



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TÍTULO:

“UTILIDADES DEL PEEK EN PRÓTESIS ESTOMATOLÓGICA”

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2018 – 2019

AUTOR:

MIGUEL SERRANO RODRÍGUEZ

TUTOR:

EMILIO JIMENEZ CASTELLANOS-BALLESTEROS

COTUTORA:

ANA OROZCO VARO



Medalla y
Encomienda
Orden Civil
de Sanidad

Prof. Dr. E. Jiménez-Castellanos B.
Catedrático de Universidad
Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología

Dr. EMILIO JIMÉNEZ-CASTELLANOS BALLESTEROS, Catedrático de la universidad de Sevilla, adscrito al departamento de Estomatología, como director del trabajo fin de grado y Dra. ANA OROZCO VARO, profesora asociado adscrita al departamento de Estomatología de la Universidad de Sevilla, como cotutora del trabajo fin de grado.

CERTIFICAN:

Que el presente trabajo titulado **“UTILIDADES DEL PEEK EN PRÓTESIS ESTOMATOLÓGICA”** ha sido realizado por D. MIGUEL SERRANO RODRÍGUEZ bajo nuestra dirección y cumple a nuestro juicio, todos los requisitos necesarios para ser presentado y defendido como trabajo de fin de grado.

Y para que así conste y a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado, en Sevilla a día 11 de abril de 2019.

Prof. Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros

Prof. Ana Orozco Varo



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

SERRANO RODRIGUEZ, MIGUEL

con DNI.....77866018-R.....alumno/a del Grado en Odontología de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado: "UTILIDADES DEL PEEK EN PRÓTESIS ESTOMATOLÓGICA"

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso2018-2019....., es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla.....25.....de.....MAYO.....de 20..19..

(Firma del interesado)

Fdo.:

Para mí, este trabajo supone poner punto y final a una etapa muy importante de mi vida, una etapa donde he tenido que luchar, trabajar y discernir si esta profesión es realmente mi vocación...

Agradezco en primer lugar a mi tutor, Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros por su entrega y dedicación, gracias a las cuales la realización de este trabajo ha sido un camino mucho más llano. No solo ha conseguido eso, sino también hacer de la prótesis estomatológica un campo fascinante de la odontología.

Por otro lado, me gustaría agradecer a mi cotutora Ana Orozco Varo, en primer lugar, por su incondicional ayuda a la hora de realizar este trabajo, y también por ser un ejemplo de vocación, es decir, por demostrar que le apasiona su profesión y por demostrar que le apasiona enseñarla.

Por último y no menos importante, me gustaría dar las gracias a mi familia y a mi pareja, los cuales han sido apoyos fundamentales en los momentos más duros de la carrera y han sido el aliento necesario para no tirar la toalla.

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN

1. A Propiedades ideales de los materiales de restauración en prótesis.....	Páginas 6-7
1. B PEEK tipos, composición propiedades.....	Páginas 7-10
1. C Aplicaciones del PEEK en la industria.....	Páginas 10-11
1. D Aplicaciones del PEEK en Prótesis Dental.....	Páginas 11-15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS.....	Páginas 16
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	Páginas 16-17
4. RESULTADOS.....	Páginas 17-22
5. DISCUSIÓN.....	Páginas 22-27
6. CONCLUSIONES.....	Páginas 27-28
7. BIBLIOGRAFÍA.....	Páginas 28-31

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es hacer una revisión de la bibliografía para analizar la fiabilidad del “poliéteréterketona” como material de rehabilitación protésica, estudiando sus ventajas y desventajas en comparación con los materiales convencionales que se han venido usando hasta ahora.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización de este trabajo se han llevado a cabo búsquedas en PubMed, Scopus y Google académico. Para la búsqueda en PubMed y Scopus hemos utilizado las palabras claves correspondientes y los conectores booleanos “AND” y “OR”, aplicando también una serie de criterios de inclusión y exclusión.

RESULTADOS

Finalmente, tras una búsqueda exhaustiva en las diferentes bases de datos, seleccionamos 20 artículos que cumplían con los criterios aplicados. Todos ellos han sido analizados y estudiados para poder realizar la discusión del trabajo.

CONCLUSIONES

Ventajas del PEEK: Baja formación de biofilm., alta resistencia a las cargas (en los subtipos reforzados) y bajo nivel de decoloración. Desventajas: mala adaptación a los pilares de prótesis implantosoportada, baja resistencia como tornillos de fijación de prótesis sobre implantes, temporalmente citotóxico en su uso como implantes dentales.

No hay evidencia científica de calidad en estudios in vivo se necesita más evidencia científica clínica que respalde o no el uso de este material como alternativa en prótesis estomatológica.

PALABRAS CLAVE: PEEK, D Prótesis Dental

OBJECTIVE

The aim of this work is to review the literature to analyze the reliability of "polyether etherketone" as prosthetic rehabilitation material, studying its advantages and disadvantages compared to conventional materials.

MATERIAL AND METHOD

PubMed, Scopus and Google academic searches were carried out. We used the selected keywords and Boolean connectors "AND" and "OR", applying inclusion and exclusion criteria.

RESULTS

We selected 20 articles which achieved the inclusion criteria. All of them have been studied and analysed to make the discussion.

CONCLUSSION

Advantages: Low biofilm formation, high resistance to loads (in reinforced subtypes) and low level of discoloration. Disadvantages: poor adaptation to implant-supported prosthesis abutments, low resistance as prosthesis fixation screws on implants, temporarily cytotoxic as dental implants.

There is no scientific evidence of quality in in vivo studies more clinical scientific evidence is needed to support or not the use of this material as an alternative in stomatological prostheses

KEY WORDS: PEEK, D Dental Prosthesis

1. INTRODUCCIÓN:

Como inicio de este trabajo, trataremos algunos puntos de relevancia que nos ayudarán a desarrollar con más fluidez el tema que nos interesa.

1. A. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES IDEALES DE RESTAURACIÓN EN PRÓTESIS:

En prótesis estomatológica, se han investigado a lo largo de los años multitud de materiales para usarlos en la confección de rehabilitaciones protésicas. Para ello, necesitamos que dichos materiales reúnan una serie de propiedades ideales que nos garantizarán mayores probabilidades de éxito y por consiguiente, mayor satisfacción del paciente.

En primer lugar, a nivel biológico, le exigimos a los materiales de restauración en prótesis, que no sean tóxicos, que no sean irritantes y que no sean carcinogénicos.(1)

A nivel químico, los materiales que usemos, deben de ser insolubles en los fluidos orales y en cualquier otro fluido que pueda tomar el paciente. En el caso de los materiales de base de prótesis, deben adherir bien a los dientes artificiales.(1) También deberán tener baja contracción de polimerización así como bajo contenido de monómero residual. (2)(3)

En cuanto a las propiedades mecánicas, el modulo elástico de los materiales, así como su resistencia debe de ser alto, para así resistir a las fuerzas masticatorias. El límite elástico de los materiales debe de ser también alto, ya que de este modo evitaremos que el material sufra deformaciones permanentes. También deberán tener estabilidad dimensional así como resistencia a la abrasión.(1)

A nivel estético, los materiales de restauración en prótesis deben de tener una translucidez adecuada para así imitar lo mejor posible a los tejidos orales, ya sean dientes o encía.(1) Por otra parte, deberán tener buena capacidad de pulido y estabilidad del color. (4)(5)

A parte de todas estas propiedades mencionadas, hay otras que son importantes y hay que tenerlas en cuenta:

