

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Prótesis Bucofacial



**ESTUDIO CLÍNICO DESCRIPTIVO TRANSVERSAL DE LA
FIABILIDAD DE REGISTROS INTERMAXILARES OBTENIDOS
MEDIANTE ESCANEADO DIGITAL INTRAORAL**

Cristina Fraile Benítez

Director: Prof. Dr. Guillermo Pradés

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

Madrid, 2014

D. Guillermo Jesús Pradíes Ramiro, Profesor Titular del Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial) de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid,

CERTIFICA:

Que el trabajo de investigación *“Estudio clínico descriptivo transversal de la fiabilidad de registros intermaxilares obtenidos mediante escaneado digital intraoral”*, del que es autora Dña. Cristina Fraile Benítez, ha sido realizado bajo su dirección y supervisión, considerando que reúne las características para ser defendido ante un Tribunal para la obtención del Máster de Ciencias Odontológicas.

Y para que conste donde proceda, firmo el presente certificado.

Madrid, a 1 de Septiembre de 2014.

Fdo. Guillermo Pradíes Ramiro

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Guillermo Pradíes, que como director de este trabajo, me ha orientado, apoyado y corregido en mi labor científica. Maestro desde hace ya varios años y ejemplo de profesionalidad.

Agradecer al Dr. Alberto Ferreiroa su gran ayuda a la hora de realizar esta investigación. Dar las gracias por el tiempo infinito que me ha dedicado respondiendo a cada una de mis preguntas y asesorándome en cada uno de los pasos conseguidos. Descubrir en él ya no sólo un modelo a seguir profesionalmente sino a un gran amigo.

Gracias a todos los compañeros y al grupo de investigación, en el que es posible realizar estos trabajos compartiendo conocimientos y experiencias, en especial a la Dra. Raquel Alonso, compañera y amiga, por su gran apoyo y por no dejar de creer en mí.

Agradecer a D. Eneko Solaberrieta y a la Dra. Arhelys Valverde, por la colaboración técnica de este trabajo y por compartir sus conocimientos dentro de este campo.

Y por último, gracias a mi familia. A mis padres por la educación, apoyo, consejos infinitos y medios prestados. A mis hermanas por compartir conmigo la pasión por el mundo sanitario y ser ejemplos de superación personal.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	5
I.I Terminología y conceptos.	6
I.II Impresiones y modelos convencionales.	7
I.III Oclusión y registros intermaxilares convencionales.	8
I.IV Digitalización de la oclusión. Escáneres extraorales e intraorales.	18
I.V Conceptos de exactitud y precisión.	27
II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	30
II.I Justificación.	31
II.II. Objetivos.	32
II.III Hipótesis de trabajo.	33
III. MATERIAL Y MÉTODOS	34
III.I Diseño del estudio y selección de pacientes.	35
III.II Procedimiento.	35
III.III Recogida y almacenamiento de los datos.	41
III.IV Análisis estadístico.	43
IV. RESULTADOS	44
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	56
VII. BIBLIOGRAFÍA	58

INTRODUCCIÓN

I.I OCLUSIÓN. CONCEPTOS. TERMINOLOGÍA BÁSICA.

De acuerdo con la 8ª edición del Glosario de Términos de Prostodoncia, Oclusión se define como el acto de cerrar los dientes mandibulares con los dientes maxilares. La posición de máxima intercuspidadación se define como aquella posición independiente de la posición condilar en la que existen un mayor número de contactos entre los dientes maxilares y mandibulares. (Yuzbasioglu et al, 2014). En Odontología, se entiende por oclusión la relación de los dientes maxilares y mandibulares cuando se encuentran en contacto funcional durante la actividad de la mandíbula. (Okeson, 2003)

Los contactos oclusales son producidos cuando los dientes mandibulares entran en contacto con los dientes maxilares. (Millstein et al, 2001). Cuando se generan las fuerzas de la masticación en la posición de máxima intercuspidadación, se pueden producir dos tipos de contactos interoclusales, los producidos por las cúspides palatinas superiores y las cúspides vestibulares inferiores; llamadas cúspides activas y los producidos por las cúspides vestibulares superiores y las cúspides linguales inferiores; llamadas cúspides no activas. (McCulloch, 2003)

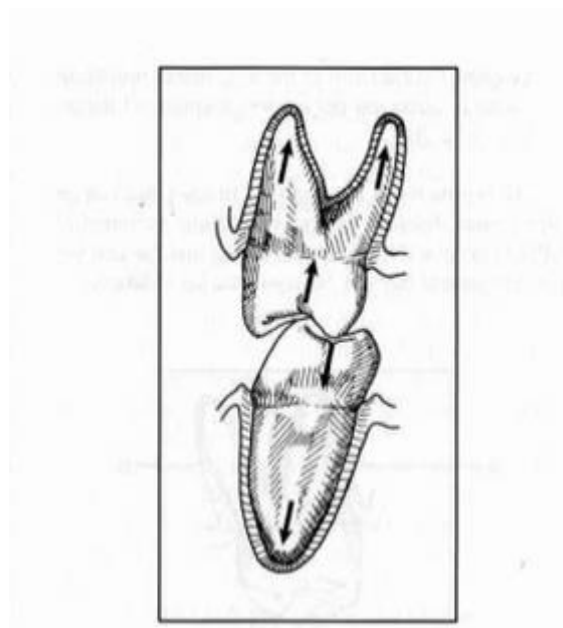


Fig. 1 Esquema de los diferentes tipos de contactos oclusales. (Okeson, 2003)

Los contactos oclusales estables producidos en máxima intercuspidadación se generan basándose en un tripoidismo cúspide-fosa o cúspide-borde marginal a lo largo del eje axial de los dientes. (McCulloch, 2003)

Entender la oclusión es importante para el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de las patologías dentarias y para realizar cualquier tipo de tratamiento restaurador. (Hiew et al, 2009)

I.II IMPRESIONES Y MODELOS CONVENCIONALES.

Tradicionalmente la base de todo trabajo protésico en odontología comienza con la toma de unas impresiones intraorales que se vacían en escayola para obtener unos modelos dentales con los que el técnico de laboratorio puede confeccionar prótesis fijas, removibles y prótesis sobre implantes. Además los modelos dentales de escayola son utilizados para numerosos fines, como modelos de estudio usados en el plan de tratamiento, para la fabricación de distintos tratamientos ortodóncicos, protésicos y/o quirúrgicos y para la evaluación del tratamiento finalizado, como por ejemplo en ortodoncia. (Beuer et al, 2008; Hajeer et al 2004; Lauren & McIntyre, 2008; Lin et al, 2006; Rekow et al, 1991)

El primer paso para obtener unos modelos dentales de escayola es realizar unas impresiones intraorales. Éstas se pueden realizar utilizando distintos materiales como hidrocoloides reversibles, irreversibles, poliéteres o materiales de polivinilsiloxanos y se pueden realizar usando cubetas estandarizadas metálicas o plásticas o cubetas rígidas individualizadas. La precisión que necesite el resultado final es lo que va a decidir la elección del tipo de material y del procedimiento a realizar. La Asociación Dental Americana declaró que los materiales elastómeros utilizados en las impresiones para la fabricación de modelos dentales precisos, deben de reproducir detalles de al menos 25 micras (Revised American, 1977). Este nivel de precisión no es necesario si la impresión se va a utilizar para otro objetivo, pero es una cifra correcta para comparar con los sistemas emergentes. (Stragga, 2009)

Los materiales compuestos de escayola que se utilizan para vaciar las distintas impresiones y obtener unos modelos de yeso, tienen una menor capacidad de reproducción de detalles que los propios materiales de impresión y son un factor limitante a la hora de confeccionar los modelos. La ADA declaró que los materiales de escayola utilizados para la fabricación de modelos precisos deben de registrar detalles de al menos 50 micras (Donovan & Chee, 2004). A parte de estos valores de precisión cuantificables innatos de los materiales, la técnica de impresión y del vaciado va a influir en la precisión final, así como el tipo de cubeta de impresión utilizada. (Straga, 2009)

La precisión que se requiere varía en función del tipo de procedimiento a realizar y es por ello que se están comenzando a utilizar las nuevas tecnologías, pero antes de ello es necesario que los comparemos con los procedimientos tradicionales ya

estandarizados. Este flujo de trabajo tradicional está validado para la práctica clínica, a pesar de que sabemos que los materiales de impresión son propensos a cambios dimensionales y que la escayola al ser vaciada puede sufrir procesos de expansión debido a reacciones químicas secundarias (Jonshon, 1985). Estos cambios dimensionales, antes mencionados, pueden provocar desajustes a la hora de confeccionar las restauraciones protésicas, de obtener unos modelos fiables y unos registros intermaxilares fiables. La aplicación del uso de nuevas tecnologías digitales para la confección de restauraciones y/o modelos fiables maxilares y mandibulares articulados correctamente, es una solución que está empezando a ganar popularidad en nuestro ámbito. Si la impresión tradicional es el primer paso del flujo de trabajo, la información recogida es tan importante que cualquier error registrado en esta fase va a repercutir en el resto de los pasos. (Straga, 2009)

I.III OCLUSIÓN Y REGISTROS INTERMAXILARES CONVENCIONALES NO DIGITALES.

