

POSSIBILITĂȚILE DE UTILIZARE A MATERIALULUI BIO-HPP ÎN PROTETICA DENTARĂ

Siminiuc Victor, *asistent universitar*
Zuev Veaceslav, *asistent universitar*
Totomir Ecaterina, *asistent universitar*
Paulescu Natalia, *asistent universitar*
Solomon Oleg, *dr. st. Med. conferențiar universitar*

*Catedra de stomatologie ortopedică „ILARION
POSTOLACHI”*

Rezumat

Având în vedere preocupările estetice, restaurările fără metal câștigă popularitate în terapiile dentare actuale. BioHPP este un astfel de material care a fost introdus recent în domeniul protezării dentare. Este un material cu proprietăți mecanice și electrice bune, cum ar fi rezistența la temperaturi ridicate și rezistența la hidroliză. Datorită biocompatibilității sale înalte, utilizarea acestui material a crescut în cazurile de ortopedie și traumatologie. Cea mai caracteristică proprietate a materialului PEEK este că are un modul de elasticitate scăzut, apropiat de cel al osului, ceea ce sugerează că prezintă o bună amortizare a șocurilor și rezistență la rupere.

Cuvinte-cheie: BioHPP; biomateriale, PEEK modificat; polieter eter cetona cristalină; umpluturi ceramice; proteze dentare; elasticitate; rigiditate; încărcare imediată.

INTRODUCERE

Este întotdeauna dificil de evitat subiectivismul în evaluarea proprietăților materialelor de protezare din cauza ambiguității criteriilor de evaluare a cercetării stomatologice. Cu toate acestea, în ultimii cinci ani, interesul pentru acest domeniu al stomatologiei și dezvoltarea lui în cercetare a crescut. Ca urmare, un număr mare de noi biomateriale au fost introduse în stomatologie. (1) Cererile crescute privind restaurările estetice fără metal, ne motivează să cercetăm înlocuitori pentru materialele convenționale bazate pe metal. Ceramica a fost introdusă în stomatologie ca un material bio-inert sau bio-activ de câțiva ani, dar are anumite limitări în utilizarea ei datorită fragilității ei inerente și tenacitate scăzută la rupere. Acest lucru a dus la dezvoltarea PEEK (polieter eter cetona), un biopolimer care poate fi utilizat ca material pentru implanturi dentare precum și ca material potrivit pentru cadre de proteze detașabile și a fost utilizat cu succes în operațiunile efectuate pe oameni de mulți ani. (2) Polimerul de înaltă performanță – BioHPP este o astfel de variantă a PEEK, care a fost special optimizat în domeniul stomatologic. Prin adăugarea de umpluturi ceramice speciale, BioHPP are acum proprietăți optime fiziologice și mecanice pentru utilizare în protetica dentară. Acest material inovator

THE POSSIBILITIES OF USING THE BIO-HPP MATERIAL IN DENTAL PROSTHETICS

Siminiuc Victor, *university assistant*
Zuev Veaceslav, *university assistant*
Totomir Ecaterina, *university assistant*
Natalia Paulescu, *university assistant*
Solomon Oleg, *PhD, associate professor*

*Department of Orthopedic Dentistry „ILARION
POSTOLACHI”*

Summary

Considering esthetic concerns, metal-free restorations are gaining popularity in today's dental therapies. BioHPP is one such material that has recently been introduced into the field of dental prosthetics. It is a material with good mechanical and electrical properties such as high temperature resistance and hydrolysis resistance. Due to its high biocompatibility, the use of this material has increased in cases of orthopedics and traumatology. The most characteristic property of PEEK material is that it has a low modulus of elasticity close to that of bone, which suggests that it exhibits good shock absorption and tear resistance.

Keywords: BioHPP, biomaterials, modified PEEK, crystalline poly ether ether ketone; ceramic fillers; dental prostheses; elasticity; rigidity; immediate loading.