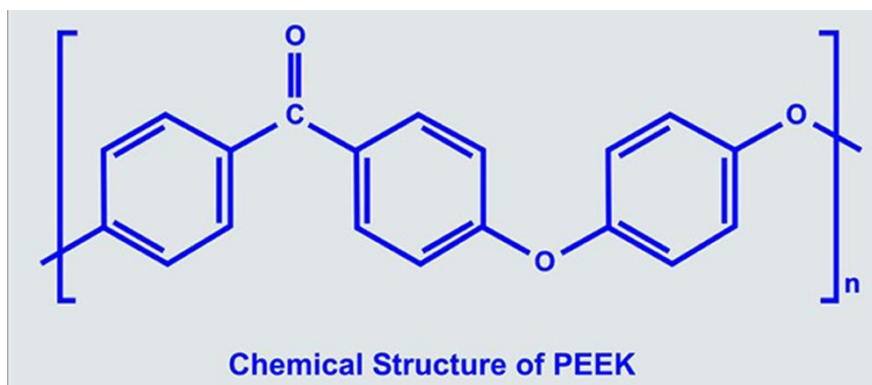
Los materiales deben mantener sus propiedades a lo largo del tiempo, para así garantizar buenos resultados a largo plazo, que al fin y al cabo es lo que buscamos en los tratamientos odontológicos. Deben de ser económicos y fáciles de manipular. Es conveniente que tengan cierta radiopacidad por si algún elemento de restauración es ingerido por el

paciente accidentalmente y así poder localizarlos a través de radiografías. Por otro lado, deben de ser fáciles de reparar y fáciles de limpiar por parte del paciente. (1)

Como podemos apreciar, hay muchas propiedades a tener en cuenta para elegir un determinado material de restauración para prótesis estomatológica, por eso, es muy difícil poder reunir todas y cada una de ellas en un solo material. Por tanto, intentaremos aunar las máximas posibles para garantizar el éxito de nuestros tratamientos protésicos a largo plazo.

1. B. PEEK (TIPOS, COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES):

El PEEK (poliéter-éter-cetona) es un polímero semicristalino termoplástico poliaromático ((-C₆H₄-O-C₆H₄-O-C₆H₄-CO-)n), cuya unidad monomérica es el éter-éter-cetona y que a través de la reacción de dialquilación de los grupos bisfenolatos, forma el polímero (poliéter-éter-cetona). El PEEK tiene un esqueleto molecular aromático con combinaciones de cetona (-CO-) y éter (-O-) como grupos funcionales entre los anillos arilos. (6)(7)



El PEEK fue desarrollado en 1978 por un grupo de científicos ingleses, siendo posteriormente utilizado en el sector industrial. A finales de los años 90, este material se convirtió en un importante candidato termoplástico de alto rendimiento utilizándose en cirugías vertebrales, sustituyendo a los componentes metálicos que se usaban normalmente. (8)

El PEEK puede modificarse mediante la adición de grupos funcionales previo a la polimerización o puede modificarse mediante procesos químicos posteriores a la polimerización, como puede ser la sulfonación, aminación o la nitración.(6)

A lo largo de los años el PEEK ha sido modificado para así obtener mejores propiedades biológicas y mecánicas. Por tanto, en este apartado hablaremos de los tipos de

PEEK que se han obtenido y las propiedades y mejoras que se han ido consiguiendo con éste material.

- TIPOS DE PEEK:

Debido a su bajo modulo elástico en comparación con el hueso cortical, el titanio y materiales cerámicos, se han fabricado otros tipos de poli-ether-ether-ketona reforzados. Por un lado tenemos el PEEK reforzado con fibra de carbono (CFR-PEEK) cuyo modulo elástico puede llegar a los 18 GPa, el PEEK reforzado con fibra de vidrio (GFR-PEEK) cuyo módulo elástico puede llegar a los 12 GPa.(9) y el PEEK reforzado con partículas cerámicas (PEEK-BioHPP).

La aparición del PEEK reforzado con fibra de carbono se empezó a utilizar en medicina para la fijación de fracturas, así como la creación de prótesis de cadera.(8) El módulo de elasticidad de PEEK también se puede adaptar para que coincida estrechamente con el hueso cortical o la aleación de Ti mediante compuestos reforzados con fibra de carbono (CFR) con longitudes y orientaciones de fibra variables. CFR-PEEK ha sido de gran interés para el sector de implantes médicos debido a su versatilidad, compatibilidad con las tecnologías de imagen modernas, excelentes propiedades mecánicas y biocompatibilidad. Este material se puede fabricar en varias formas con diversas propiedades físicas, mecánicas y de superficie. (9)

El PEEK reforzado con fibra de carbono también ha supuesto un avance en el sector de implantes dentales, debido a la mejora de las propiedades mecánicas que conlleva así como la mejor compatibilidad de módulos elásticos entre el material y el hueso humano.(10) Se ha demostrado que la adición de fibra de carbono al PEEK proporciona un aumento de la temperatura de descomposición del material, pasa de 550°C a 560°C. La temperatura de fusión no se ve afectada. Por otra parte, en cuanto a las propiedades mecánicas, se demuestra que el CFR-PEEK tiene mayor resistencia a la flexión, a la compresión y mayor dureza que el PEEK puro. Sin embargo, la resistencia al impacto se ve disminuida. El módulo elástico se aproxima más al del hueso humano. (10)

Como mencionamos anteriormente, también se ha desarrollado otro tipo de PEEK, en este caso reforzado con partículas cerámicas, lo cual le hace adquirir una serie de propiedades favorables para el uso de este material en prótesis. En primer lugar, presenta muy buena biocompatibilidad, buenas propiedades mecánicas, alta resistencia a la temperatura y adecuada estabilidad química. Su módulo elástico de 4 GPa estaría muy próximo al del hueso, lo cual podría disminuir las tensiones transferidas a los dientes pilares. Además de

todo esto, el color blanco de las estructuras de BioHPP ofrece una mejoría estética bastante notable en comparación con las estructuras tradicionales metálicas. Otras ventajas adicionales de este material serían: la eliminación de reacciones alérgicas y el sabor metálico, altas cualidades de pulido, baja afinidad de placa y buena resistencia al desgaste. (11) Este PEEK-BioHPP es uno de los que más se utiliza actualmente a causa de las buenas propiedades que posee, de hecho, a lo largo del trabajo veremos algunos casos clínicos donde se ha hecho uso de él.

A continuación se muestra una tabla comparando los módulos elásticos de diferentes materiales de entre los que se encuentra el PEEK no modificado así como el PEEK modificado, y tejidos como el hueso, la dentina y el esmalte: (9)

MATERIAL	MÓDULO ELÁSTICO (GPa)
Titanio	110
Cromo-Cobalto	180-210
Circonio	210
Porcelana	68,9
PMMA	3-5
PEEK	3-4
CFR-PEEK	18
Endolign®	150
GFR-PEEK	12
Hueso Cortical	14
Hueso Esponjoso	1,34
Esmalte	40-83
Dentina	15-30

Dentro de los tipos de PEEK cabe hablar de las modificaciones que se hacen a dicho material a nivel superficial para mejorar su bioactividad y propiedades osteoconductoras para usarlo como material de implante dental.