La posición de máxima intercuspidad es la posición más comúnmente utilizada en la práctica clínica diaria y la más fácil de identificar. Es la posición de máxima estabilidad de la mandíbula. (Mcdevitt, 1997)

Los modelos dentales, que van a ser usados para la fabricación de prótesis fijas o removibles u otros procedimientos dentales, deben de ser montados en articulador para obtener la relación maxilomandibular lo más cercana a la realidad. (Breeding et al, 1994). Este proceso de montaje puede introducir errores adicionales. El primer aspecto que puede introducir un error adicional es el registro interoclusal, si los modelos maxilares y mandibulares presentan una buena intercuspidad y un adecuado tripoidismo de los contactos, la técnica más precisa para montar los modelos es articularlos con la mano sin usar un registro intermaxilar. (Dixon, 2000; Squier, 2004; Straga, 2009).

Para poder montar los modelos dentales de una forma estable y reproducible es necesario que exista una estabilidad horizontal y un tripoidismo vertical que proporcione un adecuado soporte. El tripoidismo vertical es esencial para prevenir el balanceo de los modelos al montarse. La estabilidad horizontal es necesaria para prevenir la rotación horizontal o translación de los modelos al montarse y

normalmente se presenta cuando existe una buena intercuspidadación entre las arcadas antagonistas.

Los registros interoclusales se utilizan principalmente para lograr una adecuada estabilidad horizontal. Cuando existe un soporte vertical tripódico y una correcta intercuspidadación los modelos dentales se pueden montar directamente sin utilizar un registro interoclusal, como se ha mencionado anteriormente. Sin embargo, la mayoría de los pacientes que acuden para realizarse algún tipo de rehabilitación oral, no presentan una correcta intercuspidadación de sus dientes remanentes. En estos casos los modelos no se pueden montar en una posición estable y el uso de algún tipo de registro interoclusal es necesario. (Prasad, 2012)

Se han descrito diferentes características que debe de poseer un adecuado registro intermaxilar:

- El material debe de ofrecer una resistencia limitada antes de posicionarlo en boca, para evitar el desplazamiento de los dientes o de la mandíbula, y posteriormente debe de ser rígido y que no presente cambios dimensionales.

- Debe de ser fácil de manipular y que no presente ningún tipo de efecto adverso sobre los tejidos involucrados en el proceso de la toma.

- Debe de registrar con precisión las superficies oclusales e incisales.

- Debe de ser verificable. (McCulloch, 2003; Prasad, 2012)

Se han descrito, en la literatura científica, distintos tipos de materiales confeccionados para la toma de registros intermaxilares, como pueden ser, diferentes tipos de ceras termoplásticas, escayolas, pastas de zinquenólicas, resinas acrílicas y materiales elastómeros, como las siliconas y los poliéteres. (Skurnik, 1969; Prasad, 2012). Además no sólo influye el tipo de material a emplear sino la técnica realizada por el operador. (Prasad, 2012)

La sensibilidad y la especificidad de las técnicas empleadas para el análisis oclusal dependen del grosor, elasticidad y resistencia de los materiales utilizados para el registro oclusal, así como del medio oral donde se emplean y la interpretación del clínico operador. Se han utilizado distintos métodos en el presente y pasado para evaluar las relaciones oclusales. Se pueden clasificar en dos:

- Métodos cualitativos, donde sólo se puede determinar la localización del punto del contacto oclusal. La secuencia o densidad del contacto oclusal no se puede evaluar, a pesar que se puede realizar una estimación de la densidad del contacto

oclusal poca precisa, apreciando la oscuridad o intensidad de las marcas. Unos ejemplos de este método son, el papel articular, ceras, papel de aluminio, tiras de cera.

– Métodos cuantitativos, con los que se pueden evaluar la secuencia y la densidad de los contactos oclusales. La foto-oclusión y el T-Scan (Tekscan Inc., Boston, Mass.) son ejemplos de los métodos cuantitativos para determinar el análisis oclusal. (Saracoglu et al, 2002; Sharma et al, 2013)

MATERIALES Y TÉCNICAS EMPLEADAS EN PASADO Y PRESENTE PARA DETERMINAR LOS CONTACTOS OCLUSALES:

Existen distintos materiales utilizados en el presente y en el pasado para detectar los contactos oclusales. Se describen a continuación un listado de los materiales, su tiempo de utilización, su capacidad de precisión, sensibilidad y su reproductibilidad.

1.Alginato de impresión	6.Tiras de acetato transparente	11. Silicona negra
2.Tiras de papel metálico (Shimstock) (Myler)	7. Cera	12.Indicador de puntos de presión
3.Silicona de impresión	8.Papel de cera de articular	13. Sprays de oclusión
4.Silicona pesada	9. Tiras de seda	14. Foto-oclusión
5.Cintas de máquina de escribir (como papel articular)	10. Láminas de papel de aluminio	15. Sonografía oclusal
16. T-Scan	17. Tiras sensibles de presión	

Tabla 1. Varios materiales de registros de oclusión. (Sharma et al, 2013)

1. Material de impresión de alginato:

Korioth (Korioth et al, 1990) analiza el número y la localización de los contactos en máxima intercuspidad utilizando un hidrocoloide irreversible como el alginato. La técnica descrita y utilizada por Ingervall (Ingervall et al, 1972) aplicaba alginato como material de impresión sobre las superficies oclusales y registraba el número y la localización de los contactos oclusales de los dientes posteriores incluyendo el canino. (Prasad et al, 2012. Sharma et al, 2013)

2. Mylar paper/Shimstock films. Tiras de papel metálico:

Son tiras metálicas de aluminio de 8 milímetros de ancho que se colocan sobre el diente a evaluar. Cuando el paciente ocluye en una posición de máxima intercuspidad, el diente que sostiene la tira metálica se considera que posee un contacto oclusal con el diente antagonista. De esta forma, evaluando diente por diente a lo largo de la arcada dentaria el profesional identifica los dientes que poseen contactos oclusales.

Existen otro tipo de tiras metálicas (Bausch Arti-Fol, Bausch articulating paper Inc, Nashua, NH, USA) fabricadas en un tipo de poliéster metálico de 12 micras de grosor. Combinan las características mencionadas anteriormente de las tiras metálicas con un recubrimiento de color, que proporciona la ventaja de visualizar un punto de alta precisión en la zona de contacto oclusal. (Sharma et al, 2013)

3. Silicona de impresión:

Durbin y Sadowsky (Durbin & Sadowsky, 1986) describieron un tipo de silicona de poliéter de impresión para analizar los contactos oclusales antes y después del tratamiento ortodóntico. Aunque este método posee una adecuada precisión es poco práctico. Sin embargo, puede servir como material estándar para compararlo con otros tipos de métodos clínicos más fáciles de usar. Este tipo de poliéteres se han utilizado para registrar los contactos oclusales. La localización de los contactos oclusales se analiza una vez transferido el registro a los modelos de estudio. (Prasad et al, 2012)

4. Silicona pesada:

Distintos autores describen el uso de silicona pesada para analizar los contactos oclusales.

La localización de los contactos se observa como perforaciones en la silicona pesada. (Ziebert & Donegan, 1979. Davies et al, 2005. Millstein, 1983.)

5. Cintas de máquina de escribir:

Ziebert y Donegan (Ziebert & Donegan, 1979) utilizan en su estudio cintas de máquina de escribir para marcar los contactos existentes en supraoclusión o las interferencias halladas cuando realizan los ajustes oclusales en sus pacientes.