INTRODUCTION

It is always difficult to avoid subjectivity in the evaluation of the properties of prosthetic materials because of the ambiguity of the evaluation criteria of dental research. However, in the last five years, interest in this area of dentistry and its development in research has increased. As a result, a large number of new biomaterials have been introduced into dentistry. (1)

The increased demand for metal-free aesthetic restorations motivates us to research substitutes for conventional metal-based materials. Ceramics have been introduced in dentistry as a bio-inert or bio-active material for several years but have certain limitations in their use due to their inherent fragility and low fracture toughness. This led to the development of PEEK (polyether ether ketone); a biopolymer that can be used as a material for dental implants as well as a material suitable for removable denture frames and has been used successfully in human operations for many years. (2) The high-performance polymer – BioHPP is one such variant of PEEK, which has been specially optimized in the dental field. By adding special ceramic fillers, BioHPP now has optimal physiological and mechanical properties for use in dental prosthetics. This innovative material forms the

formează baza pentru bonturi prefabricate și individuale, precum și suprastructuri atât pe implanturi fixe, cât și pe cele detașabile. (3,4)

MATERIAL ȘI METODE

Căutarea electronică a fost efectuată pe PUBMED, GOOGLE SCHOLAR, folosind o combinație a următorilor termeni de căutare: PEEK, polietereterketonă, BioHPP, biomateriale moderne, proprietăți mecanice, implant dentar, bont. Au fost studiate articole selectate în perioada din 2012 până în 2024, au fost găsite 158 de rezultate, de unde au fost selectate 25 de studii.

STRUCTURA PEEK

Poliacrileterketona (PEEK) aparține unei clase de materiale cunoscute sub numele de

polimeri sau, mai simplu ca materiale plastice. PEEK este cunoscut ca un homopolimer liniar în special. Definiția polimerului își are originile în limba greacă, -polumeres, ceea ce înseamnă „având mai multe părți”.

PEEK a fost dezvoltat la sfârșitul anilor 1990 ca un biomaterial care are proprietăți fizice, mecanice și biologice superioare pentru aplicații biomedicale [18]. Este un polimer termoplastic, monocromatic, semicristalin și este considerat cel mai important membru al familiei PEAK [20]. Structura PEEK cuprinde inele aromatice repetate ale grupărilor eter și cetonă (Figura 1) [21].

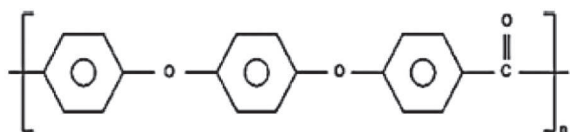


Fig 1. Structura chimică a PEEK

BioHPP (High Performance Polymer) este un polimer termoplastic de înaltă tehnologie pe bază de PEEK. (5) A fost creat și optimizat pentru uz stomatologic. Conține microparticule ceramice pentru o lustruire mai bună a restaurărilor. Aceste umpluturi ceramice au o dimensiune de aproximativ 0,3-0,5 micrometri și ocupă 20% din volumul total de BioHPP [6,7]. Datorită dimensiunii lor micro, omogenitatea este realizată în macrostructura polimerului. Gradul ridicat de lustruire a materialului are ca rezultat lipsa retenției plăcii și a stabilității culorii în timp.

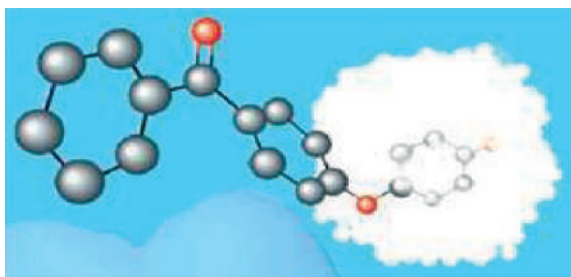


Fig 2. Formula structurală a BioHPP: nor alb care indică umplutura ceramică

BioHPP este cât mai aproape de os, datorită coeficientului său de elasticitate (aproximativ 4 GPa). Acest

basis for prefabricated and individual abutments as well as superstructures on both fixed and removable implants.(3,4)

MATERIAL AND METHODS

The electronic search was performed on PUBMED, GOOGLE SCHOLAR, using a combination of the following search terms: PEEK, polyetheretherketone, BioHPP, modern biomaterials, mechanical properties, dental implant, abutment. Selected articles from 2012 to 2024 were studied, 158 results were found, from which 25 studies were selected.