Dos de los métodos que se usan para modificar la superficie de los implantes fabricados con PEEK puede ser el recubrimiento de dicho implante con hidroxiapatita activa o el chorreado de titanio. (6) PEEK también ha sido recubierto con otros materiales bioactivos usando pulverización por plasma, revestimiento por centrifugación, grabado con

gas plasma, deposición por haz de electrones, y la implantación de iones de inmersión en plasma.(9)

Las propiedades del PEEK son: (12)

Propiedades mecánicas:

- ✓ Resistencia a la compresión: 118 MPa
- ✓ Ductilidad: 50% de alargamiento a la rotura
- ✓ Coeficiente de fricción dinámica: 0,25
- ✓ Módulo de flexión: 4,1 GPa
- ✓ Resistencia a la flexión: 170MPa
- ✓ Dureza: 125 Rockwell
- ✓ Resistencia a la tracción: 89,6 MPa
- ✓ Módulo de Young: 3-4 GPa
- ✓ Módulo de corte: 1,4 GPa
- ✓ Resistencia al corte: 52,4 MPa

Propiedades térmicas:

- ✓ Punto de auto ignición: 570°C
- ✓ Temperatura de descomposición: 570°C
- ✓ Temperatura de transición vítrea: 146°C
- ✓ Deformación bajo carga: 140°C
- ✓ Calor de combustión: 30,7 MJ/Kg
- ✓ Temperatura máxima de trabajo: 260°C
- ✓ Inicio de fusión: 334°C
- ✓ Conductividad térmica: 0,2 W/mK
- ✓ Resistencia a la tracción: 89,6 MPa
- ✓ Expansión térmica: $47 \cdot 10^{-6}$ °C

Otras propiedades:

- ✓ Densidad: 1320 Kg/m³
- ✓ Conductividad eléctrica: SIGC 3,45E-21%
- ✓ Absorción de agua: 0,1%
- ✓ Absorción de agua (saturación): 0,5%

1. C. APLICACIONES DEL PEEK EN LA INDUSTRIA

El PEEK ha demostrado ser un material bastante útil, ya no solo en el sector biomédico sino en el sector industrial, gracias a sus propiedades térmicas y mecánicas.

El PEEK empezó a comercializarse en los 80s para la industria y fue en 1998 cuando fue propuesto como material para aplicaciones biomédicas por Invibio Ltd. (Thornton-Cleveleys, UK). (7)

Debido a sus características particulares, el PEEK es un material muy apropiado para la fabricación de piezas en la industria que vayan a ser sometidas a altas fuerzas mecánicas, a altas temperaturas y a agresiones químicas o a una alta energía radiante. Por tanto, se viene usando en la industria aeroespacial, nuclear, química, eléctrica y alimenticia.

Como ejemplos de productos fabricados a partir del PEEK tenemos: engranajes, bombas de engranajes de arrastre magnético, tornillos, tuercas, etc... (12)

1. D. APLICACIONES DEL PEEK EN PRÓTESIS DENTALES

- PEEK EN IMPLANTOLOGÍA DENTAL:

A) PEEK PARA LA CONFECCIÓN DE IMPLANTES

El titanio es el material que se ha venido usando en implantología desde que Branemark lo introdujo a finales de la década de 1960. Los materiales de Titanio poseen buenas características fisicoquímicas, mecánicas, biocompatibilidad y buena resistencia al estrés y la fatiga. Sin embargo, el módulo elástico del titanio es significativamente más alto que el del hueso (Ti: 110 GPa; hueso cortical: 14 GPa), lo cual se traduce en una protección inadecuada contra el estrés, resorción ósea y fractura del implante. Además los materiales de titanio se han implicado en algunos casos de hipersensibilidad, degradación de la superficie y contaminación relacionada con la periimplantitis y radiación dispersa. El aspecto metálico de los materiales de Ti también puede ser problemático, ya que las restauraciones altamente estéticas se están volviendo importantes. Muchos investigadores han realizado esfuerzos para desarrollar sustitutos para los implantes dentales de Ti, como la zirconia, que tiene un alto módulo elástico y una baja degradación de la temperatura. Los compuestos poliméricos, como la polietileno tereftalato (PEEK), se han desarrollado como sustitutos adicionales. Puede aplicarse a materiales como superestructura, pilar de implante o cuerpo de implante. (9) Como explicamos en el apartado de los tipos de PEEK, el módulo elástico de éste puede modificarse reforzándolo con otros materiales como fibra de carbono de manera que dicho

módulo se aproxime más al del hueso cortical (CFR-PEEK: 18 GPa; hueso cortical: 14 GPa). (13)

A diferencia del titanio, PEEK tiene propiedades osteoconductoras inherentes muy limitadas. Por lo tanto, se ha realizado una cantidad considerable de investigaciones para mejorar la bioactividad de los implantes PEEK. Hay varios métodos que se han propuesto para mejorar la bioactividad de PEEK, incluido el recubrimiento de PEEK con hidroxiapatita osteoconductoras sintética, aumentando su rugosidad superficial y sus modificaciones químicas e incorporando partículas bioactivas.(6)

Las nanopartículas como TiO₂, HAF, HAp pueden combinarse con el PEEK a través del proceso de mezcla por fusión para producir nanocompuestos bioactivos. Aunque la osteoconductividad del PEEK puro sea inferior a la del titanio, la modificación de la superficie a nanoescala con deposición de hidroxiapatita, la deposición de titanio aumentando la rugosidad de la superficie; modificaciones químicas como aminación, sulfonación y nitración, pueden mejorar la biocompatibilidad del PEEK para lograr una osteointegración temprana. El PEEK también se ha recubierto con otros materiales bioactivos utilizando la pulverización de plasma, el revestimiento por centrifugación, el grabado de gas con plasma, la deposición de haz de electrones y la implantación de iones de inmersión de plasma. (9)

A continuación se mostrará una tabla a modo de resumen acerca de todos los métodos de modificación de la superficie del PEEK para favorecer la osteointegración: (9)

Modificación de la superficie	Procedimientos	Materiales
Revestimiento	Pulverización de plasma	Hidroxiapatita (HA); titanio (Ti)
	Revestimiento por centrifugación	Cristales nanométricos de HA que contienen surfactantes, solventes orgánicos, en solución acuosa de Ca (NO ₃) ₂ y H ₃ PO ₄ .
	Evaporación por haz de electrones	Titanio; silicato
	Implantación de iones de inmersión de plasma	Dióxido de titanio (TiO ₂), Calcio (Ca), agua (H ₂ O), Argón (Ar)
Modificaciones	Grabado ácido	Ácido sulfúrico

topográficas superficiales	Chorreado con arena	TiO ₂ ; alúmina (Al ₂ O ₃)
Modificaciones químicas	Sulfonación	Grupos sulfonatos (-SO ₃)
	Aminación	Funciones amina
	Nitración	Funciones nitrato
Propiedades bioactivas	Materiales inorgánicos bioactivos	Nano-TiO ₂ (n-TiO ₂); nano-fluorohidroxiapatita (n-FHA)
Mejora de la hidrofilia	Radiación UV	Luz UV-A; Luz UV-C
	Tratamiento con gas de plasma	Plasma de oxígeno

A parte del uso que se le da al PEEK como material para el cuerpo del implante, también se han hecho estudios donde valoran dicho material para ser utilizado como pilar de cicatrización o pilar provisional del implante, viendo las respuestas de los tejidos en contacto con el material, comparándolas con el titanio. (9)

B) PEEK EN PRÓTESIS SOBRE IMPLANTES

Al igual que el PEEK se ha utilizado para la confección de prótesis removibles, fijas e implantes, también se han hecho estudios in vivo de prótesis sobre implantes confeccionadas en PEEK, en los cuales se estudia su comportamiento mecánico, el cual veremos más adelante en la discusión del trabajo. (14)(15)

Se sabe que el uso de prótesis sobre implantes para la rehabilitación de pacientes totalmente edéntulos aumenta la satisfacción de éstos debido a la comodidad que supone al tener mayor retención. Sin embargo, en las prótesis sobre implantes fabricadas con metal, cuando se produce un desajuste por desgaste de la hembra, es complicado solventar el problema, de modo que el uso de materiales más elásticos como es el PEEK podría poner fin a este problema ya que su recambio sería mucho más fácil. (16)

Una de las ventajas que presenta el PEEK frente a las estructuras de circonio es que es más fácil de reparar si se produce una fractura. En el caso de las estructuras de circonio habría que repetir el proceso de confección... Hay veces que se recubre con capas de porcelana aplicadas a mano, pero estos métodos de arreglo son susceptibles para futuras facturas.(17)

Otro punto a tener en cuenta es la similitud del módulo elástico del PEEK modificado con el del hueso de tal forma que la transmisión de las fuerzas tanto al implante como al hueso sería menor. (18)

