

Denticum Kft.*
Individuárat Fogászati Stúdió**
Debreceni Egyetem, Fogorvostudományi Kar, Bioanyagtan és Fogpótlástani Tanszék***

Poliéter-éter-keton (PEEK) alkalmazása fémallergiás páciens protetikai rehabilitációjában

PUSKÁS FANNI ANDREA*, MISKOLCI SÁNDOR*, KROMPASZKI PATRÍCIA*,
RÁTONYI JÓZSEF**, HEGEDŰS CSABA***

Fémekkel szemben allergiás nő betegünk fogpótlás készítésének céljából jelentkezett rendelésünkön. Esetében a felső teljes fogatlan állcsontra teljes lemezes polimetilmetakrilát (PMMA) anyagú fogsort, míg alsó szubtotális foghiányára Y-ZrO₂ kerámiából a primer teleszkópokat, PEEK polimerből egy tömbből kifizérezelve a szekunder teleszkóp sapkát és vázat tartalmazó fedőlemezes fogpótlást terveztünk.

A teleszkópos elhorgonyzó eszköznél a hagyományosan javasolt pl. nemesfém, CoCr ötvözetek mellett ezen anyagok a digitális technológiai megoldásokkal megfelelő retenciót biztosítanak a fogsor használata során.

Kulcsszavak: Y-ZrO, PEEK, teleszkóp korona, allergia, CAD-CAM

Bevezetés

Szubtotális foghiányok esetén a részleges lemezes, illetve a fedőlemezes fogpótlások – köztük a teleszkópos elhorgonyzású fogpótlások – megfelelő rehabilitációs lehetőséget adnak a hiányzó fogak pótlására, különösen ha kiterjedt foghiánnyal és kötőszöveti struktúrák hiányával társul [1]. Az irodalmi adatok szerint a teleszkóprendszerekkel elhorgonyzott fedőlemezes fogpótlások esetében magasabb a felépítmény és a protézis túlélési aránya, mint a klasszikus kapocs elhorgonyzású részleges lemezes fogpótlások esetében [2]. A teleszkópos elhorgonyzást egy primer teleszkóp és egy szekunder sapka vagy korona biztosítja, amelyet a fogsorba építenek be [3]. A primer és a szekunder elemek közötti rögzítőerőt a két rész közti súrlódás (frikció) biztosítja.

A poliáril-éterketon (PAEK) család tagjai hőre lágyuló polimerek, amelyek az 1980-as évek óta jelen vannak a mérnöki területen, és kiváló mechanikai tulajdonságokat és vegyszerállóságot mutatnak [4]. A poliéter-éterketon (PEEK) a PAEK család egyik legismertebb tagja [5]. A PEEK egy lineáris, aromás, félkristályos, termoplasztikus polimer, amelynek biokompatibilitása megfelelő az orvosi felhasználáshoz [6]. Jó mechanikai tulajdonságokkal, magas kémiai stabilitással, polírozhatósággal, jó kopásállósággal rendelkezik. A merev vázanyagokkal, például cirkónium-oxidokkal és fémötvözetekkel összehasonlítva a PEEK rugalmassági modulusa alacsony, 4 GPa, olyan rugalmas, mint a csont, így csökkenti a pillérfogakra átvitt feszültségeket [7].

Napjainkban a fogászatban is alkalmazzák vázanyagként rögzített fogpótlásokhoz [8], kivehető fogpótlásokhoz [8], implantátumon elhorgonyzott fix [9], kivehető fedőlemezes fogpótlásokhoz [10], és endokoronákhoz [11].

