za analizo ležišča je osnovano na metodi končnih elementov (MKE). Na podlagi teh analiz lahko v CAM tehnologiji oblikujemo primerno ležišče. Omenjena metoda se lahko uporablja tudi za analizo celotne proteze, pri čemer lahko analiziramo učinek posameznih komponent in postavitev proteze na hojo bolnika (10). S pomočjo CAD-CAM sistemov je možno izdelati tudi enoplastno ležišče z različno fleksibilnostjo materiala na posameznih predelih. Fleksibilnost materiala na določenem delu določijo glede na topografijo krna na podlagi skeniranja oblike in magnetne resonance krna (17, 15). Manjša trdota stene ležišča nad kostmi zmanjšuje pritiske ležišča na teh področjih. Pritiski na kostne prominence krna so glavni razlog za nastanek poškodb kože, bolečin in neudobja v ležišču (11). Na področju epitetike (obrazne protetike) poročajo o virtualnem vizualiziranju in prilaganju proteze na obraz bolnika pred začetkom izdelave. Računalniško podprt postopek omogoča enostavnejše in hitreje prilaganje in s tem skrajšanje časa izdelave in preizkušanja proteze (7).

Tudi na področju ortotike poročajo o različnih možnostih uporabe računalniško podprtih tehnologij. Pri izdelavi spinalnih ortoz je zaradi večjih in kompleksnejših modelov možna hitrejša in natančnejša izdelava. Virtualno modeliranje omogoča boljši pregled in je veliko bolj praktično v primerjavi z ročno izdelavo in obdelovanjem mavčnega modela (5). CAD-CAM sistem omogoča izdelavo bolj funkcionalnih in individualno prilagojenih ortoz za zgornje ude v primerjavi s serijsko izdelano ortozo. Prav tako z računalniško podprtim oblikovanjem in izdelovanjem zmanjšujejo težo modela in oblikujejo kompleksne ortoze ali ortoze nadstandardnih velikosti (12). Klasični način izdelave ortoz za spodnje ude ima omejitve pri strukturi in obliki ortoze. Te omejitve lahko zmanjša uporaba CAD-CAM sistemov, ki omogočajo geometrično svobodo in možnosti vključevanja novih značilnosti ortoze. Pri raziskavi, kjer so s pomočjo CAD-CAM sistemov naredili ortozo za stopalo z elementi za razbremenitev glavnic stopalnic, so dokazali značilno zmanjšanje pritiska na tem predelu (13). Narejena je bila tudi ortoz za gleženj in stopalo s prilagodljivo stopnjo trdote v sagitalni ravnini, pri kateri je bil dokazan značilen vpliv na kinematiko v gležnju (13). Digitalno tehnologijo uspešno uporabljajo tudi pri izdelavi ortoz za glavo, za korekcijo pri plagioccefaliji. Tak način predstavlja veliko manj invaziven postopek za otroka pri odvzemu mere. Pripomoček je tehnično bolj dovršen in kompleksen (14).

UPORABA NA PODROČJIH DRŽAV V RAZVOJU

S pomočjo CAD-CAM tehnologije se lahko oskrbi veliko število bolnikov s kakovostnimi in poceni medicinskimi pripomočki,

zato je njena uporabnost še posebej velika v državah v razvoju (6). Na teh področjih je potreba po medicinskih pripomočkih velika, žal pa so večini prebivalstva nedostopni. Organizirana oskrba in izdelava pripomočkov s pomočjo CAD-CAM tehnologij lahko poveča produktivnost in s tem dostopnost do pripomočkov večjemu številu bolnikov. Tak način dela omogoča tudi centralizirano proizvodnjo in zmanjša potrebo po več manjših proizvodnih delavnicah. Omogoča izdelavo na daljavo in hitrejšo oskrbo z medicinskim pripomočkom (15). Z vpeljevanjem CAD-CAM tehnologije v dežele v razvoju se poskuša reševati tudi problem velikega pomanjkanja strokovno usposobljenega kadra. Z uporabo digitalne tehnologije se v takem primeru lahko zagotovi večja kakovost oziroma ustreznost pripomočka (16).

VPELJEVANJE DIGITALNE TEHNOLOGIJE V PRAKSO

Vpeljava digitalne tehnologije v prakso pomeni za podjetje z ekonomskega vidika veliko investicijo. Poleg nakupa orodij za uporabo novih tehnologij velik strošek predstavljajo tudi usposabljanja strokovnjakov za uporabo teh orodij in vpeljevanje novih tehnologij v proizvodni proces. Dodaten čas in denar zahtevajo tudi organizacijske spremembe proizvodnih postopkov, ki jih sprememba tehnološkega postopka prinese s seboj (7).

