

Trabajo de investigación:

ESTUDIO COMPARATIVO "IN VIVO" DE UN SISTEMA DE IMPRESIÓN
CONVENCIONAL CON ELASTÓMEROS VS. UN SISTEMA DE
IMPRESIÓN DIGITAL (ITERO)

Cristina Zarauz Yáñez

Tutor: Prof. Dr. Guillermo Pradés Ramiro

Departamento de Estomatología I

Facultad de Odontología (UCM)

Madrid, Abril 2012

Trabajo de investigación: 1
ESTUDIO COMPARATIVO “IN VIVO” DE UN SISTEMA DE IMPRESIÓN ORAL CONVENCIONAL CON ELASTÓMEROS VS. UN SISTEMA DE IMPRESIÓN DIGITAL (ITERO) 1

ÍNDICE..... 3

INTRODUCCIÓN 6

 1. Impresiones: 6
 1.1. CLASIFICACIÓN ELASTÓMEROS: 7
 1.1.1. POLISULFUROS: 8
 1.1.2. SILICONAS DE CONDENSACIÓN: 8
 1.1.3. SILICONAS DE ADICIÓN: 9
 1.1.4. POLIÉTERES: 10
 2. Tecnología CAD-CAM: 11
 2.1. INTRODUCCIÓN AL CAD-CAM: 12
 2.2. RECUERDO HISTÓRICO: 12
 3. CAD-CAM en Odontología: 13
 4. Sistemas de impresión digital intraoral: 15
 4.1. EL SISTEMA CEREC: 15
 4.2. EL SISTEMA DURET (HENNISON/SOPHA): 19
 4.3. EL SISTEMA MINNESOTA (DentiCAD): 20
 4.4. EL SISTEMA E4Dentist “Dream, Design, Develop, Deliver”: 22
 4.5. EL SISTEMA LAVA C.O.S “Lava Chairside Oral Scanner”: 23
 4.6. EL SISTEMA ITERO: 24
 4.7. COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE ESCANEADO INTRAORAL: 32
 5. Preparación de dientes pilares para tecnología CAD/CAM: 34
 6. Cerámicas en odontología: 35
 6.1. COMPOSICIÓN DE LA CERÁMICA: 37
 6.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CERAMICAS DENTALES: 37
 6.2.1. TÉCNICA DE CONFECCIÓN: 37
 6.2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA: 38
 7. Ajuste marginal: 42
 7.1. CONCEPTO: 42
 7.2. MANIFESTACIONES CLÍNICAS: 43

JUSTIFICACIÓN 45

OBJETIVOS & HIPÓTESIS 48
 1. Objetivos: 48
 2. Hipótesis: 49

MATERIAL Y MÉTODOS 51
 1. Selección de pacientes y consentimiento informado: 51
 2. Criterios de inclusión y de exclusión: 51
 3. Procedimientos clínicos: 52
 3.1. PASOS PREVIOS: 52
 3.2. PREPARACIÓN DE LOS DIENTES: 53
 3.3. RETRACCIÓN GINGIVAL: 53
 3.4. TOMA DE IMPRESIONES Y OBTENCIÓN DE LOS MODELOS MAESTROS: 53
 3.4.1. TÉCNICA ESTÁNDAR: 53

3.4.2. TÉCNICA DE ESCANEADO INTRAORAL:	54
3.5. CORONAS PROVISIONALES:	55
4. Confección de las coronas:.....	56
4.1. CORONA S (Impresión con siliconas):	56
4.2. CORONAS D (Impresión digital):.....	57
4.3. CORONAS C (Corona para cementar en la boca):.....	57
5. Evaluación del ajuste de las coronas:	58
5.1. REGISTRO DE LA INTERFASE:	58
5.2. PROCESADO DE LAS PROBETAS:.....	58
5.3. ANALISIS DE LAS PROBETAS:	61
5.4. ANALISIS DE LOS DATOS:	61
6. Cementado definitivo de la corona en boca:	62
.....	
RESULTADOS	64
1. Estadística descriptiva:.....	64
2. Pruebas de normalidad:	65
3. Estadística Inferencial:	65
3.1. Variable_ Global:	65
3.2. Variable_ Grupo:.....	66
.....	
DISCUSIÓN	71
Ventajas:	77
Desventajas	79
.....	
Conclusiones.....	82
.....	
BIBLIOGRAFÍA	84
.....	
ANEXO 1	89

Introducción.

1. Impresiones:

Durante la realización de un procedimiento restaurador con prótesis, una de las fases de indiscutible importancia, es el registro y reproducción de las estructuras a restaurar. La mejora en las técnicas y materiales de impresión, con el objetivo de lograr impresiones fiables, ha sido siempre un campo de estudio y desarrollo de intensa actividad. Tanto los clínicos, desarrollando nuevos protocolos de actuación, como la industria, desarrollando nuevos materiales, siguen hoy en día trabajando para lograr la impresión “ideal”.

Las impresiones se definen como la reproducción en negativo de las dimensiones de las preparaciones de los pilares, dientes adyacentes y tejidos blandos relacionados (1). El concepto de fiabilidad es básico en relación con las impresiones. Se considera que una impresión es fiable para poder construir una prótesis a partir de ella cuando reúne las siguientes características y requisitos (2,3):

- Extensión adecuada. Debe contener todas las estructuras necesarias para la correcta realización de la prótesis.
- Estar centrada en su cubeta.
- La cubeta no debe verse en ninguna de las áreas de impresión, excepto en los topes de los tejidos.
- Ser una reproducción exacta de los dientes pilares y adyacentes, así como de los tejidos blandos circundantes.
- Tener una superficie lisa y uniforme, para ello es necesario una correcta mezcla y presión del material de impresión.
- Ser estable dimensionalmente.
- Tener un espesor de material uniforme.

Un elemento fundamental a considerar con respecto a la fiabilidad de las impresiones, es el material empleado. El material de impresión ideal debe tener unas cualidades que lo haga biocompatible, exacto, estable dimensionalmente, con recuperación elástica, fluido, flexible, hidrófilo, con un tiempo de trabajo adecuado, sabor agradable y económico (4). Hoy en día no se discute que para la toma de impresiones en prótesis fija los materiales más apropiados son los elastómeros (siliconas y poliéteres) (1,4,5).

🚦 Materiales de impresión convencionales en odontología:

Como ya hemos señalado, la obtención de una correcta impresión es esencial para confeccionar una prótesis adecuada. Para cumplir este objetivo, no sólo es importante la técnica de impresión sino que otro factor fundamental son los materiales empleados.

1.1. CLASIFICACIÓN ELASTÓMEROS:

Los materiales de impresión se clasifican en función de su grado de rigidez o elasticidad tras su endurecimiento en la boca:

a// Los materiales rígidos o no elastómeros son:

- “Compuesto de impresión” (godiva)
- Oxido de Zn / eugenol
- Yeso de impresión
- Ceras de impresión

b// Los materiales elásticos o elastómeros se dividen:

- Elastómeros sintéticos
 - Polisulfuros
 - Siliconas (adición y condensación)

- Poliéteres

- Hidrocoloides
 - Reversibles (agar)
 - Irreversibles (alginato)

8

En los siguientes apartados expondremos las características principales, así como las ventajas y desventajas que presentan los elastómeros sintéticos, que son los materiales que se utilizan para las impresiones definitivas en dientes (6).

1.1.1 POLISULFUROS:

El componente base está constituido por una pasta que contiene un líquido de moléculas con grupos sulfhídricos, también denominados grupos mercaptanos. Puede ser considerado como un mercaptano poli funcional al que se agregan los correspondientes rellenos y reguladores de la viscosidad.

La reacción se produce por condensación de dos grupos sulfhídricos que son oxidados por un peróxido. Por lo general, se utiliza el peróxido de plomo, aunque pueden usarse otros. La citada oxidación da lugar a la formación de agua.

Si bien estos elastómeros fueron los primeros empleados en Odontología para la toma de impresiones, han sido superados por otros materiales desarrollados con posterioridad.

Es un material preciso con elevada resistencia al desgarro pero su manipulación es complicada y tiene mal olor. Presenta una baja estabilidad dimensional produciendo modificaciones que pudieran dar lugar a errores posteriores, por lo tanto, no es un material idóneo para la realización de impresiones definitivas (6).

1.1.2. SILICONAS DE CONDENSACIÓN:

La molécula base es una molécula de silicona con grupos laterales metilo y terminales oxidrilo. Para producir el fraguado se la combina con un reactor que contiene

un silicato tetra-alquílico. La mezcla hace que los grupos alquílicos se condensen con los grupos oxidrilos terminales formando alcohol.

Para que la reacción se produzca con rapidez y eficacia el reactor incluye un acelerador que por lo general es un octanoato de estaño.

9

Químicamente son polimetilsiloxanos. Su reacción de fraguado o polimerización es por condensación, ya que se forman productos colaterales. Como producto de la reacción de polimerización se obtiene caucho de silicona con propiedades elásticas y metilo o etil alcohol como producto colateral. Este producto colateral se volatiliza siendo la causa de los cambios dimensionales de estas siliconas tras el fraguado. Por esta razón, se puede decir que tiene una estabilidad dimensional más baja en comparación con otros tipos de silicona. Presenta una fácil manipulación principalmente porque poseen un tiempo de trabajo largo. Se introdujo en la Odontología en 1955.

1.1.3. SILICONAS DE ADICIÓN:

En estas siliconas las moléculas que constituyen la pasta base tienen grupos terminales vinílicos en lugar de oxidrilos. Estos grupos son los que permiten producir reacciones de adición a partir de la apertura de dobles ligaduras y sin la formación de subproductos. Es la principal ventaja frente a las siliconas de condensación ya que, tras la reacción de fraguado no se producen sustancias colaterales que al perderse ocasionen cambios dimensionales. El producto final es la silicona de adición denominada polivinilsiloxano. Para lograr esta reacción se prepara la mezcla con otra pasta que contiene una silicona con átomos de hidrógeno en algunos laterales. Con la acción de un acelerador que habitualmente es un compuesto de platino, se logra el traslado de átomos de hidrógeno a las dobles ligaduras que así se abren. Las valencias libres que se producen en los grupos vinílicos se saturan con las que dejaron vacantes los hidrógenos y, de esta manera, las moléculas originales quedan unidas y entrecruzadas.

Por tanto, tienen buena estabilidad dimensional pudiendo vaciarse transcurridas 24 horas de la impresión con buena fiabilidad.

Su tiempo de polimerización es corto y su manejo es fácil. Su viscosidad permite la reproducción con exactitud de las estructuras bucales y se desinfecta fácilmente sin alterar sus propiedades. Tiene resistencia al desgarro y buena elasticidad.

Es el material que presenta menores propiedades tóxicas o irritativas para los tejidos, considerándose buena su biocompatibilidad.

10

Es menos rígido que el poliéter, con un sabor y olor razonable para el paciente y su coste es mayor que el de las siliconas de condensación, pero menor al de los poliéteres.

Su naturaleza hidrofóbica era una de sus desventajas, acarreado inconvenientes tanto en la toma de impresión como en el momento del vaciado. Cuando la zona a reproducir tiene humedad la silicona puede no fluir convenientemente sobre ella para reproducirla adecuadamente (7).

También puede tener dificultad la mezcla de yeso con agua para fluir sobre la superficie de una impresión de silicona.

Por ello últimamente se han ido desarrollando siliconas hidrofílicas que permitan su empleo en el medio oral húmedo. Casi todas las siliconas modernas, especialmente las de adición, tienen incorporadas en su composición sustancias tenso activas. Éstas generan cierta afinidad con el agua en la superficie y con ello se mejora la capacidad de reproducir los detalles y transferirlos a un modelo de yeso (8).

Aún así, hay que afirmar que las siliconas de adición convencionales son extremadamente estables dimensionalmente, sufren cambios del 0.1% en las primeras 24 horas y después de este tiempo el material permanece estable a lo largo del tiempo.

Junto con los poliéteres, son los dos materiales más utilizados para la realización de impresiones definitivas en prótesis.

1.1.4. POLIÉTERES:

Es un polímero, cuyo uso para la toma de impresiones en Odontología surgió en la década de 1960.

La base es el polímero de un éter con grupos terminales cíclicos, grupos iminos. Contiene también los rellenos y reguladores de consistencia necesarios.

El reactor que genera la ruptura de los anillos, y así la polimerización y entrecruzamiento, es un sulfonato alquílico. La reacción de fraguado del poliéter es una reacción de adición porque no se forman productos colaterales.

Presenta una contracción de polimerización muy baja y una excelente estabilidad dimensional, lo que lo convierte en un material bastante exacto y preciso. Su polimerización es rápida pudiendo considerarlo como una ventaja para el paciente, pero en ocasiones el tiempo de trabajo es demasiado corto (6).

Tiene una gran rigidez siendo una característica fundamental para la precisión de la impresión, aunque a veces puede originar problemas al retirar la impresión de la boca pudiendo hacer que se desgarre o causar problemas en dientes periodontales.

Su coste es elevado en comparación con otros materiales elásticos pero ofrece muy buenos resultados como material de impresión. Es el más utilizado en prótesis definitiva junto con las siliconas de adición.

La confección de una prótesis es un proceso en cascada, donde los errores cometidos en los pasos iniciales son arrastrados y magnificados al final del proceso.

Desde que Dunning en 1943 (9) hiciera la primera impresión de escayola para conseguir una réplica de los tejidos orales, han sido muchos los esfuerzos por mejorar los materiales y técnicas para la obtención de unas impresiones fiables.

Como en todos los ámbitos, la sistematización de los procesos con ayuda de tecnología, haciendo que así sean más fiables, también ha ocurrido en el campo de la odontología, y en este caso particular que nos atañe, en el campo de las impresiones definitivas.

2. Tecnología CAD-CAM:

2.1. INTRODUCCIÓN AL CAD-CAM:

Una de las revoluciones más importantes que han sucedido a nivel industrial han sido las tecnologías de diseño y fabricación asistidos por ordenador (CAD-CAM).

Históricamente, puede decirse que el CAD-CAM empezó con el desarrollo del transistor. En realidad, su historia es la crónica del desarrollo de los ordenadores.

Su nombre es un acrónimo derivado del inglés: “Computer-Aided Design” y “Computer-Aided Manufacturing”, (Diseño Asistido por Ordenador y Fabricación Asistida por Ordenador). CAD y CAM son disciplinas distintas.

En realidad CAD-CAM es un matrimonio entre numerosas disciplinas de ingeniería y fabricación. En una expresión más simple, es una comunicación computerizada y una función de diseño para y entre ingenieros de diseño e ingenieros de fabricación. Si lo llevamos a sus últimos extremos, podemos incluir en él casi todas las etapas de fabricación y gestión.

En general, podemos interpretar el prefijo CA como de “Asistido por Ordenador” y sinónimo de automatización.

Algunas funciones más comunes del CAD son el modelado geométrico, diseño automático, análisis de simulación, y diseño de procesos y herramientas.

El CAM por su parte, incluye control numérico, robótica, planificación y control de fabricación, automatización de cadenas de montaje, inspección y comprobaciones. Ambas disciplinas están interrelacionadas por una base de datos común.

El CAD-CAM es un concepto con muchos orígenes que en un principio estuvo orientado hacia el hardware (circuitos). Sin embargo, el software (programación) es la savia que da la vida al CAD-CAM.

2.2. RECUERDO HISTÓRICO:

El primer desarrollo fue, naturalmente, el ordenador. Fueron Maurice Wilkes y su equipo en 1949 en la Universidad de Cambridge quienes desarrollaron el primer

ordenador moderno, el EDSAC (10), si se utiliza una definición de ordenador pensando en máquinas similares a las actuales (arquitectura Von Neumann, electrónicas, basadas en la aritmética binaria y de programa almacenado en memoria), adelantando en pocos meses al Manchester Mark 1.

El Dr. Patrick Hanratty concebía en 1957 el primer software CAM llamado "PRONTO", por eso el Dr. Hanratty ha sido muchas veces llamado el padre del CAD-CAM (11).

A principios de los 60 Iván Sutherland inventa en el laboratorio Lincoln M.I.T. (Instituto Tecnológico de Massachusetts) el primer sistema gráfico CAD llamado "Sketchpad", demostrando en su tesis doctoral que los gráficos interactivos con ordenador eran factibles (12).