PEEK STRUCTURE

Polyacrylic Ether Ketone (PEEK) belongs to a class of materials known as polymers or, more simply, as plastics. PEEK is known as a particularly linear homopolymer. The definition of polymer has its origins in the greek language, -polumeres, which means “having many parts”.

PEEK was developed in the late 1990s as a biomaterial that has superior physical, mechanical, and biological properties for biomedical applications [18]. It is a thermoplastic, monochromatic, semicrystalline polymer and is considered the most important member of the PEAK family [20]. The structure of PEEK comprises repeating aromatic rings of ether and ketone groups (Figure 1) [21].

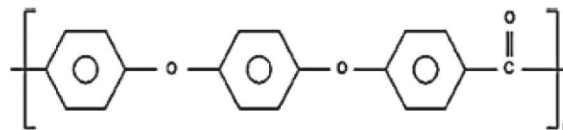


Fig 1. Chemical structure of PEEK

BioHPP (High Performance Polymer) is a high-tech thermoplastic polymer based on PEEK. It was created and optimized for dental use. It contains ceramic microparticles for better polishing of the restorations. These ceramic fillers have a size of about 0.3-0.5 microns and occupy 20% of the total volume of BioHPP [7]. Because of their micro size, homogeneity is achieved in the macrostructure of the polymer. The high degree of polishability of the material results in a lack of plaque retention and colour stability over time.

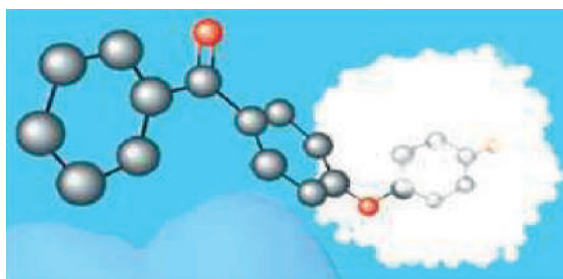


Fig 2. Structural Formula of BioHPP: white cloud indicating ceramic filler

BioHPP is as close as possible to the bone, because of its coefficient of elasticity (around 4 GPa). This is very important in implant treatment in cases when twisting forces may occur. The chewing pressure is transmitted as gently as possible, and the risk of frac-

lucru este foarte important în tratamentul protetic cu suport implantar, în cazurile în care pot apărea forțe de răsucire. Presiunea de mestecat se transmite cât mai ușor, iar riscul de fractură este redus, ca urmare a modulului de elasticitate BioHPP apropiat de cel al osului spongios. [8].

Ceea ce face ca acest material să fie extrem de interesant este faptul că atinge un echilibru perfect între elasticitate (aproximativ 4.200–4.800 MPa) și rigiditate (rezistență la încovoiere 180–185 MPa), greutate și rezistență la rupere (de la 700 N la 1600 N), integrare fiziologică și rezistență la placă (aderență bacteriană comparabilă cu cea a oxidului de zirconiu sau a fațetelor din compozit, cu suprafață perfect lustruită, lustruire până la $<0,02 \mu\text{m}$) [9].

APLICAȚII BIOHPP ÎN STOMATOLOGIE

BioHPP a fost utilizat cu succes în stomatologie ca biomaterial protetic și de implantare. Recent, acest material a fost aplicat în diverse domenii ale stomatologiei datorită proprietăților mecanice adecvate, rezistenței la fractură, absorbției șocurilor și unei mai bune distribuții a tensiunilor [10]. BioHPP are o biocompatibilitate excelentă, deoarece oferă restaurări fără metal, fiind considerat o alternativă la metal și ceramică [11]. Fig. 2 prezintă diferitele aplicații ale BioHPP în stomatologie, și includ bonturi protetice temporare și permanente, coroane provizorii cu suport implantar, proteze fixe, proteze dentare amovibile și dispozitive corono-radiculare. (12)