6. Tiras de acetato transparente:

Davies y colaboradores (Davies et al, 2002) describen un método clínico denominado “técnica del esquema oclusal” (*occlusal sketch technique*). Esta técnica consiste en dibujo de acetato que representa un esquema de las superficies oclusales de los dientes posteriores, de las caras palatinas de los dientes anterosuperiores y las caras vestibulares de los dientes anteroinferiores. El objetivo de esta técnica es obtener de forma precisa y simple unos registros para transferir y registrar la información de la localización de los contactos oclusales. Además también se puede utilizar por los técnicos de laboratorio a la hora de realizar los montajes de los modelos y para realizar restauraciones indirectas. (Sharma et al, 2013)

7. Ceras:

Existen distintos tipos de ceras utilizadas para realizar registros interocclusales. Cada tipo presenta cualidades y propiedades de trabajo muy diferentes. Es importante que las ceras que se utilizan para la toma de registros intermaxilares, tengan una rigidez adecuada para no presentar deformaciones, pero a la hora de colocarse sobre las superficies oclusales no ofrezcan mucha resistencia, ya que la oclusión puede distorsionarse (Skurnik, 1969) Como desventajas del uso de las ceras para registros oclusales, distintos autores relatan la inexactitud y los problemas de manipulación del material. (Prasad et al, 2012; Sharma et al, 2013)

8. Papel articular:

El papel de articulación se utiliza normalmente para detectar contactos oclusales altos. La anchura, el grosor y el tinte del papel articular permiten dejar una marca, un punto en las superficies oclusales. La mayoría de los papeles articulares están recubiertos de ceras, aceites o pigmentos que permiten dejar el tinte de color. Estos recubrimientos son hidrofóbicos, por lo que repelen la saliva (hidrofílica) consistente en su mayoría por agua. Los puntos en supraoclusión se pueden detectar fácilmente como marcas intensas más oscuras y los contactos oclusales con marcas más suaves.

Las ventajas clínicas que presenta el uso de este método es su fácil manejo, visión inmediata de los contactos oclusales, capacidad de distinguir entre movimientos de protrusiva y lateralidades es decir, de distinguir entre contactos de oclusión estática y dinámica y que presenta una mínima resistencia para cerrar la mandíbula. (Gazit et al, 1986)

La mayor desventaja del uso del papel articular es que fácilmente se puede deshacer por la saliva, además muchos de ellos son gruesos y pueden falsos positivos de los contactos oclusales y presentan dificultades a la hora de marcar sobre los glaseados de la porcelana. (Saracoglu et al, 2002; Sharma et al, 2013)

9. Tiras de seda:

En la literatura científica algunos autores han descrito que las tiras de seda son el mejor material para identificar los contactos oclusales. La seda de articulación está fabricada por una seda natural de alta calidad. (Bausch articulating silk, 80 microns, Bausch articulating paper Inc, Nashua, NH, USA.) Está compuesta por unas fibrillas con una matriz proteica en forma de tubo y esta composición la dota de una gran capacidad de almacenamiento de color. Este tipo de seda tiene una gran resistencia al desgarrar y debido a su bajo espesor y buena flexibilidad se adapta adecuadamente a las fosas y las cúspides de las superficies oclusales. La marca que ofrece es muy precisa y debido a su textura los tejidos blandos no ocasionan pseudo contactos, es decir, falsos contactos. La desventaja que ofrece es que pueden perder su capacidad de marcar los contactos en superficies húmedas y además se pueden ver afectadas por la saliva. (Saracoglu et al, 2002; Sharma et al, 2013)

10. Papel de aluminio:

El papel de aluminio es el indicador de contactos oclusales más fino que se describe en la literatura científica. Ofrece unos resultados más precisos que el papel articular o la seda a pesar de que en condiciones de baja presión o en superficies muy pulidas su capacidad de marcar los contactos es menos evidente. (Saracoglu et al, 2002; Sharma et al, 2013)

11. Silicona negra:

Takai y colaboradores, en 1993 (Takai et al, 1993) describen el uso de la silicona negra como material de registro intermaxilar. El material de impresión denominado “silicona negra” (G.C. Dental Industrial Corp.) se mezcla de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y se aplica sobre las superficies oclusales de todos los dientes con la ayuda de una jeringa y posteriormente los pacientes ocluyen en la posición de máxima intercuspidadación. Las áreas o superficies de contacto se identifican con las perforaciones o zonas translúcidas de la silicona. (Takai et al, 1993)

12. Indicador de puntos de presión:

Es un líquido de color que identifica los contactos (Arti-spot, Bausch articulating paper Inc, Nashua, NH, USA). Se aplica sobre la superficie a analizar con la ayuda de un cepillo. Al aplicarlo el solvente se evapora en segundos dejando una fina película de 3 micras de grosor. Al ocluir, el contacto destruye la capa de color dejando una marca exacta del contacto oclusal. Con este tipo de material es muy fácil identificar puntos altos de supraoclusión. Además de utilizarse sobre las superficies dentarias también puede utilizarse sobre superficies cerámicas y de oro. Todos los componentes del indicador de puntos de presión son seguros para su uso en boca y la película que deja sobre las superficies dentarias se elimina fácilmente con agua caliente o alcohol. (Sharma et al, 2013)

13. Sprays oclusales:

Son los indicadores de color universales para analizar los contactos oclusales (Arti-Spray, Bausch articulating paper Inc, Nashua, NH, USA). Son fáciles de usar y dejan una fina capa de color que después es fácil de eliminar con agua sin dejar residuos. Es necesario aplicarlo a una distancia de 3-5 cm de la superficie oclusal y cuando el paciente ocluye se identifican los contactos en el momento. Existen en varios colores como rojo, azul, verde y blanco. (Saracoglu et al, 2002)

14. Foto-oclusión:

En el sistema de foto-oclusión se coloca una fina película sobre las superficies oclusales de los dientes. El paciente ocluye en la posición de máxima intercuspidad durante 10-20 segundos. Posteriormente se retira la película de la boca del paciente y se examina con la ayuda de luz polarizada. Se ha descrito esta técnica como una técnica difícil de utilizar pero a pesar de ello es una técnica muy precisa. (Sharma et al, 2013. Delong y cols, 2007)

15. Sonografía oclusal:

El primer estudio que aparece en la literatura científica describiendo los contactos oclusales como sonidos generados durante el cierre, aparece en los años 1960. En los años 80 aparece comercializado el primer instrumento denominado "Dental Sound Checker" (Yoshida Dental Trade Distributing Co Ltd, Tokyo, Japan). Este instrumento está basado en la tecnología put forth by Watt, y fué desarrollado para analizar los patrones de sonido de los contactos oclusales durante el cierre con el fin de detectar posibles alteraciones oclusales. Kifune y colaboradores (Kifune et al, 1985) miden la duración del sonido del contacto oclusal antes y después de realizar los ajustes oclusales necesarios y refieren una clara disminución del tiempo del sonido después de realizar el ajuste. (Sharma et al, 2013)

16. T-Scan:

El instrumento denominado T-Scan (T-Scan; Tekscan Inc, South Boston, Mass) se ha diseñado para examinar y grabar los contactos oclusales por medio de un sistema análisis de información por ordenador que registra los contactos con una película sensible a la presión. El sistema T-Scan proporciona registrar la localización y el tiempo de aparición de los contactos de forma digital. La información de los contactos está representada en diferentes momentos de tiempo en el plano sagital y transversal del plano oclusal. (Wilson et al, 2006. Sharma et al, 2013)

Este sistema está compuesto por un sensor digital de 85 micras que contiene 2.500 celdas sensibles a la presión envueltas de una doble capa de poliéster, que posee una conductividad eléctrica variable a la presión y es lo que permite registrar la fuerza relativa y la localización de los contactos oclusales. . (Gumus et al, 2013)

Gracias a que se pueden identificar los contactos en el tiempo es fácil de localizar las prematuridades en relación céntrica, ya que se localiza el primer contacto generado.