Los avances en la informática tanto en software y PC son los que han permitido desarrollar estos sistemas hasta el punto en el que se encuentran hoy, y siguen hoy en día un curso imparable.

FABRICACIÓN FLEXIBLE:

El resultado final del CAD-CAM es la aparición de un concepto nuevo llamado "fabricación flexible". Se trata de uno de los desarrollos tecnológicos que conforman la idea de "fábrica del futuro".

La fabricación flexible (FM) permite efectuar cambios en el producto de forma rápida y económica. En contraste con los antiguos métodos de fabricación que tendían a estandarizar las líneas de producción, la FM (mediante el empleo del control por ordenador en las máquinas modernas) tiende a provocar una mayor diversificación y mejora de productos sin sacrificar los beneficios económicos de la producción en gran escala (13).

Dada la actual tendencia del consumo hacia una mayor variedad de producción, los métodos tradicionales que requieren hombre y máquinas especializados en líneas de producción estática han perdido su competitividad.

3. CAD-CAM en Odontología:

Las técnicas CAD-CAM se introdujeron en Odontología en 1971, siendo al principio más experimentales y teóricas que clínicas (14).

En 1979 Heitlinger y Rodder, y luego Mörmann y el ingeniero electrónico Brandestini en 1980 empiezan a trabajar en este campo (15). Durante esta década empiezan a aparecer diferentes sistemas como los de Duret, Minnesota y Cerec.

14

Gracias a los trabajos realizados en su tesis titulada “Empreinte Optique” (Impresión Óptica) (16,17) en la Universidad de Lyon, Francia en 1973, el Dr. Francois Duret desarrolló el primer prototipo que se presentó en la conferencia de Entretiens de Garancière en Francia en 1983 (18), que más adelante en colaboración con la empresa Hensonn International desarrolló y patentó en 1984. Duret realizó una demostración con este sistema fabricando una corona posterior para su mujer el 30 de Noviembre de 1985, y lo llevó a la reunión de invierno en Chicago en 1989. Allí fabricó una corona en 4 horas mientras que los asistentes a la reunión miraban (19).

En 1987 Siemens comercializó Cerec (actualmente comercializado por Sirona Dental Systems) como el primer sistema CAD-CAM disponible para la fabricación de restauraciones dentales (20), y el único hasta 1993, cuando surge en Suecia de la mano de la casa Nobel Biocare, y diseñado por Andersson y Oden, el sistema Procera, aunque no se trataba de un sistema de impresiones digitales intraoral, como Cerec, sino de un scanner de laboratorio (21,22).

El buen comportamiento de este tipo de sistemas y la introducción en el ámbito dental de nuevos materiales desarrollados específicamente para los mismos, han motivado que la tecnología de restauraciones computarizadas haya evolucionado rapidísimamente durante los últimos 15 años (23).

En la bibliografía encontramos que los sistemas CAD-CAM no sólo sirven para la resolución de restauraciones protésicas dentales, sino también faciales (24), en tratamientos de ortodoncia (25), e incluso para minimizar al máximo las posibles complicaciones a la hora de realizar dichas restauraciones dentales empleando el CAD-CAM desde el momento inicial en el diseño y fabricación de una guía para la colocación

de los implantes. De este modo, existen diferentes sistemas de diseño de cirugía CAD como el Simplant (Materialise/Medical), Nobelguide (Nobel Biocare), Facilitate (Astra Tech Dental), Navigator (Biomet 3i), coDiagnostiX (Straumann), entre otros, a partir de los cuales se puede optimizar satisfactoriamente la posición de los implantes incluso en casos de limitaciones óseas, con lo que se reduce la agresividad de nuestras intervenciones (26,27).

4. Sistemas de impresión digital intraoral:

Aunque curiosamente la introducción de los sistemas CAD-CAM en prótesis fue en origen “Chairside”, es decir, pensado para tomar una impresión digital intraoral y a su vez fabricar una corona en una mini fresadora “al lado de la silla del paciente”, las dificultades que encontraron este tipo de sistemas en sus comienzos fueron tales que durante 20 años sólo hubo un sistema comercializado capaz de tomar impresiones digitales directamente en boca: Cerec (28).

Hace unos 15 años, la empresa Nobel Biocare con el escáner táctil extraoral Procera comenzó la producción en serie de restauraciones individualizadas fabricadas en distintos materiales, y solo ha sido durante la última década cuando se ha recuperado “el interés” por las impresiones digitales intraorales (16).

Haremos un breve repaso de los distintos sistemas de CAD-CAM existentes en el campo de la odontología en la actualidad.

4.1. EL SISTEMA CEREC:

Las siglas de Cerec hacen referencia a los términos anglosajones “CEramic REConstruction”, es decir, restauración cerámica de la sustancia dentaria perdida, y a “Chairside Economical Restoration Esthetic Ceramics”, lo que pone de manifiesto los objetivos que Mörmann y Brandestini pretendían conseguir con este tipo de

restauraciones: cerámicas, estéticas, económicas y elaboradas “al lado del sillón dental” (29).

El 19 de Septiembre de 1985 se coloca la primera incrustación (inlay de cerámica) en la Universidad de Zurich realizada por un procedimiento de diseño y gestión asistidos por ordenador, a partir de un bloque de cerámica, al lado del sillón dental. Desde este día el sistema ha incorporado mejoras progresivas (14).

16

✚ La primera etapa de Cerec (desde finales de 1980 hasta 1985):

Comprende:

1. el desarrollo de la cámara tridimensional intraoral
2. la construcción del prototipo incluyendo la óptica y el soporte electrónico (hardware)
3. la construcción del almacén de almacenamiento y la unidad de procesado (CAD) y la unidad de tallado de control numérico (CAM)
4. el diseño específico del sistema operativo Cerec 1.0 (C.O.S 1.0)
5. el comienzo de los estudios in vitro e in vivo con inlays de composite (14)

Este prototipo mostró algunas limitaciones del sistema de impresión óptica y de la unidad de tallado de tres ejes. El sistema operativo original Cerec 1.0 (C.O.S 1.0) era muy complejo y exigía un profundo aprendizaje, supuso un motivo de frustración en situaciones clínicas sencillas incluso con usuarios muy motivados (24)

CEREC1 presentaba tolerancias grandes que requería muchos ajustes en boca, especialmente oclusales (30).

✚ La segunda etapa de Cerec (1986–1991):

Fue dedicada a promover mejoras en muchos aspectos técnicos y la compañía Siemens en 1986 adquiere la comercialización de Cerec. Se introdujo el sistema

operativo Cerec 2.0. y la porcelana Vita Mark II, el Vita Cerec Duo Cement y los bloques Dicor GMC. Se completa un estudio de seguimiento de los inlays a 5 años realizados con Vita Mark I (29,31).

✚ La tercera etapa de Cerec (1992–1994):

Se aprecian unas mejoras en el sistema; el cambio de un sistema hidromotriz de fresado al de motor de regulación electrónica. Aparece el software VENEER 1.0 para realizar carillas sencillas en casos anteriores y el sistema operativo C.O.S 2.1.1 que facilita la construcción de cúspides.

En 1992 CEREC es comercializado en España.

✚ La cuarta etapa de Cerec (1994–1999):

Aparece CEREC 2. Este nuevo aparato mejora las posibilidades técnicas del anterior al introducir en la cámara de fresado un nuevo elemento, una fresa. El sistema amplía de los 3 ejes de movilidad en el tallado, a un total de 12 grados de libertad a lo largo de los 6 ejes actuales.

Aparecen los sistemas operativos CROWN 1 y CROWN 1.11 que permiten la realización de todo tipo de restauraciones en dientes anteriores y posteriores.

✚ La quinta etapa de Cerec (2000–2002):

En el año 2000 se presenta CEREC 3, CEREC Scan y el CEREC Link. El CEREC 3 es un sistema modular CAD–CAM que trabaja en el entorno operativo de Windows. Mörmann define el sistema como un centro de diagnóstico, restauración, formación y documentación para la práctica dental.

CEREC Scan es una unidad de tallado con escáner por láser. CEREC Link es un software de diseño para restauraciones con CEREC 2 por ordenador(29).

✚ La sexta etapa de Cerec (2002–2010)

Se introduce CEREC inLab.

En el 2005 aparece CEREC Chairline (Integrado en el Equipo Dental) y el software 3D de Coronas para su diseño (32).

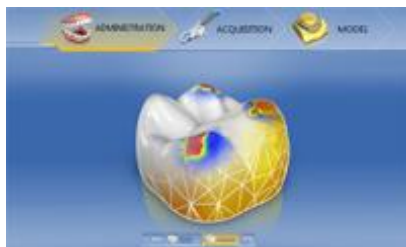
✚ La séptima etapa de Cerec (a partir de 2010):

18

Una modificación opcional que permite mover la unidad de una habitación a otra sin tener que parar el proceso incluso durante el proceso de fresado, y previene la pérdida de la información en caso de un corte de electricidad.

CEREC AC permite comunicarte “wireless” vía conexión inalámbrica, USB y CD-ROM.

A parece un nuevo software de diseño 3D, CEREC SW 4.0. permite hacer fotografías que se superponen de forma automática independientemente del orden en que fueron adquiridas las imágenes. Como novedad el software 3D advierte al usuario en caso de que el espesor de la pared de la restauración de cerámica esté por debajo del límite mínimo. Las áreas críticas se indican en el modelo de tal manera que permite realizar los ajustes necesarios con ayuda de las herramientas de diseño. También tiene un nuevo sistema de generación de anatomía oclusal llamado CEREC Biogeneric, que aparte de tener una biblioteca de caras oclusales mejorada, analiza la oclusión natural del paciente y la utiliza para elegir de manera más customizada que anatomía generar.



La última versión de fresadora es CEREC inLab MC XL, que es capaz de fresar una corona en 4 minutos de un bloque de cerámica y composite.

Fresa estructuras de hasta 12 piezas siempre que las dimensiones no excedan las medidas 85 x 10 x 12 mm.

Consta de 4 motores de fresado y 5 ejes virtuales.

Aparece también CEREC Connect que permite limitarse a tomar sólo la impresión digital y que el resto del proceso se realice en el laboratorio con CEREC inLab.



19

Como hemos visto hasta ahora el Sistema pionero ha sido CEREC.

En la misma década (1980–1990), aparecieron de forma paralela otros sistemas como Duret y Minnesota que no llegaron a tener éxito debido a su gran complejidad pero que ya presentaban unas ideas e indicaciones muy revolucionarias e interesantes de cara a futuras evoluciones de los sistemas que existen en la actualidad y por ello vamos a repasar sus características.

4.2. EL SISTEMA DURET (HENNISON/SOPHA):

Fue introducido por el Dr. Duret en 1985, en cooperación con la compañía Henson Int. Inicialmente concebido para realizar coronas, también puede realizar pequeños puentes, aparte de inlays y onlays.

Actualmente desarrollado y comercializado por la sociedad Sopa Bioconcept (Sopa, Lyon, Francia; Sopa, Los Angeles, CA).

El sistema consta de una fuente láser (diodo) que, a través de un primer endoscopio, proyecta luz en el área deseada. Un segundo endoscopio, adyacente al primero, permite a la cámara tomar imágenes en la boca. Esta es una cámara CCD (Charge–Coupled–Device) fotorreceptora de alta resolución 512x512 pixels.

Esta cámara está conectada a un sistema que digitaliza la información y correlaciona las diferentes visiones. Es necesario obtener diferentes vistas de la preparación. El sistema procesa una visión vestibular, una visión lingual, dos vistas proximales y un registro de dientes antagonistas.

El sistema CAD posee un articulador propio, llamado Acces Articulador, que provee los datos relativos a los movimientos de la mandíbula¹.

El sistema CAM incluye una máquina de fresado de 4 ejes. Esta máquina permite tallar automáticamente la prótesis a partir de materiales convencionales (cerámicas, metales y incluso titanio) o especiales (Bloque de Dicor, o Aistee que es composite reforzado con fibra) (14).

Presenta las dos formas posibles de configuración del sistema:

1– Un sistema completo en el gabinete dental con una única sala de operaciones. El sistema de captación óptico podría encontrarse cerca del sillón dental, y la maquinaria CAM en otra habitación. Esta configuración permite tallar la prótesis inmediatamente, con el paciente bajo el efecto de la anestesia local.

2– El dentista puede estar equipado con una sonda óptica y tener acceso a través de un módem o enviar la información en un CD a la base donde posean un ordenador y una máquina de tallado (bien un laboratorio u otro gabinete dental) (14).

Como hemos dicho anteriormente este sistema debido a su complejidad no ha tenido el éxito esperado, habiendo tardado mucho en comercializar su sistema desde que el Dr. Duret hiciese sus primeras demostraciones en la década de los 80.

4.3. EL SISTEMA MINNESOTA (DentiCAD):

También conocido con el nombre del método Rekow/Erdman. Es uno de los sistemas más difundidos en USA.

El sistema fue desarrollado por un equipo de la Universidad de Minnesota, bajo la dirección de la Dra. Dianne Rekow, con el soporte del US National Institute for Dental Research, y desde su concepción en 1986, ha sufrido numerosas modificaciones.

Este sistema se presenta en dos configuraciones:

21

1- Para laboratorio, trabajando sobre el modelo de escayola.

2- Destinada al clínico y al laboratorio de prótesis, en la que ambos están en comunicación a través de módem.

El sistema permite la realización de coronas completas de metal, y es capaz de fabricar armazones para dentaduras parciales, bases para dentaduras completas y puentes (14).

Tiene dos sistemas distintos para captar los datos:

(I) SISTEMA FOTOGRÁFICO (estereofotogramétrico):

Se trata de un sistema óptico de impresión, a base de fotografías.

Los datos que necesitamos captar incluyen el diente tallado, los dientes adyacentes y antagonistas. La posición de los dientes antagonistas se obtiene en relación a la superficie del diente tallado, con los dientes en relación céntrica o en máxima intercuspidación, en posiciones de trabajo, de balanceo y protrusión.

Los datos se recogen con una cámara estándar de 35mm a través de un tubo magnificador de lentes de 10 mm de diámetro, que se une a una lente estándar de 55 mm.

Una única preparación se puede visualizar desde una única posición aproximadamente a 25 mm sobre la superficie del diente. Sin embargo se usan varias vistas para asegurar que se obtiene una información completa y minimizar así la posibilidad de que salga distorsionada por el movimiento del paciente.

El diente se ilumina por unas fibras ópticas que rodean a las lentes.

El sistema permite una reconstrucción en tres dimensiones de la superficie y de los movimientos de la mandíbula (posiciones en las que los dientes están en contacto).

(II) DIGITALIZADOR TÁCTIL:

Por un sistema mecánico–electrónico, que utiliza un brazo robot digitalizador intraoralmente o bien en modelos tradicionales.

Se mueve la sonda por las zonas cuyos datos necesitamos recoger. No hace falta retracción y aislamiento de los márgenes, la sonda es tan pequeña como las fresas utilizadas para la preparación y no es problema acceder a preparaciones subgingivales.

Desde la perspectiva clínica usar la sonda es similar al examen con un explorador.

El sistema consta de una parte CAM con una fresadora de 5 ejes de control numérico (14).

Las ventajas de este sistema son: que el diseño se hace automáticamente y por tanto requiere menos habilidad para utilizarlo, y a la vez se reduce el tiempo para la realización de una restauración, y que la utilización de la sonda mecánica digitalizadora no precisa de un aislamiento del campo ni acceso visual a los márgenes.

4.4. EL SISTEMA E4Dentist “Dream, Design, Develop, Deliver”:

CEREC como ya hemos visto anteriormente, y también E4D, aparecen en el mercado con el objetivo de fabricar una restauración al paciente en una única cita. Constan de unidad de impresión digital y de fresado.

E4D se introdujo a principios del 2008.

Consiste en un carro que contiene el centro de diseño (Monitor y Ordenador) y un escáner láser, y por otro lado una unidad de fresado separada con un servidor y un router para la comunicación (16).

No requiere polvo para escanear para poder captar la zona requerida con detalle.