Por último, otra ventaja de este material es que es radiotransparente, con lo cual podremos apreciar con facilidad en una radiografía el ajuste de los tornillos de fijación de la estructura protésica, en el caso de prótesis fija sobre implantes.(14)

- PEEK EN PRÓTESIS REMOVIBLE:

Otras de las aplicaciones del PEEK en prótesis dental, es su uso en prótesis removibles. Dichas prótesis serían diseñadas y confeccionadas a partir de sistemas asistidos por ordenador. Se han realizado estudios para comprobar la fuerza de retención de los retenedores fabricados con PEEK en comparación con los fabricados con Cromo-Cobalto. (6)

Las prótesis parciales removibles fabricadas con cromo-cobalto, han sido una opción de tratamiento tradicional, económico y predecible, para la rehabilitación de pacientes edéntulos parciales. Sin embargo, ciertos inconvenientes como la falta de estética de los cierres metálicos, el potencial sabor a metal, el alto peso y las reacciones alérgicas al metal en algunos pacientes, han llevado al uso de otros materiales termoplásticos en la práctica como el nylon, el acetal o el PEEK. (19)(20)(21)

También este material podría usarse para fabricar obturadores removibles. Como ya sabemos, un obturador maxilar removible, es un dispositivo que separa la cavidad bucal de las cavidades nasales y/o antrales para cerrar un defecto congénito o adquirido(22). Por lo general los pacientes que requieren este tipo de prótesis son parcialmente edéntulos o totalmente edéntulos. En el caso de los totalmente edéntulos tradicionalmente se viene usando únicamente la resina para cerrar el defecto de forma completa, y en los parcialmente edéntulos, se combina la resina con aleaciones de metales(23). A diferencia de las prótesis removibles convencionales, en este caso debemos fabricar un paladar artificial, el cual se suele hacer con la técnica de bulbo hueco(24). Sin embargo, en los últimos años también se ha introducido el PEEK en este campo como objetivo de estudio, debido a las características favorables que presenta como es su biocompatibilidad, su baja densidad, su módulo elástico

similar al del hueso, su resistencia al agrietamiento, facilidad de pulido y fácil manejo. (25)(26)

- **PEEK PARA PROTESIS FIJA:**

Los materiales usados para prótesis parcial fija han ido evolucionando a lo largo de los años. Podemos encontrar evidencias del uso de materiales para la fabricación de este tipo de prótesis en el 500 a.C. Los etruscos usaban el oro para la fabricación de pónicos dentales. Metales como el Cromo y el Níquel se usaron para la fabricación de marcos para prótesis fijas. (26)

Hoy en día, las restauraciones sin metal son cada vez más importantes debido al aumento de requerimientos estéticos por parte del paciente. Los materiales cerámicos cumplen estos requisitos estéticos, sin embargo, en algunos casos presentan desventajas técnicas. (26)

El uso del PEEK en odontología, después de su aceptación en el campo médico, ha sido sustancial. El PEEK es un polímero fisiológicamente inerte, insoluble en agua y de alto rendimiento. Todas estas propiedades hacen del PEEK una supra estructura adecuada en odontología, es decir, para implantes dentales, pilares provisionales, barras con soporte de implantes, estructura para prótesis removibles y prótesis fija. (27)

Para la fabricación de las estructuras a partir del PEEK, existen dos formas de procesado: una es el fresado mediante CAD-CAM o el prensado al vacío. Para el prensado al vacío se comercializan unos pellets pre-prensados industrialmente o en forma granular. El proceso es similar al de fundición de una aleación, donde se incluye una mufla precalentada con PEEK fundido que luego se coloca en un dispositivo de presión al vacío. (28)

El PEEK también ha sido estudiado para su uso como coronas. Debido a sus buenas propiedades mecánicas que se asemejan bastante a las del esmalte y la dentina, apuntan a que este material puede presentar bastantes ventajas respecto a los materiales cerámicos. Un punto bastante importante a tener en cuenta son los métodos de adhesión del PEEK con las resinas, para el cual se han realizado diversos estudios a través de los cuales se utilizan diferentes sustancias para grabar la superficie del PEEK como por ejemplo, el ácido sulfúrico. (6)

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS:

Cómo hemos podido apreciar a lo largo de la introducción, los materiales que se usan habitualmente en clínica para la realización de rehabilitaciones protésicas son metálicos. Sin embargo, en los últimos años se han llevado a cabo estudios de un material termoplástico llamado “poliéteréterketona” para analizar sus propiedades mecánicas, térmicas, estéticas, etc..., con miras a encontrar un material ideal con iguales o superiores características que los que se han venido usando hasta ahora, que sean de más fácil manipulación, que sean más económicos y que pueda suplir los inconvenientes que los materiales metálicos conllevan.

Por tanto, el objetivo principal de este estudio es analizar tanto en estudios “in vitro” como en estudios “in vivo”, realizados en los últimos años, la fiabilidad del poliéteréterketona (PEEK) en su uso como material de rehabilitación protésica.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización de este trabajo se han hecho búsquedas en: PubMed, Google académico y Scopus.

Para la búsqueda en PubMed y Scopus, se han llevado a cabo varias estrategias de búsqueda con los diferentes conectores booleanos “AND” y “OR”. También se han analizado los artículos relacionados con los artículos seleccionados para ampliar más el campo de búsqueda.

Criterios de inclusión:

- “Ensayos clínicos” in vivo o in vitro.
- Metaanálisis.
- Estudios clínicos prospectivos y retrospectivos.
- Artículos en inglés, español e italiano.
- Artículos publicados en los últimos 10 años.

Criterios de exclusión:

- Cualquier artículo que no se corresponda con los criterios de inclusión anteriormente mencionados.

Palabras clave:

“Polyetheretherketone”	“removable dental protheses”
“PEEK”	“Implant-Supported”
“Prosthesis”	“Dental prothesis”

“Prosthodontics”	“frameworks”
------------------	--------------

Estrategias de búsqueda:

PubMed

ESTRATEGIAS
“Polyetheretherketone” AND “prosthesis” (aquí aplicamos el filtro de artículos publicados en los últimos 10 años y en revistas dentales)
“Polyetheretherketone” AND “prosthodontics”
“PEEK” OR “removable dental protheses”
"polyetheretherketone" AND "dental prosthesis" AND "Implant-Supported" (se aplicó el filtro de casos clínicos)

Scopus

ESTRATEGIAS
“Peek” AND “dental prosthesis”
"polyetheretherketone" AND "prosthodontics"
“PEEK” AND “frameworks”

Google académico

ESTRATEGIAS
“PEEK en prótesis sobre implantes”

4. RESULTADOS

Artículos seleccionados en cada estrategia:

PubMed

ESTRATEGIAS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS
“Polyetheretherketone” AND “prosthesis”	6 artículos
“Polyetheretherketone” AND “prosthodontics”	5 artículos
“PEEK” OR “removable dental protheses”	1 artículo
"polyetheretherketone" AND "dental prosthesis" AND "Implant-Supported"	1 artículo
*ARTÍCULOS RELACIONADOS	2 artículos

Scopus

ESTRATEGIAS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS
“Peek” AND “dental prosthesis”	2 artículos
"polyetheretherketone" AND "prosthodontics"	1 artículo
“PEEK” AND “frameworks”	1 artículo
*ARTÍCULOS RELACIONADOS	No se encontraron artículos de interés

Google académico

ESTRATEGIAS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS
“PEEK en prótesis sobre implantes”	1 artículo
*ARTÍCULOS RELACIONADOS	No se encontraron artículos de interés

En total hemos hecho una recopilación de 20 artículos para la realización del trabajo. A continuación se muestra una tabla con una breve descripción de cada uno de ellos:

Nº	Revista	Autores	Año	Tipo de estudio	Conclusión
1	Brazilian oral Research	Eduardo Aloisio Fleck, Cristina Cunha, Fabiana Mantovani Gomes	2014	Estudio in vitro	los tornillos de pilar PEEK tuvieron menor Resistencia a la fractura, en comparación con los tornillos de pilar de titanio.
2	Journal of Prosthetic Dentistry	S.Costa-Palau, S.Torrents-Nicolas, M.Brufau de Barberá, J.Cabratosa	2014	Caso clínico	El PEEK supone una buena alternativa para la fabricación de obturadores maxilares.
3	Clinical Oral Implants Research	S. Hahnel, A. Wieser, R. Lang, M. Rosentritt	2015	Estudio in vitro	Formación de biofilm < o = que los materiales convencionales.
4	Dental materials	B. Stawarczyk, M. Eichberger, J.	2015	Estudio in vitro	El prensado industrial de espacios en blanco

	journal	Uhrenbacher, T. Wimmer, D. Edelhoff, P.R. Schmidlin			(CAD/CAM //pellets) aumenta la estabilidad y fiabilidad de las restauraciones con PEEK.
5	Journal of Prosthodontics	P. Zoidis, I. Papathanasiou, G.Polyzois	2016	Caso clínico	PEEK BioHPP no es alternativa para las estructuras de prótesis esquelética removible. Puede ser una alternativa para pacientes alérgicos al metal o sensibilidad al gusto.
6	Clinical oral investigations	S.Taufall, M.Eichberger, P.R.Schmidlin, B.Stawarczy	2016	Estudio in vitro	El PEEK puede suponer un avance futuro debido a sus propiedades, para su uso en prótesis fija.
7	Dental Materials Journal	V. Stock, C. Wagner, S. Merk, M. Roos, P.R. Schmidlin, M. Elchberger, B. Stawarczyk	2016	Estudio in vitro	Coronas PEEK fresadas: <ul style="list-style-type: none"> - 0° conicidad: menos fuerzas retentivas. - 2° conicidad: más fuerzas retentivas Coronas PEEK prensadas: El ángulo de conicidad no tuvo impacto en la fuerza de retención.
8	Dental Cadmos	E. Di Iorio, M. Berardini	2016	Caso clínico	Tras un seguimiento de 2 años no hay complicaciones mecánicas ni biológicas.
9	Journal of the Mechanical behavior of Biomedical Materials	A.Schwitalla, T. Zimmermann, T. Spinting, I. Kallage	2017	Estudio in vitro	PEEK puede resistir las fuerzas masticatorias incluso en diámetros <4 mm, especialmente en los tipos reforzados.

10	Clinical oral Investigations	S.Heimer, P.R.Schindlin, B.Stawarczy	2017	Estudio in vitro	El PEEK mostró el menor nivel de decoloración en comparación con el PMMA y composite después de 1 semana de almacenamiento en varios medios.
11	Journal of Prosthodontic Research	So-Yeon Bae, Jin-Young Park, Il-Do Jeong PhDa, Hae-Young Kim, Ji-Hwan Kim MPH, Woong-Chul Kim	2017	Estudio in vitro	Ambos valores estadísticos de adaptación tanto del PEEK como de la circonia son clínicamente aceptables. El PEEK mostró valores excelentes.
12	Journal of Indian Prosthodontic Society	N. Sinha, N.Gupta, K.Maherdranadh, Y.Shastry	2017	Caso clínico	El seguimiento del paciente de 2, 3 y 6 meses mostró muy poca acumulación de placa alrededor de los dientes, lo que destacó su biocompatibilidad. Resultados satisfactorios y alto grado de comodidad y aceptabilidad.
13	The journal of prosthetic dentistry	P. Zoidis, E. Bakiri, G.Polyzois	2017	Caso clínico	Podría ser considerado un material alternativo para las endocoronas, pero aún se necesitan más evidencias científicas.
14	The journal of prosthetic dentistry	S. Hahnel, C. Scherl, M. Rosentritt	2018	Caso clínico	El PEEK es una alternativa como material para provisionales, pero aún se necesitan más evidencias científicas para su uso como

					restauraciones definitivas.
15	The International Journal of Prosthodontics	B.C. Spies, M. Petsch, R-J. Kohal, F. Beuer.	2018	Caso clínico	Seguimiento de 6 meses observando buenos resultados en cuanto a retención y estética.
16	Journal of materials science. Materials in Medicine	R.S. Brum, P.R. Monich, M.C. Fredel, G. Contri, S.D.A.S. Ramo, R.S Magini, C.A.M. Benfatti	2018	Estudio in vitro	El S-PEEK proporcionó una superficie más regular e hidrófoba que podría ser favorable para una baja formación de biopelícula.
17	Journal of Prosthodontics	P. Zoidis	2018	Caso clínico	La estructura de sobre dentadura de PEEK combinada con retenciones metálicas nobles podría ser una alternativa para los pacientes alérgicos al metal. Hacen falta estudios experimentales para valorar su resistencia.
18	Journal of Prosthetic Dentistry	P. Zoidis	2018	Caso clínico	Las estructuras de implantes PEEK en combinación con carillas de PMMA de alto impacto prefabricadas pueden considerarse un tratamiento alternativo para las restauraciones con implantes “todo en 4”
19	The International Journal of Prosthodontics.	S. Ghodsi, S. Zeighami, M. Meisami	2018	Estudio in vitro	La circonia mostró la mejor adaptación.

20	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials	W.Qin, Y.Li, J.Ma, Q.Liang, B.Tang	2019	Estudio in vitro	CFR-PEEK mejora la T ^a de descomposición, tiene mayor resistencia a la flexión/compresión, mayor dureza y mayor módulo elástico estando más cercano al del hueso.
----	--	------------------------------------	------	------------------	--

5. DISCUSIÓN

A lo largo de la introducción se han hecho referencia a múltiples propiedades del PEEK que aparentemente lo hacen un material idóneo para usarlo en rehabilitaciones protésicas, ya sea como implantes, como pilares de implantes, como prótesis fija, o como prótesis removible. A continuación analizaremos algunas de sus propiedades tanto en estudios in vitro como en estudios in vivo que han sido publicados en los últimos 10 años.

Una de las propiedades que debe de tener un material en odontología es su baja afinidad por la placa. En un estudio realizado por S. Hahnel, A. Weiser, R.Lana y M. Rosentritt en 2015, se investigó la formación de biopelículas en las superficies de los materiales aplicados para la fabricación de pilares de implantes como son el titanio, la circonia y el polyetheretherketona, llegando a la conclusión de que la formación de biopelículas en la superficie del PEEK fue mucho menor. Sin embargo el estudio sugiere que son necesarios estudios clínicos para corroborarlo.(29)

En otro estudio realizado por E. Aloisio Fleck, C. Cunha y F. Mantovani en 2014, se comprobó la resistencia del titanio, el PEEK puro y CFR- PEEK como tornillos de implantes. Los tornillos fueron sometidos a 2000 N de fuerza a 45° respecto al eje del implante y con una velocidad de 0,5 mm/min hasta el fallo del tornillo. Se obtuvieron como resultados que los tornillos de titanio fueron los más resistentes y que el 100% de las fracturas de estos se producían en el cuello, con lo cual, esta parte del mismo sería la más débil. (30)

En 2015 se llevó a cabo un estudio por B. Stawarczyk, M. Eichberger, J. Uhrenbacher, T. Wimmer, D. Edelhoff y P.R. Schmidlin, donde se comprobó la influencia del método de fabricación de las unidades de PEEK-BioHPP con su resistencia a la carga. Se estudiaron 3 grupos: PEEK elaborado a través de CAD/CAM molido a partir de espacios en blanco PEEK/C, que se prensaron originalmente en granular; PEEK prensado a partir a partir de

pellets fabricados industrialmente; y prensado de PEEK granular. Finalmente se llegó a la conclusión de que el PEEK CAD/CAM molido presenta mejores propiedades en cuanto a resistencia a la carga. (28)

