



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

**Evaluación clínica de puentes posteriores
realizados mediante el sistema FirstFit™.
Estudio piloto.**

María Gallego Coterón
Tutor: Dr. Pablo Gómez Cogolludo

Curso 2017-2018



UNIVERSIDAD COMPLUTENSES DE MADRID. Facultad de Odontología

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
VISTO BUENO DEL TUTOR
MÁSTER OFICIAL EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

El profesor/a tutor

Nombre y apellidos:	Pablo Gómez Cogolludo
---------------------	-----------------------

del alumno/a

Nombre y apellidos	María Gallego Coterón
--------------------	-----------------------

encuadrado en la línea de investigación

CAD/CAM y nuevas tecnologías en prótesis e implantoprótesis

DA EL VISTO BUENO

para que el Trabajo de Fin de Máster titulado

“Evaluación clínica de puentes posteriores realizados mediante el sistema FirstFit™. Estudio piloto.”

sea admitido para su defensa ante Tribunal.

En _____ Madrid _____, a 3 de Septiembre de 2018.

Fdo: el profesor/a

El presente Visto Bueno se debe acompañar del Trabajo de Investigación en formato electrónico y tres copias en papel

MÁSTER EN: CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

COMPROMISO DEONTOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN, REDACCIÓN Y POSIBLE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER (TFM)

CENTRO: Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid

ESTUDIANTE DE MÁSTER: Máster Oficial en Ciencias Odontológicas

TUTOR/ES DEL TFM: Dr. Pablo Gómez Cogolludo

TÍTULO DEL TFM: “Evaluación clínica de puentes posteriores realizados mediante el sistema FirstFit™. Estudio piloto.”

FECHA DE PRIMERA MATRÍCULA: 20/07/2017

FECHA DE SEGUNDA MATRÍCULA (en caso de producirse):

1. Objeto

El presente documento constituye un compromiso entre el estudiante matriculado en el Máster en **CIENCIAS ODONTOLÓGICAS** y su Tutor/es y en el que se fijan las funciones de supervisión del citado trabajo de fin de máster (TFM), los derechos y obligaciones del estudiante y de su/s profesor/es tutor/es del TFM y en donde se especifican el procedimiento de resolución de potenciales conflictos, así como los aspectos relativos a los derechos de propiedad intelectual o industrial que se puedan generar durante el desarrollo de su TFM.

2. Colaboración mutua

El/los tutor/es del TFM y el autor del mismo, en el ámbito de las funciones que a cada uno corresponden, se comprometen a establecer unas condiciones de colaboración que permitan la realización de este trabajo y, finalmente, su defensa de acuerdo con los procedimientos y los plazos que estén establecidos al respecto en la normativa vigente.

3. Normativa

Los firmantes del presente compromiso declaran conocer la normativa vigente reguladora para la realización y defensa de los TFM y aceptan las disposiciones contenidas en la misma.

4. Obligaciones del estudiante de Máster

- Elaborar, consensado con el/los Tutor/es del TFM un cronograma detallado de trabajo que abarque el tiempo total de realización del mismo hasta su lectura.
- Informar regularmente al Tutor/es del TFM de la evolución de su trabajo, los problemas que se le planteen durante su desarrollo y los resultados obtenidos.
- Seguir las indicaciones que, sobre la realización y seguimiento de las actividades formativas y la labor de investigación, le hagan su tutor/es del TFM.

- Velar por el correcto uso de las instalaciones y materiales que se le faciliten por parte de la Universidad Complutense con el objeto de llevar a cabo su actividad de trabajo, estudio e investigación.

5. Obligaciones del tutor/es del TFM

- Supervisar las actividades formativas que desarrolle el estudiante; así como desempeñar todas las funciones que le sean propias, desde el momento de la aceptación de la tutorización hasta su defensa pública.
- Facilitar al estudiante la orientación y el asesoramiento que necesite.

6. Buenas prácticas

El estudiante y el tutor/es del TFM se comprometen a seguir, en todo momento, prácticas de trabajo seguras, conforme a la legislación actual, incluida la adopción de medidas necesarias en materia de salud, seguridad y prevención de riesgos laborales.

También se comprometen a evitar la copia total o parcial no autorizada de una obra ajena presentándola como propia tanto en el TFM como en las obras o los documentos literarios, científicos o artísticos que se generen como resultado del mismo. Para tal, el estudiante firmará la Declaración de No Plagio del ANEXO I, que será incluido como primera página de su TFM.

7. Procedimiento de resolución de conflictos académicos

En el caso de producirse algún conflicto derivado del incumplimiento de alguno de los extremos a los que se extiende el presente compromiso a lo largo del desarrollo de su TFM, incluyéndose la posibilidad de modificación del nombramiento del tutor/es, la coordinación del máster buscará una solución consensuada que pueda ser aceptada por las partes en conflicto. En ningún caso el estudiante podrá cambiar de Tutor directamente sin informar a su antiguo Tutor y sin solicitarlo oficialmente a la Coordinación del Máster.

En el caso de que el conflicto persista se gestionará según lo previsto en el SGIC de la memoria verificada.

8. Confidencialidad

El estudiante que desarrolla un TFM dentro de un Grupo de Investigación de la Universidad Complutense, o en una investigación propia del Tutor, que tenga ya una trayectoria demostrada, o utilizando datos de una empresa/organismo o entidad ajenos a la Universidad Complutense de Madrid, se compromete a mantener en secreto todos los datos e informaciones de carácter confidencial que el Tutor/es del TFM o de cualquier otro miembro del equipo investigador en que esté integrado le proporcionen así como a emplear la información obtenida, exclusivamente, en la realización de su TFM.

Asimismo, el estudiante no revelará ni transferirá a terceros, ni siquiera en los casos de cambio en la tutela del TFM, información del trabajo, ni materiales producto de la investigación, propia o del grupo, en que haya participado sin haber obtenido, de forma expresa y por escrito, la autorización correspondiente del anterior Tutor del TFM.

9. Propiedad intelectual e industrial

Cuando la aportación pueda ser considerada original o sustancial el estudiante que ha elaborado el TFM será reconocido como cotitular de los derechos de propiedad intelectual o industrial que le pudieran corresponder de acuerdo con la legislación vigente.

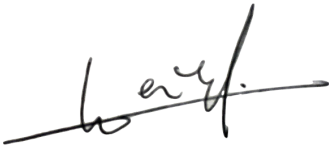

10. Periodo de Vigencia

Este compromiso entrará en vigor en el momento de su firma y finalizará por alguno de los siguientes supuestos:

- Cuando el estudiante haya defendido su TFM.
- Cuando el estudiante sea dado de baja en el Máster en el que fue admitido.
- Cuando el estudiante haya presentado renuncia escrita a continuar su TFM.
- En caso de incumplimiento de alguna de las cláusulas previstas en el presente documento o en la normativa reguladora de los Estudios de Posgrado de la Universidad Complutense.

La superación académica por parte del estudiante no supone la pérdida de los derechos y obligaciones intelectuales que marque la Ley de Propiedad Intelectual para ambas partes, por lo que mantendrá los derechos de propiedad intelectual sobre su trabajo, pero seguirá obligado por el compromiso de confidencialidad respecto a los proyectos e información inédita del tutor.

Firmado en Madrid, a 3 de Septiembre de 2018

<p>El estudiante de Máster</p> <p>María Gallego Coterón</p> <p>Fdo.:</p> 	<p>El Tutor/es</p> <p>Pablo Gómez Cogolludo</p> <p>Fdo.:</p> 
---	--

SR. COORDINADOR DEL MÁSTER EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

ANEXO I: DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

D./Dña. **María Gallego Coterón** con NIF **51138432-W**, estudiante de Máster en la Facultad de **Odontología** de la Universidad Complutense de Madrid en el curso **2017-2018**, como autor/a del trabajo de fin de máster titulado **“Evaluación clínica de puentes posteriores realizados mediante el sistema FirstFit™. Estudio piloto.”** y presentado para la obtención del título correspondiente, cuyo/s tutor/ es/son: **Dr. Pablo Gómez Cogolludo**

DECLARO QUE:

El trabajo de fin de máster que presento está elaborado por mí y es original. No copio, ni utilizo ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones de cualquier obra, artículo, memoria, o documento (en versión impresa o electrónica), sin mencionar de forma clara y estricta su origen, tanto en el cuerpo del texto como en la bibliografía. Así mismo declaro que los datos son veraces y que no he hecho uso de información no autorizada de cualquier fuente escrita de otra persona o de cualquier otra fuente.

De igual manera, soy plenamente consciente de que el hecho de no respetar estos extremos es objeto de sanciones universitarias y/o de otro orden.

En Madrid, a 3 de Septiembre de 2018



Fdo.: María Gallego Coterón

Esta DECLARACIÓN debe ser insertada en primera página de todos los trabajos fin de máster conducentes a la obtención del Título.

Índice

INTRODUCCIÓN	11
Hipótesis de trabajo	29
Justificación y objetivos	30
MATERIAL Y MÉTODOS	33
RESULTADOS	49
DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES	67
Bibliografía	71
Anexos	79

INTRODUCCIÓN

Sustitución de dientes perdidos

La sustitución de dientes perdidos es un problema que ha preocupado a los hombres desde tiempos inmemoriales, buscando restauraciones que respetaran unos principios biológicos, mecánicos y funcionales. Las restauraciones parciales de prótesis fija empleadas para tal fin han ido pasando por diferentes etapas hasta llegar al siglo XXI, donde han de cumplir además con criterios estéticos y de máxima conservación del tejido dentario remanente.

¿Por qué es necesario sustituir un diente perdido?

La necesidad de sustituir un único diente perdido ha sido ampliamente discutida en la literatura. Hirschfeld postuló que la pérdida de un diente posterior ocasionaba el desplazamiento, torsión y extrusión de los dientes asociados con el espacio edéntulo. Estos cambios se asocian a exposición radicular y de la furca, oclusión traumática, alteraciones a nivel del tejido blando y retención de placa junto a sus consecuencias a nivel periodontal¹.

Más recientemente, Craddock y colaboradores encontraron que la extrusión del diente antagonista a la brecha edéntula tenía lugar en el 92% de los casos de los dientes posteriores perdidos, con una extrusión media de 1,68 mm, y es más prevalente a nivel maxilar en pacientes con un nivel de inserción periodontal reducido². Los dientes adyacentes también sufren cambios en su posición, aunque en un plano distinto al vertical. De tal manera que los dientes mesiales al espacio edéntulo tienen una tendencia a inclinarse hacia distal y los distales hacia mesial, siendo este último más frecuente e incluso pudiendo llegar a ser tan extremo que cerrase por completo el espacio edéntulo. Además, no sólo es importante el movimiento a nivel coronal, si no que los cambios en la posición radicular también pueden afectar el espacio interdental disponible, dificultando la colocación de implantes dentales³. La variación en la posición de los dientes ocasiona una inestabilidad de la arcada dental que conlleva la aparición de interferencias oclusales. Clínicamente, la presencia de estas interferencias tiene un papel determinante en la estabilidad oclusal, el trauma oclusal y la complejidad del tratamiento protésico⁴.

Todas estas alteraciones que aparecen tras la pérdida de un diente posterior, hablan a favor de la sustitución de los dientes perdidos.

Opciones terapéuticas para la sustitución de un diente perdido a nivel posterior.

La decisión de emplear una modalidad de tratamiento específica para reemplazar un diente en el sector posterior es compleja y depende de distintos factores, entre los que cabe destacar la habilidad del clínico, la evidencia científica que abale el tratamiento, el acceso a la tecnología necesaria para cada caso y factores relacionados con el paciente (psicológicos, económicos y de salud)⁵.

A lo largo de las últimas décadas, los tratamientos en Odontología han evolucionado en muchos aspectos. A nivel de prótesis fija hemos pasado de la realización de restauraciones metal-cerámicas casi en exclusiva, a la realización de rehabilitaciones cerámicas de alta resistencia, que pretenden imitar en todos sus aspectos a los dientes naturales. Y por supuesto, hemos asistido al desarrollo y la expansión de la implantología moderna, que sustituye los dientes ausentes con el uso de “raíces artificiales”, evitando la preparación de dientes pilares. Aunque es posible restaurar un único diente perdido mediante una prótesis parcial removible, estas restauraciones son consideradas, por lo general, provisionales en lugar de definitivas.

El uso de implantes para restaurar las áreas edéntulas se ha visto incrementado significativamente desde 1970, y actualmente es considerado por muchos, la primera opción de tratamiento para sustituir dientes perdidos. Desde los primeros implantes dentales desarrollados por Brånemark en 1965, se han empleado una gran variedad de diseños y materiales para colocar en los maxilares con el objetivo de soportar una prótesis. Actualmente, el *gold standard* son los implantes de titanio que reemplazan las raíces dentales, se osteointegran y tienen una estabilidad predecible al cargarlos funcionalmente⁶. La literatura científica ha demostrado que los implantes dentales tienen muy buen pronóstico a largo plazo y son una opción viable para la sustitución de dientes perdidos definitiva^{7,8}. En cuanto a su supervivencia, las prótesis implanto-soportadas han demostrado tener una baja tasa de fracaso inicial, seguida de una estabilidad a largo plazo. Una vez se ha superado este periodo de fracaso (generalmente resultado de una deficiente o nula osteointegración), las prótesis parecen tener una larga supervivencia. El fracaso temprano es por lo general menor a un 5% durante el primer año de funcionamiento y durante los 5-10 años siguientes, la tasa de fracaso disminuye en gran medida⁹. En una revisión sistemática de 2015, determinaron que la supervivencia de las prótesis sobre implantes a los 5 años era del 95,6%, y las complicaciones más frecuentes eran las mecánicas, seguidas por las biológicas, y las que menos ocurrían eran las complicaciones estéticas¹⁰.

Sin embargo, la colocación de prótesis sobre implantes requiere una fase quirúrgica y está sujeta a limitaciones anatómicas y económicas en las que este tipo de restauración no está indicada. La primera opción de tratamiento en estos casos es la realización de una prótesis parcial fija (PPF) de tres piezas. Es un procedimiento invasivo, en el que se preparan los dientes adyacentes para colocar una corona de recubrimiento total, reduciendo en gran medida las dimensiones de las coronas de los dientes pilares. Al tallar los dientes pilares para la colocación de un puente ceramo-metálico, se elimina aproximadamente el 72% de la estructura dentaria, mientras que la preparación de los dientes sobre los que se va a colocar una restauración totalmente cerámica es menos invasiva, eliminando alrededor del 63% de la corona del diente¹¹. Esta reducción excesiva de los dientes pilares puede derivar en riesgo de reacción pulpar, de hecho, entre el 2,7 y el 19% de estos dientes desarrollan patología periapical en un periodo de observación de 1 a 25 años. El grosor residual de dentina tras la preparación dentaria tiene un papel determinante en la degeneración pulpar. Aunque no hay un consenso sobre cuánto es el grosor mínimo necesario de dentina para proteger la vitalidad de la pulpa, sí que se ha visto que el espesor de la dentina remanente es inversamente proporcional a la respuesta pulpar. Así mismo, el trauma al que están sometidos los dientes tallados y el aumento de temperatura durante el tallado y la polimerización de los provisionales y los agentes cementantes también pueden dar lugar a alteraciones a nivel pulpar, especialmente si el grosor de dentina remanente es muy pequeño¹².

Las PPF de tres piezas soportadas por dientes naturales parecen tener unas tasas de fracaso tempranas muy bajas. Sin embargo, la supervivencia a largo plazo de estas restauraciones es menor que las soportadas por implantes dentales⁹. En un estudio de 2015, en el que se analizaba la supervivencia de las prótesis parciales fijas de tres piezas, se determinó que ésta era del 90% a los 15 años de funcionamiento. De acuerdo a lo comentado previamente, la complicación biológica más frecuente fue la pérdida de vitalidad de los pilares tras cementar la prótesis definitiva⁵.