Számos in vitro tanulmány tesztelte a teleszkóprendszerek retenciós erejét primer cirkónium-dioxid teleszkópokkal és szekunder PEEK-koronákkal, sapkákkal. Egy in vitro vizsgálat megállapította, hogy a szekunder PEEK koronák stabil retenciós erőket biztosítanak 10 év szimulált öregedés után [12]. Merk és társai megállapították, hogy a PEEK szekunder teleszkópkorona használata megfelelő megoldás teleszkóp elhorgonyzású overdenture esetén primer cirkónium-dioxid teleszkópokkal melyek retenciója független attól, hogy a PEEK megmunkálása préseléssel vagy faragással történt [13]. A préselt PEEK szekunder koronák esetében a retenciós erő csökkenését írták le az első húsz levételi ciklusban [14], ezzel ellentétben a retenciós erő szignifikánsan nő a CAD-CAM eljárással faragott primer cirkónium-dioxid és szekunder PEEK teleszkópkorona között a beillesztési és levételi ciklusokkal [3].

Jelen munka célja egy klinikai esetben bemutatni a cirkónium-dioxidból készített primer teleszkóp, valamint egy tömbből kifizérezelt poliéter-éter-keton szekunder teleszkópsapka és váz segítségével elhorgonyzott fedőlemezes fogpótlást mint a fémallergiában szenvedő páciensek ellátási lehetőségét.

Esetismertetés

Általános anamnézis

62 éves nő páciensünk (1. kép) 2021 decemberében jelentkezett rendelésünkön azzal a céllal, hogy teljes protetikai helyreállítást végezzünk alsó, illetve felső állcsontján. Jelenleg nyugdíjas, korábban gyári munkásként dolgozott. Fémekre allergiás, szedett gyógyszerekről, korábbi műtétről a páciens nem számolt be. Egészségre káros szokása a napi 5 szál cigaretta, amit negyven éve mindennap elszív. Fogászati kezelést befolyásoló tényezők nincsenek.

Fogászati anamnézis

Korábban soha nem viselt fogpótlást. Parodontálisan meggyengült fogait az elmúlt egy évben távolították el, retinált 18-as fogát műtétileg nem engedte eltávolítani. Két alsó szemfoga egy éve lett gyökértömve, azóta panaszmentes. Szájhigiénája nem megfelelő. Stomatológiai vizsgálata negatív.

Temporomandibuláris ízület vizsgálatának eredménye negatív; fájdalom sem temporomandibuláris ízületben sem a rágó- és mimikai izmokban, kattogás, crepitatio az ízületben nem hallható.

Fogászati status

Subtotális foghiány miatt a páciens harapási formája és Angle osztálya nem megállapítható, Fábíán- és Fejérdy-féle protetikai osztály ellátása szerint alsó állcsont 2A/1 osztály, illetve felső állcsonton teljes fogatlanság. Jobb, illetve bal alsó szemfogak korrekt gyökértöméssel vannak ellátva minimális mobilitást mutatva, a fogak megtartása és protetikai felhasználása mellett döntötünk. (3. kép)

Kezelési terv

Felső állcsontra teljes lemezest fogpótlást terveztünk PMMA alkalmazásával, mely 12 fogat pótol. Alsó állcsontra teleszkópos elhorgonyzású fedőlemezes fogpótlást terveztünk. A primer cilindrokónuszos teleszkópokat cirkónium-dioxidból (33, 34 fogakon), a kivehető részben a késleltetett megtámasztású teleszkópsapkákat és vázat egyben kifrészelve PEEK polimer alkalmazásával terveztük.

A végleges fogpótlás kivitelezése

Betegvizsgálatot és kezelési terv elfogadását követően tanulmányi lenyomatot vettünk az alsó állcsontról, illetve anatómiai lenyomatot a felső teljes fogatlan állcsontról monofázisos alginát lenyomattal (Kromopan /Lascod/). A fogtechnikai laboratóriumot ezután a minták, illetve a centrális relációs helyzet meghatározására alkalmas intraorális rajzolókészülék (Centroxif /Amman Gierbach/) elhorgonyzásául szolgáló akríltlemezek ké-