Numerosos autores han descrito que estos sensores no poseen la misma precisión que los métodos convencionales y que localizan menos contactos que el papel articular. Por esta razón el uso en clínica del T-Scan está limitado. Además se observa una disminución o desaparición de la sensibilidad de los sensores cuando se utilizan más de una vez. (Wilson et al, 2006. Gumus et al, 2013)

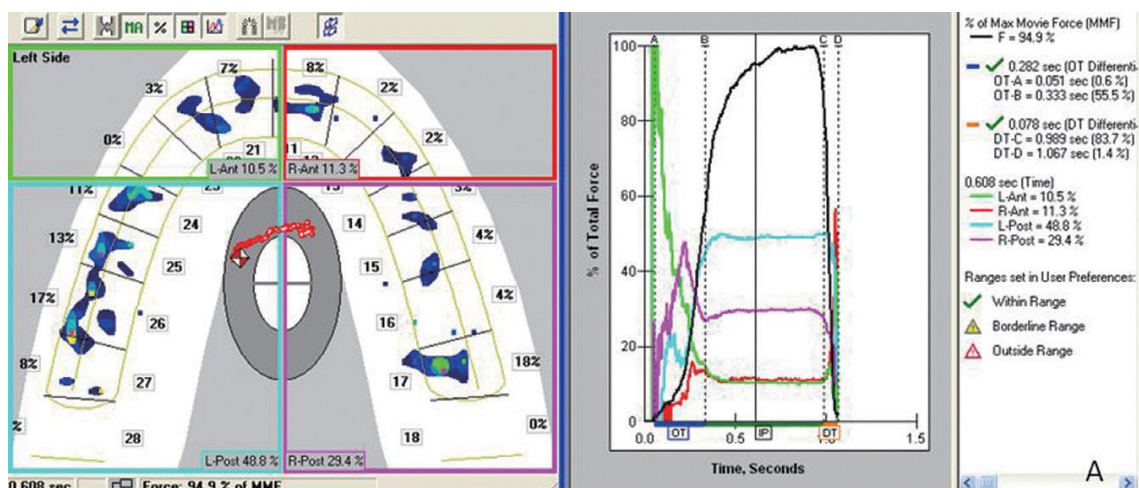


Fig. 2. Esquema representativo de la información proporcionada por el T-Scan. (Gumus et al, 2013)

17. Películas sensibles de presión:

Fuji ha diseñado un nuevo aparato similar al T-Scan (Dental Prescale, Fuji Film, Tokyo, Japan). Este instrumento también registra la localización de los contactos oclusales y su fuerza con la ayuda de tiras sensibles a la presión. (Sharma et al, 2013. Gumus et al, 2013)

A continuación se expone una tabla de los distintos métodos de registros de oclusión más representativos, sus grosores y fabricantes.

MATERIAL	FABRICANTE	GROSOR (Micras)
1. Papel articular	Bausch Inc., Nashua, NH	60
2. Papel de aluminio	Bausch Inc.	8
3. Papel de aluminio	Hanel GmbH, Langenau, Germany	8
4. Tiras de aluminio metálicas	Bausch Inc.	17
5. Tiras de seda	Bausch Inc.	80
6. Papel articular	Svedia AB, Enköping, Sweden	65
7. Papel articular	Hanel GmbH	8
8. T-scan	Tekscan Inc., Boston, Mass	60

Tabla 2. Métodos de registro de oclusión. (Saracoglu et al, 2002)

A pesar de existir diferentes materiales, no se ha demostrado que exista algún tipo de material para realizar los registros interoclusales que presente una exactitud

dimensional y la mayoría de ellos presentan cambios dimensionales con el tiempo (Freilich, 1992).

Todas estas diferencias pueden añadir errores a la hora de montar los modelos en el articulador y diferentes autores señalan que una fuente importante de error a la hora de realizar las restauraciones orales proviene de la toma de los registros oclusales y de transferirlos al articulador. (Breeding et al, 1994 & Prasad, 2012).

I.IV. DIGITALIZACIÓN DE LA OCLUSIÓN. ESCÁNERES EXTRAORALES E INTRAORALES.

1. DIGITALIZACIÓN. LA ERA CAD/CAM.

CAD/CAM se define como diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador (Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing). La tecnología CAD/CAM se originó en la década de 1950 con la introducción del concepto de programas de control numérico. Se avanzó en la década de los 60 con la creación de programas informáticos que permitió el diseño de distintos productos en la industria automovilística y aeronáutica.

La introducción del concepto CAD/CAM para el ámbito dental fue desarrollado por el Dr. Francois Duret en su tesis escrita en Francia en 1973 titulada “Empreinte Optique” (Impresiones Ópticas). Desarrolló el primer instrumento CAD/CAM, obteniendo su primera patente en 1984 y lo presentó en 1989 en Chicago Midwinter Meeting fabricando una corona en 4 horas mientras los asistentes lo observaban. Al mismo tiempo, en 1980 un dentista suizo, Werner Mörmann y un ingeniero eléctrico italiano Marco Brandestini desarrollaron el concepto que después fue introducido en 1987 por Sirona Dental Systems LLC (Charlotte, NC) como el primer sistema CAD/CAM comercializado para la fabricación de restauraciones dentales (CEREC®) (Birnbaum et al, 2008).

Existen 3 pasos fundamentales en el concepto de “*digital workflow*” o flujo de trabajo digital para la fabricación de restauraciones dentales o la creación de modelos dentales virtuales:

1. Digitalización de la preparación dentaria o de la superficie a escanear. Se realiza mediante los escáneres intraorales o extraorales en función de si es una

digitalización directa, mediante los escáneres intraorales con los que se escanea las estructuras dentarias o digitalización indirecta en la que se puede escanear modelos, encerados o incluso impresiones. Ésta última puede realizarse con los escáneres intraorales o extraorales.

2. Diseño por ordenador. Manipulación del archivo digital para el diseño de las restauraciones dentales. A partir de la información que se obtiene con la digitalización con un software específico de diseño se pueden crear tanto modelos como restauraciones dentarias.
3. Tecnología de producción. Fresado o mecanizado del diseño realizado en el paso anterior. Mediante distintas técnicas de procesado se pueden obtener modelos, restauraciones en diversos materiales. (Fasbinder, 2011)

2. ESCÁNERES EXTRAORALES.

Uno de los métodos de digitalizar la geometría de un cuerpo y convertirlo en un archivo digital es utilizando los escáneres extraorales. (Persson et al, 2006). Las superficies dentarias de los modelos dentales se pueden escanear de forma extraoral para la obtención de imágenes 3D mediante dos métodos, los métodos de contacto o de no contacto. (Persson et al, 2008)

- Escáneres de contacto:

Uno de los primeros sistemas CAD/CAM que se comercializó para la aplicación dental fue el sistema de Procera (Nobel Biocare AB, Gothenburg, Sweden). Su tecnología está basada en la tecnología de contacto. (Persson et al, 2006) Los primeros escáneres en aparecer en la industria en general fueron los escáneres de contacto. Siguen teniendo vigencia, siendo los más precisos, pero los más lentos. Los escáneres de contacto utilizan siempre algún tipo de sonda, que toca puntualmente la superficie que se quiere medir o es arrastrada por ella. (Persson et al 2008).

Estos escáneres no se ven afectados por las características ópticas de la superficie del objeto, pero se pueden ver afectados por las características físicas del objeto. Si se quiere medir un objeto blando como la goma o la silicona en el caso del campo odontológico, éste se puede deformar y distorsionar el escaneado. (Quass et al, 2007)

Además, debido a la necesidad de contacto con toda la superficie el objeto, estos escáneres tienden a ser lentos, como ya se ha mencionado. (Persson et al 2008).

Existen tres tipos en la industria:

1. Máquina de medición por coordenadas:

Conocida comúnmente como CMM, por sus siglas en inglés procedentes de "coordinate measuring machine". Consiste en una superficie horizontal amplia, con un brazo robótico que se mueve por unos carriles en los tres ejes del espacio. Dicho brazo termina en una sonda acabada en una bola de rubí o de metal y se mueve manual o automáticamente hasta entrar en contacto con el objeto que se quiera medir, registrándose en qué posición del espacio está situado el brazo en ese momento, con una precisión de micras.

La precisión de una CMM es normalmente de 1-2 micras, un orden de magnitud más que la precisión de un escáner óptico, al menos en el eje X-Y, a día de hoy. En el eje Z (altura) pueden llegar a tener una exactitud similar a los ópticos.

2. Brazo articulado:

Se trata de un brazo articulado con una sonda en un extremo y sensores angulares muy precisos en las articulaciones. A partir de la orientación de esas articulaciones se reconstruye la posición de la punta de la sonda. Es útil para medir formas libres u objetos complejos.

3. Combinación de CMM y brazo articulado:

Son aparatos iguales a una CMM pero cuyo brazo, en vez de ser rígido, es un brazo articulado. (Quass et al, 2007)

- Escáneres ópticos:

Los escáneres de no-contacto utilizan siempre algún tipo de radiación electromagnética, generalmente la luz, para realizar sus mediciones. Emiten un haz de luz blanca o haz láser sobre el objeto a escanear y la cantidad de luz reflejada es captada por una cámara digital. Después de que la luz reflejada haya sido captada por

la cámara, se obtienen puntos tridimensionales a partir de la tecnología de triangulación.

En general la ventaja que ofrecen los escáneres ópticos frente a los de contacto es que al no utilizar un método de contacto se facilita el escaneo de materiales blandos y frágiles, a pesar de que las propiedades ópticas del material a escanear pueden afectar la precisión del archivo digital. (Persson et al, 2006)

Pueden realizar mediciones de punto en punto, captar una línea (generalmente los escáneres láser) o una superficie entera. Éstos últimos recogen mucha más información en el mismo tiempo y pueden ser, por tanto, más precisos. Además no presentan el problema de tener que alinear unas líneas con otras, como en el caso de los que proyectan una única línea. En éste último caso, se necesita de otro sistema de referencia para combinar correctamente esas líneas. Por eso los escáneres láser van montados con frecuencia en el brazo de una CMM o se tienen que combinar con la fotogrametría.