En 2016, S. Taufall, M. Eichberger, P.R. Schmidlin y B. Stawarcy, realizaron un estudio donde comprobaron la influencia del método de recubrimiento de las prótesis fijas dentosoportadas de 3 piezas de PEEK en la carga de fractura. Se hicieron 4 grupos de estudio: Digital veneering with breaCAM.HIPC, recubrimiento convencional con crea.lign, recubrimiento convencional con pasta crea.lign y carillas prefabricadas con visio.lign. Se llegó a la conclusión de que el método de revestimiento digital mostró la mayor resistencia a la carga de fractura en la prótesis fija de 3 piezas realizada con PEEK.(31)

Un aspecto importante en la rehabilitación con prótesis fija es la fuerza de retención que ejerza el material que usemos. Por eso, en un estudio realizado en 2016 por V. Stock, C. Wagner, S. Merk, M. Roos, P. R.Schmidlin, M. Eicheberger y B. Stawarczyk, se estudió la influencia del método de fabricación del PEEK y el grado de conicidad en la fuerza de retención. En cuanto al método de fabricación se hicieron 3 grupos: Brecam BioHPP para fresado en CAD/CAM, BioHPP pellet para el prensado de pellets y BioHPP granular para prensado. En cuanto al grado de conicidad se hicieron 3 grupos también: 0°, 1° y 2°. De acuerdo con este estudio in vitro, las coronas PEEK fresadas con una conicidad de 0° mostraron los valores más bajos de fuerza de retención, mientras que las coronas PEEK fresadas con una conicidad de 2° mostraron los valores más altos de fuerza de retención. Sin embargo, son necesarios estudios clínicos a largo plazo que respalden estos resultados. (32)

En otro estudio in vitro realizado en 2017 por A. D. Schwitalla, T. Zimmermann, T. Spintig e I. Kallage, se realizó una prueba de fatiga para evaluar el comportamiento elástico y la estabilidad de la forma a largo plazo de muestras de PEEK de forma cilíndrica de 4, 5 y 6 mm de diámetro, utilizando 11 materiales PEEK diferentes de diversos grados: sin relleno, rellenos con dióxido de titanio o sulfato de bario, reforzados con fibras de carbono cortas o fibras de vidrio cortas y reforzadas con fibras de carbono continuas. Se llegó a la conclusión que para el uso de PEEK como implante dental, son mejores los subtipos reforzados con fibras de carbono continuas, debido a su menor elasticidad, ya que dicha elasticidad puede causar micromovimientos en la interfaz implante-hueso, los cuales pueden inhibir la osteointegración. El diámetro más pequeño de 4 mm muestras buenas propiedades mecánicas para soportar las fuerzas masticatorias. Sin embargo, son necesarios estudios clínicos a largo plazo que corroboren la fiabilidad de este material en su uso como implantes dentales.(33)

Otro aspecto también muy importante a tener en cuenta es la estética y la baja decoloración o tinción de los materiales con el paso del tiempo. Por eso, en 2017 S. Heimer, P. Schmidlin y B. Stawarczyk, llevan a cabo un estudio in vitro donde evalúan el potencial de decoloración y eliminación de manchas a través de diferentes métodos de limpieza en PEEK, PMMA y materiales compuestos, después de su almacenamiento en diferentes medios durante 7 días. Se llegó a la conclusión de que el PEEK es el material más estable frente a la decoloración, siendo los materiales compuestos los que presentaban mayor grado de tinción. El baño ultrasónico así como el Air flow plus, fueron los métodos significativamente más efectivos para eliminar las tinciones. (34)

En prótesis fija dentosoportada, es necesaria una buena adaptación de las cofias a los márgenes de las preparaciones dentarias. En 2017, So-Yeon Be, Jin Young Park, Il-Do Jeong, Young Kim, Ji-Hwan Kim y Woong-Chul, realizaron un estudio in vitro donde compararon y analizaron el ajuste marginal e interno tridimensional de las cofias de PEEK y circonia a los muñones tanto de caninos como de molares. La mejor adaptación siempre se daba en los molares, y tanto el ajuste marginal interno y marginal de las cofias de PEEK y circonia estaban dentro de lo clínicamente aceptable, pero aún se necesitan más estudios clínicos al respecto, ya que estos estudios se realizan en condiciones totalmente distintas a las intraorales. (35)

En las prótesis fijas implantosoportadas también se necesita una buena adaptación y retención por parte de los materiales que se usen para la rehabilitación protésica. En 2018, S. Ghodsi, S. Zeighami y M. Meisami Azad, realizaron un estudio donde se comprobó el ajuste y retención de las estructuras implantosoportadas fabricadas a partir de PEEK, circonia y materiales compuestos. La circonia tuvo una adaptación marginal e interna significativamente mejor que los otros materiales. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la fuerza de retención media entre los diferentes grupos. En este estudio, el PEEK mostró un rango de adaptación clínicamente no aceptable. (36)

Como pudimos ver en la introducción, el PEEK ha sido sometido a muchas modificaciones para mejorar sus propiedades. En 2018, R.S. Brum, P.R. Monich, M.C. Fredel, G. Contri, S.D.A.S. Ramoa, R.S. Magini y C.A.M. Benfatti, llevaron a cabo un estudio in vitro cuyo objetivo fue producir, caracterizar y evaluar la bioactividad de los recubrimientos de PEEK con películas de PEEK sulfonadas. En este estudio se obtuvieron propiedades de superficie interesantes, pero no se mostró bioactividad. (37)

A lo largo de la introducción hemos hablado de un tipo de PEEK que es el reforzado con fibra de carbono. En un estudio realizado por Wen Qin, Ying Li, Jing Ma, Qian Liana y Bin Tang, se analizó de qué manera, la fibra de carbono mejora las propiedades mecánicas y biológicas del PEEK. Se comprobó que el CFR mejoro la temperatura de descomposición pasando de 550°C a 560°C, proporcionó mayor resistencia a la flexión, mayor resistencia a la compresión, pero menor resistencia al impacto. También se muestra en este estudio como los compuestos tuvieron una ligera toxicidad para las células durante una semana. (10)

Una vez analizados los estudios in vitro que hemos seleccionados para la realización del trabajo, pasaremos a revisar algunos de los casos clínicos que hay en la bibliografía donde se hace uso del PEEK como material de rehabilitación protésica, de modo que veamos la eficacia de dicho material en unas condiciones más realistas.

Una de las aplicaciones del PEEK mencionadas en la introducción era su uso como obturador maxilar. En 2014, Santiago Costa Palau, Josep Torrets-Nicolas, Magi Brufau-de Barberá y Josep Cabratosa-Termes, publicaron un caso clínico donde se colocó un obturador maxilar en una paciente de 58 años que sufrió una escisión parcial del hueso maxilar a causa de un tumor rinosinusal y que no estaba contenta con la estética de su obturador. Se llegó a la conclusión de que es un material más ligero, biocompatible y que mejora la estética retención y comodidad del paciente. Al cabo de 6 meses, la resistencia y apariencia del obturador fueron satisfactorias y no hubo evidencias de fuga o pérdida de bloqueo.(38)

Otra de las aplicaciones es el uso del PEEK en prótesis parciales removibles como estructura. En 2016, Panagiotis, Joan Pathanasiou y Gregory Polyzois registraron un caso de una paciente de 70 años con edentulismo clase I de Kennedy que refería molestias con su esquelético de cromo-cobalto por el peso, la apariencia y el sabor metálico. Por tanto, se sustituyó sus prótesis por otra fabricada con PEEK-BioHPP. Las propiedades del PEEK-BioHPP hacen que sea un material bastante idóneo para usarlo como alternativa a las convencionales estructuras metálicas para esqueléticos. Su elasticidad reduce el torque distal de las prótesis, así como el estrés que sufre el diente. Sin embargo, las fuerzas retentivas son menores. Durante el seguimiento de la paciente, esta no presenta rotura del marco y buena retención de cierre. Este material, debido a su falta de evidencia clínica debería considerarse como alternativa a las prótesis convencionales Cr-Co, en el caso de pacientes con alergias a los metales, pero no como alternativa general. (11)