La decisión de reemplazar un diente perdido con una corona implanto-soportada o una PPF dentosoportada es controvertida, aunque actualmente hay una tendencia a considerar que el tratamiento con implantes es la modalidad de primera elección. El estado de los dientes adyacentes es crucial a la hora de determinar qué tratamiento se va a llevar a cabo. Así, en dientes parcialmente destruidos, cuya integridad estructural está comprometida y podría mejorar al colocar una corona de recubrimiento total, el empleo

de PPF de tres piezas estaría completamente justificado⁵. En cambio, si los dientes adyacentes se encuentran sanos o mínimamente restaurados, ¿es aceptable la eliminación de tejido dental sano para la colocación de una prótesis de este tipo en aquellos casos que el paciente no fuese a someterse a un tratamiento implantológico?

Tal es la preocupación de realizar procedimientos mínimamente invasivos, que se están desarrollando múltiples técnicas enfocadas a evitar la destrucción innecesaria de tejido duro y blando para la realización de nuestros tratamientos. Esta filosofía de trabajo abarca todos los aspectos de la profesión, desde la Cirugía a la Odontología Restauradora moderna^{13,14}.

Como alternativa a las PPF de tres piezas, en la década de 1960, surgieron las PPF retenidas mediante inlays. Estas restauraciones se definen como *una modalidad de tratamiento mínimamente invasiva para sustituir un diente posterior perdido, la cual emplea cavidades con forma de caja como retenedores sobre las que se cementa la restauración que puede ser de oro, composite, cerámica u otros materiales*¹⁵.

Originalmente estas restauraciones se realizaban de metales nobles, como el oro, lo que proporcionaba una buena distribución de las cargas y el estrés, sin embargo, además de los inconvenientes estéticos, uno de los problemas más comunes era la aparición de gaps entre el diente y la restauración y la consecuente aparición de caries en la zona. Es por esto, que comenzaron a realizarse en composite y cerámica, de manera que se empleaba un cementado adhesivo, lo que requería preparaciones más simples y menos invasivas¹⁵.

Por otra parte, respecto a la preparación dentaria de estas restauraciones, a lo largo de los años se han ido proponiendo múltiples diseños para tal fin. Cavidades mesio-oclusales con forma de tubo, con forma de caja, añadiendo retenciones a nivel de las caras vestibular y lingual, cavidades mesio-ocluso-distales e incluso preparación de onlays para disminuir el estrés mecánico¹⁵. Cuando se diseña una preparación dentaria, es fundamental equilibrar las consideraciones estéticas, preservación de la estructura dentaria y del periodonto y maximizar la resistencia de la restauración. En 2010, Thompson y colaboradores propusieron un diseño ideal de preparación dentaria para la realización de PPF retenidas mediante inlays: profundidad de la cavidad de entre 1,5 y 2 mm, anchura del istmo de la cavidad de aproximadamente 1/3 de la anchura intercuspídea, convergencia de las paredes cavitarias de 20° y redondeado y suavizado de todos los ángulos internos para reducir el estrés. Sin embargo, la mayoría de las preparaciones suelen ser más anchas y

profundas de lo recomendado, debido a la presencia de restauraciones preexistentes y caries que condicionan el diseño de la preparación¹⁶. Una de las principales ventajas de las PPF retenidas mediante inlays es su diseño conservador, con lo que preparaciones extensas no están justificadas y han de ser lo menos invasivas posibles.

La tasa de supervivencia de estas restauraciones varía de un 38% a un 95,8% debido al empleo de distintos materiales, diferentes diseños de preparación dentaria y variación de los sistemas y técnicas de cementado¹⁷.

Cerámicas dentales

Durante décadas, las restauraciones metal-cerámicas han sido las más utilizadas para las rehabilitaciones protésicas fijas. Son aquellas que poseen un núcleo metálico con un revestimiento vítreo cerámico. Aunque a día de hoy estas restauraciones siguen empleándose y suponen el *gold standard*, la evolución y desarrollo de nuevos materiales y tecnologías, ha llevado a la realización de restauraciones totalmente cerámicas, debido a la necesidad de realizar prótesis más estéticas y más biocompatibles.

Desde que comenzase la confección de prótesis totalmente cerámicas en el siglo XIX, han tenido que pasar más de cien años hasta poder considerar estas restauraciones una opción de tratamiento más.

Clasificación actual de las cerámicas dentales

Se consideran materiales cerámicos aquellos productos de naturaleza inorgánica, formados mayoritariamente por elementos no metálicos, que se obtienen por la acción del calor y cuya estructura final es parcial o totalmente cristalina.

La gran mayoría de las cerámicas dentales, salvo excepciones, tienen una estructura mixta, es decir, son materiales compuestos formados por una matriz vítrea (cuyos átomos están desordenados) en la que se encuentran inmersas partículas más o menos grandes de minerales cristalizados, formando la fase cristalina. La fase vítrea aporta la estética a la porcelana, mientras que la fase cristalina, en la que los átomos se encuentran dispuestos uniformemente, es la responsable de la resistencia. Por lo tanto, el comportamiento estético y mecánico depende directamente de la microestructura de la cerámica y, en consecuencia, de su composición¹⁸.

Clásicamente, las cerámicas dentales han sido clasificadas por su temperatura de sinterización, su técnica de confección y su composición química. En el 2015, Gracis y colaboradores propusieron un nuevo sistema de clasificación para los materiales totalmente cerámicos¹⁹. Estos autores clasifican los materiales cerámicos en tres familias, basados en la presencia de atributos específicos en su formulación:

- Cerámicas con matriz vítrea
- Cerámicas policristalinas
- Cerámicas con matriz de resina

Las **cerámicas con matriz vítrea** son los materiales cerámicos que contienen una fase

vítrea. Este grupo se divide a su vez en feldespáticas, sintéticas e infiltradas con vidrio.

Las cerámicas feldespática son un grupo de cerámicas basadas en un sistema ternario compuesto por caolín (aluminosilicato hidratado), cuarzo (sílice) y feldespato (una mezcla de aluminosilicatos de potasio y sodio). El feldespato potásico forma los cristales de leucita, determinando la fase cristalina. Estos materiales pueden emplearse como cerámica de recubrimiento sobre aleaciones metálicas o sustratos cerámicos y para realizar restauraciones estéticas totalmente cerámicas que se adhieren a la estructura dental.

Las cerámicas sintéticas son las basadas en leucita, el disilicato de litio (DSL) y derivados y las basadas en fluorapatita. La composición de éstas presenta variaciones, pero comúnmente incluye dióxido de silicio, óxido de potasio, óxido de sodio y óxido de aluminio. La fase vítrea se combina con cristales de apatita, en adición a la leucita para aumentar su fuerza. Este grupo de cerámicas presentan unas propiedades mecánicas mejoradas, lo que permite emplearlos como núcleo de la restauración y realizar inlays, onlays, coronas e incluso puentes de tres piezas.

Las cerámicas infiltradas con vidrio son cerámicas feldespáticas a las que se incorpora alúmina, alúmina y magnesio o alúmina y circonia. Aunque se consigue mejorar las propiedades mecánicas en gran medida, la opacidad de las mismas es tal que es necesario recubrirlas con cerámicas más translúcidas para lograr un buen mimetismo con el diente natural.

Las **cerámicas policristalinas** son los materiales cerámicos que no contienen una fase vítrea. Son cerámicas con una estructura cristalina formada por granos pequeños, lo que aporta un aumento en la fuerza y resistencia a la fractura, pero tienen una translucidez limitada, con lo que no resultan muy estéticos y suelen emplearse para fabricar el núcleo de la restauración. Además, la ausencia de una fase vítrea impide que estos materiales sean grabados con ácido fluorhídrico, con lo que no pueden adherirse a la estructura dental. Dentro de este grupo se encuentra la alúmina, la circonia estabilizada y la alúmina endurecida con circonia y la circonia endurecida con alúmina. Las cerámicas circoniosas están formadas por circonia u óxido de circonio (95%) parcialmente estabilizado con itrio (5%), son un material con una elevada tenacidad debido a que su microestructura es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo denominado “transformación resistente”. Este fenómeno, descubierto por Garvie y colaboradores en

1975 consiste en que la circonia parcialmente estabilizada ante una zona de alto estrés mecánico como es la punta de una grieta, sufre una transformación de fase cristalina, pasa de forma tetragonal a monoclinica adquiriendo un volumen mayor. De este modo, se aumenta localmente la resistencia y se evita la propagación de la fractura. Esta propiedad le confiere a estas cerámicas una resistencia a la flexión de entre 1000 y 1500 mPa, superando ampliamente al resto de cerámicas.

Las **cerámicas con matriz de resina** son materiales híbridos con componentes predominantemente inorgánicos como porcelanas, vidrios, cerámicas y cerámicas vítreas. Son las resinas nanocerámicas, cerámicas vítreas en matriz de resina y circonio-sílice en matriz de resina¹⁹.

La tecnología CAD/CAM

Las siglas CAD/CAM hacen referencia a la técnica de producción que aúna una serie de conocimientos informáticos para aplicarlos tanto al diseño como a la fabricación de un amplio rango de piezas, inicialmente destinado para su uso en ingeniería. Su nombre es un acrónimo derivado del inglés *Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing*, que traducido al castellano quiere decir diseño dirigido por ordenador/ fabricación dirigida por ordenador.

En el ámbito de la Odontología, la tecnología CAD/CAM comenzó su desarrollo en la década de 1970 por Duret y Preston, inicialmente de forma experimental y teórica y aplicado al campo de la prótesis fija. De manera paralela, Moermann en los años 80 diseñó el primer sistema CAD/CAM comercializado para la fabricación de restauraciones dentales, CEREC® (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemania), que ha ido introduciendo mejoras continuamente hasta llegar a la quinta generación. A partir de entonces comienzan a aparecer gran cantidad de sistemas, cada vez más completos y sofisticados, que suponen una automatización en el proceso de producción y una optimización de la calidad de las restauraciones²⁰. Algunos de los principales sistemas actuales son Lava COS/True Definition (3M ESPE, St. Paul, MN, EEUU), iTero (Cadent, Carlstadt, NJ, EEUU), Apollo (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemania) o Cyrtina CSD (Oratio BV, Hoorn, Holanda).

Basándose en estos sistemas, surge el flujo digital en Odontología. Se trata de una sistemática de trabajo en la que cada fase del diagnóstico, planificación y tratamiento de un paciente, está presidida por un recurso digital, capaz de ser asociado al siguiente, hasta el momento final del tratamiento. Esta forma de trabajar ha resultado en la obtención de piezas protésicas con un mejor ajuste, así como restauraciones dentales más exactas y está fundamentado en tres elementos básicos²¹:

1. **Adquisición:** es la fase de digitalización de la preparación dentaria o de la superficie a escanear. Esta adquisición de los datos puede efectuarse de manera directa, a través del empleo de un escáner intraoral o indirectamente, digitalizando un modelo convencional con un escáner extraoral²². Además, puede ser de diferentes tipos:
 - Mecánica o táctil: a través del contacto directo con la superficie a escanear.

- Óptica: mediante una cámara intraoral o un escáner de uso extraoral. Estos últimos pueden emplear distintas tecnologías para la adquisición de los datos (láser, luz blanca estructurada, estéreo fotogrametría, etc.) Permiten el escaneado del objeto sin contactar con el mismo, lo que presenta una ventaja cuando el objeto es blando o frágil.

De la precisión y exactitud de los datos obtenidos durante esta fase, radica en gran parte el éxito del resultado final.

2. **Diseño (CAD):** manipulación del archivo digital para el diseño por ordenador de las restauraciones dentales.
3. **Fabricación (CAM):** es un proceso de prototipado del diseño realizado en la fase previa, mediante técnicas sustractivas o aditivas. Las técnicas sustractivas son aquellas en las que se elimina material de un bloque a través del fresado o tecnología láser para obtener la estructura final ; mientras que en la técnica aditiva la estructura final diseñada se fabrica mediante aposición de material, dentro de éstas nos encontramos con diferentes opciones²³:
 - Deposición de material fundido: mediante un cabezal de impresión se deposita material fundido en forma de filamento, que endurece en el momento. La pieza se produce por la superposición de capas del material.
 - Agregación de material granular: se va fundiendo selectivamente un sustrato de material que se encuentra en forma granular. Al fundirse, las partículas quedan unidas. Este tipo comprende la sinterización láser, la fundición por haz de electrones y la impresión por inyección de material aglutinante.
 - Fotopolimerización: en una batea de resina líquida fotopolimerizable incide de forma selectiva una luz ultravioleta que va polimerizando capas secuencialmente hasta formar la pieza final. Este tipo de impresión 3D, muy empleado en nuestro campo, es el conocido como estereolitografía.

Existen dos tipos de flujos digitales. El primero usa escáneres intraorales para obtener los modelos virtuales y permite el diseño de la restauración final por los clínicos, que es fresada en una unidad de fresado asociada. Este tipo de flujo es conocido como *in-office* o

chair-side. Por otro lado, el flujo *out-office* permite tomar impresiones digitales y mandarlas vía internet a un laboratorio dental, donde el técnico diseña y produce la restauración y los modelos maestros. En general, todos los sistemas están diseñados para ambas posibilidades, pero la restricción actual depende de la política comercial de cada compañía²⁴. Estos sistemas funcionan con archivos abiertos o cerrados (encriptados) en función de la capacidad de compartir los datos. Los abiertos permiten el manejo de los datos originales por otros software CAD y otros dispositivos CAM, mientras que los sistemas cerrados suponen la realización de todo el procedimiento mediante un único sistema. Incluyendo la adquisición de los datos, el diseño virtual y la fabricación de la restauración. En estos casos, el intercambio de los datos no es posible entre un sistema y otro²⁵.

Impresiones digitales

Una de las fases más críticas en la realización de prótesis, tanto fijas como removibles, es la toma de una impresión precisa de los dientes, preparados o sin preparar, los implantes o los rebordes edéntulos. Tradicionalmente, se han empleado distintos materiales para conseguir un negativo de las estructuras intraorales, que al vaciarlo en escayola se convierte en un duplicado de las arcadas dentarias. La llegada de nuevos sistemas de impresiones basados en las nuevas tecnologías ha creado un paradigma en el concepto de toma de impresiones. Estos sistemas, fundamentados en los escáneres intraorales, han supuesto una revolución en la forma de tomar impresiones en el ámbito de la Odontología Restauradora indirecta²⁶.

Los escáneres intraorales son dispositivos que permiten realizar una captura óptica directa de las superficies del medio oral, así como de las preparaciones dentales o los *scanbodies* de los implantes (cilindros que se atornillan a los implantes para transferir su posición tridimensional). Se basan en diferentes tecnologías, pero tienen un objetivo común: digitalizar los tejidos dentogingivales para la creación de un modelo tridimensional virtual²⁷. Para ello, se emplea una cámara intraoral que capta imágenes y son posteriormente procesadas mediante un software de escaneado generando una nube de puntos. Estos puntos se unen mediante triángulos, creando un modelo virtual tridimensional. El archivo generado se encuentra en formato STL (por sus siglas en inglés *standard triangle language*), es el resultado de una impresión óptica y es la alternativa virtual a los modelos de escayola convencionales.

Las impresiones digitales y los sistemas de escaneado suponen una técnica rápida y eficiente. Pueden ser almacenadas durante un tiempo indefinido y es posible transferirlas inmediatamente de la clínica al laboratorio. Además de las citadas, sus ventajas son una mayor aceptación por parte del paciente ya que son más rápidas y no provocan náuseas, permiten la previsualización tridimensional de las preparaciones dentales y eliminan la distorsión producida por los materiales de impresión convencionales y los errores en el vaciado con escayola^{20,24}. Sin embargo, esta técnica también cuenta con inconvenientes, como es la dificultad para detectar márgenes subgingivales, requieren una curva de aprendizaje y necesitan una inversión económica inicial mucho más elevada que las impresiones convencionales.