1. kép: Kiindulási arcfotó



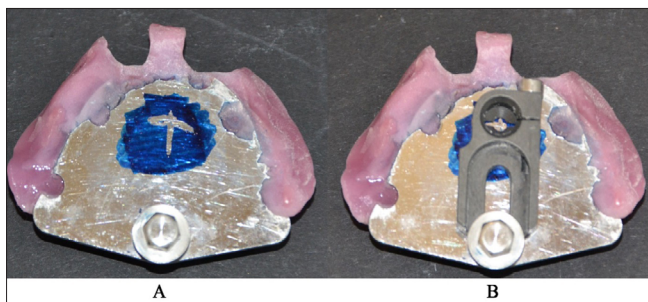
2. kép: Kiindulási alsó (A) és felső állcsont (B)



3. kép: Kiindulási Orthopantomogram

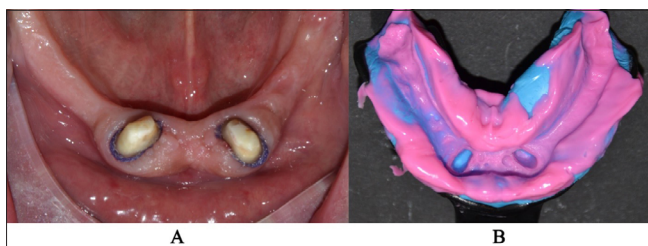
szítésére kértük. A pillérfogak preparációja előtt intraorális rajzolókészülékkel meghatároztuk az előzetes hozzávetőleges centrális relációs helyzetet, amelynek a segítségével a teleszkópos elhorgonyzás helyigényének megfelelő mértékű preparációt tudunk elvégezni. (4. kép)

Az alsó fogpótlás elhorgonyzásában és megtámasztásában részt vevő fogak vállas (champer) preparáció-



4. kép: Kiindulási centrális reláció meghatározása nyílhegyregisztrátummal

ját követően precíziós szituációs lenyomatvételt végeztünk. A lenyomatvétel megfelelő pontossága érdekében a kétfázisú kétidejű A szilikon lenyomatanyag (A Correctur /DC Dental Central/, A-szilikon putty soft /DC Dental Central/) használata előtt dupla szulkuszfonalas technikát alkalmaztunk, amellyel biztosítottuk a preparációs határon túli képletek lemintázását. (5. kép)



5. kép: Csonkok (A) precíziós szituációs lenyomat (B)

A primér teleszkópok digitális tervezése az előzetes harapási magasság segítségével artikulált (bioart A7Plus) precíziós szituációs minta szkennelésével kezdődött, majd exocad software segítségével cilindrokonuszosra terveztük és kimarattuk a pótlásokat. (6. kép)

Szájban ellenőriztük a primér cirkonium-dioxid teleszkópok pontosságát, széli záródását, majd a laboratóriumot alsó-felső egyéni kanál elkészítésére kértük.

A felső fogatlan állcsontról, illetve az alsó állcsontról a primér cirkonium-dioxid fogpótlásokkal egyéni kanállal funkció-szituációs lenyomatot vettünk. (6. kép)



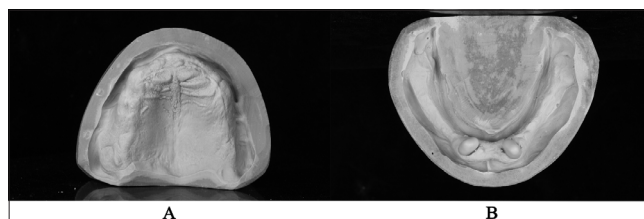
6. kép: Felső (A), illetve alsó (B) funkció-szituációs lenyomat

Az egyéni kanalat Virtual HD heavy body addíciós szilikon (IVOCLAR) segítségével funkció-szituációs kanállá alakítottuk, majd Virtual HD light body addíciós szilikonnal (IVOCLAR) funkció-szituációs lenyomatot vettünk.

A funkció-szélek megőrzése érdekében a labor a lenyomatokat mandzsettázta, majd extrakemény gipszből funkció-szituációs mintát öntött (7. kép). Az alsó funkció-szituációs lenyomat a pótlások térbeli helyzete megőrzésének érdekében műgyantával és fémstifttel erősítették a csontok mintáját (8. kép).