El PEEK también se ha usado como material para rehabilitaciones en prótesis implantosoportadas. En 2016, E. Di Iorio y M. Bernardini publicaron el caso de un paciente

de 68 años, edéntulo total superior, al cual colocaron 6 implantes en el maxilar y una prótesis fabricada con PEEK a través de fundición a presión. Se le hizo un seguimiento a los 3, 6, 12, 18 y 24 meses y se valoró el índice de placa, el sangrado al sondaje y la profundidad de bolsa. El índice de placa fue muy bajo, el sangrado al sondaje negativo en todos los implantes y la profundidad de bolsa de 3 mm como máximo. La paciente estaba satisfecha. (15)

En prótesis fija dentosoportada también se han hecho estudios clínicos. En 2017, Nikita Sinha, Nidhi Gupta, K. Mahendranadh Reddy y Y. Sharty publicaron el caso de un paciente de 32 años edéntulo parcial, al cual colocaron un pónico de 12 a 25 en la arcada superior y de 42 a 33 en la arcada inferior fabricados ambos con PEEK. En el seguimiento de 2 y 3 meses del paciente, mostró muy poca acumulación de placa y encías sanas alrededor de los dientes, lo cual destacó la naturaleza biocompatible del material. Proporcionó gran comodidad al paciente por ser tan ligero. (39)

En odontología conservadora también se han registrado casos donde se ha hecho uso del PEEK. En 2017, Panagiotis Zoidis, Eleonora Bakiri y Gregory Polyzois registraron el caso de un paciente de 35 años que necesitaba la restauración del diente 17. El paciente había sido sometido a múltiples tratamientos de conductos de ese diente y desde hacía 6 meses no presentaba sintomatología con lo cual necesitaba una restauración definitiva. Se optó por colocar una endocorona de PEEK-BioHPP recubierta por resina compuesta y cementada con Variolink. La endocorona se evaluó clínicamente después de 22 meses y mostró una buena retención y apariencia sin signos de microfiltración.(40)

En 2018, Sebastian Hahnel, Christian Scherl y Martin Rosentritt, registraron el caso de una paciente de 76 años portadora de una prótesis maxilar removible y coronas de recubrimiento total en los sectores posteriores inferiores, la cual presentaba dolor en la articulación temporomandibular a causa de una pérdida de dimensión vertical. El caso se resolvió colocando en primer lugar un dispositivo oclusal para acostumbrar a la paciente a la nueva dimensión vertical, en segundo lugar, se colocó una prótesis provisional superior fabricada en PEEK y soportada por 3 implantes y el muñón de un canino, y por último se colocaron coronas nuevas en los sectores posteriores inferiores. Este caso clínico sugiere que un marco PEEK para una prótesis dental removible de doble corona se puede usar como una restauración provisional. Sin embargo, debido a las preocupaciones relacionadas con el rendimiento del material de recubrimiento y el grado de retención proporcionado por las coronas de PEEK, se necesita investigación in vitro y clínica para proporcionar evidencia del uso del PEEK en prótesis dentales removibles de doble corona definitivas. (41)

Otra aplicación para la que se ha usado el PEEK en clínica es su uso como estructura de adaptación a las barras en prótesis implantosoportadas. En 2018, Benedikt C. Spies, Matthias Pertsc, Ralph Joachun Kohan y Florian Beuer, publicaron un caso de un paciente de 76 años al cual le sustituyeron sus prótesis antiguas implantoreténidas superior e inferior, por dos prótesis implantosoportadas atornilladas. En este caso para la prótesis superior se ferulizaron los implantes dos a dos mediante barras y el PEEK se usó como estructura de la prótesis de adaptación a dichas barras. El paciente se mostró satisfecho con el sistema de sujeción prescrito, la retención funcional resultante y el resultado estético después de 6 meses.(42)

En 2018, Panagiotis Zoidis publicó un caso clínico en el cuál a un paciente de 85 años alérgico a los metales, edéntulo parcial se le colocó una sobredentadura inferior cuya estructura estaba fabricada en PEEK-BioHPP retenida mediante dos ataches en bola intraconducto, colocados en sus dos caninos endodonciados. El uso de estructuras de PEEK para sobredentaduras en combinación con las partes retentivas de metales nobles, podrían ser una alternativa viable al titanio para pacientes alérgicos a los metales. Se requieren estudios experimentales de resistencia a la fractura para respaldar los datos clínicos en cuanto a la incorporación del PEEK como estructura para sobredentaduras.(43)

Por último, haremos referencia a un caso publicado en 2018 publicado por Panagiotis Zoidis donde el PEEK se usó como estructura para una prótesis implantosoportada superior del tipo “all-on-four” (soportada por 4 implantes), en combinación con el PMMA como material de recubrimiento. Se pensó que el módulo elástico del PEEK en combinación con el PMMA podría reducir las fuerzas oclusales protegiendo a los implantes, así como a los dientes antagonistas. Después de 2 años de seguimiento, no mostró signos de aflojamiento del tornillo, desgaste o manchas del material de recubrimiento. Se llegó a la conclusión de que las estructuras de PEEK en combinación con carillas de PMMA de alto impacto prefabricadas pueden considerarse un tratamiento alternativo para las restauraciones de implantes “all-on-four”. Se requiere evidencia científica clínica a largo plazo para demostrar el uso de este material como sustituto de la cerámica o metal cerámica convencional. (14)

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a la literatura consultada en relación a las ventajas y desventajas del uso del PEEK en prótesis según los resultados de los ensayos clínicos “in vitro” podemos concluir:

Ventajas:

1. Baja formación de biofilm.

2. Alta resistencia a las cargas (en los subtipos reforzados)
3. Bajo nivel de decoloración.

Desventajas:

1. Mala adaptación a los pilares de prótesis implantosoportada.
2. Baja resistencia como tornillos de fijación de prótesis sobre implantes.
3. Temporalmente citotóxico en su uso como implantes dentales.

No obstante, no existe evidencia científica fiable “In vivo”, ya que los estudios existentes son “a propósito de un caso clínico” y/o con un corto plazo de seguimiento, lo cual nos lleva a concluir que hacen falta más estudios clínicos a largo plazo que puedan respaldar o no el empleo de este material como alternativa en prótesis estomatológica.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Campbell SD, Cooper L, Craddock H, Hyde TP, Nattress B, Pavitt SH, et al. Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017;118(3):273-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.01.008>
2. Pradeep N, Sreekumar A V. An in vitro investigation into the cytotoxicity of methyl methacrylate monomer. *J Contemp Dent Pract*. noviembre de 2012;13(6):838-41.
3. Rekow ED, Bayne SC, Carvalho RM, Steele JG. What constitutes an ideal dental restorative material? *Adv Dent Res*. noviembre de 2013;25(1):18-23.
4. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent*. mayo de 2005;33(5):389-98.
5. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater*. enero de 2003;19(1):12-8.
6. Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Siddiqui F. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res*. enero de 2016;60(1):12-9.
7. Panayotov IV, Orti V, Cuisinier F, Yachouh J. Polyetheretherketone (PEEK) for medical applications. *J Mater Sci Mater Med* [Internet]. 3 de julio de 2016;27(7):118. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s10856-016-5731-4>