Los escáneres intraorales se pueden clasificar en dos tipos:

- Escáneres de tecnología fotográfica: son aquellos que captan imágenes individuales de las áreas a escanear.
- Escáneres de tecnología vídeo: son aquellos que graban las áreas escaneadas funcionando de forma similar que una cámara de vídeo. El ejemplo más característico es Lava C.O.S, la última versión del mismo es el denominado True Definition, y es el escáner que va a ser empleado en este estudio.

El Lava Chairside Oral Scanner (C.O.S.) fue creado en Massachusetts y fue adquirido por 3M ESPE en 2006, a partir de 2013 se conoce como 3M True Definition. Consiste en un carro móvil, que contiene una CPU, una pantalla táctil y un cabezal de escaneado, que contiene un complejo sistema óptico, basado en 22 lentes. Utiliza la tecnología “3D in motion” para grabar imágenes de vídeo 3D de forma continua para crear un modelo volumétrico, captura 20 imágenes por segundo a velocidad de vídeo y toma aproximadamente 21 millones de datos por arcada. Con este escáner, es necesaria la aplicación de una fina capa de polvo de dióxido de titanio previa al escaneado de la superficie^{26,28}.

Aunque las impresiones digitales poseen ventajas claras al compararlas con sus análogas convencionales, todavía no está claro si su exactitud es comparable. En una revisión bibliográfica reciente, los autores encontraron que la exactitud de las impresiones digitales de toda la arcada era inferior que las impresiones con silicona, aunque era superior que aquellas realizadas con poliéteres y alginato. En cambio, al realizar impresiones por cuadrantes, el resultado era mejor incluso que en las impresiones con silicona. Otros estudios obtienen resultados opuestos, según los cuales, la información obtenida mediante escáneres intraorales es menos precisa que la que se adquiere al realizar impresiones convencionales. Además, los modelos obtenidos por impresiones digitales pueden verse modificados por las condiciones intraorales como saliva, sangre, espacio limitado, forma de la preparación y posición de escaneado²².

Por otro lado, el ajuste marginal de las restauraciones de prótesis fija también ha sido estudiado, comparando el empleo de escáneres intraorales y escáneres extraorales de modelos de escayola convencionales. La evidencia científica indica que el ajuste marginal que se obtiene con escáneres intraorales es igual o mejor que en los casos que se emplean escáneres extraorales. Además, se ha visto que las restauraciones cerámicas fabricadas a partir de escáneres intraorales tienen un igual o mejor punto de contacto y lo mismo ocurre con el contacto oclusal, por lo que el ajuste de las relaciones interproximales y

oclusales parece ser igual o incluso más efectivo que al digitalizar los modelos convencionales²². En cambio, Ahrberg y colaboradores, reportaron que el ajuste marginal de las prótesis fijas era más exacto tras la digitalización directa que empleando métodos de digitalización indirectos²⁹.

Sistema FirstFit™

Uno de los procesos de realización de prótesis fija sobre dientes de reciente aparición, es el denominado FirstFit™. Esta técnica permite la realización de coronas, puentes y carillas, cuya preparación dental está “guiada” con férulas de preparación realizadas mediante tecnología CAD/CAM. Partiendo de un modelo digital se diseña la cavidad virtual, las férulas de preparación secuenciadas para preparar dicha cavidad y la restauración definitiva. Todo esto será confeccionado antes de cualquier procedimiento clínico.

Los puentes realizados con el sistema FirstFit™ Bridge son PPF retenidas mediante inlays confeccionados en circonio monolítico, en los que los retenedores tienen forma de caja, cuya preparación es extremadamente conservadora y afecta únicamente a la cara interproximal más cercana a la brecha de ambos dientes pilares.

Las ventajas que nos aporta esta técnica son:

- Ahorro de tiempo en la clínica, ya que la preparación y el cementado de la restauración definitiva se realiza en una sola sesión, eliminando las restauraciones provisionales.
- Ahorro de tiempo en el laboratorio, el trabajo se ve simplificado al tratarse de un procedimiento completamente digital.
- Preparaciones dentales mínimamente invasivas y en cierto modo reversibles. Al tratarse de preparaciones tan conservadoras, pueden ser obturadas con resina compuesta en cualquier momento. De este modo, pueden ser una alternativa para el tratamiento provisional en situaciones donde un implante sea el procedimiento más adecuado, ya que evita el desplazamiento de los dientes asociados al espacio edéntulo hasta que se lleve a cabo el tratamiento implantológico. Además, son preparaciones que respetan la salud periodontal, ya que al ser todos los márgenes supragingivales, favorecen la higiene de los dientes pilares.
- Procedimiento menos dependiente del operador, debido a que al usar férulas que guían el tallado, facilita realizar preparaciones sin los habituales errores asociados al tallado tradicional, como la falta de paralelismo, socavados, excesiva reducción del tejido dentario o líneas de terminación inadecuadas.
- Tratamiento rápido y económico, en comparación con otras opciones terapéuticas para la sustitución de un diente perdido.

La principal desventaja de este tipo de puentes es que su supervivencia es menor que los

puentes convencionales y la obtención de restauraciones estéticas y con un adecuado perfil de emergencia es más complicada.

En cuanto a sus indicaciones, se emplean en sectores posteriores donde ha tenido lugar la pérdida de un único diente, fundamentalmente en aquellas brechas edéntulas en las que, por cualquier motivo, no sea posible colocar un implante.

Su uso está contraindicado en las siguientes situaciones³⁰:

- Pacientes con parafunciones (bruxismo, etc.) y maloclusiones severas.
- Grandes destrucciones coronales de los dientes pilares.
- Espacio edéntulo mayor a 11 mm.
- Movilidad de los dientes pilares.
- Ausencia o defectos de esmalte en las piezas pilares.
- Restos radiculares en espacio edéntulo.
- Aunque no es una contraindicación absoluta, cuando existe una restauración con amalgama en los dientes pilares, está recomendado reemplazar la restauración por un material de resina previo a la realización del puente FirstFit™.

Para la realización de este tipo de restauraciones se parte de un modelo digital en formato STL, obtenido mediante un escáner intraoral. Sobre el cuál se realiza el diseño de la preparación dentaria y la restauración definitiva previo a cualquier procedimiento clínico. Además se diseñan las férulas de preparación dental que encajan perfectamente sobre los dientes adyacentes y permiten guiar el tallado de la preparación dental.

El laboratorio manda a la clínica un kit completo que se compone de: los modelos originales, el modelo con las preparaciones, la/s férula/s de tallado y varias copias de la/s misma/s, una turbina que encaja en las férulas de tallado, una fresa de diamante cilíndrica del calibre determinado y la restauración definitiva.

El procedimiento clínico consiste en el tallado guiado por las férulas y el cementado de la restauración, todo en una única cita.

Hipótesis de trabajo

Partimos del planteamiento que el sistema FirstFit™ es un sistema de trabajo válido para la sustitución de dientes posteriores mediante la preparación mínimamente invasiva de los dientes pilares, obteniendo una supervivencia y comportamiento clínico a corto y medio plazo adecuada. Por otra parte, la utilización de un escáner intraoral de alta precisión debería obtener modelos virtuales en formato STL, capaces de ser utilizados directamente por el software de diseño obteniendo mejores resultados clínicos.

En el presente trabajo de investigación se plantean las siguiente hipótesis nulas (H_0):

1. No existirán complicaciones biológicas o mecánicas en puentes posteriores confeccionados mediante el sistema FirstFit™ a los 6 meses de seguimiento.
2. No existirán diferencias estadísticamente significativas en la evaluación clínica de los puentes a los 7 días y a los 6 meses de servicio clínico.

Justificación y objetivos

El uso de técnicas digitales para el diagnóstico, planificación y tratamiento en la odontología actual ha dejado de ser algo futurible, para ser una clara realidad, promovido por el desarrollo de diferentes tecnologías.

Uno de los procedimientos que ha tomado gran importancia en los últimos años es la digitalización intraoral mediante escáneres diseñados para tal procedimiento. Estos sistemas permiten conseguir modelos tridimensionales sobre los cuales diseñar estructuras protésicas evitando el uso de modelos de escayola. Al reducir pasos en los procedimientos de laboratorio, estos modelos virtuales son más fiables. Además, la toma de impresiones con estas técnicas son más cómodas para el paciente y más rápidas que las técnicas habituales con elastómeros. Estas ventajas hacen que el uso del flujo digital sea una opción a tener en cuenta para cualquier procedimiento en odontología restauradora^{20,26,31}.

Por otro lado, la aparición de la técnica FirstFit™ ha supuesto una revolución en la preparación dental para coronas y puentes. El uso de férulas que guían el tallado de dientes para prótesis fija, facilita realizar preparaciones sin los habituales errores asociados al tallado tradicional. Estas férulas guía se diseñan sobre un modelo virtual, el cual es posible obtener a partir de una impresión digital intraoral cerrando así el flujo digital³⁰.

Al ser una técnica de reciente instauración, no existe evidencia científica ni de la técnica en sí misma, ni de las restauraciones. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio clínico que valore la supervivencia y el comportamiento de estas restauraciones a corto y medio plazo, para testar la viabilidad de este tratamiento.

Los objetivos que nos planteamos en este estudio piloto serán:

1. Realizar 5 puentes posteriores basados en la filosofía FirstFit™, mediante un flujo digital completo, utilizando el escáner intraoral True Definition™.
2. Realizar un análisis de la supervivencia de dichos puentes tras seis meses de servicio clínico.
3. Evaluar el comportamiento clínico de las restauraciones, según los criterios de la CDA (Asociación Dental de California) durante el tiempo transcurrido.
4. Reportar las posibles complicaciones técnicas y biológicas (sensibilidad, fracturas

de los dientes pilares, caries, etc.) resultado de la utilización de esta técnica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población de estudio

Los registros pertenecen a una muestra de 5 pacientes de origen caucásico, que presentaban la necesidad de sustituir una pieza dental a nivel posterior. Todos los sujetos fueron informados de la finalidad del estudio y accedieron a participar voluntariamente.

Los pacientes fueron tratados en el Máster de Odontología Restauradora Basada en las Nuevas Tecnologías de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

Selección de la muestra

Tras completar la historia médica y dental, y ser evaluados clínica y radiológicamente mediante una radiografía periapical de la zona de interés, los pacientes fueron seleccionados de manera consecutiva de acuerdo a unos criterios de inclusión:

- Pacientes mayores de 18 años.
- Que presentasen ausencia de un diente posterior, ya fueran molares o premolares.
- Que presentasen dientes adyacentes a la brecha sin restauraciones de prótesis fija y presencia de dientes antagonistas a dicha brecha.
- Espacio protésico mínimo de 5 mm y máximo de 11 mm.
- Dientes pilares periodontalmente sanos, sin malposiciones severas y sin grandes destrucciones coronarias o que necesiten una corona de recubrimiento total.
- Sin signos de bruxismo.

Los pacientes se excluyeron si:

- No tenían capacidad de entender y colaborar en el estudio
- No podían realizarse un control periódico
- No se realizaban los registros necesarios

Se seleccionaron 5 pacientes (2 mujeres y 3 hombres) con edades comprendidas entre los 25 y los 50 años, con una media de edad de 41. Los pacientes firmaron un consentimiento informado (Anexo I) redactado para tal fin, previamente sometido a la valoración del Comité Ético de Investigaciones Clínicas (CEIC) del Hospital Clínico de San Carlos (Madrid). Por otro lado, el investigador principal garantiza la confidencialidad de los pacientes mediante la aplicación de la ley de protección de datos vigente.

Todas las restauraciones se confeccionaron entre septiembre de 2017 y marzo de 2018.

Diseño experimental

Se trata de un estudio longitudinal de una muestra de pacientes a los que se les realiza un puente posterior con el sistema FirstFit™, y se comparan los registros a la semana y a los seis meses de efectuar el tratamiento para poder evaluar el comportamiento clínico y la supervivencia de dichos puentes a corto y medio plazo.

Impresión inicial

Los puentes FirstFit™ fueron realizados con un flujo digital íntegro. A los pacientes seleccionados se les tomó una impresión digital intraoral con el escáner True Definition (3M ESPE, St. Paul, MN, EEUU).

Todas las impresiones fueron realizadas por el mismo operador, previamente instruido en el uso de escáneres intraorales. Cada caso se digitalizó siguiendo el protocolo establecido por el fabricante:

1. Preparación del campo mediante un abrebocas OptraGate® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) y dos triángulos Neodrys® (Henry Schein, Melville, NY, EEUU) para mantener seca la zona a escanear.
2. Aplicación de una fina capa de polvo matificador de dióxido de titanio asociado al escáner. La capa debe ser ligera y sin acúmulos de polvo, empleando la jeringa de aire para eliminar los excesos.
3. Colocación del paciente sentado con el plano oclusal superior paralelo al suelo. El operador se sitúa de pie y con la cámara del escáner paralela al plano oclusal.
4. Escaneado
 - Escaneado del cuadrante con el diente a restaurar. El patrón de escaneado utilizado fue el recomendado por el fabricante: primero la zona oclusal-incisal, comenzando por los sectores posteriores y desplazándose paulatinamente hacia la región anterior, a continuación la zona lingual y por último la zona vestibular, cerrando de esta manera el escaneado y obteniendo toda la información del cuadrante correspondiente. Después del escaneado se seleccionan los dientes pilares para aumentar la resolución en esta zona del modelo, de esta manera se consiguen unas superficies en las que la nube de puntos es más densa, por lo que contiene mayor información.

- Escaneado del cuadrante antagonista siguiendo el mismo patrón de escaneado.
- Escaneado de la oclusión. Para ello, se pide al paciente que ocluya y desde vestibular se escanea la relación entre ambas arcadas. De esta manera, a partir de unos puntos de referencia se consigue registrar la oclusión del escaneado superior e inferior.
- Revisión de la preparación y comprobación de que no existe ninguna alteración en la impresión.

5. Toma de color, mediante la guía Vitapan Classical (VITA, Bad Säckingen, Alemania)

6. Envío de los datos vía Internet al laboratorio asociado al estudio.

Procedimiento de laboratorio

Todos los procedimientos de laboratorio han sido realizados en el laboratorio VIAX Dental.

Para la realización de este tipo de restauraciones se parte del modelo digital en formato STL previamente enviado. Este modelo, denominado *work model*, es duplicado y sobre este segundo modelo se realiza un bloqueo de los espacios interproximales y se obtiene el *block out model*, a partir del cual se obtiene el negativo, que servirá para guiar el diseño de la férula y se denomina *wrap*. (Figura 1)



Figura 1. Modelos STL para el software FirstFit™. A *work model*; B *block out model*; C *wrap*.

Una vez obtenidos estos tres modelos, son exportados al software de diseño de la preparación dentaria y las férulas guía de FirstFit™.

La primera etapa es la preparación virtual del tallado sobre los dientes pilares. Previo al diseño de las mismas, se selecciona el diámetro de la fresa con la que se realizará el procedimiento clínico. Son fresas cilíndricas de diamante disponibles en tres tamaños diferentes: larga de 1,8 mm, para coronas clínicas con mayor altura; corta de 1,8 mm, para

coronas con menos altura; y larga de 2,3 mm. Así, se establece la anchura de la caja, que por defecto es de 2,5 mm, aunque se puede modificar.