Existen tres tipos en función de la tecnología que utilizan: los escáneres de luz estructurada, escáneres de luz láser y los escáneres de microscopía confocal y holografía confocal. (Kusnoto & Evans, 2002).

3. ESCÁNERES INTRAORALES.

Los escáneres intraorales son dispositivos que permiten realizar una captura óptica directa de las superficies del medio oral, así como de las preparaciones dentarias.

En los años 80 se introdujo el primer escáner intraoral digital creado para la odontología restauradora, diseñado por el Dr. Werner Mörmann, y Marco Brandestini. (Birnbaum et al, 2008). Desde distintos sectores de la investigación muchas compañías han desarrollado esta tecnología y han creado distintos escáneres intraorales para el uso en clínica que son cada vez más fáciles de usar y producen restauraciones dentales precisas con buenos ajustes. Estos sistemas son capaces de capturar imágenes virtuales en tres dimensiones de las preparaciones dentales, y desde esas imágenes crear restauraciones fabricadas directamente o pueden ser usadas para fabricar precisos modelos maestros en ambos casos utilizando tecnología CAM.

Actualmente existen diferentes tipos de escáneres intraorales diseñados para la odontología restauradora, fabricados principalmente en EEUU, Israel, Alemania, Italia, Suiza y Dinamarca. Este tipo de tecnología trata de eliminar las desventajas de la toma

tradicional de impresiones como puede ser la inestabilidad de la impresión, la discrepancia geométrica y dimensional que existe entre la impresión y el modelo, laceraciones en los márgenes y el vaciado de la impresión con yeso. Las principales ventajas del uso de estos sistemas son, la obtención de modelos de alta fidelidad, creación de archivos 3D, simulación quirúrgica y simplificación del proceso.

Los dispositivos existentes están basados en una tecnología óptica sin contacto físico, tales como: la microscopía confocal, tomografía de coherencia óptica, fotogrametría, visión estéreo activa y pasiva, triangulación, interferometría y principios de desplazamiento de fase. Básicamente, todos estos dispositivos combinan algún tipo de técnica de imagen citada anteriormente y además se emplean varias tipologías de fuentes de luz estructurada y diferentes componentes ópticos. (Logozzo et al, 2011)

Los escáneres intraorales se pueden clasificar en dos tipos:

- Escáneres de tecnología fotográfica. Son aquellos que captan imágenes individuales de las áreas a escanear, como iTero (Cadent Inc, Carlstadt, USA), E4D (D4D Technologies, LLC, USA) y TRIOS (3Shape, DK). TRIOS graba imágenes a tal velocidad que es funcionalmente un escáner capaz de captar múltiples imágenes. En una sola imagen son captados aproximadamente tres dientes. Para registrar áreas más amplias de la dentición, se toman una serie de imágenes individuales que el programa de software ensambla en un modelo virtual en tres dimensiones.
- Escáneres de tecnología de vídeo. Son aquellos que graban las áreas escaneadas funcionando de forma similar que una cámara de video. El ejemplo más característico de este tipo de escáneres es Lava C.O.S (3M Espe, St. Paul, USA) fué el primer escáner óptico de este tipo que apareció en el mercado. La última versión del mismo se llama True Definition. (Van der Meer, 2012) (Sohmura et al, 2000). Otro ejemplo de escáner que utiliza este tipo de tecnología es la última versión de Cerec (Sirona[®] Dental Systems), Cerec Omnicam[®].

A continuación se describen los distintos tipos de escáneres intraorales más representativos que existen en el mercado:

- **CEREC (Sirona® Dental Systems; Bensheim, Germany):**

Fué primero en aparecer en la década de los 80, siendo el sistema que sentó las bases para el futuro desarrollo de los demás escáneres. Su acrónimo significa “*Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics*”.

El escáner proyecta un haz de luz a un objeto y cada rayo de luz se refleja en el sensor donde se mide la distancia entre el haz de luz proyectada y luz reflejada. El ángulo existente entre el proyector de luz y el sensor se conoce y por ello la distancia del objeto se puede calcular con el teorema de Pitágoras. A esta tecnología se la conoce como “triangulación”. (Van der Meer, 2012)

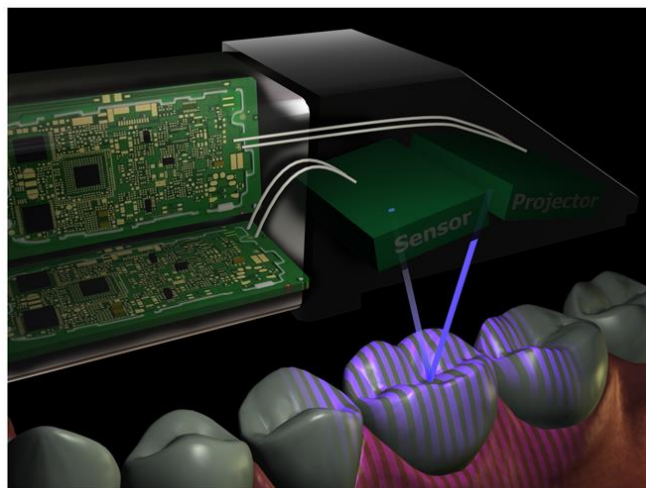


Fig. 3. Imagen que representa los principios técnicos del escáner intraoral Cerec Blue cam. (Van der Meer, 2012)

Este sistema está específicamente desarrollado para integrar todos los pasos del proceso CAD/CAM en la clínica dental. Los procesos de diseño y fresado es posible realizarlos en un periodo corto de tiempo, permitiendo terminar la restauración en una sola cita, lo que resulta en mayor eficiencia y conveniencia tanto para el clínico como para el paciente. (Birnbaum et al, 2009). Los sistemas CEREC han evolucionado introduciendo distintas versiones de los dispositivos en el mercado a lo largo del tiempo como CEREC 1, CEREC 2, CEREC BlueCam y actualmente se ha desarrollado CEREC Omnicam que ha aportado numerosas ventajas frente a los anteriores, entre las

que destacan la sencillez y velocidad, además no necesita el empleo de polvo. (Sturb & Rekow, 2006. Logozzo, 2011).

- E4Dentist (D4D®Technologies LLC. Dallas, TX):

Se introdujo a principios del 2008, su acrónimo significa “*Dream, Design, Develop, Deliver*”.

Al igual que CEREC, es posible combinar su empleo en clínica junto con la unidad de fresado. Las ventajas son que no requiere polvo para escanear impresiones o preparaciones dentales y la facilidad del uso del software de diseño de restauraciones. Además la cabeza del escáner es más pequeña que la del sistema de CEREC por lo que mejora en comodidad a la hora de realizar las impresiones intraorales de los sectores posteriores. (Birnbbaum et al, 2009. Logozzo, 2011)

- iTero (Cadent®. Carlstadt, NJ):

Fue introducido a principios de 2007 después de 5 años de intensa investigación y ensayos de prueba-error. Este dispositivo se basa en una tecnología de “paralelismo confocal”; como los microscopios confocales, que presentan ventajas con respecto a otros microscopios ya que desechan la información desenfocada y tiene la habilidad de controlar la profundidad de campo.

Las ventajas del sistema son que no necesita polvo para que refleje la luz, es capaz de registrar todas las estructuras orales y la secuencia de escaneado es indicada al operador por el propio ordenador. Al no ser una secuencia de escaneado continúa y no requerir de polvo el dentista puede retirar la cabeza del escáner de la boca del paciente en cualquier momento. Se captan imágenes individuales que se van ensamblando para capturar todos los detalles.

Después de haber terminado todos los escaneos requeridos, el modelo digital es presentado en el monitor, que junto a la orden de laboratorio, es posible enviar por internet. (Birnbbaum et al, 2009. Logozzo, 2011)

- **Lava C.O.S. (3M® ESPE):**

“Lava Chairside Oral Scanner” de 3M ESPE (St Paul, MN) nació de las investigaciones del Profesor Doug Hart y el Dr. János Rohály en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. El producto fue oficialmente lanzado al mercado en el Chicago Midwinter Meeting en Febrero del 2008.