8. Bampis E, Letsios D, Lucarelli G. Green scheduling, flows and matchings. *Theor Comput Sci.* 2015;579(1):126-36.
9. Rahmitasari F, Ishida Y, Kurahashi K, Matsuda T, Watanabe M, Ichikawa T. PEEK with Reinforced Materials and Modifications for Dental Implant Applications. *Dent J [Internet].* 2017;5(4):35. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2304-6767/5/4/35>
10. Qin W, Li Y, Ma J, Liang Q, Tang B. Mechanical properties and cytotoxicity of hierarchical carbon fiber-reinforced poly (ether-ether-ketone) composites used as implant materials. *J Mech Behav Biomed Mater [Internet].* 2019;89(September 2018):227-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.09.040>
11. Zoidis P, Papathanasiou I, Polyzois G. The Use of a Modified Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) as an Alternative Framework Material for Removable Dental Prostheses. A Clinical Report. *J Prosthodont.* 2016;25(7):580-4.
12. Poliéter éter cetona (PEEK) | Tecnología de los Plásticos [Internet]. [citado 15 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/08/polieter-eter-cetona-peek.html>
13. Schwitalla A, Müller W-D. PEEK Dental Implants: A Review of the Literature. *J Oral Implantol [Internet].* 2013;39(6):743-9. Disponible en: <http://www.joionline.org/doi/abs/10.1563/AAID-JOI-D-11-00002>
14. Zoidis P. The all-on-4 modified polyetheretherketone treatment approach: A clinical report. *J Prosthet Dent [Internet].* 2018;119(4):516-21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.04.020>
15. Di Iorio E, Berardini M. Un nuovo materiale per riabilitazioni fisse implantosupportate. *Dent Cadmos.* 2016;84(5):320-5.
16. Heydecke G, Boudrias P, Awad MA, De Albuquerque RF, Lund JP, Feine JS. Within-subject comparisons of maxillary fixed and removable implant prostheses: Patient satisfaction and choice of prosthesis. *Clin Oral Implants Res.* febrero de 2003;14(1):125-30.
17. Daou EE. The Zirconia Ceramic: Strengths and Weaknesses. *Open Dent J [Internet].* 18 de abril de 2014;8(1):33-42. Disponible en: <https://opendentistryjournal.com/VOLUME/8/PAGE/33/>
18. Suwannaroop P, Chaijareenont P, Koottathape N, Takahashi H, Arksornnukit M. In vitro wear resistance, hardness and elastic modulus of artificial denture teeth. *Dent Mater J [Internet].* 2011;30(4):461-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21778606>
19. Behr M, Zeman F, Passauer T, Koller M, Hahnel S, Buegers R, et al. Clinical performance of cast clasp-retained removable partial dentures: a retrospective study. *Int J Prosthodont.* 2012;25(2):138-44.

20. Donovan TE, Cho GC. Esthetic considerations with removable partial dentures. *J Calif Dent Assoc.* julio de 2003;31(7):551-7.
21. Arda T, Arikan A. An in vitro comparison of retentive force and deformation of acetal resin and cobalt-chromium clasps. *J Prosthet Dent.* septiembre de 2005;94(3):267-74.
22. Chalian VA, Barnett MO. A new technique for constructing a one-piece hollow obturator after partial maxillectomy. *J Prosthet Dent.* octubre de 1972;28(4):448-53.
23. Gay WD, King GE. Applying basic prosthodontic principles in the dentulous maxillectomy patient. *J Prosthet Dent.* abril de 1980;43(4):433-5.
24. Elangovan S, Loibi E. Two-piece hollow bulb obturator. *Indian J Dent Res.* 2011;22(3):486-8.
25. Katzer A, Marquardt H, Westendorf J, Wening J V, von Foerster G. Polyetheretherketone--cytotoxicity and mutagenicity in vitro. *Biomaterials.* abril de 2002;23(8):1749-59.
26. Kurtz SM, Devine JN. PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials.* noviembre de 2007;28(32):4845-69.
27. Stawarczyk B, Beuer F, Wimmer T, Jahn D, Sener B, Roos M, et al. Polyetheretherketone-a suitable material for fixed dental prostheses? *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* [Internet]. octubre de 2013;101(7):1209-16. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23564476>
28. Stawarczyk B, Eichberger M, Uhrenbacher J, Wimmer T, Edelhoff D, Schmidlin PR. Three-unit reinforced polyetheretherketone composite FDPs: influence of fabrication method on load-bearing capacity and failure types. *Dent Mater J.* 2015;34(1):7-12.
29. Hahnel S, Wieser A, Lang R, Rosentritt M. Biofilm formation on the surface of modern implant abutment materials. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(11):1297-301.
30. NEUMANN EAF, VILLAR CC, FRANÇA FMG. Fracture resistance of abutment screws made of titanium, polyetheretherketone, and carbon fiber-reinforced polyetheretherketone. *Braz Oral Res.* 2014;28(1):1-5.
31. Taufall S, Eichberger M, Schmidlin PR, Stawarczyk B. Fracture load and failure types of different veneered polyetheretherketone fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig.* diciembre de 2016;20(9):2493-500.
32. STOCK V, WAGNER C, MERK S, ROOS M, SCHMIDLIN PR, EICHBERGER M, et al. Retention force of differently fabricated telescopic PEEK crowns with different tapers. *Dent Mater J* [Internet]. 2016;35(4):594-600. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/35/4/35_2015-249/_article

33. Schwitalla AD, Zimmermann T, Spintig T, Kallage I, Müller WD. Fatigue limits of different PEEK materials for dental implants. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2017;69(December 2016):163-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.12.019>
34. Heimer S, Schmidlin PR, Stawarczyk B. Discoloration of PMMA, composite, and PEEK. *Clin Oral Investig*. mayo de 2017;21(4):1191-200.
35. Bae SY, Park JY, Jeong I Do, Kim HY, Kim JH, Kim WC. Three-dimensional analysis of marginal and internal fit of copings fabricated with polyetherketoneketone (PEKK) and zirconia. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2017;61(2):106-12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2016.07.005>
36. Ghodsi S, Zeighami S, Azad M. Comparing Retention and Internal Adaptation of Different Implant-Supported, Metal-Free Frameworks. *Int J Prosthodont* [Internet]. 2018;31(5):475-7. Disponible en: http://quintpub.com/journals/ijp/abstract.php?iss2_id=1555&article_id=18713
37. Brum RS, Monich PR, Fredel MC, Contri G, Ramoa SDAS, Magini RS, et al. Polymer coatings based on sulfonated-poly-ether-ether-ketone films for implant dentistry applications. *J Mater Sci Mater Med* [Internet]. 9 de agosto de 2018;29(8):132. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10856-018-6139-0>
38. 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* [Internet]. 2014;112(3):680-2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.10.026>
39. Sinha N, Gupta N, Reddy KM, Shastry YM. Versatility of PEEK as a fixed partial denture framework. *J Indian Prosthodont Soc*. 2017;17(1):7-10.
40. Zoidis P, Bakiri E, Polyzois G. Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report. *J Prosthet Dent*. marzo de 2017;117(3):335-9.
41. Hahnel S, Scherl C, Rosentritt M. Interim rehabilitation of occlusal vertical dimension using a double-crown-retained removable dental prosthesis with polyetheretherketone framework. *J Prosthet Dent*. marzo de 2018;119(3):315-8.
42. Spies B, Petsch M, Kohal R-J, Beuer F. Digital Production of a Zirconia, Implant-Supported Removable Prosthesis with an Individual Bar Attachment Milled from Polyether Ether Ketone: A Case History Report. *Int J Prosthodont* [Internet]. 2018;31(5):471-4. Disponible en: http://quintpub.com/journals/ijp/abstract.php?iss2_id=1555&article_id=18712
43. Zoidis P. Polyetheretherketone Overlay Prosthesis over High Noble Ball Attachments to Overcome Base Metal Sensitivity: A Clinical Report. *J Prosthodont*. 2018;27(8):688-93.