Una vez seleccionada la fresa, se comienza el diseño de la preparación. Para ello, en primer lugar, hay que elegir un primer plano determinado por tres puntos en la zona más coronal de los dientes pilares. Este plano marca el sentido mesio-distal de la preparación. Y, por tanto, el sentido que llevará la fresa durante el tallado. (Figura 2)

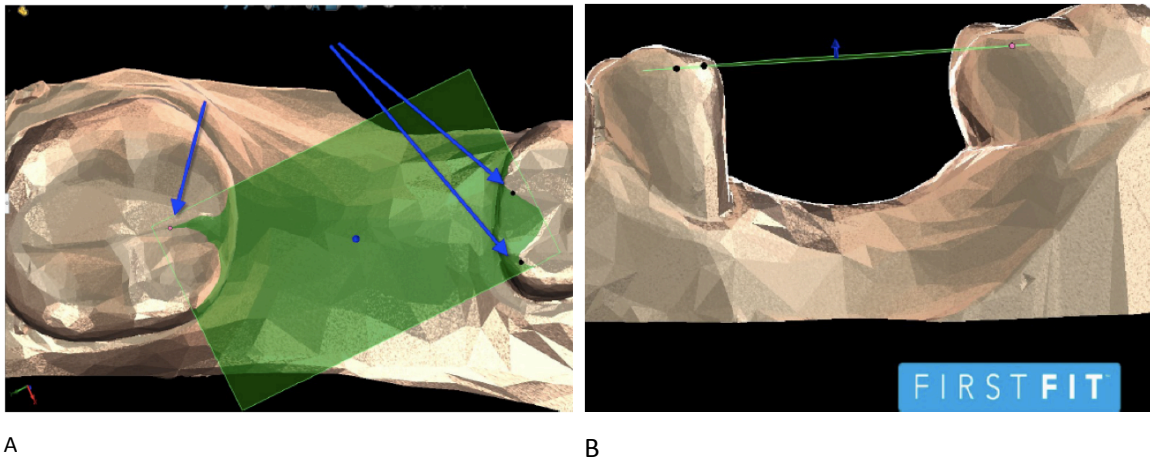


Figura 2. Primer plano. A vista oclusal; B vista lateral.

Cuando se ha seleccionado la dirección del movimiento mesio-distal de la fresa, hay que marcar hasta dónde llegará el tallado, es decir, la extensión que tendrá la caja. Está preestablecida en 2,5 mm, no obstante este parámetro puede ser modificado durante este paso. La extensión se marca sobre el modelo STL con una línea y dos asteriscos que se sitúan manualmente. La distancia comprendida entre ambos asteriscos, corresponde con la longitud, en sentido mesio-distal, de la preparación. (Figura 3)

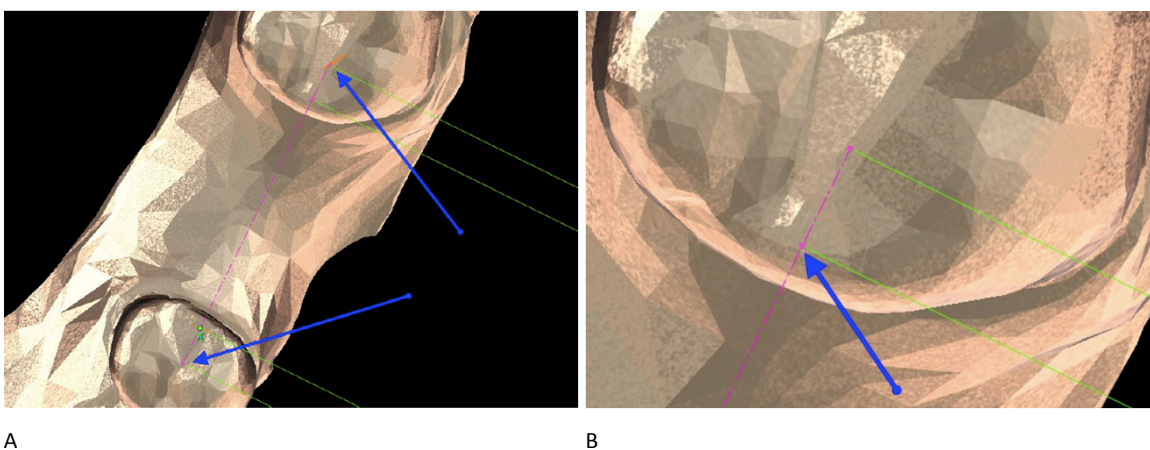


Figura 3. Extensión de la preparación en sentido mesio-distal. La línea rosa determina el eje que va a seguir la fresa durante el tallado y las líneas verdes representan la longitud de la preparación.

El siguiente y último paso en el diseño de la preparación virtual, consiste en determinar la profundidad de las cajas. Se introduce manualmente la profundidad en milímetros y se crea un nuevo plano que permite visualizar hasta dónde llegará el tallado en sentido corono-apical. Igual que ocurría con los parámetros anteriores, la profundidad también está predeterminada, pero puede ser modificada. La profundidad estándar es de 3 mm, no es recomendable disminuirla debido a que aumenta el riesgo de fractura de los retenedores de la restauración, pero sí que puede ser aumentada, siempre teniendo en cuenta que la restauración ha de tener unos márgenes supragingivales. (Figura 4)

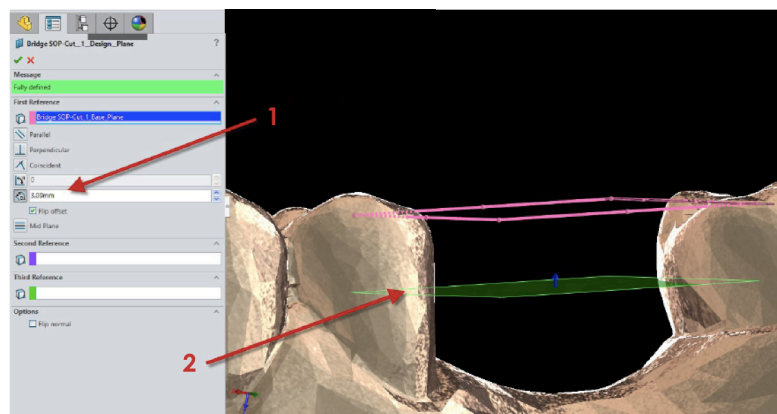


Figura 4. Profundidad de la preparación. La profundidad se introduce manualmente en mm (flecha 1) y se crea un plano (flecha 2) que marca dicha profundidad sobre los dientes pilares.

Una vez diseñada la preparación, el programa ofrece la opción de previsualizar el corte sobre el modelo. En todo momento es posible modificar los cortes diseñados. (Figura 5)

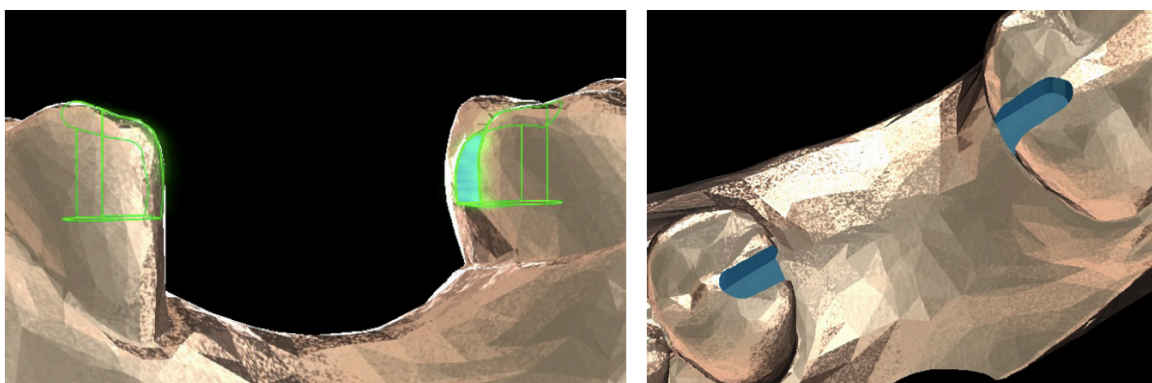


Figura 5. Previsualización de la preparación. A márgenes de la preparación resaltados para poder previsualizarla desde todas las vistas; B previsualización del tallado virtual.

Tras diseñar la preparación, se crean las férulas que guiarán el tallado en boca. Para ello, partiendo del modelo *wrap*, hay que determinar una vía de inserción para la turbina. Generalmente se selecciona en vestibular para evitar el contacto con la lengua, pero hay

casos específicos en los que puede resultar más favorable realizar la vía de inserción por lingual, como por ejemplo en pacientes con un fondo de vestibulo muy reducido, que puede complicar la entrada de la turbina a nivel vestibular. (Figura 6)

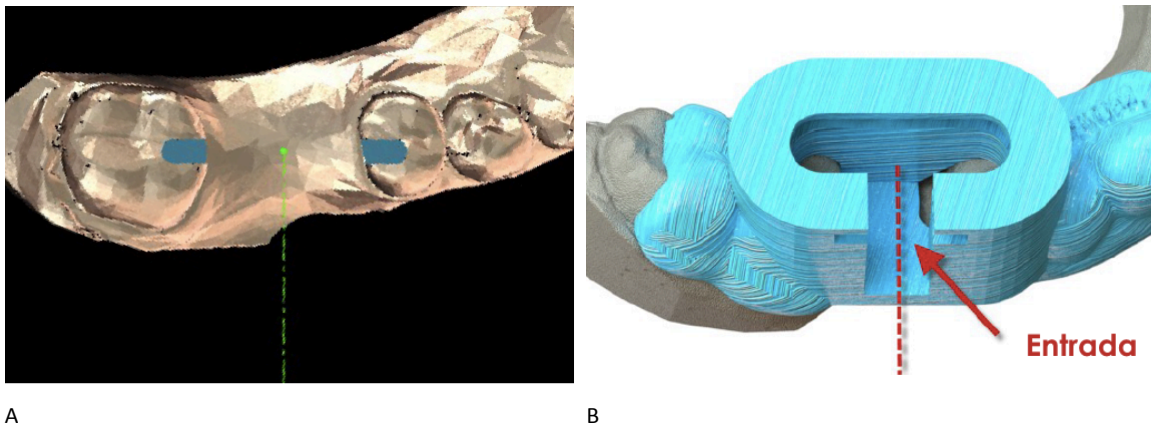


Figura 6. Determinación de la vía de inserción de la turbina. A la vía de inserción debe ser perpendicular a la línea que determina la extensión mesio-distal de la preparación; B realización de la férula de tallado basándose en el modelo *wrap*.

En casos en los que el paralelismo entre ambos dientes pilares es óptimo, puede realizarse el tallado de los dos dientes con la misma disposición espacial. El diseño de las dos preparaciones se efectúa en base al mismo primer plano. Sin embargo, en aquellas situaciones en las que uno o ambos pilares presenten alteraciones en su posición, es necesario realizar dos tallados distintos, creando dos primeros planos individualizados para cada diente pilar. Además, estos casos suelen requerir dos férulas de tallado distintas, dado que el movimiento de la fresa es, por lo general, distinto.

Una vez diseñada la preparación y la férula de tallado se imprime el modelo original, el modelo con las preparaciones realizadas, el modelo antagonista y varias copias de las férulas guía con la impresora 3D ProJet MJP 3600TM (3D Systems, Valencia, CA, EEUU), obteniendo los modelos estereolitográficos. Esta impresora emplea un proceso de impresión por inyección de tinta que utiliza la tecnología de cabezal de impresión piezoeléctrico para depositar capa por capa de resina plástica fotopolimerizable. Los materiales empleados son VisiJet M3 StoneplastTM (3D Systems), un material plástico rígido y translúcido y VisiJet S300TM (3D Systems), una cera de soporte que posteriormente es eliminada mediante un proceso de calor a 100°C. A continuación se introducen todas las piezas en aceite para limpiar los residuos que puedan quedar en los poros de material, y por último se introducen en una cuba con agua caliente y jabón para terminar de

limpiarlos. Finalmente, hay que verificar que encaja la guía de tallado sobre el modelo.
(Figura 7)

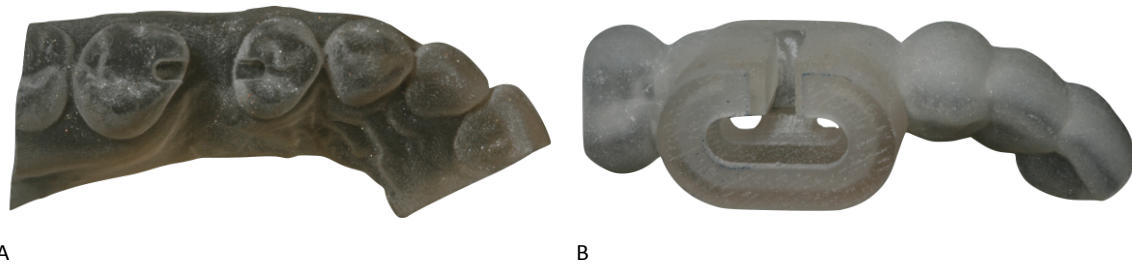


Figura 7. A Modelo estereolitográfico con las preparaciones dentales; B férula estereolitográfica para guiar el tallado.

Al obtener el modelo con las preparaciones, se escanea con el escáner extraoral 3Shape D200 (3Shape, Copenhague, Dinamarca) y se obtiene un nuevo modelo virtual sobre el que se diseña la estructura protésica. (Figura 8)

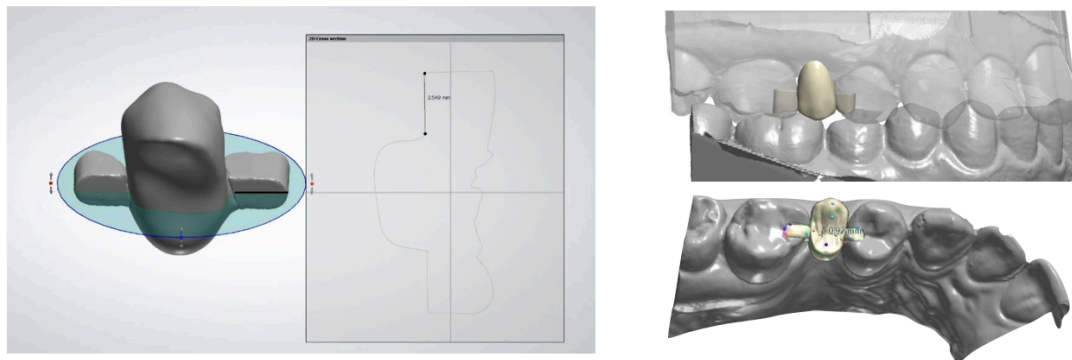


Figura 8. Diseño de la estructura protésica

La restauración es fresada en la fresadora DWX-50TM (Roland DG, Hamamatsu, Japón), un equipo de 5 ejes para fresar circonio presinterizado, PMMA y cera. Para ello, se emplea un bloque de dióxido de circonio presinterizado de alta translucidez de la marca NaceraTM (Doceram Medical, Dortmund, Alemania) que se sinteriza tras ser fresado en un horno Mihm-Vogt HTTM (Mihm-Vogt, Stutensee, Alemania) a 1500°C durante aproximadamente ocho horas, incluidas las fases de calentamiento y enfriamiento. Durante el proceso de sinterizado se produce una contracción de la restauración, hay que comprobar el ajuste en el modelo y realizar las correcciones necesarias y repasado de la estructura sinterizada con turbina a alta velocidad y fresas de diamante de grano fino. El último paso en la confección de la restauración es el maquillaje y glaseado de la pieza y posterior sinterizado en un horno Vario S400TM (Zubler, Ulm, Alemania). (Figura 9)



Figura 9. Restauración definitiva desde diferentes vistas.

Una vez finalizado el proceso, se envía a la facultad un kit con todo el material necesario para la realización de cada caso compuesto por: los modelos originales, los modelos con las preparaciones dentales, varias férulas de tallado, una turbina FirstFit™ que encaja sobre las férulas, la fresa de tallado y la restauración definitiva junto con las indicaciones del caso si procediese.