7. kép: Alsó és felső mandzsettázott lenyomat

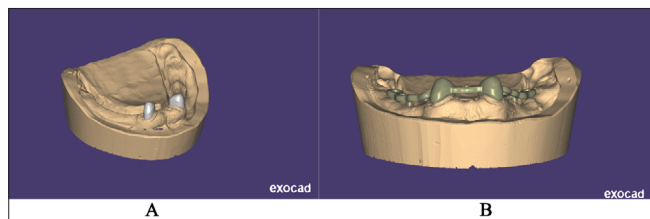


8. kép: Felső (A) és alsó (B) funkció-szituációs lenyomat a primer teleszkópokkal

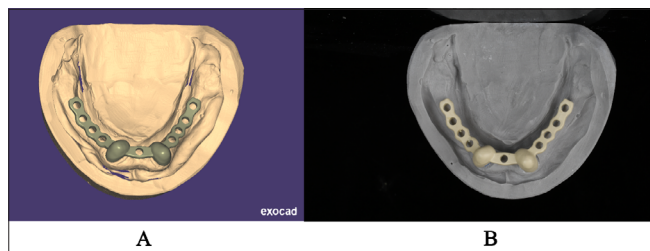
Az alsó funkció-szituációs mintára a primer teleszkópok visszahelyezésével és a primer teleszkópok utófrézése után újabb laboratóriumi szkennelést végeztünk, majd megterveztük a szekunder PEEK teleszkópsapkákat, melyeket PEEK lemezzel kötöttünk össze (9. kép), ezzel is biztosítva a szekunder sapkák funkcionális egységét (10. kép). A felső funkció-szituációs mintára akrilát alaplemez harapási sablont, míg az alsó állcsontra viasz alaplemez harapási sablont kértünk, amely magába foglalta a szekunder teleszkópsapkákat, illetve a PEEK lemezt is.

Rendelőnkben az állcsontrelációs helyzetet rögzítettük a következő munkafázisban. A arcíves regisztráció (11. kép) során funkció-szituációs mintán C szilikon alaplenyomat anyaggal rögzítettük a harapási villát, ezzel biztosítva a technika számára a pontos vissza-helyezhetőséget, majd ezt szájba helyezve meghatároztuk a felső állcsont Camper síkhoz viszonyított helyzetét (BIO-ART Elite facebook).

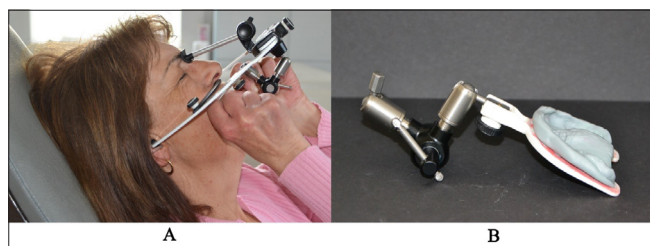
A definitív állcsontrelációs helyzetet a befaragott harapási sáncokban elhorgonyozott intraorális rajzolókészülék segítségével nyílhegyregisztrátum alapján állapítottuk meg. A nyílhegyrajzolat abdukciós mezejében rögzített pozícióban a két sablont harapásrögzítő szilikonnal (Bite Sil – DENU) rögzítettük egymáshoz majd a viaszba belekarcoltuk a fogfelállításhoz szükséges



9. kép: Scannell primer teleszkópok (A) és Szekunder Peek teleszkópsapkák PEEK összekötő lemezzel (B)

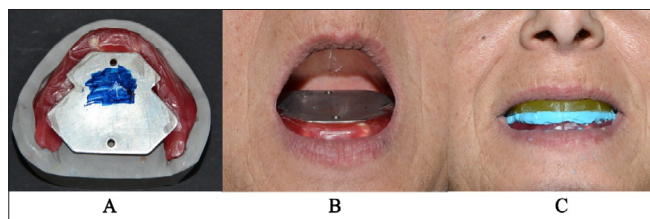


10. kép: PEEK szekunderek és lemez tervezete (A) és kifaragva (B)