Protezele BioHPP pot fi fabricate fie prin tehnica convențională cu ceară pierdută, fie prin fabricarea CAD/CAM, adică pot fi fie presate, fie frezate. (13)

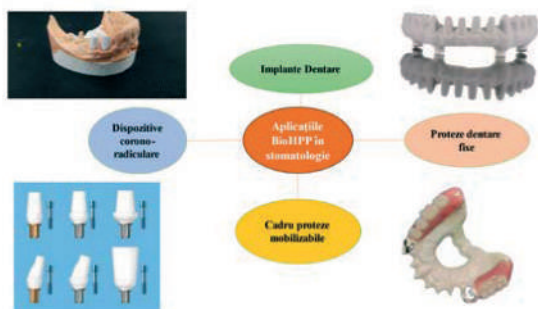


Fig. 2 Aplicațiile ale BioHPP în stomatologie

Prin urmare, este disponibil sub două denumiri comerciale diferite și anume BioHPP și breCAM. BioHPP este disponibil în două forme – material granulat (Fig.3a) și cilindri prefabricați (Fig.3b). Sunt furnizate în tuburi de plastic transparent, care îl protejează de umiditate. Proprietățile materialului rămân aceleași, indiferent de metoda de fabricare. (14)



Fig. 3a BioHPP -forma granulată

ture is reduced, as a result of the BioHPP modulus of elasticity close to that of the spongiose bone. [8].

What makes this material extremely interesting is that it achieves a perfect balance between elasticity (approximately 4,200–4,800 MPa) and stiffness (flexural strength 180–185 MPa), weight and tear strength (from 700 N to 1600 N), physiological integration and plaque resistance (bacterial adhesion comparable to that of zirconium oxide or composite veneers, with perfectly polished surface, polishing down to $<0.02 \mu\text{m}$) [9].

BIOHPP APPLICATIONS IN DENTISTRY

BioHPP has been successfully used in dentistry as a prosthetic and implant biomaterial. Recently, this material has been applied in various fields of dentistry due to its suitable mechanical properties, fracture resistance, shock absorption and better stress distribution [10]. BioHPP has excellent biocompatibility as it provides metal-free restorations, being considered an alternative to metal and ceramics [11]. Fig. 2 presents the various applications of BioHPP in dentistry, and includes temporary and permanent prosthetic abutments, implant-supported provisional crowns, fixed prostheses, removable dentures, and crown-root devices. (12)

BioHPP prostheses can be manufactured either by conventional lost-wax technique or by CAD/CAM manufacturing, i.e. they can be either pressed or milled. (13)



Fig. 2 Applications of BioHPP in dentistry

Therefore, it is available under two different trade names, namely BioHPP and breCAM. BioHPP is available in two forms – granular material (Fig.3a) and prefabricated cylinders (Fig.3b). They are supplied in clear plastic tubes, which protect it from moisture. The properties of the material remain the same regardless of the manufacturing method. (14)



Fig. 3b BioHPP – cylindrical shape

APLICAȚIILE BIOHPP ÎN PROTETICA FIXĂ

Succesul clinic pe termen lung al oricărei restaurări dentare se bazează în mare măsură pe selecția materialului pentru proteză. Materialul selectat influențează mecanismul de transmitere a tensiunii către dintele sau implantul subiacent în timpul funcționării. (14) Restaurările pe bază de BioHPP acoperă polimerul și creează un rezultat final complet anatomic, funcțional și estetic, fig.4 a,b.

Coroanele BioHPP sunt o opțiune excelentă pentru persoanele cu parafuncții (de exemplu bruxism) deoarece nu abrazează antagoniștii și în același timp reușesc să reziste la presiunea mare de mestecat fără a se fractura.(15)