Su software llamado ICEverything (ICE) de DentaLogic, toma fotografías reales de los dientes y la encía, así como los registros oclusales. Según se van tomando las fotografías sucesivas, estas se envuelven en un modelo 3D creando así el modelo ICE. Consta de una pantalla táctil que permite al dentista ver la preparación desde todos los ángulos. El sistema tiene un autodetector de la línea de terminación de la preparación. El dentista tiene que dar el visto bueno a esa línea detectada por el sistema y el programa propone una anatomía de restauración basándose en una biblioteca de anatomías dentarias.

La unidad de diseño transmite los datos a la unidad de fresado. Ésta usa bloques de cerámica o composite y fresas que rotan y se cambian automáticamente cuando están desgastadas.

4.5. EL SISTEMA LAVA C.O.S “Lava Chairside Oral Scanner”:

Lava COS nació de la investigación del Profesor Doug Hart y del Dr. János Rohály en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (M.I.T.). Fue creado por Brontes Technologies Inc. (Lexington, MA, USA) y fue adquirido por 3M ESPE (St. Paul, MN, USA) en Octubre del 2006, y se lanzó oficialmente en la Reunión de Invierno de Chicago (“Midwinter Meeting”) en Febrero de 2008.

El método que utiliza para capturar las impresiones 3D consiste en un muestreo activo (óptico) mediante frentes de onda “AWS” (Active Wavefront Sampling) que permite una técnica de 3D en movimiento. Captura 20 imágenes 3D por segundo, velocidad de vídeo, y toma aproximadamente 21 millones de datos por arcada (33).

Captura los datos 3D en una secuencia de vídeo en movimiento y modela los datos a tiempo real, lo que permite visualizar el modelo de forma simultánea al escaneado.

El Lava COS consiste en un carro móvil que contiene un ordenador, una pantalla táctil, y un mango escáner que tiene 13.2 mm de ancho y pesa 435 g.

La cabeza lectora contiene 3 cámaras, 192 diodos emisores de luz (LED) y 22 lentes.

No necesita ni teclado ni ratón puesto que la pantalla es táctil y despliega el teclado en la pantalla para introducir los datos necesarios.

24

Según se capta el vídeo en movimiento aparece en la pantalla en blanco la imagen que se va captando del modelo, en rojo las zonas que están en vías de captación y en modo gris-vídeo las zonas que aún no están captadas. El sistema ofrece un feedback inmediato de las zonas escaneadas y las que faltan por escanear permitiendo volver a pasar el escáner hasta rellenar todo lo que se sea necesario del modelo virtual (28).

Es necesaria la aplicación de polvo de dióxido de titanio para escanear. El polvo se aplica con una pistola que proporciona la casa.

Una vez tomada la impresión se envía el archivo al laboratorio de elección que tenga el software de diseño de Lava.

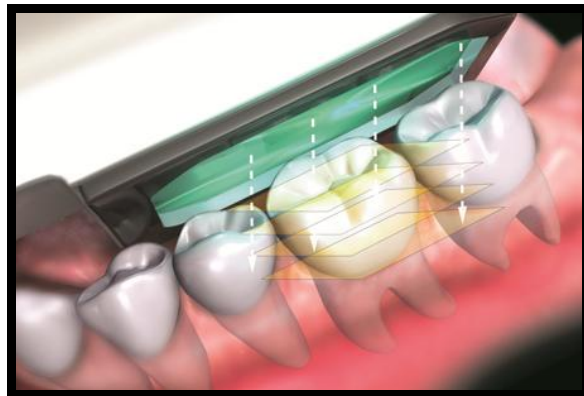
Por último el laboratorio que ha diseñado el trabajo, lo envía a la central de 3M en Brontes donde se retira virtualmente la encía que rodea la línea de terminación y se diseña el modelo estereolitográfico que posteriormente se fabrica en un centro de estereolitografía (34).

4.6. EL SISTEMA ITERO:

En la última década, Tamb, Kopelman, Babayoff y otros ingenieros en el laboratorio de ingeniería de Cadent de Tel Aviv, empezaron a sentar las bases para el nuevo aparato de impresión electrónica.

En 1996, Cadent desarrolló un sistema de escaneado llamado OrthoCAD. Este sistema digitalizador se utilizaba a partir de modelos convencionales para varias aplicaciones ortodóncicas como fabricación de modelos digitales, encerados dentarios virtuales y adhesión indirecta y aplicación para el posicionamiento de los brackets.

Se observaron en la compañía las posibilidades que este sistema podía tener en prostodoncia. Los prototipos iniciales eran grandes y pesados, 3 veces mayores que el actual, pero eran capaces de registrar impresiones ópticas precisas. Gracias a la miniaturización de muchos de sus componentes y después de 18 meses de pruebas iniciales con este sistema, sacaron uno mucho más manejable en 2004 mejor equilibrado y más cómodo para el paciente (16).



Se trata de un sistema de escaneo óptico, que utiliza láser y está basado en la teoría del “parallel confocal imaging”, producción de imágenes por microscopía confocal paralela (35).

El escáner de iTero emite un haz de luz por un pequeño orificio, y cualquier superficie a una cierta distancia reflejará la luz hacia un tubo. El aparato proyecta 100.000 haces de luz láser roja, cada tercio de segundo, a 300 profundidades focales de la superficie del diente, y la luz reflejada se convierte en datos digitales.

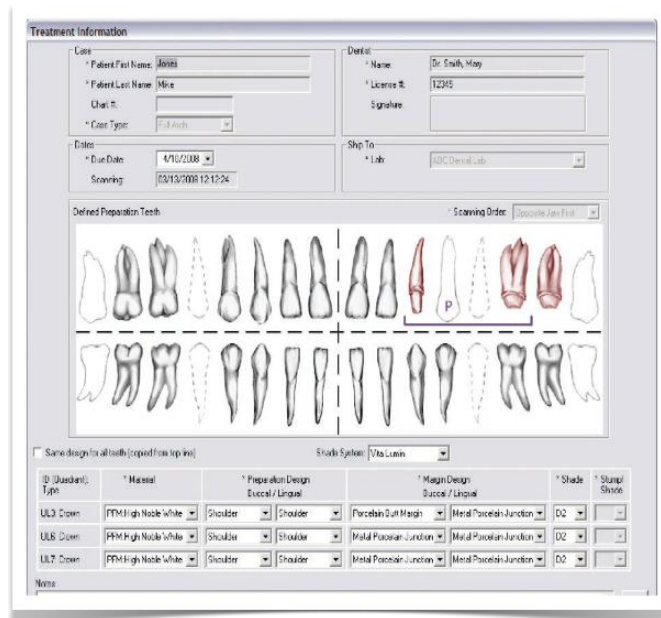
Rechazan la información desenfocada y tiene la habilidad de controlar la profundidad de campo.

No necesita polvo para que refleje la luz, y el láser es capaz de registrar todas las estructuras orales.

El sistema incluye un ordenador, un monitor, un ratón, un teclado integrado, un pedal de pie y una cámara de escaneo, todos ellos organizados en un carro móvil.



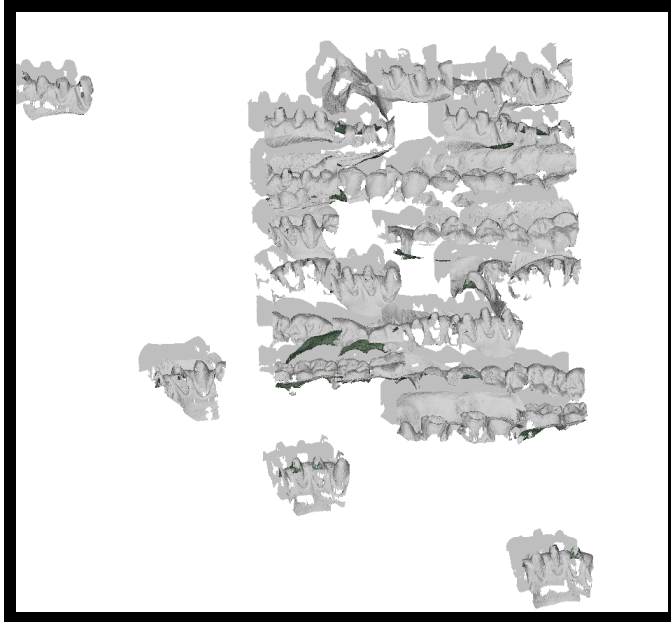
Las boquillas son desechables, de color blanco, y hay una roja, que es la que siempre está puesta, de tal manera que el color llama la atención para no usarla con ningún paciente.



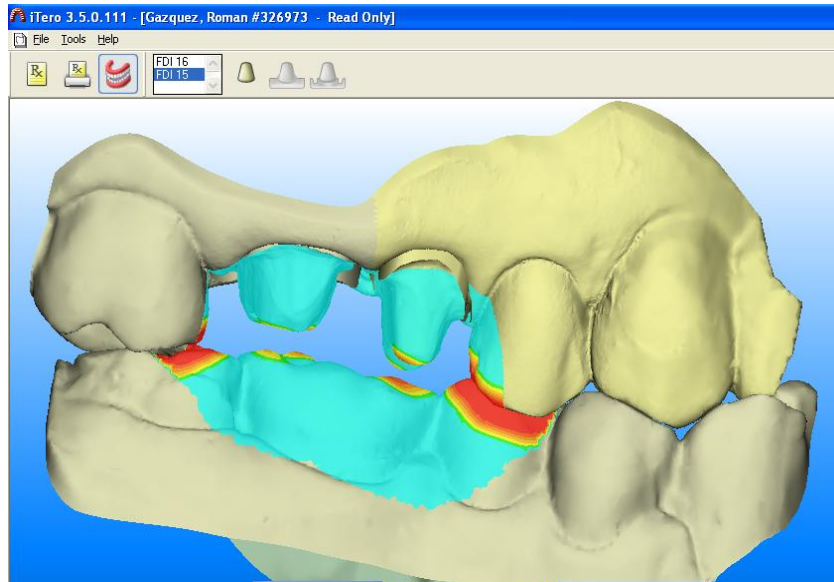
La secuencia de escaneo es guiada, es decir, después de haber rellenado una receta de laboratorio electrónica con todos los datos que necesita el programa (la

información del paciente, fecha de entrega, tipo de restauración, la elección de materiales, requerimientos de color, y cualquier otra información particular para el caso), hay que seguir el orden de escaneado que va dictando, tanto el diente indicado, como la superficie, como la inclinación u orientación con la que hay que entrar con el mango en boca, o de lo contrario en programa puede no suturar bien las imágenes, mostrando en la pantalla un modelo digital con imágenes en orden aleatorio.

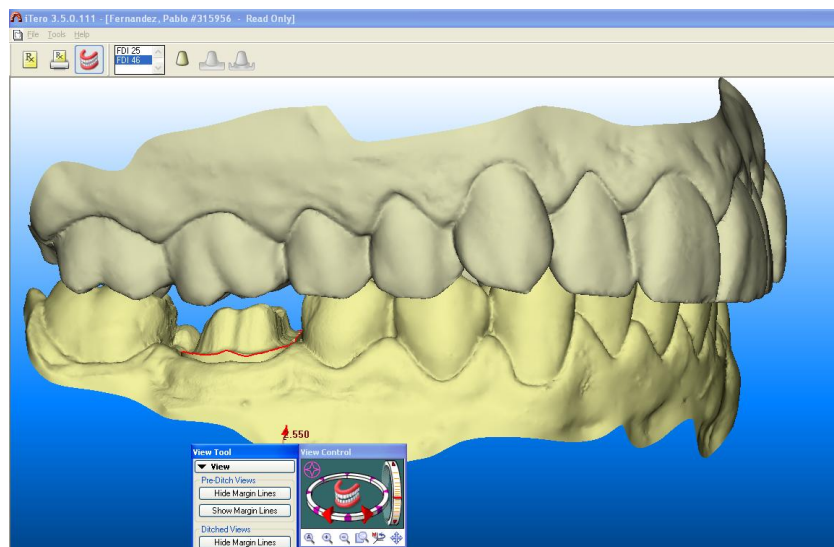
27



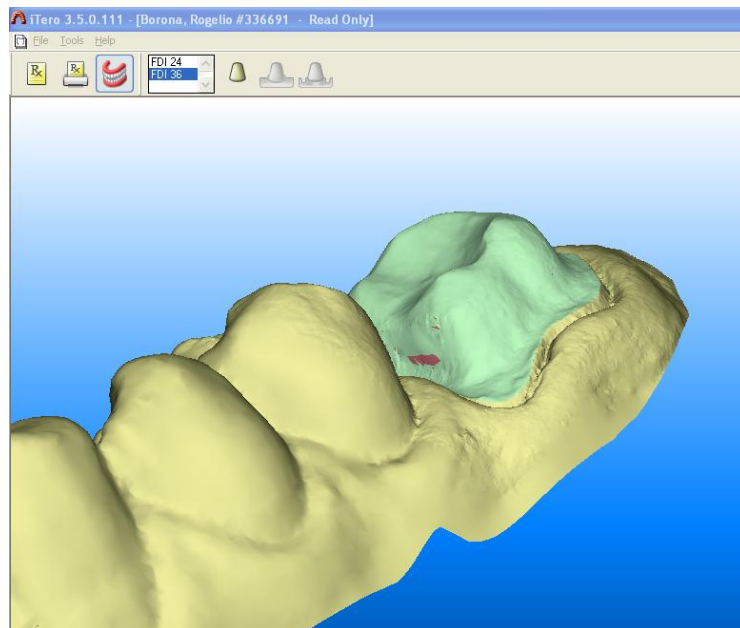
Una voz va dirigiendo al dentista en los pasos del escaneado de los dientes y de la oclusión, además de unos esquemas visuales que muestran que y como escanearlo. Esto incluye cinco imágenes de la preparación: imagen oclusal, imagen lingual, imagen bucal, y los contactos interproximales de los dientes adyacentes. Después de la preparación, hay que tomar una imagen vestibular y lingual a 45° de vista de los dientes restantes en el mismo cuadrante y en el cuadrante antagonista. Finalmente se toma un registro de oclusión.



- La herramienta de mapeo de la reducción oclusal muestra en colores vivos cuanto espacio ha sido creado en la preparación para la restauración.

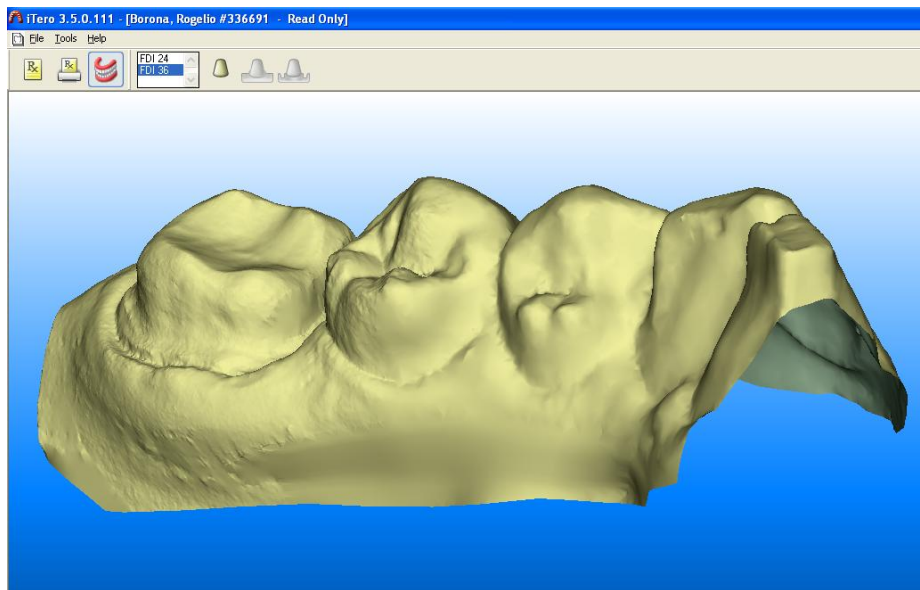


- La herramienta de línea de margen está disponible para ayudar en la visualización del margen. También existe una visión en corte sagital del diente para ayudarnos a localizar el margen si fuese necesario.
- Tiene una herramienta que dibuja un mapa retentivo, pintando la preparación de verde y las retenciones en granate.