UPORABA DIGITALNIH TEHNOLOGIJ V SLOVENIJI

Digitalne tehnologije uporabljajo večinoma že vsi izdelovalci medicinskih pripomočkov na področju ortotike in protetike v Sloveniji. Kombinacije klasičnih in digitalnih tehnoloških postopkov se od podjetja do podjetja razlikujejo. Na splošno lahko rečemo, da jih v Sloveniji uporabljamo na vseh področjih ortotike in protetike. Na URI Soča so začeli z uporabo digitalne tehnologije leta 2001 s CAD sistemom, imenovanim CAPOD (angl. Computer Aided Prosthetic and Orthotic Design). Sistem vsebuje tehnologije za digitalni zajem oblike telesnih segmentov, program za obdelavo modela in izdelavo modela na CNC stroju (17). Na URI Soča se še danes uporablja pri izdelavi modelov za izdelavo spinalnih ortoz in nadkolenskih ležišč. Sistem omogoča tudi možnost izdelave modelov za podkolenska ležišča in ostalih ortoz. Izdelava podkolenskih ležišč se ni nikoli uporabljala, ker je bila že takrat predvidena uporaba silikonskega vložka v vsakem podkolenskem ležišču, ki pa se takrat pri nas še niso množično uporabljali. Pri poskusu izdelave modelov za ortoze spodnjih udov pa se je zaradi omejitev v programu za oblikovanje in funkcij CNC stroja izkazal za uporabnega le v primeru izdelave modela za kolensko ortozo. Sistem je danes v primerjavi z novjšimi nenatančen in funkcijsko zastarel. V sklopu razvojnega projekta je bil na URI Soča pred leti razvit tudi postopek izdelave silikonske ročne proteze, pri katerem so digitalizirali zdravo (preostalo) roko in krn. Nato so digitalno sliko prezrcalili in prilagodili obliki krna. Na podlagi digitalne slike proteze so s pomočjo selektivnega laserskega sintranja (SLS) in neposrednega kovinskega laserskega sintranja (DMLS)

izdelali kalup za izdelavo proteze. Proteza je bila nato izdelana po klasičnem načinu nanašanja silikona v kalup (18). Danes se zaradi spremembe tehnološkega postopka silikonskih protez, ki ne zahteva več izdelave kalupa, ta način izdelave silikonskih protez ne uporablja. Pri izdelavi individualno izdelanih vložkov na URI Soča uporabljamo računalniško podprt tehnološki postopek, pri katerem skeniramo odtis stopala in obdelamo virtualni model v računalniškem programu. Odvzem mere poteka na klasični način z odtiskovanjem stopala v peno. Vložki so izdelani s pomočjo CNC stroja v oddaljeni centralni proizvodnji (19). Tudi za izdelavo modelov za nadkolenska ležišča uporabljamo podoben postopek. Odvzem mere izvedemo z različnimi merilnimi instrumenti, vnesemo podatke v računalniški sistem in jih obdelamo. Model izdelajo v CNC stroju v oddaljeni centralni proizvodnji. Ležišče se nato izdelava po klasičnem tehnološkem postopku vlečenja termoplastičnega materiala ali vlivanja laminiranih smol. Na URI – Soča je trenutno tehnološki postopek, ki v celoti poteka na klasičen način, le še izdelava ortoz za spodnje ude in ležišč za podkolenske proteze. Na teh področjih smo pri preizkušanju računalniško podprtih tehnologij naleteli na izzive, ki zahtevajo dodatna orodja in znanja, preden jih bomo vpeljali v vsakdanjo prakso, čeprav o popolni uporabi digitalne tehnologije pri izdelavi ortoz za stopalo in ortoz za stopalo in gleženj poročajo že v slovenski strokovni javnosti (20). Popolna uporaba pomeni, da je digitalna tehnologija nadomestila klasično v vseh fazah izdelave ortoz. Korigirano stopalo ali spodnji ud skenirajo, obdelajo virtualni model in virtualno oblikujejo ortozo v računalniškem programu. Nato ortozo tridimenzionalno natisnejo (20).

ZAKLJUČEK

Digitalna tehnologija v proizvodnji medicinskih pripomočkov ima zelo velik potencial in se bo v prihodnosti pospešeno razvijala in spreminjala. Tehnologije bodo natančnejše, enostavnejše in bodo omogočale večkratne ponovitve postopkov ali cele izdelave pripomočka. Predvideva se, da bodo novi materiali omogočali spremembo oblike in značilnosti kot odziv na senzorske vhodne podatke o spremembah tkiva telesnega segmenta in značilnosti hoje oziroma giba.

Diplomirani ortotiki protetiki imamo pomanjkljiva znanja s področja uporabe digitalnih tehnologij in tudi sodobnih materialov. Organiziranih izobraževanj je malo in so zelo draga. Večinoma jih organizirajo proizvajalci digitalnih orodij in mnoga zahtevajo predhodna znanja o uporabi digitalnih tehnologij. V okviru rednega študija na Zdravstveni fakulteti ta znanja niso v zadostni meri vključena in poudarjena v učnem programu, zato sta kakovost in količina znanja odvisna od osebnih interesov in predhodnega srednješolskega programa. Veliko v digitalne tehnologije usmerjenega znanja pridobivajo tehnični poklici, ki so usmerjeni v proizvodnjo. Izobraževanju s področja digitalnih tehnologij se sistemsko posvečajo industrijsko najrazvitejše države, ki v sklopu industrijske revolucije 4.0 spodbujajo organiziran razvoj in podajanje teh znanj. Žal trenutno v naši stroki znanja o digitalnih tehnologijah temeljijo na vsakem posame-

zniku, njegovem osebnem interesu in predhodno pridobljenem znanju. Nujen bo preskok v razmišljanju vsakega diplomiranega ortotika in protetika, tako kot ga je naredila digitalna tehnologija v vsakodnevem življenju. Kontinuirano samoiniciativno pridobivanje in razvijanje znanj o obstoječih in novih možnostih uporabe digitalnih tehnologij v ortotiki in protetiki je zaenkrat ključnega pomena.