11. kép: Arcív felhelyezése (A) és az arcív kulcsa (B)

irányvonalakat (középvonal, frontfogak szélességét és magasságát jelölő vonal) A megfelelő alakú fogak kiválasztása érdekében a páciens arcáról készült képeket is csatoltuk a labor számára a páciens által kiválasztott fogszín mellé (VITA pan Classic A3). (12. kép)



12. kép: Definitív centrális relációs helyzet meghatározása nyílhegyregisztrátummal

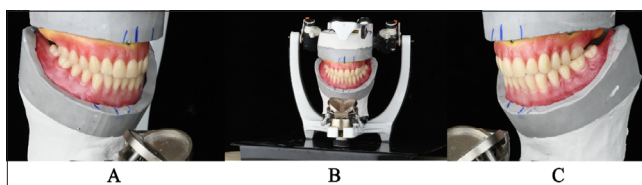
A fogtechnikai laboratóriumban az arcív kulcsa segítségével a felső mintát A7Plus részlegesen egyéni értékű artikulátorba rögzítették majd az alsó mintát nyílhegyregisztrátummal rögzített harapási sáncokra visszaillesztve pozícionálták. (13. kép)

Fogfelállítás során az akrilát műfogakat és anatómikus műőrloket bilaterális balansz okklúzióban igyekeztek felállítani, kiküszöbölve az állcsontok helyzetéből



13. kép: Felső funkciós minta begipszelése (A) arcívkulcs segítségével, alsó funkciós minta begipszelése (B) nyílhegyregisztrátum segítségével

fakadó enyhe bal oldali kereszttharapást. A fogfelállítást tovább nehezítette a teleszkópok elhelyezkedése, melyek a csontok helyzetéből adódóan a disztális kis-metszők, illetve a szemfogak pozíciója közé vándoroltak a fogatlanság ideje alatt. (14. kép)



14. kép: Fogfelállítás

A próbafogsort ezután rendelőnkben az artikulátorba visszahelyezve ellenőriztük, hogy astatikus okklúziót és artikulációs mozgások közbeni dinamikus okklúziót megfelelőnek találjuk-e, majd a páciens szájába viszszapróbálva ezeket újból ellenőriztük. (15. kép)



15. kép: Fogpróba

A próbafogsort megfelelőnek találtuk, a páciens is elégedett volt a fogak formájával és színével, így a fogtechnikai labortól a fogpótlás véglegesítését kértük mely során az alsó alaplemezbe rögzítésre került a szekunder teleszkópsapkákkal egybefaragott PEEK lemez is. (16. kép)

A véglegesített fogsorokat újból bepróbáltuk, ellenőriztük az okklúziót, illetve, hogy a fogsorok stabilan ül-



16. kép: A véglegesítés során elhorgonyzott peek lemez (A) és a készrevitt alsó és felső fogsor (B)



17. kép: Cementtel rögzített primerek frontális (A) és occlusalis (B) nézetből

nek-e az állcsontokon, nem billegnek-e. Miután mindent rendben találtunk, a csontok letisztítása után a primer teleszkópok becementezésével folytattuk a munkánkat. A belső felszíneken 50 µm-es alumínium-oxidral előzetesen felérsztített cirkónium-dioxid primer teleszkópokat duálkötésű self adhesive cementtel (Rely X U200 /3M ESPE/) rögzítettük a fogakon (17. kép). Cementezés során az alsó overdenture vazelinezett szekunder teleszkópsapkáinak részleges visszahelyezésével ellenőriztük a pontos illeszkedést. A ragasztócement 5 másodperces polimerizálása után a részlegesen kötött felesleges kifolyó cementet eltávolítottuk, majd folyamatos erőteljes nyomást alkalmazva a primer teleszkópokon, azokat többször átvilágítva polimerizáltuk a ragasztócementet. A véglegesen rögzített primerekre visszahelyeztük az overdenture-t, és újból ellenőriztük az okklúziós viszonyokat (18. kép). Apróbb korrekciók után a páciens ellátott a fogpótlás tisztításáról szóló információkkal. Megtanítottuk a páciens az alsó fogsor behelyezésére, illetve kivételére, majd visszarendeltük egy hét múlva kontrollra.