Procedimiento clínico

El procedimiento clínico fue siempre realizado por el mismo operador previamente instruido y entrenado en la técnica. Los pacientes fueron citados en la clínica del Máster en Odontología Restauradora Basada en las Nuevas Tecnologías de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid para la realización de los procedimientos clínicos. Y fueron seguidos los siguientes pasos (Figura 10):

1. Aplicación de la anestesia para la realización del tallado dental.
2. Prueba de la adaptación de las férulas en la boca del paciente y de la turbina en las férulas, así como verificación del ajuste de la restauración sobre el modelo con las preparaciones dentales. Se emplea una fresa nueva en cada caso para evitar el desgaste y pérdida de eficacia de la misma.
3. Una vez adaptada la férula sobre los dientes y usando la turbina y las fresas asociadas, se procede a la preparación de los dientes pilares. Las férulas guían el movimiento necesario para la realización de la misma, en una localización y con una extensión y profundidad adecuadas.
4. Al finalizar el tallado, se retira la férula de tallado y se procede a la prueba de la restauración definitiva. En este paso hay que comprobar su ajuste sobre los

- dientes pilares, la adaptación del pónico sobre la encía y la oclusión con el antagonista.
5. Aislamiento total del campo mediante un dique de goma (Dental Dam, Henry Schein INC, Melville, NY, EEUU)
 6. Los puentes se cementan empleando cemento de resina de polimerización dual Duo-Link Universal™ (Bisco, Schaumburg, IL, EEUU).
 - a. El acondicionamiento de la superficie dental se realiza con ácido ortofosfórico al 37% (Proclinic, Madrid, España) y adhesivo dentinario Scotchbond Universal™ (3M ESPE, St. Paul, MN, EEUU) y su posterior polimerización.
 - b. El acondicionamiento de la superficie de la restauración se realiza, en primer lugar con la pasta de limpieza Ivoclean® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) durante 20 segundos y posterior limpieza con agua. A continuación, se aplica una capa fina Z-Prime Plus™ (Bisco), un primer con MDP y BPDM, y se sopla con la jeringa de aire durante 3-5 segundos.
 7. Tras el cementado, se eliminan los restos de cemento y se ajusta la oclusión con papel de articular de 40μ (Bausch, Köln, Alemania).
 8. Se instruye al paciente en la limpieza y mantenimiento del puente empleando seda dental y/o cepillos interdetales.
 9. Se establece un protocolo de revisiones: a los 7 días, a los seis meses y al año tras la colocación definitiva del puente.
 10. Se realiza un protocolo exhaustivo de fotografías, se toman fotografías iniciales, durante el cementado y en cada revisión, para documentar los casos y obtener más información clínica.

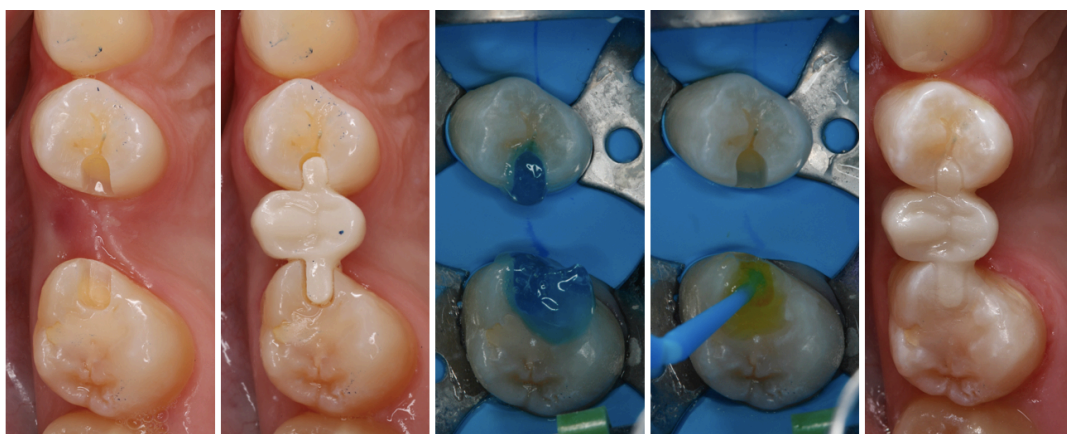


Figura 10. Procedimiento clínico paso a paso.

En los casos que se descementaba el puente, se procedía a la limpieza del mismo y de las cavidades dentales con la minichorreadora intraoral AirSonic (Hager&Werken GmbH & Co, Duisburg, Alemania) y se cementaba siguiendo el mismo protocolo que la primera vez.

Distribución de los puentes confeccionados

La distribución en las arcadas de los puentes confeccionados con el sistema FirstFit™ se muestra en la Tabla 1. Se realizaron 2 puentes superiores y 3 puentes inferiores.







1	P		P														
2	P		P														
	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	
	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38	
3											P		P				
4													P		P		
5	P		P														
		P	Diente pilar														
			Puente FirstFit™														

Tabla 1. Distribución de los puentes por piezas dentarias.

Seguimiento y evaluación clínica

Tras el cementado de las restauraciones, se estableció un protocolo de revisiones: a la semana y a los seis meses de cementar el puente. Dos evaluadores calibrados no involucrados en el procedimiento clínico, fueron los encargados de realizar el seguimiento y evaluación de los mismos.

En cada una de las revisiones se evaluó la presencia de patología dental, varios parámetros periodontales y la restauración en base a los criterios de la CDA (*California Dental Association*)³².

Presencia de patología dental

Se evaluó la presencia de caries, fracturas y/o fisuras en los dientes pilares mediante inspección visual, sondaje y radiografías periapicales.

Parámetros periodontales

Los parámetros periodontales fueron evaluados en seis puntos, tres en vestibular y tres en lingual/palatino de los dientes pilares mediante el empleo de una sonda periodontal manual (UNC-15, Hu-Friedy Mfg Co, Chicago, IL, EEUU). Los parámetros recogidos fueron los siguientes:

- Profundidad de sondaje en mm: mide la distancia entre el fondo de la bolsa gingival y el margen gingival.
- Índice de placa de Silness y Löe³³.

Valor 0: no hay placa.

Valor 1: capa de placa adherida al margen gingival y al área subyacente al diente, la cual se detecta pasando la sonda.

Valor 2: acumulación moderada de depósitos blandos dentro del surco gingival, en el margen gingival o en la superficie adyacente, la cual se puede ver a simple vista.

Valor 3: abundante materia blanda dentro del surco gingival, en el margen o en la superficie dentaria adyacente.

- Índice gingival de Löe y Silness³⁴.

Valor 0: encía normal.

Valor 1: inflamación leve, ligero cambio de color, edema leve sin hemorragia al sondaje.

Valor 2: inflamación moderada, color rojo, edema y aspecto brillante, con hemorragia al sondaje.

Valor 3: inflamación severa, marcado color rojo y edema, ulceraciones, tendencia a la hemorragia espontánea.

Criterios de la CDA modificados

Los criterios de la CDA para la evaluación de puentes y coronas, agrupan los parámetros a evaluar en 3 grandes apartados: superficie y color de la restauración, forma anatómica de la restauración e integridad marginal^{32, 35}

- Superficie y color: pigmentación y/o rugosidad de la superficie, poros y/o fracturas de la porcelana de recubrimiento, fracturas de la restauración, etc.
- Forma anatómica: sobre o infracontorneado de la restauración, alisamientos de las caras axiales, ajuste oclusal, forma de los pónicos, etc.

- Integridad marginal: falta de ajuste marginal, excesos de cementos, etc.

Para cada uno de estos apartados, la restauración puede obtener dos puntuaciones: *Satisfactoria*, con los subapartados “Excelente” o “Aceptable, o *No Satisfactoria*, con los subapartados “Reparación” o “Sustitución”. Para incluir la restauración en cada uno de los apartados, debe cumplir ciertos requisitos.

- Satisfactoria – Excelente: Se codifica con la letra “R” denominado también “Romeo”, se aplica cuando la restauración tiene una calidad satisfactoria y es de esperar que proteja al diente y a los tejidos adyacentes.
- Satisfactoria – Aceptable: Se codifica con la letra “S” denominado también “Sierra”. Se aplica cuando la restauración tiene una calidad aceptable, aunque presenta uno o más fallos que la hace desviarse de lo ideal.
- No Satisfactoria – Reparación: Significa que la restauración no tiene una calidad aceptable. Pudiendo ocurrir un daño en el diente y/o en los tejidos de alrededor. Se codifica con la letra “T” y se denomina “Tango”.
- No Satisfactoria – Sustitución: Se codifica con la letra “V” y se denomina “Victor”. Significa que la restauración no tiene calidad aceptable y está ocurriendo un daño en el diente y/o en los tejidos adyacentes.

Además, se preguntó al paciente por los siguientes aspectos: hipersensibilidad frío/calor, sensibilidad al masticar, impactación de comida, cualquier otro síntoma percibido y estética.

Para facilitar el proceso se confeccionó una hoja clínica de recogida de datos (Anexo II).

Tratamiento de los datos

Todos los datos fueron almacenados en una hoja Excel para Mac versión 14.0. y se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial con el software estadístico SPSS para Mac (versión 19.0; SPSS Inc., Chicago, IL, EEUU).

En primer lugar se realizó la estadística descriptiva.

Para determinar la concordancia entre los examinadores se empleó el test de Kappa, si la concordancia fuese menor del 70% se analizarían por separado los datos de ambos examinadores, mientras que si la concordancia es superior a este valor, se analizarían los valores obtenidos más bajos.

A los criterios de la CDA se les asignó un valor numérico para poder manejar los datos:

- Excelente: Valor 1
- Aceptable: Valor 2
- Reparación: Valor 3
- Sustitución: Valor 4

Para comparar los puentes en dos momentos diferentes en el tiempo se empleó el Test de Rangos Signados de Wilcoxon. Con este test se pretende analizar si hay variación en los valores de las variables que se producen entre la primera y la última revisión de todas las restauraciones, y ver si estos cambios son significativos o no. El nivel de significación se estableció en el 95%.

En cuanto al estudio de la supervivencia se utilizó el Análisis de Supervivencia de Kaplan-Meier. Aquellos puentes que obtuvieron la calificación *No Satisfactoria*, se codificaron como puentes perdidos en el estudio de supervivencia de los mismos³⁶.

RESULTADOS

Se colocaron un total de 5 puentes en 5 pacientes. El 40% de la muestra eran mujeres y el 60% hombres, con una edad media de 41 años \pm 11,023 años, de los cuales 3 eran no fumadores y 2 fumadores.

Todos los puentes se colocaron en el sector posterior siguiendo el mismo procedimiento clínico y se evaluaron a la semana del cementado y a los seis meses.

Dimensiones de los retenedores y longitud del espacio edéntulo.

En la Tabla 2 se muestran las dimensiones medias de las cajas que albergaban los retenedores de los puentes, así como la longitud del espacio edéntulo.

		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
RETENEDOR DISTAL	Profundidad	5	3	4	3,20	0,44
	Anchura	5	2,5	3	2,70	0,27
	Longitud	5	2,5	4	3,10	0,55
RETENEDOR MESIAL	Profundidad	5	3	9	5,60	3,13
	Anchura	5	2,5	3	2,70	0,27
	Longitud	5	2,5	3	2,60	0,22
LONGITUD DE LA BRECHA		5	5	8	5,80	1,30

Tabla 2. Dimensiones de los retenedores y longitud de las brechas.

Supervivencia de los puentes a los seis meses.

Transcurridos seis meses tras la cementación de los puentes, se perdió un único puente de los cinco confeccionados, por lo que la supervivencia tras seis meses de servicio clínico fue del 80%. El puente perdido se descementó a los cinco días del cementado definitivo, lo que supuso su pérdida.

Complicaciones biológicas.

No se desarrollaron caries ni tuvieron lugar fracturas en ninguno de los dientes pilares durante los seis primeros meses.

En cambio, sí apareció hipersensibilidad postoperatoria en 2 de los 5 casos, en uno desapareció a las dos semanas del cementado definitivo y en el otro al mes.

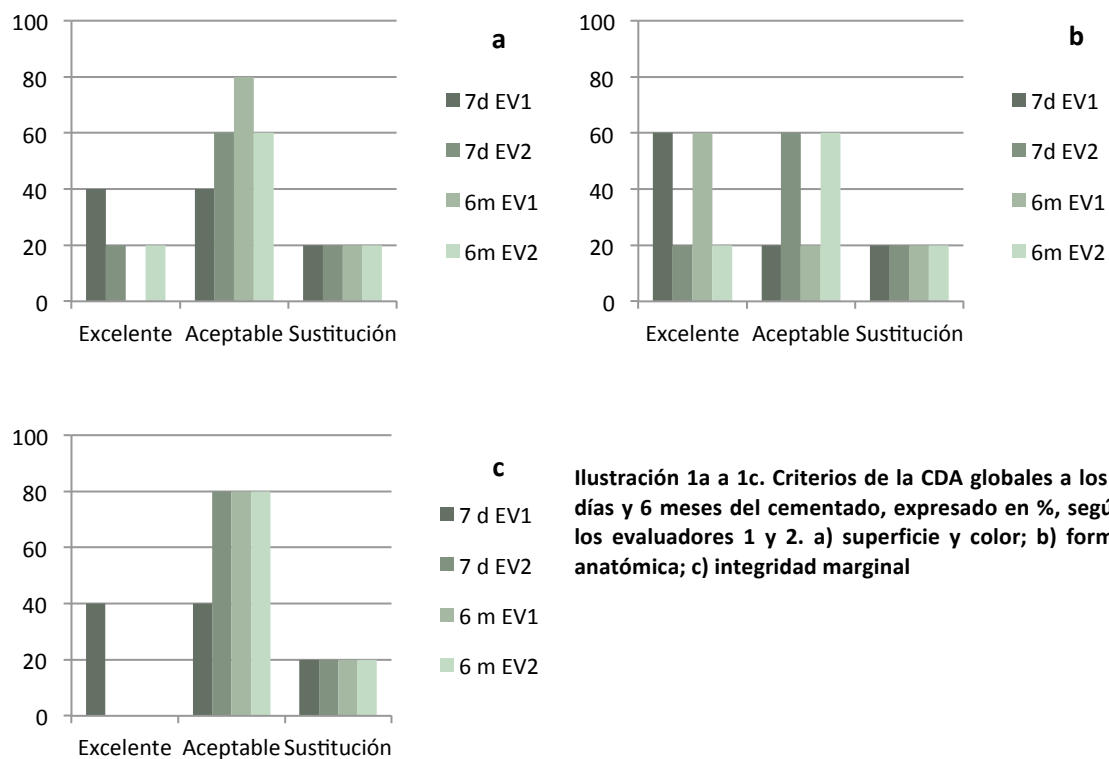
Variables protésicas

Criterios de la CDA globales.

Los valores porcentuales de los criterios de la CDA de superficie y color, forma anatómica e integridad marginal se muestran en la Ilustración 1. Pese a que no se llegó a un consenso entre ambos evaluadores, la mayoría de los puentes obtuvieron una calificación *Aceptable* para todas las categorías.

En referencia al hábito tabáquico, aunque el color de la restauración se mantuvo estable, se observó un mayor depósito de tinciones en los pacientes fumadores que en aquellos que no fumaban.

En la revisión a los 7 días, 1 puente obtuvo la calificación de *Sustitución*, debido a la pérdida por descementación del mismo, lo que corresponde al 20% de los casos, manteniéndose este dato en la revisión a los 6 meses.



Debido a que la concordancia entre los evaluadores, calculada mediante el índice Kappa, es moderada (Tabla 3), se analizaron por separado los datos obtenidos por el Evaluador 1 y el Evaluador 2.

MEDIDA DE ACUERDO Kappa	Valor	Sig. aproximada
Superficie y color	0,583	0,050
Forma anatómica	0,444	0,065
Integridad marginal	0,583	0,050
Nº de casos válidos	5	-

Tabla 3. Índice Kappa entre los evaluadores para las variables de la CDA.