Citirana dela:

1. Muck T, Križanovskij I. 3D-tisk. 1. izd. Ljubljana: Pasadena; 2015.
2. Klasson B. Computer aided design, computer aided manufacture and other computer aids in prosthetics and orthotics. *Prosthet Orthot Int.* 1985; 9(1): 3-11.
3. Hrženjak E. Sodobna računalniška tehnologija za CAD/CAM [diplomska naloga]. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo; 2011.
4. Prajapati A, Prajapati A, Mody DR, Choudhary AB. Dentistry goes digital: a CAD-CAM way. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences.* 2014; 13(8): 53-9.
5. Wong MS, Cheng JCY, Wong MW, So SF. A work study of the CAD/CAM method and conventional manual method in the fabrication of the spinal orthoses for patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Prosthet Orthot Int.* 2005; 29(1): 93-104.
6. Smith DG, Burgess EM. The use of CAD/CAM technology in prosthetics and orthotics - current clinical models and a view to the future. *J Rehabil Res Dev.* 2001; 38(3): 327-34.
7. Paulosek D, Rosicky J, Koutny D. Use of digital technologies for nasal prosthesis manufacturing. *Prosthet Orthot Int.* 2014; 38(2): 171-5.
8. Kate TJ, Smit G, Breedveld P. 3D-printed upper limb prosthesis: a review. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2017; 12(3): 300-14.
9. McGarry T, McHugh B, Buis A, McKay G. Evaluation of the effect of shape on a contemporary CAD system. *Prosthet Orthot Int.* 2008; 32(2): 145-54.
10. Sanders JE, Rogers EL, Sorenson EA, Lee GS, Abrahamson DC. CAD/CAM transtibial prosthetic sockets from central fabrication facilities: how accurate are they? *J Rehabil Res Dev.* 2007; 44(3): 395-406.
11. Childers W. Transtibial amputation: prosthetic management. In: Krajbich J, ed. *Atlas of amputations and limb deficiencies: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles.* Vol. 2: Lower limb, management issues. 4th ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2016: 493-508.
12. Portnova A, Mukherjee G, Peters K, Yamane A, Steele K. Design of a 3D printed, open-source wrist-driven orthosis for individuals with spinal cord injury. *PLoS ONE.* 2018; 13(2): 1-18.
13. Telfer S, Pallari J, Munguia J, Dalgarno K, McGeough K, Woodburn J. Embracing additive manufacture: implications

- for foot and ankle orthosis design. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2012; 13(84): 1471-2474.
14. Geoffroy M, Gardan J, Goodnough J, Mattie J. Cranial remodeling orthosis for infantile plagiocephaly created through a 3D scan, topological optimization, and 3D printing process. *J Prosthet Orthot.* 2018; 4(30): 247-58.
 15. Day HJB. A review of the consensus conference on appropriate prosthetic technology in developing countries. *Prosthet Orthot Int.* 1996; 20: 15-23.
 16. Cummings D. Prosthetics in the developing world: a review of the literature. *Prosthet Orthot Int.* 1996; 20: 51-60.
 17. Öberg K, Koffman J, Karisson A, Lindström B, Sigbald G. The CAPOD System - a Scandinavian CAD/CAM system for prosthetic sockets. *J Prosthet Orthot.* 1989; 1(3): 139-48.
 18. Maver T, Gazvoda S, Weingartner J. DigiCen - center za 3D-digitalizacijo in CAD-obdelavo površin; 2009. Dostopno na: http://www.digicen.si/clanki/nasi_clanki/IRT3000_Maver_2009.pdf (citirano 30. 11. 2018).
 19. Štajer T, Burger H, Vidmar G. A comparison of effectiveness of standard and CAD/CAM produced foot orthoses. In: Burger, H, ed. *Book of abstracts: International Society for Prosthetics and Orthotics, International Central European ISPO conference 2018, September 20-22, 2018, Portorož, Slovenia.* Portorož: ISPO Slovenia; 2018: 39.
 20. Tašner D, Vlašič M, Timošenko P. 3D printing combined with genuine innovative design. In: Burger, H, ed. *Book of abstracts: International Society for Prosthetics and Orthotics, International Central European ISPO conference 2018, September 20-22, 2018, Portorož, Slovenia.* Portorož: ISPO Slovenia; 2018: 19.