Az egyhetes kontrollon ellenőriztük az okklúziót, a pótlás otthoni megfelelő tisztítását, illetve dekubitált nyálkahártyafelszíneket kerestünk. A feltört nyálkahártya-



18. kép: Kész fogsor

felszíneknél megfelelően az alaplemezt redukáltuk, majd a páciens újabb egyhetes rövid távú kontrollra rendeltük vissza. Következő alkalommal a páciens elégedetten tért vissza, a rágófunkciót és az esztétikát is kielégítőnek találta (19. kép). Hosszú távú kontrollokon fél évente várjuk vissza a páciens a nyálkahártya-csontalázat leépülése miatti esetleges alábélelések céljából, amelyek teleszkópos fogor viselése esetén kiemelten fontosak, hiszen ezek elmaradása esetén a teleszkópokra ható megnövekedett erőhatások a pillérfogak frak-túrájához vezethetnek.



19. kép: Kezelés utáni arcfotó

Megbeszélés

A PEEK egy polimer, amely rugalmas, tartós és ellenáll az abrációnak, emellett rendkívül könnyű és biokompatibilis. Fehéres színe és mechanikai tulajdonságai miatt fogpótlástani alkalmazása javasolt kivehető és fix pótlások esetén is [15].

Szubtotális foghiányok esetén a teleszkóprendszerrel elhorgonyzott mukodentálisan megtámasztott fogpótlások előnye, hogy megfelelő tartást és stabilitást biztosítanak a kielégítő rágófunkció és az esztétika helyreállítása közben. Ezen előnyök ellenére a teleszkópos elhorgonyzású kivehető protézisek elkészítése igen időigényes, költséges, és fennáll annak a lehetősége, hogy idővel elveszíti a retenciós tartást a mechanikai kopás miatt [16].

Elkabbany és társai egy in vitro kísérletben vizsgálták meg a különböző teleszkóprendszerknél az anyag párosításokat (titán/peek, peek/peek, titán/CO-Cr, arany/Co-Cr) a hosszú távú hordásból következő retenciós erő csökkenését összehasonlítva. Munkájuk az implantátumon elhorgonyzott overdenture típusú fogpótlás eltávolítását és behelyezését szimulálta napi 3 alkalommal 10 éves kihordás esetén. Eredményeik szerint a kezdeti retenciós erő nem mutat szignifikáns változást a cirkon-PEEK „hibridteleszkópos” pótlás esetén, továbbá a cirkon-PEEK anyagkombináció mutatta a legnagyobb retenciós erőt (35N) a többi vizsgált anyaggal szemben [16].

További in vitro kísérletek a cirkon PEEK teleszkóp-rendszerek retenciós erejét vizsgálták különböző teleszkóp anyagkombinációkkal (Arany standard öntött aranyötvözet, primer és szekunder korona és öntött nem nemesfémötvözet, CAD/CAM gyártott cirkónium elsődleges korona és galvanoformált másodlagos sapka, ill. korona, CAD/CAM gyártott nem nemesfém ötvözetből készült elsődleges és másodlagos korona, CAD/CAM gyártott cirkónium elsődleges korona és nem nemesfém ötvözetből készült másodlagos korona és CAD/CAM gyártott cirkónium primer korona és poliéter-éterketon (PEEK) másodlagos korona). A tanulmányból kiderül, hogy bár a cirkon primer PEEK szekunder teleszkóp-kópsapka kopás tekintetében nem mutatott felületváltozást. In vitro kutatásukból kiderült hogy az itt említett összes anyagpárosítás megfelelőnek tűnik klinikai alkalmazásra [17].