Hasta el año 2013, que se lanzó el nuevo escáner de la casa Sirona, Cerec Omnicam®, era el único sistema del mercado que realizaba la captura de imágenes mediante una cámara de vídeo. Utiliza la tecnología denominada “3D in Motion” graba imágenes de vídeo 3D de forma continua para crear un modelo volumétrico. Es necesario rociar previamente los tejidos a escanear con una fina capa de polvo de dióxido de titanio. Es un método que utiliza un muestreo activo (óptico) mediante frentes de onda que permiten una captación tridimensional en movimiento. Captura 20 imágenes por segundo a velocidad de vídeo, y toma aproximadamente 21 millones de datos por arcada. Captura los datos 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. Se compone de una pantalla táctil que facilita su manejo. (Birnbaum et al, 2009. Logozzo, 2011)

- **TRIOS (3Shape®):**

3Shape presentó el escáner TRIOS en la International Dental Show de 2011 en Colonia.

Se basa en la tecnología Ultrafast Optical Sectioning® que combina una tecnología de microscopía confocal con un tiempo de escaneado rápido. Captura más de 3000 imágenes bidimensionales por segundo, siendo 100 veces más rápida que las cámaras de vídeo convencionales. Las ventajas de este sistema son la captación de imágenes a gran velocidad sin usar polvo y con gran libertad de movimientos ya que no es imprescindible mantener distancias cortas o angulaciones específicas. (Logozzo et al, 2011)



Fig. 4. Escáner Intraoral TRIOS (3Shape®).

- Zfx Intrascan (MHT technologies® Zimmer):

Se basa en un sistema con un escáner ligero y un hardware que se puede adaptar a cualquier ordenador, el concepto es que sea lo más portátil posible.

Se basa en un tecnología láser de paralelismo confocal en tres dimensiones, con una distancia de trabajo es 18mm. Es capaz de tomar 18 imágenes por segundo, sin usar ningún polvo auxiliar. Sus principales ventajas son la portabilidad y la sencillez a la hora de manejar el software; además los archivos digitales obtenidos son libres, es decir, que no precisan de sistemas específicos de uso restringido para descodificarlos. (ZFX Digital Dentist, Zimmer, 2013).

4. VENTAJAS DE LAS IMPRESIONES INTRAORALES.

Las impresiones intraorales ofrecen una serie de ventajas:

- Velocidad.

- Eficiencia.
- Precisión y simplicidad de reproducción.
- Capacidad de almacenamiento de la información de forma indefinida. Se disminuye la necesidad de tener un espacio de almacenamiento de los modelos dentales. Una vez archivados los modelos digitales éstos no se ven modificados ni por el paso del tiempo ni por las manipulaciones que se pueden realizar sobre ellos.
- Capacidad de transferir archivos o imágenes digitales entre la clínica y el laboratorio dental.
- Mejor aceptación por parte del paciente.
- Disminución de la distorsión de los materiales de impresión.
- Elimina la necesidad de mantener los materiales necesarios para la realización de impresiones convencionales.
- Pre visualización de las preparaciones dentarias.
- Minimiza la desinfección y la posible contaminación cruzada de los tejidos.
- Gran beneficio en la relación coste-tiempo. Disminución del tiempo de trabajo en la clínica.

(Yuzbasioglu et al, 2014; Straga 2009; Redmon et al, 2010.)

Los escáneres intraorales pueden eliminar los errores asociados a la técnica de toma de impresiones y obtención del modelo de trabajo, ya que son dos pasos que son eliminados y la información recogida por el escáner intraoral se introduce en un flujo de trabajo digital. (Van der Meer, 2012)

I.V PRECISIÓN Y EXACTITUD

Puesto que son relevantes para la interpretación de este estudio, es interesante definir los conceptos de exactitud, precisión y resolución:

Exactitud

Es la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real. Suponiendo varias mediciones, no se trata del error de cada una, sino de la distancia a la que se encuentra la medida real de la media de las mediciones. Exactitud es la cercanía del valor experimental obtenido al valor exacto de dicha medida. El conocimiento del valor exacto de una magnitud física es un concepto utópico, ya que es imposible conocerlo sin incertidumbre alguna. (Quass et al, 2007)

Precisión

Es la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión. Una medida común de la variabilidad es la desviación estándar de las mediciones y la precisión se puede estimar como una función de ella.

Se dice que un instrumento o procedimiento es preciso si sus resultados son consistentes cuando se aplica más de una vez al mismo individuo bajo las mismas circunstancias. La precisión de un procedimiento se ve afectada por dos factores fundamentales: la variación propia del instrumento o procedimiento y la variación del examinador. La primera de ellas tiene que ver con la calidad y calibrado del instrumental de medida y diagnóstico, por ejemplo, el nivel de calidad y mantenimiento de un equipo radiográfico. La variación del observador o examinador está relacionada con su entrenamiento, formación y capacidad, y también se llama error del examinador. A menor variación de éste, mayor precisión se consigue a la hora de realizar una prueba y, por tanto, más válido será el resultado. (Bland & Altman, 1986)

Resolución

Es el cambio más pequeño en una magnitud física que se esté midiendo que es capaz de ser detectada por el instrumento de medida. Por ejemplo, en el caso de una cámara fotográfica digital es el tamaño de un píxel. Cualquier detalle que se quiera fotografiar que sea más pequeño que un píxel no será detectado. Viene indicado indirectamente por el número de píxeles del sensor de la cámara, porque cuantos más haya, más pequeños son para el mismo tamaño de sensor y por tanto aumenta la capacidad de registrar objetos pequeños o de registrarlos con más detalle.

En el caso de un escáner 3D, se trata del número de puntos que es capaz de medir por unidad de superficie. Cuanta más resolución tenga, será capaz de detectar características más pequeñas de un objeto. (Quass et al, 2007)

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

II.I JUSTIFICACIÓN

La odontología clínica actual implica la recogida de una gran cantidad de información de cada paciente, con el objetivo de diagnosticar distintos problemas y de formular un adecuado plan de tratamiento individualizado. Mucha de esta información se obtiene de los exámenes clínicos y radiografías. Como con la mayoría de otras profesiones en la Odontología, existe un continuo desarrollo del uso de nuevas tecnologías digitales para mejorar las pruebas diagnósticas, planes de tratamiento y disminuir los tiempos necesarios de trabajo. (Calberson et al, 2008). Un plan de tratamiento exitoso en Odontología requiere de una información diagnóstica precisa y en el campo de la Protopodncia, los modelos dentales forman una parte esencial de este proceso. Los modelos dentales pueden utilizarse para evaluar la oclusión y para realizar medidas más seguras y fáciles que realizarlas en la boca del paciente (Cuperus, 2012)

Las nuevas tecnologías que se están introduciendo en las consultas odontológicas están ya conviviendo con los métodos tradicionales y con claros indicios de sustituir en un futuro cercano a los métodos tradicionales.

Es necesario llevar estudios que permitan testar la nueva tecnología con la ya utilizada. Un profesional que esté considerando renovarse hacia las nuevas tecnologías digitales debe de preguntarse lo siguiente: ¿Es esta nueva tecnología más fácil o más difícil de utilizar que los métodos tradicionales? ¿Nos va a proporcionar información adicional con la que podamos proveer una mejor atención dental al paciente? ¿Son igual, más o menos fiables en términos de exactitud y precisión que los métodos convencionales?, ¿Cuál es el coste inicial y a largo plazo?

Tener información científica sobre las posibilidades de estos nuevos métodos es un punto decisivo a la hora de decidirnos por cambiar. Para ello, la comparación con los métodos considerados el “gold estándar” debe ser siempre objetivo de cualquier investigador.

La utilización de imágenes 3D en formatos STL (Standard Triangle Language) cada vez es más común en la clínica dental. Para conseguir el mayor beneficio de las imágenes de los modelos 3D es necesario que sean exactas y de alta resolución. Por otra parte, la realización de trabajos protésicos, ortodóncicos, ortognáticos, etc... basada en la utilización de modelos digitales requiere que dichos modelos estén espacialmente relacionados entre ellos. Sin embargo, la adquisición de las imágenes del maxilar y de la mandíbula se realiza en dos archivos de imágenes diferentes, no relacionados entre ellos. Por ello, es necesario que el software realice, posteriormente a la captación de

los archivos maxilar y mandibular un algoritmo matemático capaz de relacionar virtualmente dichos modelos.

Lo contrario ocurre con las imágenes de CBCT del maxilar y de la mandíbula en formato DICOM (Digital Image and Communication in Medicine) que, a pesar de su baja resolución, están alineadas correctamente en su posición anatómica debido a la naturaleza de su generación mediante el aparato de rayos X.

No existen unos protocolos establecidos de cual procedimiento es más exacto o es aceptable para la mayoría de los usos odontológicos. A pesar de ello, las imágenes 3D digitales es un área en continuo crecimiento en la clínica odontológica

Es por ello, que desde la introducción por Morman y Brandestini en 1980 de los primeros escáneres capaces de leer la superficie dental de manera intraoral, uno de los principales retos que se planteó fue la posibilidad de lograr una correcta interrelación entre las arcadas máxilares y mandibulares a la hora de digitalizar los archivos correspondientes.