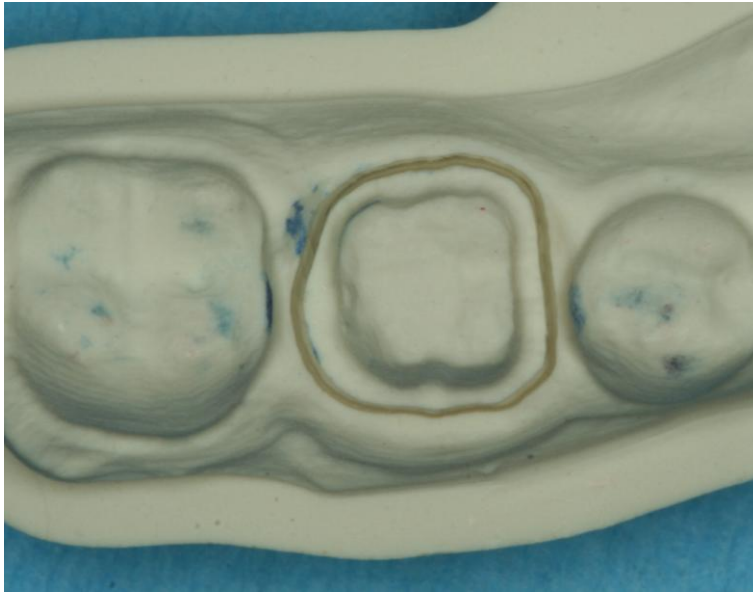
- Una vez que el clínico ha evaluado de forma completa todos los aspectos de la impresión digital, los ajustes, si fueran necesarios, se hacen en ese momento, y gracias a la herramienta de control de borrado preciso del nuevo software, ITERO 4.0, con un único escaneo se puede solucionar un retoque en la preparación que antes obligaba a re-escanear la preparación entera.

Después de haber terminado todos los escaneos (como mínimo 21), o en cualquier momento durante el proceso, el dentista puede ver y analizar el modelo digital que aparece en el monitor. Usando el ratón inalámbrico el dentista puede rotar el modelo en la pantalla para confirmar que la preparación es correcta antes de provisionalizar el diente y mandar los datos al laboratorio.



Una vez terminado todo el proceso, la nota de laboratorio y el escaneado se envían a Cadent, donde editan la impresión, eliminan ruido del archivo, como saliva o parte de la lengua o la mucosa yugal que hayan podido quedar registrados innecesariamente.

Cadent reenvía el modelo depurado al laboratorio de elección, donde diseñan con un software de CAD el trabajo pedido por el dentista. El laboratorio envía el archivo de las restauraciones que ha diseñado al centro de fresado en Leipzig, Alemania, para que las fabriquen, en una fresadora industrial de 5 ejes, además de fresar también el modelo si el laboratorio lo pide.



Lo interesante de este modelo de poliuretano, es que aparte de ser muy resistente, sirve tanto para modelo de trabajo como para modelo de tejidos blandos, gracias al troquelado digital que es capaz de producir troqueles manteniendo intacto el tejido blando alrededor.

El centro de fresado envía el trabajo y el modelo al laboratorio local donde completan la restauración.

4.7. COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE ESCANEADO INTRAORAL:

Las impresiones digitales como ya hemos visto llevan más de 20 años en el mercado, aunque únicamente con un sistema, Cerec. Desde hace aproximadamente 5 años se han comercializado tres escáneres intraorales más (E4D, Lava C.O.S., e ITERO), y las empresas están apostando fuertemente en el desarrollo de este campo, así que ahora están apareciendo los escáneres intraorales mucho más rápido (36):

- IOS Fast Scan (IOS TECHNOLOGIES INC., USA)
- DENSYS 3D (DENSYS LTD., IL)
- DPI-3D (DIMENSIONAL PHOTONICS INTERNATIONAL INC., USA)
- 3D Progress (MHT S.P.A., IT)
- Zfx Intrascan (Zfx GmbH, DE)
- DirectScan (HINT-ELS GmbH, DE)
- Trios (3SHAPE A/S, DK)

La diferencia principal (37) de los distintos sistemas es el objetivo con el que aparecen.

Cerec y E4D permiten fabricar la restauración en una misma cita en la clínica, mientras que iTero y Lava C.O.S, toman impresiones y el resto del proceso se realiza en el laboratorio, apostando por la mayor precisión de las fresadoras industriales, frente a la comodidad de una fresadora pequeña y menos sofisticada en la clínica, que nos permite hacer restauraciones en una cita, pero con menos indicaciones.

Cerec con Cerec AC/Cerec Connect permite también utilizar esta otra vía para fabricar la restauración en el laboratorio.

Otra diferencia es la tecnología utilizada. Por un lado los sistemas Cerec, E4D e iTero toman fotografías, y posteriormente suturan esas fotografías fabricando un modelo digital. Lava C.O.S., captura vídeo en 3D en movimiento (28).

Para capturar las imágenes Cerec y E4D utilizan triangulación de luz, iTero un sistema de luz paralela confocal y Lava C.O.S. un muestreo activo (óptico) mediante frentes de onda.

Cerec y Lava C.O.S. requieren una capa de polvo para que el sistema obtenga puntos de referencia 3D. La tecnología de iTero y E4D no requiere la utilización de polvo para capturar las superficies.

34 Cerec, Lava C.O.S. y E4D son sistemas cerrados, sólo permiten comunicarse con laboratorios o centros de diseño y fresado del mismo fabricante. El problema de estos sistemas es que debido a las limitaciones de su exclusivo método de fabricación, se reduce el campo de utilización de materiales, formas, espesores, etc. iTero es hasta hoy el único sistema abierto comercializado en España.

5. Preparación de dientes pilares para tecnología CAD/CAM:

El tallado en prótesis para dientes en los que se utilizará esta tecnología no difiere mucho de las preparaciones convencionales. Especialmente hay que tener cuidado en cumplir los grosores mínimos necesarios para garantizar la resistencia de las restauraciones cerámica.

Con respecto al margen, los sistemas indican dos tipos de margen:

- Hombro con ángulo interno redondeado.
- Chamfer profundo/aplanado (con bordes redondeados).

Se evitarán los ángulos rectos y las espículas marginales producidas al profundizar en exceso el diamante con punta redonda y los hombros rectos quedan totalmente descartados ya que el escáner no puede leer ángulos agudos (independientemente del proceso que se utilice (a partir de una imagen óptica, por láser o mecánica), ni las fresadoras fabricarlos (38).

Las caras axiales presentarán una ligera convergencia hacia la cara oclusal, entre los 4º y los 15º.

La profundidad de tallado deberá ser de 0,8–1,5 mm.

La cara oclusal se tallará siguiendo la morfología de las cúspides, surcos y vertientes, pero de una forma más suave (más plana) y tallando las cúspides funcionales en dos vertientes. El tallado deberá ser de 1,5–2mm de profundidad.

Todos los ángulos de la preparación deberán redondearse, evitando depresiones y cavidades profundas, para eliminar posibles puntos de estrés para la cerámica; las superficies han de estar bien pulidas para facilitar la digitalización (22).

6. Cerámicas en odontología:

Las restauraciones ceramometálicas son la base del modelo convencional de prótesis fija. Pero, a pesar de su contrastado éxito, no han cesado los esfuerzos por lograr sistemas totalmente cerámicos debido a la necesidad de encontrar prótesis más estéticas y más biocompatibles. La estética es un concepto subjetivo, sometido a grandes cambios según el medio socio-cultural que se trate. Pero no cabe duda de que en el entorno en que nos movemos hablar de restauraciones estéticas en el momento actual, implica hablar de cerámica sin metal. Además, las porcelanas son más inertes que los metales. Sabemos que las aleaciones pueden verter iones nocivos al medio oral al sufrir corrosión, hecho que no ocurre en las cerámicas debido a su baja reactividad química (39).

La invención de la porcelana (cerámica de mayor calidad y características) tuvo lugar en China durante la dinastía Tang (618–906) y tardó poco en ser conocida y fabricada en Europa. Sin embargo, la historia de las porcelanas como material dental ha comenzado hace relativamente poco. La introducción de la porcelana en odontología tiene lugar en 1774 gracias a un farmacéutico francés, Alexis Duchateau (1714–1792).

Desde los años ochenta las aportaciones en este campo han sido constantes.

A mediados de esta década tan fructífera, Mörmann y Brandestini (entre otros pioneros) hacen posible la aplicación de los sistemas CAD–CAM a la odontología

creando el sistema Cerec para la realización de restauraciones de porcelana sin necesidad de laboratorio, tal y como hemos comentado con anterioridad.

En 1991 fue introducido el sistema IPS Empress, suponiendo una gran innovación en la obtención de inlays, onlays y coronas libres de metal. Un cambio en su composición estructural para la consecución de una mayor resistencia mecánica, dió lugar a la aparición del sistema IPS Empress 2 en 1998, con mayores posibilidades terapéuticas. Desde ese momento, aparecen las nuevas porcelanas de alta resistencia y baja contracción tales como Vita In Ceram, Procera All Ceram o las cerámicas basadas en el óxido de zirconia que posibilitaron la ampliación, con reservas, de sus indicaciones a la realización de puentes de hasta tres unidades, por su mayor resistencia (40).

El deseo de la alta estética y búsqueda de la máxima biocompatibilidad ha hecho que en los últimos años las cerámicas zirconiosas se estén extendiendo y haciendo cada vez más populares (41).

Al hablar de este tipo de materiales cerámicos manufacturados industrialmente para ser utilizados en restauraciones dentales por el procedimiento de CAD/CAM, tienen más fiabilidad, porque al ser producidos como bloques cerámicos, y no necesitar las altas temperaturas de las cerámicas procesadas en el laboratorio dental, suponen un bajo riesgo de producir imperfecciones.

El mayor y más rápido desarrollo de todo este elenco de materiales se debe, en gran parte, a que en los últimos tiempos se ha producido un aumento de la demanda de restauraciones estéticas por parte de los pacientes en odontología. Esto ha condicionado que las restauraciones cerámicas sin metal se hayan puesto en el punto de mira en el campo de la prótesis fija. Las restauraciones totalmente cerámicas constituyen un modelo estético difícil de imitar por otros medios restauradores ya que permiten una mejor transmisión de la luz a través del mismo.

Además de la estética, otras ventajas han propiciado el enorme interés por las cerámicas como son su biocompatibilidad, estabilidad del color, baja conductividad térmica y resistencia a la degradación en el medio oral.

6.1. COMPOSICIÓN DE LA CERÁMICA:

La calidad de cualquier porcelana depende de la selección de sus componentes, de la correcta proporción de cada uno de ellos y del control del proceso de cocción. Sólo los ingredientes más puros se utilizan para la fabricación de porcelana dental debido a los exigentes requisitos de color, tenacidad sin fragilidad, insolubilidad y translucidez así como también las características deseables de resistencia mecánica y expansión térmica.

Las cerámicas, desde la más fina porcelana hasta la loza, están compuestas esencialmente por los mismos materiales, estando las diferencias principales en la proporción de los componentes primarios y en los procedimientos de cocción.

Los componentes son feldespato (75–85%), sílice (cuarzo o pedernal) (12–22%) y caolín (arcilla) (3–5%). Se agregan a menudo otros compuestos como potasa, soda, o cal para obtener propiedades especiales (14).

6.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CERAMICAS DENTALES:

Existen distintas clasificaciones para las porcelanas dentales según diferentes parámetros (39):

1. Técnica de confección.
2. Composición química.

6.2.1. TÉCNICA DE CONFECCIÓN:

La clasificación de las cerámicas analizando exclusivamente la forma de confección en el laboratorio es bastante útil y representativa. Siguiendo este criterio, los sistemas cerámicos se pueden clasificar en tres grupos: condensación, sustitución a la cera perdida y tecnología asistida por ordenador:

(I). Técnica de condensación;

Con ésta técnica se elaboran las porcelanas mediante condensación de la cerámica en sucesivas capas, hasta obtener la morfología final, previa a la fase de cocción.

(II). Técnica de sustitución a la cera perdida;

Estas técnicas están basadas en el modelado de un patrón de cera que posteriormente se transformará mediante diferentes técnicas, en una cofia interna o una restauración completa de porcelana tal y como clásicamente se efectúa con el metal.

Así distinguimos:

- Técnica de colado.
- Técnica de inyección por presión

(III). Técnica de procesado por ordenador;

Se fresa de un bloque de cerámica la cofia o la restauración completa.

6.2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA:

Las cerámicas son materiales 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, 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 (cuyos átomos sí que están dispuestos uniformemente).

La fase vítrea es la responsable de la estética de la porcelana (proporciona la translucidez), mientras que la fase cristalina es la responsable de la resistencia.

Por lo tanto la micro estructura de la cerámica tiene una gran importancia clínica ya que el comportamiento estético y mecánico de un sistema depende directamente de su composición (42).

Químicamente, las porcelanas dentales se pueden agrupar en tres grandes familias:

- Feldespáticas:
- Aluminosas:
- Zirconiosas.

39

Cerámicas feldespáticas.

Las primeras porcelanas de uso dental tenían la misma composición que las porcelanas utilizadas en la elaboración de piezas artísticas. Contenían exclusivamente los tres elementos básicos de la cerámica feldespato, cuarzo y caolín

Con el paso del tiempo, la composición de estas porcelanas se fue modificando hasta llegar a las actuales cerámicas feldespáticas, que constan de un magma de feldespato en el que están dispersas partículas de cuarzo y, en mucha menor medida, caolín.

El feldespato, al descomponerse en vidrio, es el responsable de la translucidez de la porcelana. El cuarzo constituye la fase cristalina. El caolín confiere plasticidad y facilita el manejo de la cerámica cuando todavía no está cocida.

Al tratarse básicamente de vidrios poseen unas excelentes propiedades ópticas que nos permiten conseguir unos buenos resultados estéticos.

Pero al mismo tiempo son frágiles y, por lo tanto, no se pueden usar en prótesis fija si no se “apoyan” sobre una estructura. Por este motivo, estas porcelanas se utilizan principalmente para el recubrimiento de estructuras metálicas o cerámicas.

Cerámicas aluminosas:

En 1965, McLean y Hughes abrieron una nueva vía de investigación en el mundo de las cerámicas sin metal. Estos autores incorporaron a la porcelana feldespática cantidades importantes de óxido de aluminio reduciendo la proporción de cuarzo.

El resultado fue un material con una micro estructura mixta en la que la alúmina, al tener una temperatura de fusión elevada, permanecía en suspensión en la matriz. Estos cristales mejoraban extraordinariamente las propiedades mecánicas de la cerámica. Esta mejora en la tenacidad de la porcelana animó a realizar coronas totalmente cerámicas.

Sin embargo, este incremento de óxido de aluminio provocaba en la porcelana una reducción importante de la translucidez, que obligaba a realizar tallados agresivos para alcanzar una buena estética.

Cuando la proporción de alúmina supera el 50% se produce un aumento significativo de la opacidad. Por este motivo, en la actualidad las cerámicas de alto contenido en óxido de aluminio se reservan únicamente para la confección de estructuras internas, siendo necesario recubrirlas con porcelanas de menor cantidad de alúmina para lograr un buen mimetismo con el diente natural.

Cerámicas zirconiosas:

Este grupo es el más novedoso y el que ha supuesto el mayor boom en el desarrollo de las cerámicas dentales para sectores posteriores.

El zirconio, como elemento está agrupado dentro de los metales en la tabla periódica (número atómico 40), por ello va a gozar de las características propias de los metales en cuanto a resistencia, comportamiento óptico y químico se refiere.

Es un metal blanco grisáceo, brillante y muy resistente a la corrosión. Es más ligero que el acero con una dureza similar a la del cobre.

El óxido de zirconio (ZrO_2) fue descubierto por Hussak en 1892 bajo la forma de badeleyita. Ha sido utilizado durante décadas en la industria con diferentes fines y actualmente está emergiendo con fuerza desde hace ya unos años en la industria dental, debido a sus propiedades tanto mecánicas como ópticas.

El óxido de zirconio puro puede encontrarse en función de la temperatura, en tres formas cristalinas: cúbica, tetragonal y monoclinica; pudiendo presentarse también con forma ortorrómbica a altas presiones.

La cristalización en estructura monoclinica, es como aparece en la naturaleza, es decir, a temperatura ambiente, la zirconia cristaliza en forma monoclinica.