Cirkónium-dioxid-PEEK hibrid teleszkópos fogpótlás egy innovatív megoldás a fogorvosi területen. Fontos megjegyezni, hogy a cirkónium-dioxid-PEEK hibrid overdenture magasabb költségekkel járhat, mint más hagyományos fogpótlási módszerek, azonban pl. fémallergiás betegeknél a cirkónium-PEEK overdenture fogpótlás egy ígéretes megoldás lehet a foghiány kezelésében.

Irodalom

1. BOHNENKAMP DM: Removable partial dentures: clinical concepts. *Dent Clin North Am* 2014; 58 (1): 69–89.
2. WAGNER B, M KERN: Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rates, hygienic problems, and technical failures. *Clin Oral Investig* 2000; 4 (2): 74–80.
3. SCHIMMEL M, et al: Retention forces between primary and secondary CAD/CAM manufactured telescopic crowns: an in vitro comparison of common material combinations. *Clin Oral Investig* 2021; 25 (11): 6297–6307.
4. KURTZ SM, JN DEVINE: PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials* 2007. 28 (32): 4845–4869.
5. ALQURASHI H, et al: Polyetheretherketone (PEEK): An emerging biomaterial for oral implants and dental prostheses. *J Adv Res* 2021; 28: 87–95.
6. PANAYOTOV IV, et al: Polyetheretherketone (PEEK) for medical applications. *J Mater Sci Mater Med* 2016; 27 (7): 118.
7. PAPATHANASIOU I, et al: The use of PEEK in digital prosthodontics. A narrative review. *BMC Oral Health* 2020; 20 (1): 217.
8. ZOIDIS P, et al: Modified PEEK as an alternative crown framework material for weak abutment teeth: a case report. *Gen Dent* 2017; 65 (5): 37–40.
9. ZOIDIS P: The all-on-4 modified polyetheretherketone treatment approach: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2018; 119 (4): 516–521.
10. EMERA R, G ALTONBARY: Comparison between all zirconia, all PEEK, and zirconia-PEEK telescopic attachments for two implants retained mandibular complete overdentures: *In vitro stress analysis study* 2019; 9: 24–29.
11. ZOIDIS P, E BAKIRI, G POLYZOIS: Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2016; 117.
12. SCHUBERT O, et al: Retentive force of PEEK secondary crowns on zirconia primary crowns over time. *Clin Oral Investig* 2019; 23 (5): 2331–2338.
13. MERK S, et al: Suitability of Secondary PEEK Telescopic Crowns on Zirconia Primary Crowns: The Influence of Fabrication Method and Taper. *Materials (Basel)* 2016; 9 (11).
14. STOCK V, et al: Retention force of differently fabricated telescopic PEEK crowns with different tapers. *Dent Mater J* 2016; 35 (4): 594–600.
15. NAJEEB S, et al: Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res* 2016; 60 (1): 12–19.
16. ELKABBANY A, et al: Retention of metallic and non-metallic double-crown-retained mandibular overdentures on implants: An in-vitro study. *J Prosthodont Res* 2020; 64 (4): 384–390.
17. LUFT V, et al: In vitro investigations on retention force behavior of conventional and modern double crown systems. *Dent Mater* 2021; 37 (1): 191–200.

Case report

PUSKÁS FA, MISKOLCI S, KROMPASZKI P, RÁTONYI J, HEGEDŰS Cs

Prosthetic rehabilitation of a metal-allergic patient using polyetheretherketone (PEEK)

A female patient with a metal allergy visited our clinic for the purpose of receiving a dental prosthesis. In her case, we planned a complete maxillary denture made of polymethyl methacrylate (PMMA) for her edentulous upper jaw. For her subtotal mandibular edentulism, we designed a telescopic overdenture consisting of primary telescopes made of Y-ZrO₂ ceramic and secondary telescopic caps and framework milled from a single block of PEEK polymer.

In the case of telescopic anchorage systems, in addition to the traditionally recommended materials such as noble metal and CoCr alloys, these alternative materials, combined with digital technological solutions, provide adequate retention during denture use.

Keywords: Y-ZrO, PEEK, telescopic crown, allergy, CAD-CAM