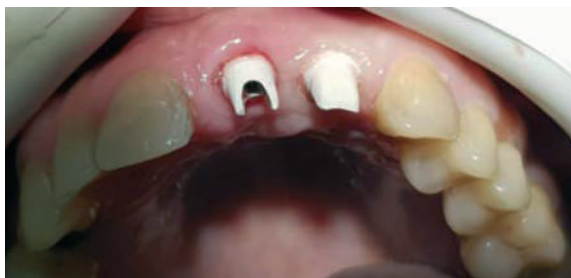


Fig.4 Abutment din BioHPP individualizat

Conform studiilor efectuate de Mostafa și colab., unde au evaluat adaptarea marginală și rezistența la fractură a BioHPP și zirconiu, au ajuns la concluzia că Bio HPP a arătat o rezistență semnificativă la fractură mai mare decât Y-TZP Zirconia. De asemenea, protezele dentare fixe din BioHPP au arătat o adaptare marginală mai bună, dar nu a fost semnificativă din punct de vedere statistic. Astfel, BioHPP poate fi potențial utilizat ca material de coroană și punte chiar și în zona posterioară.(16)

APLICAȚIILE BIOHPP CA BONTURI PROTETICE

PEEK nemodificat este utilizat ca bont provizoriu, deoarece s-a demonstrat că acest material reduce stresul în jurul implantului.(17,27) PEEK nemodificat nu este utilizat ca material de bont definitiv din cauza rezistenței sale mai mici decât cea a titanului. Cu toate acestea, introducerea PEEK armat cu ceramică (Bio-HPP) a făcut uzul acestuia ca bont permanent. Datorită proprietăților mecanice ridicate, s-a susținut că acest material poate fi utilizat atât ca un bont, cât și ca material protetic. Bonturile sunt realizate dintr-o varietate de materiale, inclusiv titan, aur, zirconiu, și ceramică [18,22].



Fig. 5 Abutment individualizate din BioHPPpe model

BIOHPP APPLICATIONS IN FIXED PROSTHETICS

The long-term clinical success of any dental restoration relies heavily on the selection of the prosthesis material. The material selected influences the mechanism of stress transmission to the underlying tooth or implant during operation. (14) BioHPP-based restorations cover the polymer and create a fully anatomical, functional and aesthetic final result, fig.4 a,b.

BioHPP crowns are an excellent option for people with parafuncions (e.g. bruxism) because they do not abrade antagonists and at the same time manage to withstand high chewing pressure without fracturing. (15)



Fig.4 Lucrarea finită pe abutment din BioHPP

According to studies by Mostafa et al., where they evaluated the marginal adaptation and fracture resistance of BioHPP and zirconia, they concluded that Bio HPP showed significantly higher fracture resistance than Y-TZP Zirconia. BioHPP fixed dentures also showed better marginal fit, but it was not statistically significant. Thus, BioHPP can potentially be used as a crown and bridge material even in the posterior area. (16)

APPLICATIONS OF BIOHPP AS PROSTHETIC ADVANTAGES

Unmodified PEEK is used as a temporary abutment because this material has been shown to reduce stress around the implant.(17,27) Unmodified PEEK is not used as a definitive abutment material because of its lower strength than titanium. However, the introduction of ceramic-reinforced PEEK (Bio-HPP) has made its use as a permanent abutment. Due to its high mechanical properties, it has been claimed that this material can be used both as an abutment and as a prosthetic material. Abutments are made of a variety of materials, including titanium, gold, zirconium, and ceramic [18,22].



Fig. 5 Abutment individualizate din BioHPPpe model

În ciuda faptului că titanul și aliajele au mai multe dezavantaje, cum ar fi reacțiile la coroziune și supra-sensibilitate, acestea sunt cele mai frecvent utilizate materiale la fabricarea implanturilor și bonturilor și au fost acceptate ca standard de aur [19,23,24]. Cu toate acestea, rezultate optime sunt imposibil de atins în unele situații în care estetica este o prioritate de top. Atunci când este prezent țesut gingival cu biotip fin, este mai probabil să apară probleme estetice. (24,25,26)

APLICAȚIILE BIOHPP CA RESTAURĂRI PROVIZORII

BioHPP este un material potrivit pentru restaurările provizorii, inclusiv protezele dentare fixe în timpul tratamentului cu implant dentar [14,16,25]. Bonturile de vindecare de formă hexagonală pot ajuta la asigurarea retenției și rezistenței adecvate pentru protezele cu implant [14]. Biomaterialele BioHPP devin populare ca bonturi de vindecare. (25)

Concluzii

Materialele BioHpp prezintă proprietăți fizice, mecanice și chimice adecvate și pot fi utilizate pentru diverse aplicații, cum ar fi materiale de restaurare, coroane și punți, dispozitive corono-radiculare, proteză fixă susținută pe implanturi și biomateriale. În plus, modificările și îmbunătățirea proprietăților materialului pot duce la utilizări mai largi în stomatologia clinică. Sunt necesare evaluări pe termen lung, deoarece BioHPP este aplicat recent în stomatologie, iar studiile disponibile sunt limitate.