La cristalización en estructura tetragonal metaestable estabilizada gracias al ytrio, que es como se manipula y se presenta de manera comercial, al calentarse a 1.170°C, sufriendo una transformación alotrópica.

Si la temperatura sigue aumentando hasta alcanzar los 2.370°C se produce el cambio a estructura cúbica, fase en la que se mantiene hasta llegar a su punto de fusión (2.680°C) (4).

A nivel odontológico, estas cerámicas de última generación están compuestas por óxido de zirconio altamente sinterizado (95%), estabilizado parcialmente con óxido de ytrio (5%). El óxido de zirconio (ZrO_2) también se conoce químicamente con el nombre de zirconia o circona. La principal característica de este material es su elevada tenacidad debido a que su micro estructura es totalmente cristalina y además posee un mecanismo de refuerzo denominado “transformación resistente”, “transformación de endurecimiento” o “robustecimiento de la transformación”.

Este fenómeno descubierto por Garvie & cols. en 1975 consiste en que la zirconia 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 (39).

Esta propiedad le confiere a estas cerámicas una resistencia a la flexión entre 1.000 y 1.500 MPa, superando con un amplio margen al resto de porcelanas. Por ello, al zirconio se le considera el “acero cerámico”.

Estas excelentes características físicas han convertido a estos sistemas en los candidatos idóneos para elaborar: componentes de las prótesis de cadera (en el campo de la medicina), pernos radiculares prefabricados, pilares cerámicos para implantes en zonas muy exigentes desde el punto de vista estético, prótesis cerámicas en zonas de alto compromiso mecánico (40).

Su alta resistencia permite prácticamente cualquier indicación, aunque destacan la realización de coronas, puentes de 3–6 unidades y estructuras sobre implantes.

Cada casa comercial realiza sus propios bloques para cada sistema CAD-CAM concreto, existiendo múltiples marcas comerciales de óxido de zirconio, como VITA In-Ceram YZ CUBES, IPS e.max ZirCAD, ZH-Blanks en KaVo EVEREST, Cercon Base en Cercon Smart Ceramics, Procera All Zirkon para Procera, Straumann Zerion para Straumann, etc.

Estos bloques presentan un prensado isostático y una alta sinterización; y sólo pueden ser fresados por sistemas que tengan la capacidad de conversión, es decir, que la estructura una vez fresada es un 20-30% mayor que el resultado final cuando esté totalmente sinterizado a una temperatura de 1.300-1.500°C.

Estos bloques llevan un código de barras que permite al sistema CAM realizar el fresado según la contracción de sinterización (4).

7. Ajuste marginal:

7.1. CONCEPTO:

Se define ajuste o sellado marginal en prótesis fija como la exactitud con la que encaja una restauración de prótesis fija sobre una línea de terminación, previamente tallada en la porción cervical de la corona dentaria, mediante un instrumento rotatorio diamantado de alta velocidad.

El ajuste marginal es uno de los criterios más importantes para el éxito a largo plazo de las restauraciones de prótesis fija, junto a otros criterios también importantes como son la resistencia a la fractura y la estética; siendo dicho ajuste marginal, ampliamente investigado en la literatura (43).

Así discrepancias marginales entre 50 y 120 μm se consideran clínicamente aceptables en relación a la longevidad de las restauraciones (39).

En Odontología ha existido durante mucho tiempo una discusión acerca del grado de discrepancia marginal (dimensión vertical desde la línea de terminación de la preparación hasta el margen cervical de la restauración) aceptable, que no resulte en efectos deletéreos en la estructura dentaria o el tejido circundante. Se ha publicado un espacio marginal que oscila entre 10 y 500 μm , con valores medios de 50 a 100 μm ; se han encontrado incluso valores más altos para las discrepancias incisal/oclusal (44-46).

7.2. MANIFESTACIONES CLÍNICAS:

La falta de sellado marginal posee manifestaciones clínicas (40) que pueden aparecer aisladas o combinadas y que se clasifican en:

- ✚ biológicas (afectan a la salud de los tejidos orales gingivales y dentarios)
- ✚ estéticas (consecuencia de las biológicas y que afectan al aspecto del paciente)
- ✚ mecánicas (afectan a la integridad, retención y durabilidad de las restauraciones), basadas estas últimas en la premisa de que cuanto mayor sea el contacto entre la superficie interna de la restauración y el diente, mayor será la retención. De este modo, cuando existen discrepancias marginales las des cementaciones son más frecuentes.

Por lo tanto, el desajuste de las restauraciones en prótesis fija puede afectar a la resistencia, a la fractura y reducir su longevidad, además, de otros conocidos efectos adversos, como la lesión de los tejidos adyacentes, la formación de caries en el margen o la disolución del agente cementante al quedar éste expuesto al entorno oral, permitiendo, dicho suceso, la percolación de bacterias, pudiendo ser una de las causas de inflamación pulpar e incluso de la necrosis de la misma.

Todo ello puede desembocar en un fracaso de la restauración.

Justificación.

Actualmente en la industria en general, la tecnología CAD-CAM ha dejado de ser una opción para ser la única opción existente. Se podría afirmar que es una tecnología de supervivencia. Sólo aquellas empresas que lo usan de forma eficiente son capaces de mantenerse en un mercado cada vez más competitivo. Esta disciplina se ha convertido en un producto indispensable para la industria actual que se enfrenta a la necesidad de mejorar la calidad, disminuir costes y acortar los tiempos de diseño y producción.

Aunque las técnicas de impresiones convencionales mediante elastómeros están bastante controladas, y son ampliamente conocidas, no dejan de ser técnicas manuales influenciadas por la destreza del operador, en las que no son extraños errores como pliegues, arrastres o burbujas, espesores de material inadecuados, falta de material, distorsiones, escalones, etc...

La industria y la odontología siguen investigando, tratando de lograr unas impresiones lo más estandarizadas que sea posible, en las que se eviten este tipo de errores y en las que el coste económico y de tiempo se vean reducidos. El uso de tecnología digitalizada, mediante la utilización de cámaras intraorales para el registro de estructuras bucales, evitando la utilización de materiales de impresión, es una línea de I+D, que lleva desarrollándose desde los años 1970, cuando SIEMENS, propuso la utilización de su primera unidad de CEREC (16,19). Desde entonces distintos desarrollos han ido mejorando las posibilidades de utilización de este tipo de técnicas hasta hacerlas una realidad, dentro de la clínica diaria.

En 2008 Cadent comercializó un sistema de impresiones digitales llamado ITERO Intraoral Scanner (Cadent). El escáner intraoral ITERO utiliza una tecnología que permite registrar de forma rápida las estructuras bucales en formato digital. Básicamente, la principal diferencia con respecto a los sistemas utilizados hasta la actualidad se fundamenta en que no necesita polvo para eliminar los brillos, aumentando la comodidad del paciente y del operador ya que no hay que tomar la impresión de una

vez sino que el paciente puede cerrar la boca si se cansa, y aparte disminuye el riesgo de que aparezcan burbujas formadas por la mezcla de polvo y saliva.

46 Por otra parte, uno de los factores relacionados más directamente con el registro de las estructuras dentarias y posteriormente con el proceso de elaboración de la propia prótesis, es el sellado marginal. Las restauraciones fijas al confeccionarse fuera de la boca y posteriormente fijarse al diente, generan una interfase entre el diente y la restauración. Aunque esta interfase se rellena por el cemento, es esencial que la adaptación entre ambos elementos sea máxima para que el cemento ocupe el menor espesor posible (18).

La falta de ajuste marginal en las restauraciones de prótesis fija es el responsable de una serie de alteraciones clínicas que conducirán al fracaso de las mismas (29). El punto de partida de los problemas derivados de los desajustes marginales, es el acúmulo de placa bacteriana alrededor del margen de la restauración, que puede producir complicaciones dentales (caries o necrosis pulpar) y/o periodontales (desde una gingivitis hasta una periodontitis crónica. Desde el punto de vista mecánico una falta de ajuste marginal provocará la descementación de la restauración. Como consecuencia de todos estos factores se ve alterado el aspecto estético del paciente.

Así pues, teniendo en cuenta los factores anteriormente expuestos, y las nuevas posibilidades que abren los sistemas digitales de impresión, consideramos de interés la realización de un estudio que evalúe el ajuste marginal y la adaptación interna de coronas individuales utilizando el sistema de impresiones intraoral digital ITERO.

Objetivos & Hipótesis .

1. Objetivos:

El objetivo general de este estudio es evaluar la adaptación en coronas cerámicas unitarias realizadas sobre pacientes, obtenidas mediante dos técnicas de impresión: sistema de impresiones intraoral digital ITERO (Straumann/Cadent) frente a técnica de impresión estándar con elastómeros.

Para ello, nos planteamos los siguientes objetivos específicos:

1. Obtener los valores “globales” de ajuste marginal y adaptación interna de las coronas realizadas con ambas técnicas de impresión.
2. Evaluar si los valores de ajuste marginal obtenidos con cada técnica de impresión están dentro de los límites clínicamente aceptados (120 μ m).
3. Comparar de manera “global” los valores obtenidos con la técnica de impresión convencional Vs. los obtenidos con la técnica de impresión digital.
4. Comparar para ambas técnicas, los valores obtenidos en micras en las siguientes zonas de la preparación:
 - ✓ Margen
 - ✓ Zona del ángulo del margen de la preparación (Chamfer)
 - ✓ Axial
 - ✓ Cresta de la cúspide
 - ✓ Fosa de la cara oclusal

2. Hipótesis de trabajo:

La hipótesis nula (H_0) de este trabajo se expresa como:

49

NO se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la adaptación de las coronas cerámicas obtenidas mediante tecnología CAD-CAM, independientemente de la técnica de impresión (convencional Vs. digital) utilizada.

Material y Métodos.

1. Selección de pacientes y consentimiento informado:

Para la realización de este estudio piloto se seleccionaron 10 dientes (premolares y molares), de 10 pacientes que acudieron para recibir tratamiento dental a la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid. Solo se seleccionaron dientes que exhibían amplia destrucción de la corona clínica, con necesidad de restauraciones de recubrimiento total unitarias.

Los pacientes firmaron un Consentimiento Informado (Anexo 1) que fue previamente aprobado por el Comité Ético de Investigaciones Clínicas (CEIC) para realizar el estudio in vivo. En este caso, el ensayo clínico es de fase IV, ya que el método empleado ha sido comercializado y no se trata de un método invasivo.

2. Criterios de inclusión y de exclusión:

(I) Inclusión:

- Mayor de edad.
- Capacidad para entender el objetivo y limitaciones del estudio
- Aceptación del consentimiento informado.
- Pieza dentaria susceptible de tratamiento: molar o premolar con necesidad de restauración con una corona unitaria de recubrimiento total, cerámica.
- Posibilidad de situar el margen de la preparación en una situación $\leq 1\text{mm}$ en relación con el margen gingival.

(II) Exclusión:

Se excluirán del estudio aquellos pacientes que presenten una o varias de las siguientes características:

- Portadores de prótesis parcial removible o prótesis mixta, que afecten a los dientes tratados o a los dientes antagonistas.
- Higiene oral deficiente.
- Caries activa.
- Enfermedad periodontal activa y/o avanzada.
- Bruxismo severo.
- Requerimientos de cualquier otro tipo de tratamiento incompatible con coronas de recubrimiento total.
- Cuando el diente a coronar presentase una caries o una reconstrucción subgingival que obligue a la situación del límite de la preparación >1 mm.

3. Procedimientos clínicos:

A cada diente seleccionado que se incluyó en el estudio se le realizó el mismo protocolo, tanto en los pasos previos, como en la preparación, y en la retracción gingival. Una vez completados todos estos procedimientos, a cada diente ya preparado, se le tomaron dos impresiones, una convencional y una digital.

A continuación se detalla cada paso del procedimiento clínico.

Todos los procedimientos clínicos fueron realizados por investigadores entrenados previamente en ambas técnicas.

3.1. PASOS PREVIOS:

Se realizó toma de impresiones al paciente mediante alginato, para la obtención de unos modelos preliminares sobre los cuales se realizó el estudio del paciente. Después, estos modelos se enviaron al laboratorio para la confección de las coronas provisionales.

3.2. PREPARACIÓN DE LOS DIENTES:

Se prepararon los dientes pilares siguiendo la metodología propuesta por Shillinburg (47), empleando una línea de terminación en chamfer o en hombro redondeado tal y como recomienda la mayor parte de la bibliografía (48-51), situando el margen yuxtagingival o subgingival hasta 1 mm como máximo, según las necesidades del caso.

53

3.3. RETRACCIÓN GINGIVAL:

La retracción gingival se realizó según el espacio de surco que presentaba el paciente. Si había espacio suficiente la técnica de elección fue siempre de doble hilo. Se utilizó hilo Ultrapack (Ultradent, South Jordan, USA) de #000, #00.

El primer hilo (más fino) humedecido en solución vasoconstrictora, Racestypine (Septodont, France) y el segundo hilo (más grueso) sin humedecer. Se procedió a retirar el segundo hilo antes de tomar la impresión.

Si el paciente presentaba menor espacio sólo se posicionaba un único hilo humedecido en solución vasoconstrictora, si con esto el margen quedaba visible se tomaba así la impresión, si no se retiraba el hilo y se procedía a la toma de la impresión.

3.4. TOMA DE IMPRESIONES Y OBTENCIÓN DE LOS MODELOS

MAESTROS:

Una vez preparado cada diente según este protocolo, se tomaron dos impresiones en cada preparación, una con la técnica habitual de cubetas y elastómeros, y otra mediante escaneado intraoral directo.

En el caso de la impresión habitual se contabilizó la impresión con elastómeros, el antagonista con alginato y cuando fue necesario el tiempo empleado en el registro de una cera de mordida.

3.4.1. TÉCNICA ESTÁNDAR:

La impresión estándar se llevo a cabo utilizando la técnica de doble mezcla con siliconas de adición. Se empleó silicona pesada (Express Penta Putty, 3M-ESPE) y fluida (Express Body Light, 3M-ESPE). El registro de la arcada antagonista se realizó mediante alginato (3).

Para obtener los modelos maestros, el vaciado se realizó con escayola extra dura Fuji Rock (G.C.) en el caso de las impresiones de silicona y escayola Vel-Mix Stone (Kerr) para las de alginato.

Estos modelos obtenidos de manera convencional fueron escaneados en el laboratorio Prótesis S.A., con el scanner de laboratorio Straumann Cares CS2 (Straumann), obteniendo así un modelo digital.

A partir de este modelo digital, obtenido mediante el escáner extraoral (técnica convencional) o intraoral (ITERO), es desde donde ya se parte de manera paralela haciendo exactamente lo mismo en ambos casos, para obtener dos coronas que se examinaron para comparar su ajuste.

3.4.2. TÉCNICA DE ESCANEADO INTRAORAL:

De la misma manera que con la impresión convencional, sobre la misma preparación y usando la misma metodología de retracción gingival (si usamos doble hilo con una de las impresiones en una preparación, se utilizó también el doble hilo con la otra impresión del mismo diente), se realizó la toma de impresión con el Scanner Intraoral ITERO, que se realizó siempre siguiendo la metodología indicada por el fabricante, descrita a continuación:

Rellenar la prescripción para el laboratorio, donde hay que elegir:

- ✚ datos de filiación del paciente
- ✚ el laboratorio
- ✚ los dientes ausentes
- ✚ el diente para el que pedimos la restauración
- ✚ tipo de restauración
- ✚ material
- ✚ color

La secuencia de escaneado es guiada, una vez que has rellenado la prescripción del laboratorio, indicando las preparaciones a escanear, y los dientes que no están, el programa elige la zona que hay que escanear. Se puede elegir por qué maxilar comenzar.

Se escaneó primero el antagonista para mantener la retracción gingival unos minutos más y así ser más efectiva. En el escaneo guiado del antagonista, el sistema recomendaba centrarse en recoger información más completa en las áreas que influyen en la oclusión. El programa pide de todos los dientes que influyan en la zona de la preparación:

- ✚ un escaneado bucal
- ✚ un escaneado lingual

A continuación se realizó el escaneado guiado del maxilar de la preparación, comenzando por la preparación en sí, de la cual el programa exige un escaneo:

- ✚ directamente oclusal
- ✚ uno bucal
- ✚ uno lingual
- ✚ uno de la cara distal del diente mesial
- ✚ uno de la cara mesial del diente distal (registrando así los puntos de contacto)
- ✚ Después continúa con una foto bucal y otra lingual del resto de los dientes que pida el programa del maxilar de la preparación.