Dado que la muestra no cumplía principios de normalidad, se empleó el test de rangos signados de Wilcoxon para comparar los puentes en dos momentos en el tiempo. Esta prueba revela que no existen diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las variables protésicas entre la revisión a los 7 días y la revisión a los 6 meses, los valores de la p se muestran en la Tabla 4.

Rangos signados de Wilcoxon	VARIABLE	p
EVALUADOR 1	Superficie y color 7 días - 6 meses	0,102
	Forma anatómica 7 días - 6 meses	0,317
	Integridad marginal 7 días - 6 meses	0,102
EVALUADOR 2	Superficie y color 7 días - 6 meses	0,317
	Forma anatómica 7 días - 6 meses	0,317
	Integridad marginal 7 días - 6 meses	0,655

Tabla 4. Significación del test de rangos signados de Wilcoxon para la comparación de los criterios de la CDA a los 7 días y a los 6 meses.

Retenemos, por tanto, la H_0 no existen diferencias estadísticamente significativas en la evaluación clínica protésica de los puentes a los 7 días y a los 6 meses de servicio clínico.

Variables periodontales

No todas las variables periodontales se ajustan a los principios de normalidad, determinado mediante la prueba de Shapiro-Wilk, por lo que se ha empleado un test no paramétrico para muestras relacionadas para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores basales de estas variables y a los 6 meses de servicio clínico, en concreto el test de rangos signados de Wilcoxon.

Índice de placa global

En la Tabla 5 se muestran los resultados del índice de placa basal, previo a ningún tratamiento, a la semana y a los seis meses de la cementación de los puentes. Se observó que el índice de placa aumentó a la semana en comparación con la medida basal, y a los seis meses vuelve a disminuir, estableciéndose de una manera similar a la inicial (valor 1). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los pilares ($p=0,593$) entre los valores basales y los valores a los 6 meses.

ÍNDICE DE PLACA	BASAL		7 DÍAS		6 MESES	
	Pilar mesial	Pilar distal	Pilar mesial	Pilar distal	Pilar mesial	Pilar distal
0	26,67	30	33,33	33,33	25	25
1	50	46,67	33,33	26,67	54,17	54,17
2	23,33	23,33	33,33	40	12,50	12,50
3	-	-	-	-	8,33	8,33

Tabla 5. Índice de placa global basal, a los 7 días y a los 6 meses del cementado, expresado en %.

Índice gingival global

A los seis meses de servicio clínico se produce un empeoramiento de la salud gingival en ambos dientes pilares. En la primera visita el valor más alto corresponde al 0 (60%), mientras que a los 6 meses al 1 (70,83%). No obstante, no hubo diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los dientes pilares (pilar mesial, $p= 0,285$; pilar distal, $p= 0,180$) entre los datos basales y a los 6 meses.

ÍNDICE GINGIVAL	BASAL		7 DÍAS		6 MESES	
	Pilar mesial	Pilar distal	Pilar mesial	Pilar distal	Pilar mesial	Pilar distal
0	60	53,33	20	26,67	25	25
1	23,33	43,33	70	66,67	70,83	66,67
2	16,67	3,33	10	6,67	4,17	8,33

Tabla 6. Índice gingival global basal, a los 7 días y a los 6 meses del cementado, expresado en %.

Profundidad de sondaje global

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la profundidad de sondaje. A pesar del ligero aumento de los valores de sondaje desde la primera visita a los 6 meses, la mayoría de los dientes pilares presentan una profundidad de sondaje de 3 mm en ambas revisiones. Y al igual que ocurre con las demás variables periodontales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los dientes pilares (pilar mesial, $p= 0,564$; pilar distal, $p= 0,141$) entre los valores basales y los valores recogidos en la revisión a los 6 meses.

PROFUNDIDAD DE SONDAJE	BASAL		7 DÍAS		6 MESES	
	Pilar mesial	Pilar distal	Pilar mesial	Pilar distal	Pilar mesial	Pilar distal
2 mm	46,67	43,33	46,67	36,67	45,83	29,17
3 mm	46,67	50	46,67	56,67	45,83	70,83
4 mm	6,67	6,67	6,67	6,67	8,33	0

Tabla 7. Profundidad de sondaje global basal, a los 7 días y a los 6 meses del cementado, expresado en %.

Así, retenemos la H_0 no existen diferencias estadísticamente significativas en la evaluación clínica periodontal de los puentes a los 7 días y a los 6 meses de servicio clínico.

DISCUSIÓN

Este estudio evalúa la supervivencia y comportamiento clínico de cinco puentes posteriores de circonio realizados mediante el sistema FirstFit™, los cuales se corresponden con un diseño de prótesis parcial fija retenida mediante inlays. La supervivencia a los seis meses fue del 80% (4/5), sólo tuvo lugar una pérdida ocasionada por la continua descementación de un puente. Salvo éste, el resto de puentes obtuvieron una calificación satisfactoria a los seis meses de servicio clínico y no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,005$) en el comportamiento clínico a la semana y a los seis meses de cementarlos. En una revisión sistemática reciente se determinó que la supervivencia media de este tipo de puentes era del 92,6% a los 3 años de cualquier material, y de circonio del 96,2%¹⁷. De manera similar, en el estudio de Ohlmann et al, la supervivencia al año de 30 puentes de circonio fue del 90%³⁷. Mientras que en la revisión sistemática de Castillo-Oyagüe encontraron supervivencias del 50 al 98% a los 5 años¹⁵. Estas cifras suponen un valor orientativo, ya que es un tratamiento altamente dependiente del material empleado, del diseño del tallado dental y de la técnica de cementado, principalmente.

Por otra parte, no se ha evidenciado la presencia de caries secundarias al tratamiento ni problemas endodónticos sobre los dientes pilares, las dos complicaciones biológicas más frecuentes acaecidas sobre este tipo de restauraciones^{15,17}, ni tampoco han tenido lugar fracturas sobre estos dientes. Aunque sí que se ha observado la presencia de hipersensibilidad en el 40% de los casos tras el cementado, pero desapareció entre la semana y los seis meses, lo que coincide con los datos obtenidos por Chen et al¹⁷. Las condiciones periodontales fueron buenas, al igual que en la mayoría de los estudios³⁷⁻³⁹ pero la retención de placa aumentó a la semana, probablemente debido a la reciente dificultad para efectuar las técnicas de higiene por la introducción de una nueva pieza dental.

La pérdida de un diente a nivel posterior es un evento relativamente frecuente ocasionado principalmente por caries, enfermedades periodontales y fracturas o fisuras. La sustitución de estos dientes mediante prótesis parciales fijas dentosoportadas requiere el tallado de los dientes adyacentes. Cuando los dientes pilares no se preparan o la preparación dental es mínima el papel fundamental lo juega la tecnología adhesiva y la retención mecánica es mínima. Mientras que si se tallan los dientes pilares para aportar resistencia mecánica y

retención a la prótesis, es necesario una mayor reducción dental, con complicaciones asociadas, que aumentan a medida que el tallado es más agresivo¹⁶.

El propósito del tallado dental es crear un espacio adecuado para la colocación de una restauración protésica fabricada de un material conocido mediante un proceso de sustracción sobre el diente afectado, o en el caso de los puentes, sobre los dientes pilares. La calidad del tallado es un factor fundamental que condiciona la estética de la restauración definitiva y el pronóstico a largo plazo. Y su morfología debe satisfacer unos requerimientos estéticos, mecánicos y biológicos, que facilite la retención de la restauración y elimine la menor cantidad de tejido sano posible⁴⁰. El tallado dental se realiza principalmente de manera manual utilizando fresas de diamante a alta velocidad, en un espacio pequeño y semi-cerrado, como lo es la cavidad oral. Este proceso depende de la habilidad manual y visual del operador, que además debe evitar dañar los músculos y tejidos blandos adyacentes, como la lengua, los labios o las mejillas. Todo esto deriva en una técnica con poca exactitud y eficiencia, que está basada exclusivamente en la experiencia clínica y conocimientos teóricos de los odontólogos⁴¹. Como resultado, se obtienen tallados excesivos o deficientes, que afectan a la calidad de la restauración final. Esto ocasiona daños iatrogénicos como hipersensibilidad, inflamación pulpar o necrosis cuando el tallado es excesivo, o falta de espacio para la restauración definitiva, sobrecontorneado de la misma y la consecuente afectación de los tejidos blandos, si el tallado es insuficiente⁴².

El diseño dirigido por ordenador del tallado dental (tallado CAD) puede solucionar estos problemas aportando los datos tridimensionales requeridos para la preparación dental. Esto puede reducir la complejidad del proceso de tallado dental y mejorar su calidad y eficacia. Sin embargo, la literatura disponible sobre el tema es escasa. Yuan et al introdujeron un modelo matemático para diseñar digitalmente el tallado para una corona de recubrimiento total del primer molar mandibular, empleando los softwares de diseño Geomagic® e Imageware®, basándose en el modelo tridimensional dental, donde se determinaba la forma del margen y las superficies axiales y oclusales. El proceso duraba solo 15 minutos pero permitía muy pocas variaciones en el diseño, además únicamente servía como guía para realizar el tallado de manera manual⁴¹, posteriormente combinaron los softwares de diseño con un sistema robótico que empleaba la tecnología láser de pulsado ultracorto, para realizar el tallado dental de manera automática⁴², sin embargo, el método ha sido probado únicamente sobre cabezas de fantasmas. Dai et al, proponen un

nuevo modelo de diseño digital para realizar tallados en molares y premolares basado en la morfología de cada diente y los principios del tallado dental ideal. Este modelo permite una mayor personalización del tallado según las características morfológicas de los dientes, lo que minimiza la eliminación innecesaria de tejido dental sano⁴⁰.

El sistema FirstFitTM emplea un software de diseño basado en modelos matemáticos en el que se pueden modificar cada uno de los parámetros. Para realizar puentes totalmente cerámicos con este sistema, se realizan tallados mínimamente invasivos, pero que garantizan la retención mecánica de la prótesis, en este caso prótesis parcial fija retenida mediante inlays³⁰. Por otro lado, la geometría del tallado dental para restauraciones cerámicas debe ser adaptada a las propiedades específicas del material, debido a su elevado módulo de elasticidad y baja resistencia a la tracción, la morfología del tallado debe ser lo más simple posible y con ángulos redondeados para aumentar la resistencia a la fractura⁴³. Thompson et al, concluyen que el diseño ideal para el tallado de inlays debería tener las siguientes dimensiones para conseguir un equilibrio entre conservación del tejido dental y propiedades mecánicas del material: profundidad de la cavidad entre 1,5 y 2 mm, anchura de la cavidad de aproximadamente 1/3 o incluso 1/4 de la anchura intercuspídea y convergencia oclusal de las paredes de aproximadamente 20°, con todos los ángulos internos redondeados¹⁶. Sin embargo, Esquivel-Upshaw et al determinaron que los inlays con preparaciones con una convergencia oclusal de las paredes de 5°, presentaba una resistencia a la fractura significativamente mayor que aquellos con una convergencia de 20°⁴⁴. Aunando estas características se diseñan los retenedores de los puentes FirstFitTM con unos parámetros estandarizados de 3 mm de profundidad, 2,5 mm de ancho y 2,5 mm de largo, con paredes prácticamente paralelas, con una convergencia oclusal total mínima. No obstante, estas medidas pueden ser personalizadas en función del caso. De hecho, en este estudio fueron ligeramente modificadas y la media de las cavidades fue de 3,8 mm de profundidad, 2,7 mm de ancho y 2,8 mm de largo.

Además de diseñar la preparación dental, una de las principales innovaciones que introduce este sistema, es la guía del tallado en la cavidad oral mediante férulas guía, cuyo funcionamiento es similar al de las férulas estereolitográficas empleadas en la colocación de implantes. La cirugía guiada por ordenador y el tallado dental guiado por ordenador parten de la misma base, a partir de la planificación y diseño digital del resultado que se desea obtener, se confeccionan las guías que dirigirán el procedimiento quirúrgico o la preparación dental. Son muchos los estudios que han demostrado que el uso de férulas

que guían la cirugía mejora de manera predecible la habilidad del clínico para colocar los implantes comparado con la colocación manual de los mismos, obteniendo una mayor exactitud⁴⁵⁻⁴⁷. En la revisión sistemática de Tahmaseb, en la que se analizó la colocación de unos 1.800 implantes mediante cirugía guiada, la desviación media entre la situación planificada y la real fue de 1,12 mm, y la desviación angular media de 3,89°⁴⁷. Sin embargo, no hay evidencia científica disponible sobre el tallado dirigido por ordenador, aunque parece lógico pensar que, al igual que ocurre en el caso de las cirugías, las guías para el tallado mejoran la preparación dental para tratamientos protésicos.

Actualmente, no existen estudios a cerca de la exactitud que ofrecen estas férulas en el tallado dental. Pese a que el método idóneo para evaluarla sería superponer el archivo STL con el diseño de la preparación dental y el archivo STL obtenido tras escanear el tallado realizado en boca, en este estudio hemos evaluado de manera visual la exactitud en el tallado. Para ello y mediante fotografías intraorales (Figura 11), analizamos el ajuste de la restauración definitiva sobre el tallado dental. En todos los casos aparecen ligeras discrepancias tolerables, salvo en uno en concreto en el que el desajuste es superior a 1 mm, coincidiendo este último con el único puente que fracasó del estudio. El ajuste marginal es un factor que desempeña un papel fundamental en la supervivencia a largo plazo y en el éxito de las restauraciones dentales⁴⁸⁻⁵¹.



A

B

Figura 11. Discrepancia entre diseño de la preparación y la preparación dental real. A. Discrepancia aceptable, igual que en el resto de caso. B. Discrepancia mayor a 1 mm, inaceptable.

Por otro lado, el soporte de las férulas que guían la colocación de implantes puede ser óseo, dental o mucoso. Ozan et al determinaron que las férulas dentosoportadas eran las

que lograban una mayor exactitud en la colocación de los implantes, al compararlas con las de soporte óseo y mucoso. Al emplear las férulas dentosoportadas la desviación media era de 0,87 mm, con las óseosoportadas 1,28 mm y con las mucosoportadas 1,06 mm y las diferencias eran estadísticamente significativas⁵². En el caso del tallado dental guiado, el soporte puede ser únicamente mucoso y dental. Debido a la menor intrusión y a la mayor estabilidad de los dientes que de la mucosa, el soporte de las guías de tallado que emplea el sistema FirstFit™ es dentario. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los dientes sufren cambios en su posición a lo largo de toda la vida, mayores cuando tiene lugar una pérdida dental², con lo que para conseguir un ajuste perfecto de la guía de tallado es preciso que el tiempo transcurrido entre la cita de toma de impresiones y la confección de la férula y el posterior tallado sea mínimo. En este estudio, el tiempo medio transcurrido entre ambas citas fue de 40 días. Aunque a simple vista el ajuste de las férulas sobre los dientes pudiera ser bueno, la inexactitud en el tallado que se comentaba en el párrafo anterior parece indicar que esto no fue así. En ese caso, el tiempo transcurrido fue de 62 días, y además la paciente fue sometida a un tratamiento restaurador en el diente antagonista a la brecha edéntula de manera simultánea. Estos tratamientos introducen pequeñas alteraciones en los contactos oclusales, lo que altera el equilibrio oclusal y genera desplazamientos dentales⁵³, lo que podría explicar el desajuste de la férula y la consecuente falta de exactitud en el tallado dental, que derivó en la pérdida del puente.

El hecho de diseñar digitalmente el tallado dental y posteriormente llevarlo a los dientes pilares mediante las férulas de preparación, permite confeccionar la restauración definitiva previo a cualquier procedimiento clínico, además de cerrar así el flujo digital completo. Esto no sólo evita la toma de impresiones tras el tallado dental, un procedimiento complejo y de cuya calidad y exactitud depende en parte el resultado final, si no que además evita el uso de restauraciones provisionales hasta el cementado de la definitiva. Al diseñar la restauración sobre el diseño virtual del tallado dental, la visualización de los márgenes es perfecta y la preparación puede ser modificada si es necesario, sin comprometer el procedimiento clínico.