BIBLIOGRAFIE

1. Artak Heboyan , Muhammad Sohail Zafar , Dinesh Rokaya , Zohaib Khurshid Insights and Advancements in Biomaterials for Prosthodontics and Implant Dentistry. doi: 10.3390/molecules27165116
2. Alexakou E, Damanaki M, Zoidis P, Bakiri E, Mouzis N, Smidt G, Kourtis S. PEEK high performance polymers: A review of properties and clinical applications in prosthodontics and restorative dentistry. Eur. J. Prosthodont. Restor. Dent 2019;27:113-121.
3. Paratelli A, Perrone G, Ortega R, Gómez-Polo M. Polyetheretherketone in Implant Prosthodontics: A Scoping Review. International Journal of Prosthodontics 2020;33(6):671-679.
4. Seferis JC. Polyetheretherketone (PEEK): processing-structure and properties studies for a matrix in high performance composites. Polym.Compos. 1986;7:158- 169
5. Kurtz SM, Devine JN. PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. Biomaterials 2007;28(32):4845-4869.
6. Elsayed A, Farrag G, Chaar MS, Abdelnabi N, Kern M. Influence of Different CAD/CAM Crown Materials on the Fracture of CustomMade Titanium and Zirconia Implant Abutments After Artificial Aging. The International Journal of Prosthodontics 2019;32(1):1-96.
7. Ortega-Martínez, J., Farré-Lladós, M., Cano-Batalla, J., & Cabratosa-Termes, J. (2017). Polyetherether-

Despite the fact that titanium and its alloys have several disadvantages, such as corrosion reactions and hypersensitivity, they are the most commonly used materials in the manufacture of implants and abutments and have been accepted as the gold standard [19,23,24]. However, optimal results are impossible to achieve in some situations where aesthetics are a top priority. When fine biotype gingival tissue is present, esthetic problems are more likely to occur. (24,25,26)

BIOHPP APPLICATIONS AS TEMPORARY RESTORATION

BioHPP is a suitable material for provisional restorations, including fixed dentures during dental implant treatment [14,16,25]. Hexagonal shaped healing abutments can help provide adequate retention and strength for implant prostheses [14]. BioHPP biomaterials are becoming popular as healing abutments. (25)

Conclusions

BioHpp materials have suitable physical, mechanical and chemical properties and can be used for various applications such as restorative materials, crowns and bridges, crown-root devices, implant-supported fixed prosthesis and biomaterials. In addition, modifications and improvements in material properties can lead to wider uses in clinical dentistry. Long-term evaluations are needed because BioHPP is only recently applied in dentistry and available studies are limited.

- ketone (PEEK) as a medical and dental material. A literature review. Medical Research Archives, 5(4).
8. Najeeb, S., Zafar, M. S., Khurshid, Z., & Siddiqui, F. (2016). Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. Journal of prosthodontic research, 60(1), 12-19.
9. Sneha Mohan et al. Biopolymers – Application in Nanoscience and Nanotechnology. Recent Advances in Biopolymers 2016 p.47-72
10. Bechir ES, Bechir A, Gioga C, Manu R, Burcea A, Dascalu IT. The Advantages of BioHPP Polymer as Superstructure Material in Oral Implantology. Materiale Plastice. 2016 Sep;53(3):394-8
11. Adler S, Kistler S, Kistler F, Lermer J, Neugebauer J. Compression-moulding rather than milling: a wealth of possible applications for high performance polymers. Quintessenz Zahntechnik. 2013;39:376-84
12. Costa-Palau S, Torrents- Nicolas J, Brufau-de Barberà M, Cabratosa-Termes J. Use of polyetheretherketone in the fabrication of a maxillary obturator prosthesis: a clinical report. J Prosthet Dent. 2014 Sep;112(3):680-2. [PubMed]
13. Skirbutis G, Dzingutė A, Masiliūnaitė V, Šulcaitė G, Žilinskas J. A review of PEEK polymer's properties and its use in prosthodontics. Stomatologija, 19:19-23, 2017
14. Wagner C, Stock V, Merk S, Schmidlin PR, Roos