Registro de oclusión: se pide al paciente que cierre y con la cámara por vestibular se realiza una foto de la oclusión, que el sistema utiliza para ocluir los dos maxilares.

Una vez completado el escaneado, los datos obtenidos se enviaron al laboratorio de referencia (Protesis S.A.) vía módem.

3.5. CORONAS PROVISIONALES:

Una vez realizadas las dos impresiones, se procedió al ajuste de las coronas provisionales de laboratorio y seguidamente a su cementado. Para ello, se utilizó un cemento provisional sin eugenol: RelyX Temp NE (3M-ESPE).

4. Confección de las coronas:

Para cada preparación, se confeccionaron tres coronas totalmente cerámicas con cofia de alto contenido en dióxido de circonio: Zerion (Straumann), composición:

56

ZrO ₂ (dióxido de zirconio)	}	>99%
+ Y ₂ O ₃ (óxido de itrio)		
+ HfO ₂ (óxido de hafnio)		
Al ₂ O ₃ (óxido de aluminio o alúmina)		<0.5%

Estas coronas se codificaron con un dígito y una letra, el dígito indicando el número de paciente al que corresponde y la letra la técnica con que se realizó la impresión de la preparación correspondiente a esa corona.

Las coronas fueron codificadas de la siguiente forma:

Corona S: Las obtenidas mediante la técnica estándar de impresiones con siliconas.

Corona D: Las obtenidas mediante la técnica de escaneado intraoral digital Cadent iTero.

Corona C: Las coronas definitivas que fueron cementadas en boca y que se confeccionaron también a partir de los modelos obtenidos con la técnica habitual de impresiones, ya que este sigue siendo el “Gold Standard”.

4.1. CORONA S (Impresión con siliconas):

El modelo de escayola obtenido a partir de la impresión convencional fue escaneado en el laboratorio Prótesis S.A. con el Scanner de laboratorio Straumann Cares CS2 (Straumann), obteniendo así un modelo digital.

A partir de este modelo digital, el flujo de trabajo ya se hizo exactamente igual al que se realizó con el modelo digital obtenido a partir de la impresión digital intraoral, una vez que este es depurado en Cadent.

Se diseñó una cofia con las mismas características por el mismo técnico para cada modelo digital, con el software de diseño CAD, Straumann Cares Visual 6.2 (Straumann), y se mandaron fresar al centro de fresado en Leipzig, en la fresadora industrial TZ15 W Magnum (Chiron), en el mismo material, Straumann Zerion. Aparte también se encargó que fresasen el modelo ITERO.

Una vez que llegó el paquete al laboratorio con:

- ✓ 3 cofias (una para cada corona: S, D y C)
- ✓ 1 modelo ITERO

Se procedió a cargar la porcelana (feldespática) de manera convencional utilizando la técnica de capas sobre las cofias sobre sus respectivos modelos: las coronas S y C se cargaron sobre el modelo de escayola, y la corona D sobre el modelo ITERO.

4.2. CORONAS D (Impresión digital):

El archivo digital obtenido a partir de la impresión intraoral digital, completó en cada caso el siguiente flujo de trabajo:

Primero se envió a la central de Cadent, en Tel-Aviv (Israel) donde cada impresión fue “depurada” digitalmente de datos innecesarios, como parte de la lengua o mucosa yugal que hayan sido impresionados innecesariamente, aparte de brillos o saliva. Cadent reenvió la impresión depurada al laboratorio de elección (Prótesis S.A), que con un software de diseño CAD, Straumann Cares Visual 6.2 (Straumann), diseñaron digitalmente la cofia.

El laboratorio (Prótesis S.A) pidió al centro de fresado de Straumann en Leipzig (Alemania):

- ✚ el modelo físico fresado a partir de un bloque de resina epoxi
- ✚ la cofia fresada

Una vez recibida la cofia y el modelo, el técnico procedió a añadir la cerámica de recubrimiento de igual modo que en la corona anterior.

4.3. CORONAS C (Corona para cementar en la boca):

Estas coronas se realizaron exactamente igual que las coronas S, y fueron destinadas exclusivamente a su cementado en boca.

5. Evaluación del ajuste de las coronas:

La evaluación del ajuste de las coronas se realizó mediante la medición de la interfase que hay entre la corona y la preparación clínica. Para realizar dicha medición se registró la interfase. A continuación se detalla el procedimiento de registro de la interfase, su preparación y su análisis:

5.1. REGISTRO DE LA INTERFASE:

Para registrar la interfase, se cementó cada corona en su correspondiente preparación clínica, interponiendo una silicona extra fluida color naranja, Express 2 Ultraflow (3M-ESPE), que reproduce el desajuste que existente entre la corona y el diente. Para estabilizar el registro de la interfase se realizó una impresión convencional para arrastrar la corona mediante la técnica de doble mezcla con las siliconas pesada Express Penta Putty (3M-ESPE) y fluida Express Body Light (3M-ESPE).

5.2. PROCESADO DE LAS PROBETAS:

Estabilización de la interfase:

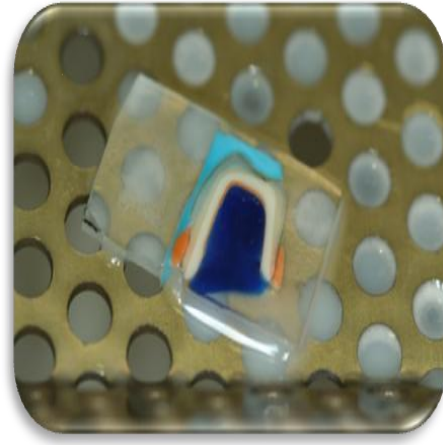
- Para estabilizar la interfase registrada como una fina capa que tapiza el interior de la corona, se vació la corona con resina epoxi azul, que contrasta con el naranja de la silicona de la interfase.
- La corona se embutió en resina epoxi transparente, produciendo así un bloque de 15x15x15 mm. Se marcó en cada bloque que lado era el bucal y qué lado era el lingual.

Producción de láminas:

✚ Sobre cada bloque, se dibujó con un rotulador negro transparente de punta fina permanente una línea que lo atravesaba por la mitad en sentido buco-lingual.

✚ En la mordaza de la recortadora se fijó el bloque, alineando la cuchilla con la línea negra, y asegurándonos de que desde la línea negra a la mordaza hubiese más de 2 mm. Con una rueda milimetrada que controla la cuchilla, la sacamos 2 mm más allá de la línea negra, y ahí se dio el primer corte. Con la rueda milimetrada, metemos la cuchilla 2 mm más, y ahí se dio el segundo corte. Se acercó la cuchilla todavía 2 mm más hacia la mordaza, y se dio el último corte. Con estos 3 cortes en cada bloque, produjimos 2 láminas de 2 mm de grosor cada una, de pared superior e inferior paralelas.





- Se pulió la cara interna que se iba a analizar de cada lamina: con discos de granos de grosor decreciente (1600, 1200, 800).



5.3. ANALISIS DE LAS PROBETAS:

Una vez procesadas las probetas, teníamos láminas de 2 mm de grosor, que analizamos con un Stereo Microscopio M125 (Leica), a 40 aumentos (40x).

61

✓ MEDICIÓN DEL DESAJUSTE:

El software con el que adquirimos la imagen, la calibramos, y medimos el desajuste fue Leica Application Suite (Leica).

Tomamos 4 medidas lineales del grosor de la interfase (línea naranja), en 9 puntos en cada lámina:

- ✓ Margen bucal (x4)
- ✓ Chamfer bucal (x4)
- ✓ Axial bucal (x4)
- ✓ Cresta bucal (x4)
- ✓ Fosa (x4)
- ✓ Cresta lingual (x4)
- ✓ Axial lingual (x4)
- ✓ Chamfer lingual (x4)
- ✓ Margen lingual (x4)

De cada corona, obtuvimos 2 láminas, a las que se le hicieron $9 \times 4 = 36$ mediciones a cada una, es decir, 72 mediciones en total por cada corona.

5.4. ANALISIS DE LOS DATOS:

Los datos se almacenaron en una hoja de cálculo Excel 2007 (Microsoft Corporation), indicando:

- ✓ Nombre de la imagen a la que pertenecía cada medición
- ✓ Número de espécimen
- ✓ Técnica de impresión a la que pertenecía cada medición

- ✓ Grupo (margen, chamfer, axial, cresta o fosa)
- ✓ Medición en micras

Una vez recopilados todos los datos, el contenido se volcó en el programa de análisis de estadística SPSS 19.0 para Mac (SPSS Corporation).

62

Primero se analizó la normalidad de la muestra utilizando el test de Kolmogorov-Smirnov, y después se aplicó la t de Student para muestras pareadas en los grupos que cumplieron la normalidad, y el test de Wilcoxon, no paramétrico, en los que no superaron el test de normalidad.

Las variables analizadas para comprobar si la técnica de impresión influye significativamente en el mejor ajuste de las coronas unitarias fueron:

- Global: analizamos si existe diferencia significativa de manera global; si el ajuste es mejor de forma global usando una técnica de impresión convencional o una técnica de impresión digital.
- Variable Grupo: analizamos si existe diferencia entre las técnicas en cada una de los puntos medidos (margen, chanfer, axial, cresta o fosa).

Se utilizó un nivel de significación del 95%

6. Cementado definitivo de la corona en boca:

El cementado definitivo de las coronas en boca se realizó en la misma sesión clínica en la que se tomaron las impresiones de las cuales se obtuvieron las probetas para el estudio de los ajustes.

El material empleado para el cementado fue RelyX Unicem (3M-ESPE).

Resultados.

Un total de 20 coronas, 10 de ellas realizadas por el método convencional de impresión con elastómeros y otras 10 realizadas por el método de impresión digital ITERO, de diez dientes de diez pacientes fueron examinadas para el estudio.

1. Estadística descriptiva:

		Media	Intervalo de confianza 95%		Desviación típica
			Sup.	Inf.	
Global	Convencional	173,35972	126,58298	101,10976	103,942038
	ITERO	113,84637	195,12996	151,58948	60,810963
Margen	Convencional	161,19789	186,93617	135,45962	53,400610
	ITERO	85,08165	102,06976	68,09354	36,298272
Chamfer	Convencional	152,69663	197,18879	108,20447	92,310335
	ITERO	88,99000	109,69904	68,28096	44,248728
Axial	Convencional	118,28516	155,32979	81,24052	76,858546
	ITERO	80,17810	92,92460	67,43160	27,235264
Cresta	Convencional	250,04720	285,76184	214,33256	76,310979
	ITERO	181,56325	199,10407	164,02243	181,56325
Fosa	Convencional	298,75213	386,79802	210,70623	105,315421
	ITERO	191,23913	221,17556	161,30269	35,808242

2. Pruebas de normalidad:

Se realizó el test de Kolmogorov–Smirnov para evaluar la normalidad de la muestra, cuyos resultados se ven en la siguiente tabla:

65

Variable	Kolmogorov–Smirnov			
	(Sig)Itero	Normal	(Sig)Convencional	Normal
Global	0,000	No	0,000	No
Grupo: margen	0,039	No	0,200	Si
Grupo: chamfer	0,053	Si	0,114	Si
Grupo: axial	0,085	Si	0,000	No
Grupo: cresta	0,157	Si	0,200	Si
Grupo: fosa	0,200	Si	0,200	Si

Previo a el análisis estadístico Inferencial se realizaron pruebas de normalidad, Kolmogorov–Smirnov.

Las variables que superaron el test de normalidad fueron posteriormente analizadas con la t de Student para muestras pareadas: chamfer, cresta y fosa.

Las variables que no superaron el test de normalidad fueron analizadas con la prueba no paramétrica del test de los signos de Wilcoxon.

: global, margen, axial.

3. Estadística Inferencial:

3.1. Variable_ Global:

Al comparar el desajuste global de la técnica de impresión convencional comparada con el desajuste global de la técnica de impresión digital intraoral (ITERO), obtuvimos los siguientes resultados:

- ✓ Se rechaza la hipótesis nula.
- ✓ Las coronas realizadas a partir de la impresión ITERO obtuvieron una adaptación interna significativamente mejor comparadas con las coronas obtenidas a partir de la impresión convencional.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Convencional y Itero es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

3.2. Variable_ Grupo:

Los resultados de la diferencia de ajuste entre técnicas dependiendo de la zona analizada (margen, chanfer, axial, cresta, fosa), se detalla a continuación:

✚ Margen:

- ✓ Se rechaza la hipótesis nula.
- ✓ Las coronas realizadas a partir de la impresión ITERO obtuvieron una adaptación interna significativamente mejor a nivel marginal comparadas con las coronas obtenidas a partir de la impresión convencional.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Itero y Convencional es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas	,001	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

✚ Chanfer:

- La media de la interfase en la zona del chanfer entre la preparación y las coronas hechas a partir de la técnica convencional de impresión es de 152,69 μm .
- La media de la interfase en la zona del chanfer entre la preparación y las coronas hechas a partir de la técnica de impresión digital es de 88,99 μm .
- ✓ La técnica de impresión digital nos da un mejor ajuste de la corona al diente en la zona del chanfer.
- ✓ Las diferencias son estadísticamente significativas: $P=,013$

t de Student:

Grupo = Chanfer	t	gl	Sig. (bilateral)
Convencional – ITERO	2,738	19	,013

✚ Axial:

- ✓ Se retiene la hipótesis nula.

- ✓ Las coronas realizadas a partir de la impresión ITERO obtuvieron una adaptación interna mejor a nivel axial comparadas con las coronas obtenidas a partir de la impresión convencional, pero esta diferencia NO es significativa.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Itero y Convencional es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas	,100	Retener la hipótesis nula.
2	La mediana de las diferencias entre Itero y Convencional es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de muestras relacionadas	,100	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

✚ Cresta:

- La media de la interfase en la zona de la cresta entre la preparación y las coronas hechas a partir de la técnica convencional de impresión es de 250,04 µm.
- La media de la interfase en la zona de la cresta entre la preparación y las coronas hechas a partir de la técnica de impresión digital es de 181,56 µm.
- ✓ La técnica de impresión digital nos da un mejor ajuste de la corona al diente en la zona de la cresta.
- ✓ Las diferencias son estadísticamente significativas: P=,001

t de Student

Grupo = Cresta	t	gl	Sig. (bilateral)
----------------	---	----	------------------

t de Student

Grupo = Cresta	t	gl	Sig. (bilateral)
Convencional - Itero	4,044	19	,001

69

 Fosa:

- La media de la interfase en la zona de la fosa entre la preparación y las coronas hechas a partir de la técnica convencional de impresión es de 298,75 μm .
- La media de la interfase en la zona de la fosa entre la preparación y las coronas hechas a partir de la técnica de impresión digital es de 191,23 μm .
- ✓ La técnica de impresión digital nos da un mejor ajuste de la corona al diente en la zona de la fosa.
- ✓ Las diferencias son estadísticamente significativas: $P=,022$

t de Student

Grupo = Fosa	t	gl	Sig. (bilateral)
Convencional - Itero	2,765	9	,022

Discusión.

La obtención de restauraciones protésicas que tengan un buen ajuste a sus respectivas preparaciones ha sido desde los primeros tiempos de la Odontología un objetivo prioritario.

71

Los problemas surgidos de la falta de ajuste de las restauraciones a su preparación van desde los de tipo biológico: caries y micro filtraciones a los de tipo mecánico: descementación, resistencia a la fractura, etc.

El desarrollo de los materiales de impresión de tipo elastómero ha supuesto una clara mejora en la obtención de impresiones fiables, sin embargo, aun así, siguen existiendo problemas de adaptación de los elementos protésicos, toda vez que supone un procedimiento engorroso para el clínico y relativamente molesto para el paciente.

Por otra parte la tecnología CAD-CAM en odontología lleva desarrollándose desde los 70, haciendo a muchos creer que el final de las impresiones con materiales convencionales y la suma de errores que conllevan está relativamente cerca. Por esta razón hemos llevado a cabo este estudio, en un intento de esclarecer si las técnicas digitales resultan más, igual, o menos fiables en el ajuste interno que las técnicas convencionales.