Al cementar la restauración definitiva en la misma cita en que se realiza el tallado, se evita el uso de restauraciones provisionales, lo que podría disminuir la sensibilidad postoperatoria al prevenir la contaminación del diente durante la fase de provisionalización por la fractura o pérdida de la restauración temporal o la filtración del cemento provisional. Aunque sí se ha observado que en las restauraciones colocadas en

una sola cita, aparece una hipersensibilidad inmediata resultado de las interferencias oclusales, tal y como ocurre en 2 de los casos (40%) de nuestro estudio. Los contactos oclusales necesitan ser reajustados tras disiparse el efecto de la anestesia local y después de que el paciente haya realizado su actividad masticatoria normal con la restauración⁵⁴.

Por otra parte, al no emplear restauraciones provisionales, el cementado definitivo se realiza sobre la dentina recién cortada, que es el sustrato ideal para la adhesión dentinaria, con lo que se incrementa la fuerza adhesiva. En la práctica, ésta está presente únicamente tras el tallado dental, antes de la toma de impresiones⁵⁵. Además, al cementar las restauraciones provisionales se emplean cementos temporales que se retiran antes de cementar la restauración definitiva. No obstante, se ha observado que su eliminación completa es complicada y quedan remanentes sobre la superficie dentinaria, incluso tras limpiarla con ácido ortofosfórico, lo que resulta en una disminución de la fuerza adhesiva⁵⁶.

En definitiva, el sistema FirstFit™ permite disminuir los pasos necesarios para la realización de una prótesis fija, lo que reduce la posibilidad de introducir errores en cada uno de los pasos.

En lo que respecta al material restaurador, en este estudio las restauraciones han sido confeccionadas de circonio monolítico. Tal y como nos ocurrió, la complicación más frecuente de este tipo de restauraciones es el descementado de al menos uno de los retenedores, lo que deriva en el descementado completo de la restauración¹⁵.

Actualmente, la cerámica es el material de elección para la realización de PPF retenidas mediante inlays. El óxido de circonio parcialmente estabilizado con itrio (Y-TZP) ha demostrado ser un material con un excelente comportamiento mecánico al emplearlo como núcleo de la restauración, y es recubierto posteriormente con capas de cerámica vítrea. Además de sus óptimas propiedades mecánicas, es un material biocompatible, estético y con unas propiedades abrasivas mínimas sobre la dentición antagonista⁵⁷. El Y-TZP contiene exclusivamente partículas policristalinas en una estructura cristalina tetragonal metaestable, y a día de hoy es el material cerámico para uso dental con una resistencia a la fractura más alta⁵⁸. Cuando el circonio fue introducido en el mercado, su opacidad obligaba a los técnicos de laboratorio a aplicar varias capas de cerámica de recubrimiento para aumentar la translucidez superficial y mejorar su apariencia estética. Sin embargo, el recubrimiento es un procedimiento sensible y que aumenta el tiempo de

fabricación de las restauraciones dentales, incrementando además el riesgo de aparición de chipping⁵⁹. Debido al desarrollo de la tecnología CAD-CAM y de los materiales basados en circonio, han ido apareciendo bloques de circonio presinterizados en varias tonalidades y distintos gradientes de chroma y translucidez, con lo que las restauraciones de circonio monolítico son cada vez más utilizadas en la práctica diaria. El aumento de la translucidez del circonio monolítico puede conseguirse con diferentes estrategias: reduciendo la porosidad residual, refinando la microestructura de manera que los límites del grano no interfieran con la luz, aumentando el tamaño del grano obteniendo menos límites entre granos, y/o introduciendo una mayor cantidad de fase cúbica⁵⁹. Por otro lado, las investigaciones in vitro han demostrado que las coronas unitarias de circonio monolítico presentan una resistencia a la fractura suficiente como para ser empleadas a nivel posterior, incluso en espesores finos⁵⁷, con lo que resulta lógico que éste sea uno de los materiales más empleados para la realización de PPF retenidas mediante inlays. Además, estas restauraciones monolíticas disminuyen el chipping, el coste económico y los tiempos de producción.

El DSL también puede ser empleado para las restauraciones totalmente cerámicas. Su principal ventaja es su excelente apariencia estética, atribuida a la translucidez de este material, así como su capacidad para adherirse a la superficie dental a través del acondicionamiento ácido de su superficie. Sin embargo, las propiedades mecánicas del DSL son inferiores a las del circonio, y no son apropiadas para soportar las fuerzas masticatorias posteriores ni el gran estrés al que son sometidas a nivel del pequeño área de istmo del inlay¹⁵. En un estudio en el que se evaluaba el comportamiento a los 8 años de PPF retenidas mediante inlays de DSL inyectado, determinaron una supervivencia del 38% de este tipo de restauraciones. Los resultados clínicos de éstas no son aceptables en comparación con las PPF de tres piezas convencionales, y su aplicación no está recomendada para uso clínico³⁹.

Aunque las propiedades mecánicas del material empleado son importantes para el éxito a largo plazo, el éxito clínico de las restauraciones depende en gran medida del procedimiento de cementación⁶⁰. En general, se considera que los métodos convencionales de cementación adhesiva, que incluye el grabado ácido previo de la superficie cerámica con ácido fluorhídrico y posterior aplicación de silano, no son eficaces para los óxidos de circonio debido a su falta de sílice y fase vítrea. Las restauraciones de circonio se pueden unir a estructuras dentales mediante cementos convencionales y

cementos de resina, sin embargo, los cementos de resina son más adecuados por sus mayores propiedades de sellado marginal⁶¹. En cuanto a la unión dudosa de la resina a la superficie de circonio, una combinación de abrasión con aire y el empleo de primers con monómero fosfato (MDP) puede resultar en una óptima fuerza de cementado a largo plazo¹⁷. Pese a que fue este el tratamiento al que sometimos las restauraciones previo a su cementado en este estudio, una de ellas se descementó a los cinco días de servicio clínico, se recementó y a los dos días volvió a descementarse, se cementó por tercera vez y al descementarse a los cuatro días se decidió no volver a cementarlo y obturar las cavidades con resina compuesta.

Este descementado continuo coincide con lo plasmado en varios estudios sobre puentes adheridos: los puentes que sufren un descementado, tienen una probabilidad aumentada de sufrir un nuevo descementado. En cambio, si el primer descementado no ocurre, la supervivencia aumenta considerablemente⁶²⁻⁶⁵. Según Durey, el descementado de tipo cohesivo, que es el producido por el fracaso entre la adhesión del retenedor y del cemento, es el más común; producido por hábitos parafuncionales o por factores oclusales⁶⁵.

Al tratarse de preparaciones tan conservadoras, en el caso de fracasar la restauración, las cavidades pueden ser obturadas con resinas compuestas, quedando los dientes pilares mínimamente alterados, que fue lo que realizamos en este caso (Figura 12). Además, pueden ser empleadas como restauraciones provisionales en pacientes que se van a colocar implantes en un futuro y necesitan mantener el espacio³⁰.

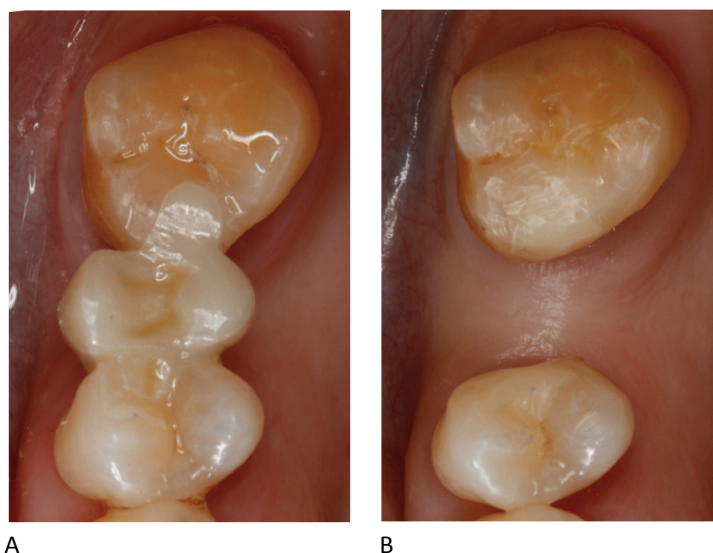


Figura 12. Reconstrucción de los dientes pilares tras la pérdida del puente. A. Puente cementado. B. Obturación de los dientes pilares con resinas compuestas.

Una de las principales limitaciones de este estudio es la muestra estudiada, que es limitada. Un mayor tamaño muestral permitiría la obtención de resultados con una mayor relevancia estadística. Además, el tiempo de observación es breve, y no permite evaluar el comportamiento clínico de este tipo de puentes a largo plazo. No obstante, al tratarse de una técnica sin evidencia científica que la respalde, este estudio piloto sirve como base para la posterior investigación sobre la técnica en sí misma, así como de su viabilidad y eficacia.

A parte de modificar estas dos limitaciones en líneas de investigación futuras, consideramos interesante el estudio del comportamiento y la supervivencia clínica de diferentes materiales restauradores empleados con esta misma técnica. Así como la evaluación cuantitativa de la exactitud del tallado dental mediante las guías de preparación.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las limitaciones propias de un estudio piloto, a la vista de los resultados obtenidos podemos concluir que:

1. La realización de un puente FirstFit™ a partir de una impresión digital realizada con el escáner intraoral True Definition™, mediante un flujo digital completo, es un procedimiento hoy en día viable.
2. La supervivencia de este tipo de puentes a los seis meses de servicio clínico es de un 80%.
3. La evaluación del comportamiento clínico reveló resultados aceptables respecto a la integridad marginal, forma anatómica y superficie y color de las restauraciones tras el periodo de evaluación. Por otro lado, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la revisión a los siete días y a los seis meses.
4. El descementado de los retenedores fue la única incidencia técnica que tuvo lugar, en un solo caso. En cuanto a las complicaciones biológicas, la hipersensibilidad postoperatoria fue la única presente, pero desapareció en el primer mes de servicio clínico de las restauraciones.

Los resultados de este estudio, y por ende sus conclusiones, deben ser interpretados teniendo en cuenta las dos limitaciones principales de este estudio: el tamaño de la muestra reducido y el corto periodo de observación.

En base a esto, puede concluirse que el empleo del sistema FirstFit™ es una opción de tratamiento en estudio para la sustitución de un único diente posterior. Es, por lo tanto, necesaria la realización de más investigaciones antes de recomendar su uso regular en la práctica diaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hirschfeld I. The Individual Missing Tooth: A Factor In Dental And Periodontal Disease. *The Journal of the American Dental Association and The Dental Cosmos*. 1937;24(1):67-82.
2. Craddock HL, Youngson CC, Manogue M, Blance A. Occlusal changes following posterior tooth loss in adults. Part 1: a study of clinical parameters associated with the extent and type of supraeruption in unopposed posterior teeth. *J Prosthodont*. 2007;16(6):485-94.
3. Craddock HL, Youngson CC, Manogue M, Blance A. Occlusal changes following posterior tooth loss in adults. Part 2. Clinical parameters associated with movement of teeth adjacent to the site of posterior tooth loss. *J Prosthodont*. 2007;16(6):495-501.
4. Craddock HL. Occlusal changes following posterior tooth loss in adults. Part 3. A study of clinical parameters associated with the presence of occlusal interferences following posterior tooth loss. *J Prosthodont*. 2008;17(1):25-30.
5. Walton TR. An Up-to-15-Year Comparison of the Survival and Complication Burden of Three-Unit Tooth-Supported Fixed Dental Prostheses and Implant-Supported Single Crowns. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(4):851-61.
6. Beaumont J, McManus G, Darcey J. Differentiating success from survival in modern implantology--key considerations for case selection, predicting complications and obtaining consent. *Br Dent J*. 2016;220(1):31-8.
7. Papaspyridakos P, Chen C-J, Singh M, Weber H-P, Gallucci GO. Success criteria in implant dentistry: a systematic review. *J Dent Res*. 2012;91(3):242-8.
8. Moraschini V, Poubel LA da C, Ferreira VF, Barboza E dos SP. Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015;44(3):377-88.
9. Salinas TJ, Eckert SE. In patients requiring single-tooth replacement, what are the outcomes of implant- as compared to tooth-supported restorations? *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22 Suppl:71-95.
10. Zembic A, Kim S, Zwahlen M, Kelly JR. Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical, and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29 Suppl:99-116.
11. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2002;22(3):241-9.
12. Davis GR, Tayeb RA, Seymour KG, Cherukara GP. Quantification of residual dentine thickness following crown preparation. *J Dent*. 2012;40(7):571-6.
13. Murdoch-Kinch CA, McLean ME. Minimally invasive dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(1):87-95.
14. Ericson D. The concept of minimally invasive dentistry. *Dent Update*. 2007;34(1):9-10, 12-4, 17-8.

15. Castillo-Oyague R, Sancho-Esper R, Lynch CD, Suarez-Garcia M-J. All-ceramic inlay-retained fixed dental prostheses for replacing posterior missing teeth: A systematic review. *J Prosthodont Res.* 2018;62(1):10-23.
16. Thompson MC, Thompson KM, Swain M. The all-ceramic, inlay supported fixed partial denture. Part 1. Ceramic inlay preparation design: a literature review. *Aust Dent J.* 2010;55(2):120-7; quiz 231.
17. Chen J, Cai H, Suo L, Xue Y, Wang J, Wan Q. A systematic review of the survival and complication rates of inlay-retained fixed dental prostheses. *J Dent.* 2017;59:2-10.
18. Martínez Rus F, Pradíes Ramiro G, García S, Jesús M, Rivera Gómez B. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. *RCOE.* 2007;12(4):253-63.
19. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NRFA, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015;28(3):227-35.
20. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014;14:10.
21. Fasbinder DJ. COMMENTARY. Treatment concept with CAD/CAM-fabricated high-density polymer temporary restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2012;24(5):319-20.
22. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci.* 2018;60(1):1-7.
23. Hazeveld A, Huddleston Slater JJR, Ren Y. Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(1):108-15.
24. Berrendero S, Salido MP, Valverde A, Ferreiroa A, Pradíes G. Influence of conventional and digital intraoral impressions on the fit of CAD/CAM-fabricated all-ceramic crowns. *Clin Oral Investig.* 2016;20(9):2403-10.
25. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont.* 2015;24(4):313-21.
26. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent.* 2008;29(8):494, 496, 498-505.
27. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):149.
28. Logozzo S, Franceschini G, Kilpela A, Blois L. A Comparative Analysis of Intraoral 3d Digital Scanners for Restorative Dentistry. *The Internet Journal of Medical Technology.* 2011;5(1):1-18.
29. Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2016;20(2):291-300.