- M, Eichberger M et al. Retention Load of Telescopic Crowns with Different Taper Angles between Cobalt-Chromium and Polyetheretherketone Made with Three Different Manufacturing Processes Examined by Pull-Off Test. *J Prosthodont* 2018 Feb;27(2):162-168
15. Rzanny A, Gobel F, Facht M. BioHPP summary of results for material tests. Research Report. Jena, Germany: University of Jena, Department of Materials and Technology, 2013
 16. Wagner C, Stock V, Merk S, Schmidlin PR, Roos M, Eichberger M et al. Retention Load of Telescopic Crowns with Different Taper Angles between Cobalt-Chromium and Polyetheretherketone Made with Three Different Manufacturing Processes Examined by Pull-Off Test. *J Prosthodont* 2018 Feb;27(2):162-168
 17. Koutouzis T, Richardson J, Lundgren T. Comparative soft and hard tissue responses to titanium and polymer healing abutments. *J Oral Implantol*. 2011 Apr;37 Spec No:174-82. [PubMed] [CrossRef]
 18. Zoidis P. Polyetheretherketone Overlay Prosthesis over High Noble Ball Attachments to Overcome Base Metal Sensitivity: A Clinical Report. *J Prosthodont* 2018 Oct;27(8):688-693
 19. Mohamed T, Baraka OA, Badawy MM. Comparison between acetal resin and Cobalt Chromium Removable Partial Denture Clasps: Effect on Abutment Teeth Supporting Structures. *IJOPRD*, October-December 2011;1(3):147-154
 20. Nazari V Ghodsi S, Alikhasi M, Sahebi M, Shamshiri AR. Fracture Strength of Three-Unit Implant supported Fixed Partial Dentures with Excessive Crown Height Fabricated from Different Materials. *J Dent(Tehran)* 2016 Nov;13(6):400-406
 21. Andrikopoulou E, Zoidis P, Artopoulou II, Doukoudakis A. Modified PEEK resin bonded fixed dental prosthesis for a young cleft lip and palate patient. *J Esthet Restor Dent* 2016;28:201-7.
 22. Zoidis P, Bakiri E, Polyzois G. Using a modified PEEK as an alternative material for endocrown restorations: a short-term clinical report. *J Prosthet Dent* 2017;117:335-7.
 23. Zoidis P, Papathanasiou I. Modified PEEK resin-bonded fixed dental prosthesis as an interim restoration after implant placement. *J Prosthet Dent* 2016 Nov;116(5):637-641
 24. AL-Rabab'ah M Hamadneh W, Alsalem I, Khraisat A, Karaky AA. Use of High Performance Polymers as Dental Implant Abutments and Frameworks: A Case Series Report. *J Prosthodont* 2019 Apr;28(4):365-372
 25. Hossam M, Elshahawy W, Masoud GE. Evaluation of Marginal adaptation and fracture Resistance of BioHPP and Zirconia. *Egypt Dent J* 2018 Jul;64(3):1489-1501
 26. Al Assar RM, Al yasky MA, Mandour MH, Amin RA. Fracture Resistance and Retention of Metal-Free Inlay Retained Fixed Partial Dentures. *ADJ-for Grils* 2017 Oct;4(4):395-407
 27. Georgiev J, Vlahova A, KISSOV H, Aleksandrov S, Kazakova R. Possible application of BioHPP in Prosthetic Dentistry: A Literature Review. *J of IMAB*. 2018 Jan-Mar;24(1):1896-1898