Durante los últimos 10 años ha existido un claro interés por el desarrollo de nuevas versiones de escáneres intraorales cada vez más fiables, rápidos y cómodos para realizar las funciones de escaneo. Sin bien se demuestra que la fiabilidad de la realización de registros independientes del maxilar y la mandíbula es muy alta, todavía se tienen dudas sobre la capacidad de lograr una correcta interrelación entre ambos. (Logozzo et al, 2011).

Por esta razón, se justifica la realización de un estudio observacional descriptivo transversal in vivo que permita comparar los contactos oclusales intermaxilares obtenidos de los archivos digitales procedentes de escaneo intraoral, con los observados en registros intermaxilares directos en el paciente y con los obtenidos del engranaje en el articulador de modelos de yeso del mismo paciente.

II.II OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es:

Evaluar la fiabilidad de captación de los contactos interoclusales generados durante la articulación virtual de los archivos digitales máxilo-mandibulares obtenidos mediante un escáner intraoral.

Los objetivos específicos a observar en los pacientes sujetos a este estudio son:

1. Evidenciar la existencia y localización, en posición de máxima intercuspación, de contactos dentarios oclusales intermaxilares, registrados a nivel intraoral mediante la utilización de papel de articular.
2. Evidenciar la existencia y localización, en posición de máxima intercuspación, de contactos dentarios oclusales intermaxilares registrados a nivel extraoral, con los modelos montados en un articulador semiajustable.
3. Evidenciar la existencia y localización en posición de máxima intercuspación, de contactos dentarios oclusales intermaxilares registrados mediante la articulación virtual obtenido a partir de un escáner intraoral.
4. Analizar y comparar la “fiabilidad”, expresada en términos de concordancia de los contactos generados mediante la articulación virtual (escáner intraoral) con los obtenidos por los métodos convencionales (registro intraoral y sobre modelos) con papel de articular.
5. Analizar la capacidad diagnóstica, expresada en términos de sensibilidad, especificidad, Valores predictivos para positivos (VPP) y Valores predictivos para negativos (VPN) de los métodos de papel articular sobre modelos y la utilización de un escáner intraoral, al compararse con la utilización de un papel articular intraoral como Gold estándar.

La hipótesis nula H_0 con respecto a los objetivos planteados se interpretaría como la no existencia de diferencias estadísticamente significativas (baja concordancia) entre los contactos oclusales obtenidos mediante registro digital, con los obtenidos intraoralmente en los pacientes y los obtenidos en los modelos montados en articulador.

Por otra parte, la Hipótesis nula H_0 para la capacidad diagnóstica de los métodos se establecería como la no existencia de diferencias estadísticamente significativas (baja capacidad diagnóstica) entre los grupos a comparar Vs. los contactos intraorales con papel de articular.

***MATERIAL Y
MÉTODO***

III.I DISEÑO DEL ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LOS PACIENTES.

Este estudio se ha diseñado como un estudio piloto, observacional y transversal. Debido a que su realización, no implicaba ningún procedimiento invasivo ni especialmente molesto para los pacientes se consideró aplazar la solicitud de autorización al comité ético hasta el momento de tener resultados previos y decidir si se procedía a su ampliación. Aún así, todos los pacientes fueron informados de manera exhaustiva sobre el motivo y la sistemática del estudio y firmaron el correspondiente “consentimiento informado” para participar.

Se llevó a cabo una primera fase de selección de pacientes. Se admitieron en el estudio 11 pacientes, 3 hombres y 8 mujeres.

Los criterios de inclusión fueron:

- Mayores de 18 años.
- No enfermedades sistémicas relevantes.
- Pacientes sin ausencias dentarias.
- Pacientes sin necesidad de realización de ningún procedimiento dental.
- Estabilidad oclusal (pacientes con contactos oclusales uniformes y bilaterales en máxima intercuspidadación).
- Pacientes sin restauraciones dentales.
- Pacientes sin parafunciones, ni con desgastes dentarios oclusales (o mínimo).
- Posibilidad de realizar un seguimiento de 6 meses.

Se excluyeron todos aquellos pacientes que no presentaban una estabilidad oclusal y aquellos con problemas oclusales o de la articulación temporomandibular. No se incluyeron en el estudio aquellos pacientes con mordidas abiertas anteriores o posteriores. Se excluyeron del estudio aquellos pacientes que no firmaron el consentimiento informado y que no tuvieran la posibilidad de realizar un seguimiento de 6 meses.

III.II PROCEDIMIENTO.

A. LOCALIZACIÓN DE LOS CONTACTOS OCLUSALES EN EL PACIENTE.

Se localizaron los contactos oclusales de los pacientes en máxima intercuspidad con la ayuda del papel articular de 8 micras (Arti-Fol II, Bausch). Todos los contactos se registraron en función de su localización y se realizaron distintas series de fotografías intraorales para almacenar la información.. Los contactos marcados en la boca fueron el grupo control en este estudio. La localización de los contactos se determinó dividiendo las superficies oclusales de toda la arcada en 56 regiones, como introdujo Delong et al. (2002) (Figura 5).



Fig. 5. Regiones anatómicas de los contactos oclusales. Los contactos se definen de forma cuantitativa en función de su localización. Se identifica a los contactos por el diente y región anatómica. B: vestibular. L: lingual. M: mesial. D: distal. C: central.

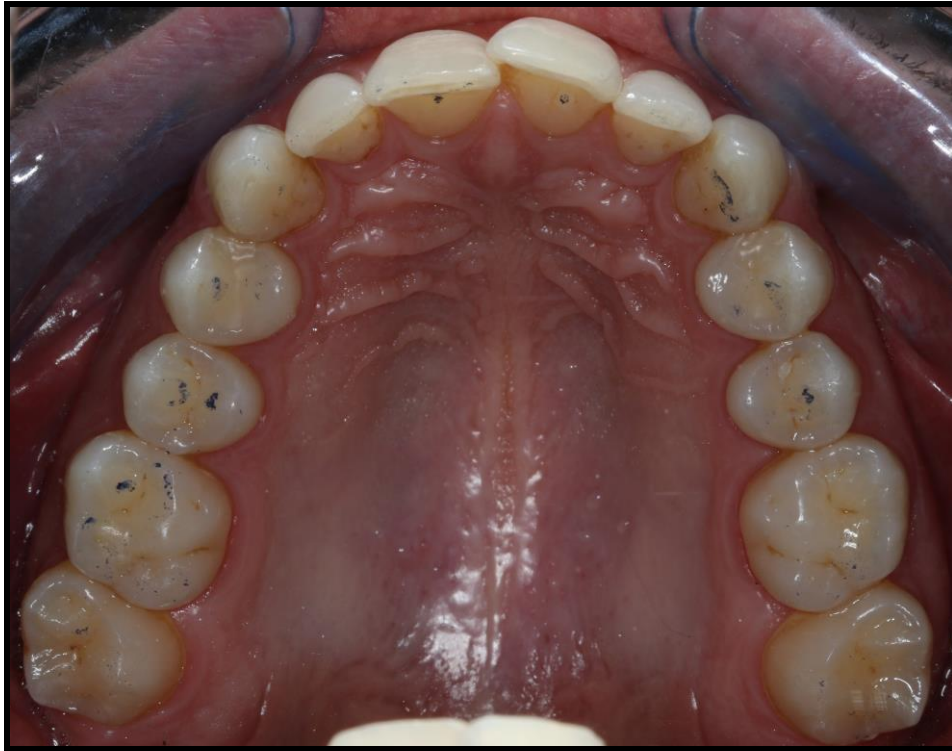


Fig. 6. Fotografía intraoral de la arcada superior con los contactos oclusales marcados en azul con la ayuda del papel articular de 8 micras.

B. CONFECCIÓN DE MODELOS DE ESCAYOLA Y LOCALIZACIÓN DE LOS CONTACTOS.

Posteriormente, se tomaron impresiones de silicona con técnica de doble impresión, utilizando un material de polivinilsiloxano de doble consistencia, (Virtual, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietschenstein) pesado y fluido, superior e inferior (sin burbujas ni perforaciones). Se realizaron con la ayuda de cubetas estándar de plástico (Position Tray®, 3M ESPE, St Paul MN, EEUU). Posteriormente se vaciaron en escayola tipo IV (Fujirock, GC Europe, Leuven, Belgium). Todos los materiales se utilizaron según las recomendaciones de los fabricantes y fueron manipulados siempre por el mismo operador.