En los últimos años se han escrito muchos artículos de opinión (52-54) alagando los métodos de impresión digital, y también casos clínicos (55), pero para estudiar si realmente existe mayor precisión que en las técnicas convencionales hacen falta estudios clínicos prospectivos controlados. Como es lógico, con Cerec se han hecho más ya que es el sistema que más tiempo lleva (31,56), con Lava C.O.S. se ha hecho el de Syrec y el de Cardelli (57,58), y este estudio piloto con ITERO corrobora los resultados encontrados en los estudios anteriores hechos con otros sistemas de impresión digital intraoral, validando esta técnica y situándola como una opción a tener en cuenta si queremos que nuestras restauraciones sean lo más exactas posibles.

El presente estudio se ha realizado con coronas cerámicas unitarias de recubrimiento completo, con núcleo de zirconio. El zirconio es uno de los materiales

que tiene cada día más aceptación en el campo de la Odontología Estética por su aspecto natural con respecto a los dientes, sus propiedades físicas, la adhesión al esmalte y a la dentina, y su biocompatibilidad con el medio bucal.

A diferencia del estudio de Syrek (57), en este estudio se eligió la técnica de doble mezcla y un paso, basado en el artículo de Hung (7), en el que no hay diferencias entre ambas técnicas salvo en un punto en el que esta técnica obtiene mejores resultados.

El método de impresión convencional ha sido siempre un método inexacto y uno de los procedimientos más difíciles de realizar de forma consistente (35).

Hay muchos factores clínicos, además de la técnica y el material de impresión que influyen en la calidad de la impresión; la localización del margen de terminación, salud periodontal, sangrado del surco durante la toma de impresión, el grado de fluidez de la saliva y la colaboración del paciente (57). Si además la impresión se hace con un escáner intraoral, la accesibilidad del cabezal de impresión puede dificultar el proceso, sobre todo en la zona retro molar de pacientes con la rama de la mandíbula muy próxima a la cara vestibular de los molares inferiores. Por esta razón se eligió un diseño clínico para registrar las interfases, ya que aunque para un análisis de precisión de impresiones un diseño in vitro hubiera sido suficiente, al eliminar todos los factores que se encuentran en boca, los resultados no serían tan interesantes a nivel clínico. La accesibilidad reducida, la saliva, los tejidos blandos, y demás obstáculos que encontramos en una situación clínica inevitablemente pueden afectar al resultado de la impresión ya sea convencional o digital, y hay que contar con ello para analizar la idoneidad de un sistema.

La desventaja de hacer el registro de la interfase de la corona y la preparación clínicamente, es que se dificulta el proceso de análisis de estos registros, ya que no podemos utilizar el microscopio y observar la muestra en boca. Para solventar este problema, hemos utilizado una versión modificada de la técnica de la réplica.

Generalmente, la evaluación de la discrepancia marginal de las restauraciones de prótesis fija depende de numerosos factores. Los puntos de referencia para las mediciones, así como la propia definición de ajuste, varían mucho dependiendo de los investigadores, y muchos estudios llegan a conclusiones basados en sus propias

definiciones. A menudo, el mismo término se utiliza para referirse a diferentes mediciones o se emplean distintos términos para hacer referencia a una misma medición. Esto supone una constante fuente de confusión cuando se analizan los diferentes estudios al respecto, demostrando la dificultad inherente cuando se pretende llegar a conclusiones concretas (40).

Son muchos los estudios que han hecho referencia a medidas de ajuste relativas a la adaptación marginal, adaptación interna, asiento vertical, apariencia radiográfica y adaptación clínica de las restauraciones.

La técnica de la réplica es una técnica validada (57,58) de registro in vivo de la interfase que se acepta como método fiable y poco invasivo. La cofia se cementa en la preparación con silicona ultra fluida, y se aplica fuerza con el dedo unos 2 minutos. Después se retira la cofia con el registro de la interfase diente- corona, y se vacía con silicona light body para estabilizar el registro. La réplica de la preparación junto con el registro, se separan de la cofia, se cortan con una hoja de bisturí, y se mide el registro de la interfase al microscopio.

La técnica de la réplica convencional toma el registro únicamente con la cofia, y haciendo presión digital. Al tomar el registro de la interfase con la corona terminada, justo antes de cementarla, en oclusión y con los puntos de contacto, tenemos un registro de la interfase si cabe aun más real. Además, en la técnica convencional, registran la interfase con silicona ultra fluida, y acto seguido levantan la cofia de la preparación, estando el registro en silicona tan fina muy expuesta al desgarro o a separarse de la cofia. En la técnica modificada, tomamos una impresión convencional con silicona pesada encima de la corona para arrastrarla y además, la silicona que se pega al excedente de silicona ultra fluida que ha rebosado de la cementación, estabilizando así el registro.

Para estabilizar el registro en la técnica de la réplica convencional vacían la cofia con el registro con silicona light body, la cual al ser más pesada que la silicona ultra light del registro puede aplastarla si se inyecta con presión, falseando así los datos. En la técnica modificada, se estabiliza el registro con resina epoxi azul (el color para que contraste con el color naranja del registro), que se coloca en fase fluida, no es más

pesada que la silicona ultra light, por lo que no empuja el registro, y cuando está colocado, fragua con luz LED, quedando completamente rígido, estabilizando más que la réplica convencional en silicona flexible.

74 Como último paso, en la técnica de la réplica convencional, retiran la replica con el registro adherido de la cofia, para a continuación cortarlo con una hoja de bisturí (la silicona se puede cortar a mano perfectamente), terminando con observar la muestra al microscopio. En la técnica modificada, no separamos la réplica de la corona, sino que la embutimos en resina epoxi transparente, creando un bloque, que luego cortamos utilizando una recortadora, con la que podemos crear laminas estandarizadas de 2 mm de grosor, ya que en el análisis al microscopio, donde estamos analizando micras, si la pared en la que asienta la muestra y la que se está analizando no son paralelas, influye en la medición. Esto se debe a que la imagen se calibra en un punto de la muestra, que es difícil determinar con exactitud, y todo lo que no esté en el mismo plano, ya sea que esté más cerca o más lejos, se analiza con la misma calibración. Hay otras técnicas para evitar este factor aparte de la creación de láminas paralelas, que pueda resultar menos laborioso, como usar un poco de plastilina como base para paralelizar a ojo la muestra. Lo que sí es menos estandarizado, metiendo más error en los resultados.

La técnica de la réplica está validada como un método fiable y no invasivo aceptado para el registro in vivo de la interfase diente-corona (57,59). Añadiendo estas modificaciones, que en esencia utiliza el mismo registro, pero lo estabiliza de una manera más elaborada, se deben recoger unos datos más realistas si cabe.

Por cada preparación (n= 10), se analizó el registro de una corona realizada a partir de una impresión convencional y el registro de una corona realizada a partir de una impresión digital. Cada registro fue procesado como ya se ha explicado anteriormente, y se extrajo de cada uno de ellos; 2 laminas de 2mm de grosor cada una. En cada una de las láminas se realizaron 45 mediciones.

Como podemos observar, de forma global, la media de los registros digitales es 113.84 μm , mientras que la media de los registros convencionales es 173.35 μm , existiendo una diferencia significativa, y refutándose la hipótesis nula en la cual se expone que no hay diferencias en cuanto al ajuste de las coronas dependiendo de la técnica de impresión utilizada, convencional o digital (ITERO). Hay que tener en cuenta

que estas medias son el conjunto de las medidas tomadas en todas las zonas de la interfase, tanto en margen, como en las zonas chamfer, axial, cresta y fosa. Aunque no sea tan relevante clínicamente la comparación de las medias globales de las técnicas de impresión, ya que un desajuste en la fosa muy grande puede haber agrandado una de las medias, si que resulta interesante, ya que para empezar la diferencia es significativa, entendiendo que de manera global, en lo que al ajuste de toda la corona con la preparación se refiere, obtendremos mejores resultados si lo hacemos con el sistema digital ITERO.

Comparando las medias de cada zona por separado, podemos hacer un análisis más profundo. Podemos comparar mejor nuestros resultados con aquellos obtenidos en otros estudios, ya que lo que se suele analizar siempre es la discrepancia marginal, suponiendo una barrera frente a las filtraciones de saliva y deterioro precoz.

Siempre con respecto al análisis del desajuste marginal, la mayoría de los autores consideran que las discrepancias marginales en un rango entre 50–150 μm son clínicamente aceptables (40).

Como resultado de este estudio se obtuvieron una media de 85.08 μm de los registros digitales y 161.19 μm de los registros convencionales a nivel marginal. En cuanto al hecho de que la media de la interfase marginal no esté dentro de los valores clínicamente aceptados, hay que tener en cuenta que se trata de un estudio piloto con una muestra de 10 casos, por lo que será más interesante el resultado de las medias con una muestra de 30, que será el siguiente estudio. De todas formas como resultados preliminares se ve una tendencia con claro predominio de fiabilidad de las impresiones digitales sobre las impresiones convencionales.

Existe diferencia significativa, siendo la media de la discrepancia marginal a partir de ITERO mucho menor, y este dato si resulta clínicamente muy relevante por lo que ya hemos visto en la introducción de los efectos negativos que puede llegar a ocasionar un desajuste mayor. Estos datos concuerdan con los resultados de otros estudios que analizan el ajuste marginal de las impresiones digitales; Tsitrou et al. obtuvieron una media de la discrepancia marginal en un rango de 91– 105 μm en coronas hechas con Cerec 3 (60), mientras que en un estudio con Procera Allceram, el resultado fue una media en un rango de 90– 145 μm (61), y Syrec et al. obtuvieron una media de ajuste marginal de 49 μm con Lava C.O.S. y 71 μm con la impresión convencional, usando la

técnica de la réplica convencional, también existiendo una diferencia significativa en cuando al método de impresión (57).

La media de desajuste a nivel marginal con la técnica convencional, está levemente por encima del límite superior de lo que se considera clínicamente aceptable. Sus valores más altos con respecto a la técnica digital, podrían explicarse por el número elevado de pasos que se efectúan hasta obtener el modelo de trabajo, y la cantidad de materiales que forman parte del proceso, cada uno con un grado de contracción, que por muy pequeño que sea, se va sumando al resto de los errores, resultando en un modelo menos real a partir del cual vamos a producir una restauración.

En cuanto al resto de las zonas de la interfase, no tan relevantes pero si interesantes, los resultados fueron también mejor para ITERO, tanto en el ángulo del chamfer, en la recta axial, en la cresta y en el fondo de la fosa, existiendo una diferencia significativa en todas las zonas menos en la zona axial, donde el ajuste es el menor de todas las zonas analizadas para ambas técnicas, con una media de 118.28 μm del registro convencional y 80.17 del registro digital. El hecho de que en esta muestra no se hayamos encontrado una diferencia significativa lo podríamos entender por el hecho de que en esta zona es donde mejor ajuste hay en ambas técnicas de manera consistente, es la parte que mejor se replica en las impresiones, tanto convencionales como digitales, por lo que aunque una técnica haya obtenido mejores resultados, estos no son significativos. Habrá que esperar a ver si con una muestra más grande los resultados siguen siendo no significativos.

En la cresta y en la fosa fue en ambas técnicas donde menos ajuste hubo, una media de 250.04 μm del registro convencional frente a 181.56 μm del registro digital a nivel de la cresta, y una media de 298.75 μm del registro convencional frente a 191.23 μm del registro digital a nivel de la fosa..

Cardelli et al. son de los pocos que en su estudio de ajustes también han analizado las distintas zonas de la interfase (58).

Los resultados de Cardelli: 48.65 μm (margen), 112.25 (axial), 137.81 (cresta), 157.25 (fosa), con Lava C.O.S., y utilizando la técnica de la réplica convencional, se asemejan a las medias obtenidas en este estudio. El margen es menor en su estudio, y también la cresta, mientras que en axial y en la fosa es menor en este estudio. El margen es lo más relevante, y se puede explicar que sus resultados sean menores

porque han hecho el estudio tanto en dientes anteriores como en posteriores, mientras que este estudio está hecho únicamente en posteriores.

77

Trabajando con el flujo de trabajo digital, se observaron varias ventajas y desventajas del sistema.

Ventajas:

1– Comodidad del paciente: a la gran mayoría de los pacientes que participaron en el estudio el sistema de impresión digital les resultó más cómodo comparado con el método convencional.

2– Autoevaluación: los escáneres intraorales en general constituyen una herramienta muy útil y eficaz para que el dentista pueda evaluar su propio trabajo y hacer una mejor autocrítica para poder mejorar la calidad de sus tratamientos.

Las imágenes de la preparación que se obtienen con el escáner, nos permiten revisar la preparación a gran tamaño, con una imagen de alta calidad vemos el modelo desde todos los puntos y ángulos. Además nos permite visualizar las imágenes en 3D proporcionándonos la información de volumen que nos falta en una visión 2D. Esto permite evaluar nuestros propios tallados, el manejo que hacemos de los tejidos blandos y si la impresión es correcta antes de enviarla con mayor facilidad. Resulta inevitable esforzarse más cuando vemos nuestras preparaciones aumentadas de semejante manera. Detalles que a ojo pasan desapercibidos, en la pantalla del escáner parecen enormes, y este feedback es una herramienta de aprendizaje que nos ayuda a superarnos a nosotros mismos de manera rápida y efectiva.

3– Se reducen los pasos para la obtención del modelo de trabajo: al eliminar la cantidad de pasos necesarios para el método convencional, y el hecho de que dichos pasos ya

no sean artesanales si no digitales, hace que disminuya la posibilidad de introducir errores en el proceso y que dichos errores se arrastren en forma de cascada.

Los modelos fresados a partir de un bloque de resina epoxi son mucho más ligeros y resistentes. De hecho, estos modelos, que no sufren chipping como los de escayola, son una de las ventajas más claras y menos discutibles de todo el proceso.

El modelo, incluso siendo más resistente, de ocurrir cualquier accidente, se manda fresar de nuevo, y problema solucionado, evitando así tener que volver a citar al paciente para otra impresión o para evitarlo, duplicar todos los modelos varias veces innecesariamente por si ocurriera algo.

4- Favorece la comunicación clínica-laboratorio: al permitir una mejor evaluación del trabajo realizado por el propio odontólogo, y al trabajar con imágenes objetivas facilita mucho la comunicación entre el odontólogo y el técnico de laboratorio.

El sistema permite evaluar perfectamente la impresión digital realizada y hace más conscientes a los odontólogos de si hay algún punto dudoso en la impresión antes de ser enviada, que haya que repetir, y además ahora con la nueva herramienta de borrado, el control de lo que se desea re-escanear es increíble.

5- Disminuye el tiempo de trabajo en el laboratorio: al ser todo el proceso digitalizado, se consume menos tiempo y se necesita menos personal.

6- Disminuyen las repeticiones. Se puede evaluar perfectamente la impresión en el momento, ya que el sistema aporta gran cantidad de datos y de herramientas para la revisión de la preparación y esto lo hace de forma inmediata, con lo cual se puede repetir sin ser necesario volver a citar al paciente.

7- Marketing: Este tipo de sistemas son una herramienta de promoción para la clínica.

8- Automatización del proceso. El automatizado del proceso de obtención del modelo de trabajo hace a éste más consistente y preciso.

Desventajas

1- Introducir estos sistemas en la clínica supone una inversión.

79

2- Curva de aprendizaje: aprender a manejar el sistema supone un cambio importante con respecto a las impresiones convencionales a las que estamos acostumbrados, y se requiere tiempo y práctica para conseguir agilidad con el sistema.

3- Al ser un sistema óptico de impresión, sólo se registra lo que se ve, y cualquier tipo de fluido, acúmulo de polvo etc, afectan más este tipo de impresión que el realizado con elastómeros, ya que la pasta salta el obstáculo y registra la preparación por contacto, mientras que en la impresión óptica, lo registra como si fuese parte de la preparación, suponiendo un artefacto en el modelo digital. En el caso de las impresiones digitales si no se puede retraer y separar bien el tejido, de manera que enseñe el margen, éste no se puede registrar de forma correcta.

4- Los costes de laboratorio aumentan ya que es necesario adquirir el software de diseño CAD, pagar el fresado del modelo, lo que supone más tecnología e inversión para el laboratorio que las técnicas convencionales.