30. Home - FirstFit [Internet]. [citado 8 de julio de 2018]. Disponible en: <http://firstfit.com/>
31. Van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS ONE*. 2012;7(8):e43312.
32. Ryge G, Snyder M. Evaluating the Clinical Quality of Restorations. *The Journal of the American Dental Association*. 1973;87(2):369-77.
33. Silness J, L oe H. Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol Scand*. 1964;22:121-35.
34. L oe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand*. 1963;21:533-51.
35. Association CD. Quality evaluation for dental care: guidelines for the assessment of clinical quality and professional performance. California Dental Association; 1977. 118 p.
36. Pelaez J, Cogolludo PG, Serrano B, Serrano JFL, Suarez MJ. A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont*. 2012;25(5):451-8.
37. Ohlmann B, Rammelsberg P, Schmitter M, Schwarz S, Gabbert O. All-ceramic inlay-retained fixed partial dentures: Preliminary results from a clinical study. *Journal of Dentistry*. 2008;36(9):692-6.
38. Chaar MS, Passia N, Kern M. Ten-year clinical outcome of three-unit posterior FDPs made from a glass-infiltrated zirconia reinforced alumina ceramic (In-Ceram Zirconia). *J Dent*. mayo de 2015;43(5):512-7.
39. Harder S, Wolfart S, Eschbach S, Kern M. Eight-year outcome of posterior inlay-retained all-ceramic fixed dental prostheses. *J Dent*. 2010;38(11):875-81.
40. Dai N, Zhong Y, Liu H, Yuan F, Sun Y. Digital modeling technology for full dental crown tooth preparation. *Comput Biol Med*. 2016;71:190-7.
41. Yuan F, Sun Y, Wang Y, Lv P. Computer-aided design of tooth preparations for automated development of fixed prosthodontics. *Comput Biol Med*. 2014;44:10-4.
42. Yuan F, Wang Y, Zhang Y, Sun Y, Wang D, Lyu P. An automatic tooth preparation technique: A preliminary study. *Sci Rep*. 2016;6:25281.
43. Arnetzl GV, Arnetzl G. Design of preparations for all-ceramic inlay materials. *Int J Comput Dent*. 2006;9(4):289-98.
44. Esquivel-Upshaw JF, Anusavice KJ, Yang MC, Lee RB. Fracture resistance of all-ceramic and metal-ceramic inlays. *Int J Prosthodont*. 2001;14(2):109-14.
45. Deeb GR, Allen RK, Hall VP, Whitley D, Laskin DM, Bencharit S. How Accurate Are Implant Surgical Guides Produced With Desktop Stereolithographic 3-Dimensional Printers? *J Oral Maxillofac Surg*. 2017;75(12):2559.e1-2559.e8.

46. Scherer U, Stoetzer M, Ruecker M, Gellrich N-C, von See C. Template-guided vs. non-guided drilling in site preparation of dental implants. *Clin Oral Investig*. 2015;19(6):1339-46.
47. Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29 Suppl:25-42.
48. Riccitiello F, Amato M, Leone R, Spagnuolo G, Sorrentino R. In vitro Evaluation of the Marginal Fit and Internal Adaptation of Zirconia and Lithium Disilicate Single Crowns: Micro-CT Comparison Between Different Manufacturing Procedures. *Open Dent J*. 2018;12:160-72.
49. Renne W, McGill ST, Forshee KV, DeFee MR, Mennito AS. Predicting marginal fit of CAD/CAM crowns based on the presence or absence of common preparation errors. *J Prosthet Dent*. 2012;108(5):310-5.
50. Contrepois M, Soenen A, Bartala M, Laviole O. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2013;110(6):447-454.e10.
51. Beuer F, Aggstaller H, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen J. Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers. *Dent Mater*. 2009;25(1):94-102.
52. Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67(2):394-401.
53. Gomes de Oliveira S, Seraidarian PI, Landre J, Oliveira DD, Cavalcanti BN. Tooth displacement due to occlusal contacts: a three-dimensional finite element study. *J Oral Rehabil*. 2006;33(12):874-80.
54. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137:225-31S.
55. Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent*. diciembre de 2005;94(6):511-9.
56. Ribeiro JCV, Coelho PG, Janal MN, Silva NRFA, Monteiro AJ, Fernandes CAO. The influence of temporary cements on dental adhesive systems for luting cementation. *J Dent*. marzo de 2011;39(3):255-62.
57. Sorrentino R, Triulzio C, Tricarico MG, Bonadeo G, Gherlone EF, Ferrari M. In vitro analysis of the fracture resistance of CAD-CAM monolithic zirconia molar crowns with different occlusal thickness. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016;61:328-33.
58. Schriwer C, Skjold A, Gjerdet NR, Øilo M. Monolithic zirconia dental crowns. Internal fit, margin quality, fracture mode and load at fracture. *Dent Mater*. 2017;33(9):1012-20.
59. Camposilvan E, Leone R, Gremillard L, Sorrentino R, Zarone F, Ferrari M, et al. Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications. *Dent Mater*. 2018;34(6):879-90.

60. Qualtrough AJ, Wilson NH. A 3-year clinical evaluation of a porcelain inlay system. *J Dent.* 1996;24(5):317-23.
61. Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics. *J Dent Res.* 2018;97(2):132-9.
62. St Germain HA, St Germain TH. Shear bond strength of porcelain veneers rebonded to enamel. *Oper Dent.* 2015;40(3):E112-121.
63. Boyer DB, Williams VD, Thayer KE, Denehy GE, Diaz-Arnold AM. Analysis of debond rates of resin-bonded prostheses. *J Dent Res.* 1993;72(8):1244-8.
64. Creugers NH, Käyser AF. An analysis of multiple failures of resin-bonded bridges. *J Dent.* 1992;20(6):348-51.
65. Durey KA, Nixon PJ, Robinson S, Chan MFW-Y. Resin bonded bridges: techniques for success. *Br Dent J.* 2011;211(3):113-8.

ANEXOS

Anexo I. Información y Consentimiento Informado.



INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN:

“EVALUACIÓN CLÍNICA DE PUENTES POSTERIORES
REALIZADOS MEDIANTE EL SISTEMA FIRST FIT™ .”

INTRODUCCIÓN

Usted está invitado a participar como paciente en un protocolo de investigación realizado en la Universidad Complutense de Madrid. El objetivo del estudio es evaluar el comportamiento clínico de puentes posteriores de óxido de zirconio a lo largo de un año. Estos puentes serán realizados mediante un novedoso procedimiento, que permite la preparación del diente y la instalación del puente definitivo en una sola cita.

Tras un examen clínico y radiográfico, ha sido seleccionado por ser subsidiario de rehabilitación con este tipo de puentes. Es importante que usted lea detenidamente esta información y que realice cualquier pregunta antes de aceptar participar en el estudio. Los procedimientos terapéuticos los realizarán dentistas expertos en la materia.

ANTECEDENTES

La sustitución de dientes perdidos ha sido un procedimiento habitual en la odontología. A lo largo de las últimas décadas los tratamientos en Odontología han evolucionado en muchos aspectos, tanto en el uso de nuevos materiales más estéticos y resistentes, como en el uso de técnicas quirúrgicas y restauradoras cada vez menos invasivas, evitando la destrucción innecesaria de tejido duro y blando para la realización de nuestros tratamientos.

Uno de los procesos de realización de prótesis parciales fijas de reciente aparición, es el denominado FIRST FIT™. Esta técnica permite la realización de coronas y puentes, cuya preparación dental está “guiada” con guías de preparación realizadas mediante tecnología digital. Además de preparaciones mínimas, una de las principales ventajas que nos aporta esta técnica es el ahorro de tiempo en la clínica ya que la preparación y la

cementación de la restauración definitiva se realiza en una sola sesión. Debido a esto, no es necesario realizar restauraciones provisionales, y las impresiones que hay que realizar son mucho más sencillas que para la prótesis fija convencional. Por otra parte, día a día la utilización de protocolos de trabajo digitales, se está estandarizando en la consulta, siendo cada vez más frecuente su utilización, debido a la demostrada capacidad de mejorar el producto final. Tal es el desarrollo de estas tecnologías, que se han introducido en el mercado diferentes sistemas de digitalización intraoral. Estos escáneres permiten la toma de impresiones digitales, evitando el uso de las clásicas “pastas” de impresión, aumentando el confort de los pacientes en estos procedimientos.

En este contexto y debido a la reciente aparición de esta técnica de restauración, y la falta de evidencia científica que la respalde, vamos a realizar un estudio prospectivo con el objetivo de validar la técnica.

El **objetivo** de este estudio es investigar la **supervivencia** y el **comportamiento clínico** a corto-medio plazo, de puentes posteriores de dióxido de circonio basados en la filosofía FirstFitTM, realizados mediante un flujo digital completo, utilizando el escáner intraoral True DefinitionTM.

TRATAMIENTO

Los procedimientos clínicos de este estudio serán los siguientes:

1. Un meticuloso examen de su boca y dientes, que incluirá un examen radiográfico de los dientes remanentes, y de la zona edéntula donde se prevé colocar el puente. Igualmente se tomarán registros fotográficos de su estado bucal.
2. En esa misma cita se llevará a cabo una impresión digital intraoral con el escáner True Definition. Mediante una cámara intraoral se grabará el interior de su boca con el objetivo de obtener un modelo tridimensional sobre el cual poder trabajar.
3. Durante aproximadamente 3 semanas el laboratorio asociado fabricará las guías de preparación dentaria y el puente definitivo de óxido de circonio para su caso.
4. En la siguiente cita se llevará a cabo la preparación de los dientes mediante instrumentos rotatorios. Posteriormente se cementará el puente siguiendo los procedimientos tradicionales de aislamiento y cementado adhesivo del mismo.
5. Posteriormente, recibirá instrucciones básicas para higienizar el puente y se establecerá un calendario de visitas de seguimiento donde analizaremos los resultados del

tratamiento y revisaremos su estado buco-dental mediante un examen clínico a los siete días, a los seis meses y al año tras la colocación definitiva del puente. Dichas revisiones se llevarán a cabo por dos operadores externos al estudio. Estas visitas durarán aproximadamente 30-45 minutos.

RIESGOS

- Riesgos propios de la inyección de anestesia local: posibles hipersensibilidades al anestésico difícilmente previsibles, anestесias prolongadas, daños locales por la punción, etc.
- Riesgos intrínsecos a los procedimientos restauradores con prótesis fija: sensibilidad postoperatoria, molestias dentarias, fracturas o caries secundarias.
- Riesgo de fractura del puente colocado debido a la magnitud de las fuerzas oclusales soportadas, o el descementado del mismo por fallo adhesivo.
- Modificación o sustitución de la prótesis.
- Riesgo de ingestión o aspiración del pequeño material empleado.

VENTAJAS POR PARTICIPAR

- Se le sustituirá una pieza ausente mediante un puente de óxido de circonio realizado con una novedosa técnica, la cual necesita la preparación mínima de los dientes pilares, sin coste alguno para usted.

CONFIDENCIALIDAD

Su participación y datos clínicos se tratarán con anonimato y confidencialidad. La protección de datos está garantizada en concordancia con la ley orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter personal. Sus datos serán tratados por el Departamento de Estomatología I de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid (Prof. Guillermo Pradies, como responsable), con el fin de registrar su participación en este estudio. Puede ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición en este Departamento. Los datos personales necesarios para identificarle serán archivados de modo apropiado y no se publicarán. Sus resultados se emplearán únicamente con fines de investigación y para el desarrollo de nuevas estrategias de tratamiento, pero nunca con fines comerciales. Si los resultados son publicados en revistas de ámbito científico, todos los

datos serán presentados de forma anónima.

La participación en este estudio es voluntaria. Si usted decide no tomar parte del mismo, no afectará a su relación con los profesionales de esta clínica. Es importante para nosotros que usted esté motivado y completamente seguro de su participación antes de aceptar esta invitación.

Si durante el curso del estudio decide detener el tratamiento, tampoco supondrá ningún inconveniente para usted. Sin embargo, recomendamos encarecidamente que, una vez iniciado el tratamiento, se lleve a cabo un control clínico y radiográfico para excluir la posibilidad de complicaciones y poder monitorizar los resultados del tratamiento efectuado.

PREGUNTAS

Siempre tendrá la posibilidad de plantear cualquier duda que le surja. El grupo de investigación puede ser contactado por teléfono o por e-mail (*véanse los datos de contacto más abajo*).

Si tiene alguna pregunta que quiera hacer a alguien que no forme parte del grupo de investigación, le recomendamos que hable con su odontólogo o que contacte con el Comité Ético de Investigación. Si lo desea, puede conservar una copia de este documento.

DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

- He leído y he comprendido la información detallada anteriormente y se han contestado todas mis preguntas.
- Es por ello que consiento participar en el estudio “Evaluación Clínica de puentes posteriores realizados mediante el sistema FIRST FIT™”

Nombre del Paciente

Firma del Paciente

Fecha

Nombre del Investigador

Firma del Investigador

Fecha

Revoco este consentimiento:

D./Dña.:

Lugar y fecha:

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal, le informamos que sus datos serán tratados por el Departamento de Estomatología I de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid (Prof. Guillermo Pradies, como responsable), con el fin de registrar su participación en este estudio. Puede ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación u oposición en este Departamento.

Coordinador del estudio: Prof. Dr. D. Guillermo Pradiés Ramiro

Clínica del especialista en Odontología
restauradora basada en las nuevas tecnologías

Facultad de Odontología de la Universidad

Complutense de Madrid

Plaza Ramón y Cajal s/n

C. P. 28040 Madrid

+34 629328381

gpradies@odon.ucm.es

Anexo II. Hoja de recogida de datos.

EVALUACIÓN CLÍNICA DE PUENTES POSTERIORES MEDIANTE EL SISTEMA FIRST FIT™

PACIENTE:

Edad:

Sexo:

Fumador:

Pieza dental:

EVALUACIÓN CLÍNICA INICIAL

1. Patología dental inicial

- Sondaje
- Radiografía

2. Profundidad de sondaje inicial

	PILAR DISTAL			PILAR MESIAL		
V						
L						

3. Índice de placa inicial

	PILAR DISTAL			PILAR MESIAL		
V						
L						

0: no placa. 1: placa en el mg al pasar sonda. 2: placa en el mg a simple vista. 3: abundante placa.

4. Índice gingival inicial

	PILAR DISTAL			PILAR MESIAL		
V						
L						

0: encía normal. 1: infl leve, no sangra. 2: infl moderada, sangra al sondaje. 3: infl severa con sangrado esp.

5. Color guía VITA CLÁSICA

FOTOGRAFÍAS

RADIOGRAFÍAS

REVISIÓN 7 DÍAS

1. Patología dental 7 días

- Sondaje
- Radiografía

2. Profundidad de sondaje 7 días

PILAR DISTAL				PILAR MESIAL		
V						
L						

3. Índice de placa 7 días

PILAR DISTAL				PILAR MESIAL		
V						
L						

0: no placa. 1: placa en el mg al pasar sonda. 2: placa en el mg a simple vista. 3: abundante placa.

4. Índice gingival 7 días

PILAR DISTAL				PILAR MESIAL		
V						
L						

0: encía normal. 1: infl leve, no sangra. 2: infl moderada, sangra al sondaje. 3: infl severa con sangrado esp.

FOTOGRAFÍAS y RADIOGRAFÍAS

EVALUADOR 1

Superficie y color de la restauración 7 días

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Forma anatómica de la restauración 7 días

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Integridad marginal 7 días

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

EVALUADOR 2

Superficie y color de la restauración 7 días

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Forma anatómica de la restauración 7 días

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Integridad marginal 7 días

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

REVISIÓN 6 MESES

1. Patología dental 6 meses

- Sondaje
- Radiografía

2. Profundidad de sondaje 6 meses

PILAR DISTAL				PILAR MESIAL		
V						
L						

3. Índice de placa 6 meses

PILAR DISTAL				PILAR MESIAL		
V						
L						

0: no placa. 1: placa en el mg al pasar sonda. 2: placa en el mg a simple vista. 3: abundante placa.

4. Índice gingival 6 meses

PILAR DISTAL				PILAR MESIAL		
V						
L						

0: encía normal. 1: infl leve, no sangra. 2: infl moderada, sangra al sondaje. 3: infl severa con sangrado esp.

FOTOGRAFÍAS y RADIOGRAFÍAS

EVALUADOR 1

Superficie y color de la restauración 6 meses

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Forma anatómica de la restauración 6 meses

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Integridad marginal 6 meses

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

EVALUADOR 2

Superficie y color de la restauración 6 meses

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Forma anatómica de la restauración 6 meses

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución

Integridad marginal 6 meses

SATISFACTORIA		NO SATISFACTORIA	
Excelente	Aceptable	Reparación	Sustitución