5- No hay opción de montaje en articulador digital, si fuese necesario montar los modelos en articulador, habría que hacerlo por el modo convencional.

En la actualidad no existen estudios comparativos de los sistemas digitales que nos permitan diferenciar qué tecnología obtiene mejores resultados al final del proceso. Así que mientras que estos sistemas se van validando uno a uno por separado, y comparándose con el método de impresión convencional, que por supuesto es el primer paso que había que dar, en un futuro sería interesante realizar estudios que comparasen la precisión de los distintos sistemas de impresión digital entre ellos. Cada uno tiene sus ventajas y sus desventajas, dependiendo mucho de gustos subjetivos o del que mejor campaña de marketing realice. Un estudio de ajustes que los comparase nos

daría una idea de cuál es más preciso aun, y desencadenaría una competencia por la excelencia aun mayor entre la casas. En los distintos estudios que se van haciendo se comparan los resultados de unos con otros, pero estas comparaciones sirven para hacernos una idea pero no son muy fiables, ya que inevitablemente los diseños no son exactamente iguales, y esto nos da unos resultados que no se pueden comparar de la misma manera que comparamos los resultados de el mismo estudio.

Finalmente, es difícil a día de hoy comparar los distintos sistemas de escaneado intraoral porque al estar los archivos “cerrados” en realidad no estamos evaluando las capacidades y precisión del escáner del escáner en sí, sino de todo el flujo digital, incluidos el proceso de diseño, fresado, etc.

Conclusiones.

A la vista de los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta las limitaciones inherentes al presente estudio piloto, podemos establecer las siguientes conclusiones:

82

1. Los valores obtenidos de discrepancia marginal media con la técnica de impresión digital se encuentran dentro de los límites de aceptabilidad clínica (85 μm).
2. Los valores obtenidos de discrepancia marginal media con la técnica de impresión convencional con elastómeros no se encuentran dentro de los límites de aceptabilidad clínica (161 μm).
3. A nivel global, la adaptación interna del sistema digital obtuvo de manera estadísticamente significativa mejores valores medios.
4. A nivel del análisis individualizado de la adaptación interna por zonas, los resultados del sistema digital ofrecieron valores medios menores de manera significativa, exceptuando a nivel axial.

Bibliografía.

1. Malone W, Koth D. Tylman's teoría y práctica en prostodoncia fija. 8th ed. Caracas: Actualidades medico-odontológicas latinoamericanas; 1991.
2. Bascones A. Tratado de Odontología. 1st ed. Madrid: 1998.
3. Vega J. Materiales en odontología: fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y fisicoquímicos. Madrid: Avances Medicos- Dentales; 1996.
4. Martínez-Rus F. Estudio experimental del ajuste marginal en coronas cerámicas de alto contenido en circonia. 2005.
5. Hunter A, Hunter A. Gingival margins for Crowns: a review and discusion II. Discrepancies and configurations. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1990;64:636-42.
6. Garcia MC. ESTUDIO EXPERIMENTAL IN VITRO DE LA FIABILIDAD DE DISTINTAS TÉCNICAS DE IMPRESIÓN EN IMPLANTOLOGÍA. Universidad Complutense de Madrid; 2010.
7. Hung S, Purk J, Tira D, Eick J. Accuracy of one-step versus two-step putty wash addition silicone impression technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1992;67(5):583-9.
8. Federick DR. Comparing the accuracy of reversible hydrocolloid and elastomeric impression materials. *Journal of the American Dental Association*. 1997;128.
9. Ustrell-Torrent J. Historia de los materiales para prótesis dental. *Dentum*. 2003;3(1):28-9.
10. El primer ordenador del mundo | Microsiervos (Ordenadores) [Internet]. [cited 2012 Mar 11]; Available from: <http://www.microsiervos.com/archivo/ordenadores/el-primer-ordenador-del-mundo.html>
11. Historia y evolución del CAD/CAM [Internet]. [cited 2012 Mar 11]; Available from: http://www.castor.es/historia_CAD_CAM.html
12. Sutherland I. Interactive graphs by computer. Massachusetts Institute of Technoloy. Boston (USA); 1962.
13. Gunn TG. Mecanización del diseño y de la fabricación. *Investigación y Ciencia*. 1982;74:32-3.
14. Cabani J. Caracterización microestructural y mecánica de materiales en base a cerámica elaborados por la tecnología CAD/CAM para su utilización en prótesis estomatológica. 2003.
15. Mörmann W. Dental CAD/CAM systems. A 20-year success store. *Journal of the California Dental Association*. 2006;173(9 (supplement)):7S-13S.
16. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental Impressions Using 3D Digital Scanners: Virtual Becomes Reality. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*. 2008;29(8):494, 496, 498-505.
17. Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)* [Internet]. 2007 Aug;28(8):422-4, 426-8, 430-1. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18578100>
18. Duret F. CAD/CAM in dentistry. *Journal of the California Dental Association*. 1988;177:715-20.
19. Duret F. CAD/CAM in dentistry: present and future applications in current concepts. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*. 1996;27:433-6.

20. Tovati B, Miara P, Nathanson D. Sistemas cerámicos actuales en odontología estética y restauraciones cerámicas. 1st ed. Barcelona: 2000.
21. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: Current systems and future possibilities. *Journal of the American Dental Association* (1939) [Internet]. 2006 Sep;137(9):1289-96. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16946436>
22. Salido MP, Suarez MJ, Pradíes G. Sistema Procera AllCeram: solución estética y funcional para restauraciones fijas múltiple. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*. 2002;4(1).
23. Romeo M, Martínez J, Vallejo J. Introducción a los sistemas CAD/CAM de uso en clínica y laboratorio. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*. 2005;7(5):524-34.
24. Cheah C, Chuack C, Tan K, Teo C. Integración de la digitalización de superficie mediante láser con las técnicas CAD/CAM en el desarrollo de prótesis faciales. Primera parte: Diseño y confección de réplicas protésicas. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica*. 2004;6(4):107-13.
25. Martinez A. Nuevo software para la planificación y colocación de implantes con cirugía guiada. *Maxillaris*. 2009;(Julio).
26. Kramer F-J, Baethge C, Swennen G, Rosahl S. Navigated vs. conventional implant insertion for maxillary single tooth replacement. *Clinical oral implants research* [Internet]. 2005 Mar [cited 2011 Jul 31];16(1):60-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15642032>
27. Sohmlura T, Kusumoto N, Otani T, Yamada S, Wakabayashi K, Yatani H. CAD/CAM fabrication and clinical application of surgical template and bone model in oral implant surgery. *Clinical oral implants research* [Internet]. 2009 Jan [cited 2011 Sep 22];20(1):87-93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19126112>
28. Birnbaum NS. The Revolution in Digital Impressioning. *New England Academy of Cosmetic Dentistry*. 2007;
29. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *Journal of the American Dental Association* (1939). 2006;137(September):7-13.
30. Inokoshi S, Van Meerbeek B, Willems G, Lambrechts P, Braem M, Wanherle G. Marginal accuracy of CAD/CAM inlays made with the original on the update surface. *Journal of dentistry*. 1992;20:171-7.
31. Mörmann WH, SCHUG J. Grinding precision and accuracy of fit of CEREC 2 CAD-CAM inlays. *Journal of the American Dental Association* (1939). 1997;128:47-53.
32. www.sirona.com.
33. 3M-ESPE. Guía Técnica Lava TM C.O.S. Escáner Intraoral Lava COS.
34. Fasbinder DJ. Digital Workflow for the Lava COS System. 2009;5(Figure 4).
35. Garg AK. Cadent iTero's digital system for dental impressions: the end of trays and putty? *Dental implantology update* [Internet]. 2008 Jan;19(1):1-4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18399300>
36. Logozzo S, Franceschini G. A Comparative Analysis Of Intraoral 3d Digital Scanners For Restorative State Of The Art And Comparative Analysis Of The Technological. *The Internet Journal of Medical Technology* [Internet]. 2011;5(1):1559-4610. Available from: <http://www.ispub.com/journal/the-internet-journal-of-medical-technology/volume-5-number-1/a-comparative-analysis-of-intraoral-3d-digital-scanners-for-restorative-dentistry.html>

37. Logozzo S, Franceschini G, Kilpelä A. A Comparative Analysis Of Intraoral 3d Digital Scanners For Restorative Dentistry. The Internet Journal of Medical Technology [Internet]. 2011;5(1):1559-4610. Available from: <http://www.ispub.com/journal/the-internet-journal-of-medical-technology/volume-5-number-1/a-comparative-analysis-of-intraoral-3d-digital-scanners-for-restorative-dentistry.html>
38. McLaren EA. Communicating Digitally with the Laboratory: Design, Impressions, Shade, and the Digital Laboratory Slip. Inside Dentistry. 2009;(April).
39. Martínez-Rus F, Pradíes G, Suarez MJ. Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE. 2007;12:253-63.
40. Romeo M. ESTUDIO COMPARATIVO DE AJUSTES EN PRÓTESIS FIJA CERÁMICA ENTRE SISTEMAS CAD-CAM E INYECTADO. Universidad Complutense de Madrid; 2010.
41. Ozkurt Z, Kazazoglu E, Unal A. In vitro evaluation of shear bond strength of veneering ceramics to zirconia. Dental materials journal [Internet]. 2010 Mar;29(2):138-46. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20379023>
42. Janda R. Cerámicas sin metal: composición, propiedades, aplicación, valoración. Quintessence Técnica. 2007;18(9).
43. Suarez MJ, Gonzalez P, Pradíes G, Salido MP. Comparison of the Marginal Fit of Procera AllCeram Crowns with Two Finish Lines. The International journal of prosthodontics. 2003;16(3):229-32.
44. Korkut L, Cotert HS, Kurtulmus H. Marginal, internal fit and microleakage of zirconia infrastructures: an in-vitro study. Operative dentistry [Internet]. 2011 [cited 2011 Oct 20];36(1):72-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21488732>
45. Smith R. Creating well-fitting restorations with a digital impression system. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995) [Internet]. 2010 Oct;31(8):640-4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20960994>
46. Lee K-B, Park C-W, Kim K-H, Kwon T-Y. Marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated with two different CAD/CAM systems. Dental materials journal [Internet]. 2008 May;27(3):422-6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18717171>
47. Shillinburg H, Hobo S, Whisitt L. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3rd ed. Quintessence Publishing Co.; 1997.
48. Karlson S. The fit of Procera Crowns. An in vitro and clinical study. Acta Odontologica Scandinavica. 1993;51:129-34.
49. Leinfelder K, Iseberg B, Essig ME. A new method for generating ceramic restorations: a CAD/CAM system. Journal of the California Dental Association. 1989;118(16):703-7.
50. Fons A, Sola M, Granell M, Oteiza B. Cofias internas para jackets diseñadas y maquinadas por ordenador. Revista Internacional de Prótesis Estomatológica. 1999;1(1):74-80.
51. Komine F, Gerds T, Witkowski S, Strub J. Influence of framework configuration on the marginal adaptation of zirconium dioxide ceramic anterior four unit frameworks. Acta Odontologica Scandinavica. 2005;63(6):361-6.
52. Christensen GJ. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. Journal of the American Dental Association (1939)

[Internet]. 2009 Oct;140(10):1301-4. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19797561>

53. Christensen GJ. In-office CAD/CAM milling of restorations The future? *Journal of the American Dental Association* (1939) [Internet]. 2008 Sep;139(January):83-5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18762637>
54. Christensen GJ. Is now the time to purchase an in-office CAD/CAM device? *Journal of the American Dental Association* (1939) [Internet]. 2006 Feb;137(2):235-6, 238. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16521390>
55. Heigis G, Trampert ZTMMDTK-dieter. Digital impression taking with Cadent iTero in clinical use. *DIGITAL_DENTAL.NEWS*. 2010;(December):12-9.
56. Estafan D, Dussetschleger F, Agosta C, Reich SM. Scanning electron microscope evaluation of CEREC II and CEREC III inlays. *General dentistry* [Internet]. 2000;51(5):450-4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15055635>
57. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of dentistry* [Internet]. 2010 Jul [cited 2011 Sep 22];38(7):553-9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20381576>
58. Cardelli P, Scotti R, Monaco C. Clinical fitting of CAD / CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wavefront sampling. *Journal of Dentistry*. 2011;;1-8.
59. Fransson B. The fit of metal-ceramic crowns, a clinical study. *Dental Materials*. 1985;
60. Tsitrou EA, Northeast SE, van Noort R. Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM. *Journal of dentistry* [Internet]. 2007 Jan [cited 2011 Sep 22];35(1):68-73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16781043>
61. Boening KW. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2000;

Anexo.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

PARA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TITULADO:

"ESTUDIO COMPARATIVO "IN VIVO" DE UN SISTEMA DE IMPRESIÓN ORAL CONVENCIONAL CON ELASTÓMEROS VS. UN SISTEMA DE IMPRESIÓN DIGITAL (ITERO)"

89

La reparación de dientes muy destruidos mediante coronas de recubrimiento total, es una práctica muy habitual en las consultas odontológicas. Una de las fases primordiales, durante el proceso de fabricación de las coronas es el registro y reproducción de las estructuras a restaurar (toma de impresión).

Las técnicas de impresiones en prótesis fija se realizan mediante elastómeros y son técnicas que están bastante controladas, pero no dejan de ser técnicas manuales influenciadas por la destreza del operador, en las que no son extraños errores como pliegues, arrastre o burbujas, espesores de material inadecuados, falta de material, distorsiones del material escalones, que tiene como consecuencia la repetición de la impresión o incluso de la prótesis.

En los últimos tiempos se han desarrollado técnicas de impresiones digitales mediante el uso de cámaras intraorales, que además de tratar de evitar los errores de las técnicas habituales, tratan de lograr unas impresiones lo más estandarizadas posible y en las que el tiempo invertido y las molestias del paciente sean menores.

Por tanto el objetivo de este estudio, es evaluar la efectividad de las nuevas técnicas de impresión digital, frente a las técnicas convencionales realizadas con elastómeros. Tomando dos impresiones para cada corona de recubrimiento total a realizar, una con cada técnica y así posteriormente comparar los resultados en la boca del paciente.

Si decide participar en el estudio, usted se beneficiará de una rehabilitación protésica totalmente cerámica totalmente gratuita, sin que ello implique ningún tratamiento invasivo adicional. En caso de no participar, usted podrá rehabilitar sus dientes destruidos mediante el mismo tratamiento u otro similar de metal cerámica, abonando el coste del tratamiento.

Yo D./Dña.

DECLARO

Que el doctor/a:



Me ha explicado que la restauración de mis dientes:

1. Puede precisar anestesia local, de cuyos riesgos se me ha informado
2. La intervención consiste en la preparación mediante tallado del diente a tratar y la toma de dos impresiones: una mediante la técnica estándar de silicona y otra con la técnica de escaneado digital intraoral.
3. Que la técnica de escaneado digital intraoral se realiza con el fin de someter a estudio la tecnología y que dicha impresión no conlleva ningún tratamiento agresivo ni riesgo alguno para mí, sólo la pequeña molestia de estar con la boca abierta durante unos minutos.
4. También me ha explicado que la corona que me va a cementar será realizada mediante la técnica estándar de toma de impresiones con siliconas.
5. El material seleccionado para la corona será una cerámica de alto contenido en óxido de circonio comercializada hace años, conocida con el nombre de Straumann Zerion.
6. El odontólogo me ha explicado las posibles complicaciones que pueden surgir tras la colocación de la prótesis (fractura de la corona, del diente, necesidad de endodoncia del dientes, ...) así como las soluciones de las mismas.

Así mismo, me ha explicado:

Que el tratamiento se realizará sin coste alguno.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo, y que el investigador que me ha atendido ha respondido de manera satisfactoria a todas las preguntas que le he realizado.

También comprendo que **puedo negar mi participación en el estudio** sin tener que dar ninguna explicación, así como **revocar este consentimiento**.

Por ello, me declaro satisfecho con la información recibida y **CONSIENTO mi participación voluntaria en el proyecto de investigación**.

Firma del paciente:

Firma del Investigador:

D./Dña.

Dr./Dra.

Lugar y fecha:

Revoco este consentimiento:

D./Dña.

Lugar, fecha y firma:

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 UCM (Dr. Guillermo Pradíes Ramiro, 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.

D./Dña.