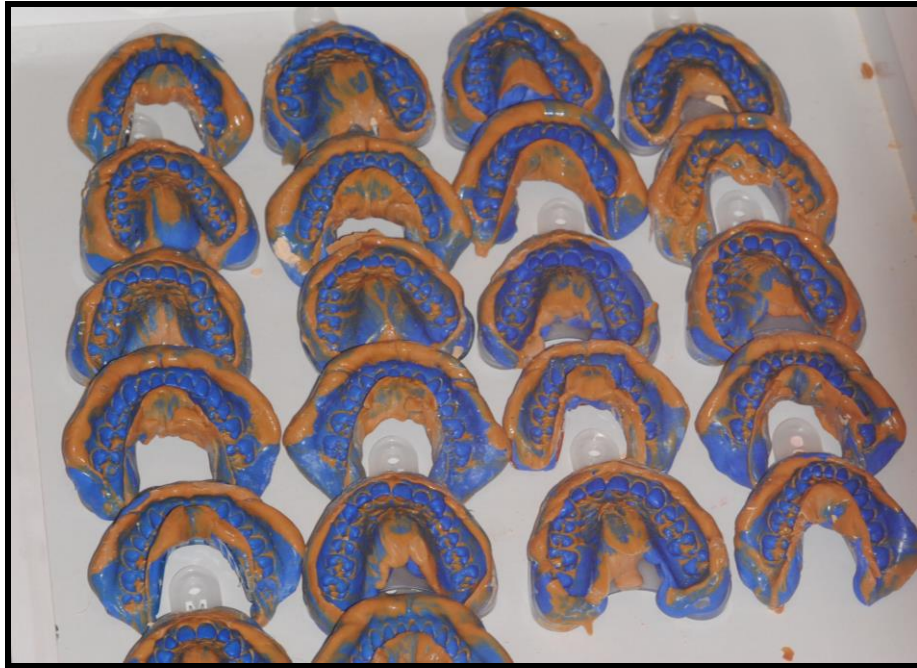


Fig. 7. Impresiones de polivinilsiloxano con la técnica de doble mezcla.

Se tomaron los registros de arco facial para el articulador Stratos 300 (Ivoclar, Vivodent) y se realizaron todos los montajes de los modelos superiores e inferiores en un articulador semiajustable (Stratos 300, Ivoclar Vivodent).

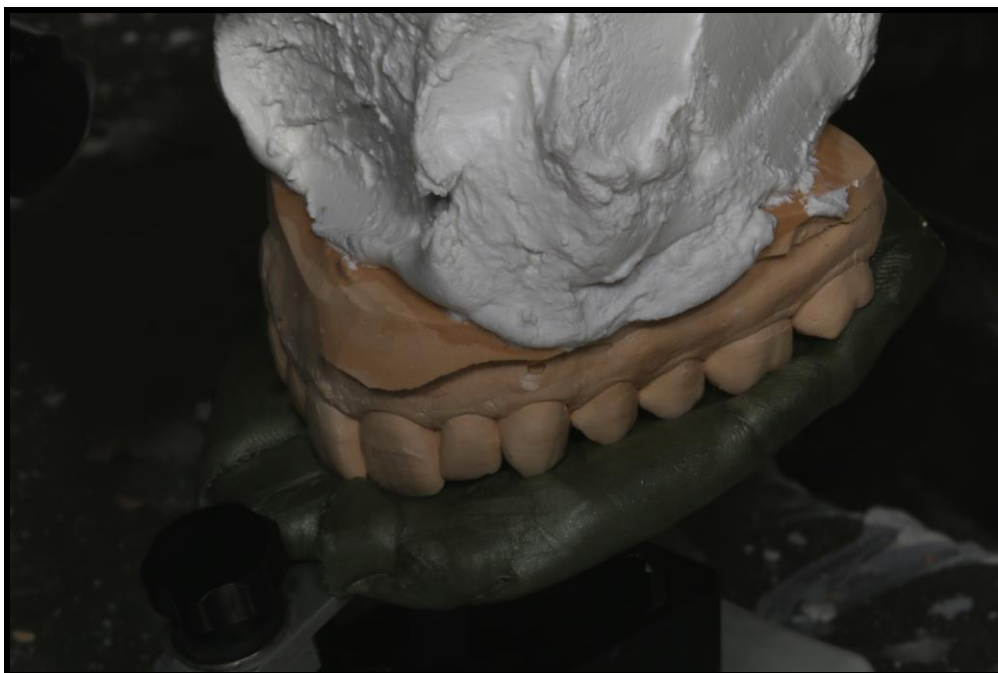


Fig. 8. Montaje del modelo superior.

Se montaron los modelos inferiores en la posición de máxima intercuspidad, ya que es la posición más comúnmente utilizada en la práctica clínica diaria y la más fácil de identificar (Mcdevitt, 1997). Para el montaje de los modelos inferiores NO se utilizó ningún tipo de registro intermaxilar ya que es el primer aspecto que puede introducir un error adicional y si los modelos maxilares y mandibulares presentan una buena intercuspidad y un adecuado tripoidismo de los contactos, la técnica más precisa para montar los modelos inferiores es articularlos con la mano sin usar un registro intermaxilar. (Dixon, 2000; Squier, 2004; Straga, 2009).

Por último se analizaron los contactos con la ayuda del papel articular de 8 micras. Se localizaron los contactos al igual que los contactos determinados en los pacientes, dividiendo las superficies oclusales de toda la arcada en 56 regiones, como introdujo Delong et al. (Figura 5)

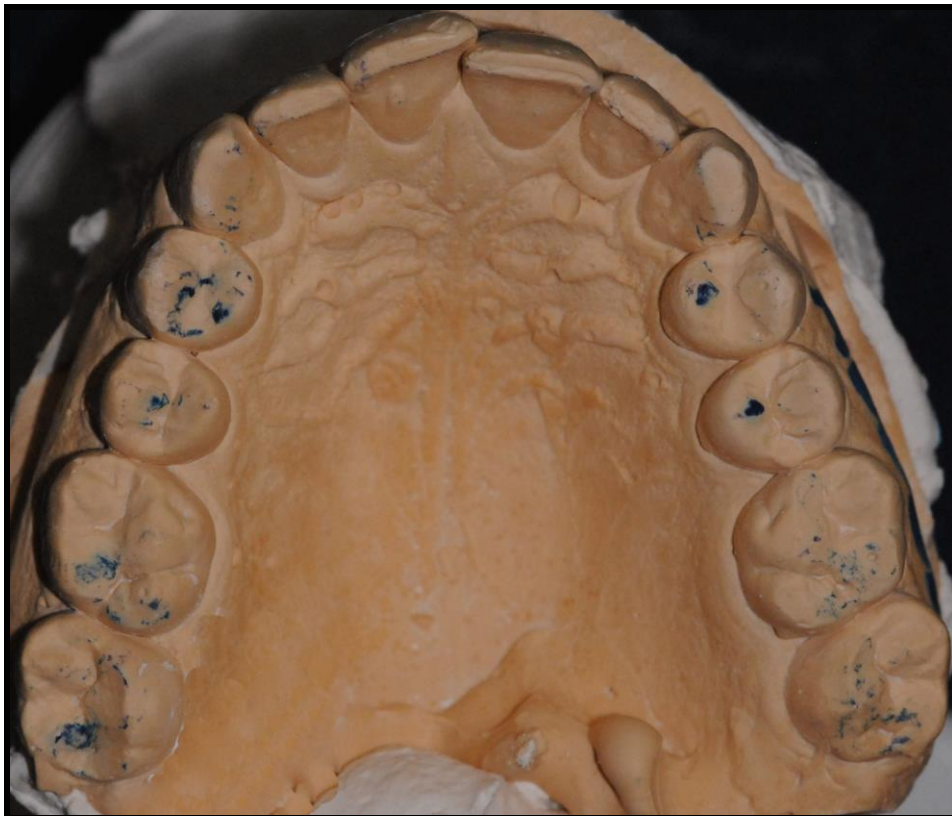


Fig. 9. Modelo superior de escayola montado en el articulador con los contactos oclusales marcados en azul por el papel articular de 8 micras.

C. OBTENCIÓN DE MODELOS VIRTUALES.

Se realizaron unas impresiones digitales con el escáner intraoral Trios (Phibo, 3 Shape) de las arcadas superiores, inferiores y en oclusión de los pacientes, según las instrucciones y recomendaciones del fabricante. Todos las impresiones intraorales fueron realizadas por el mismo operador. Se generaron una serie de archivos STL de los modelos virtuales que fueron almacenados para el posterior análisis de los contactos oclusales.

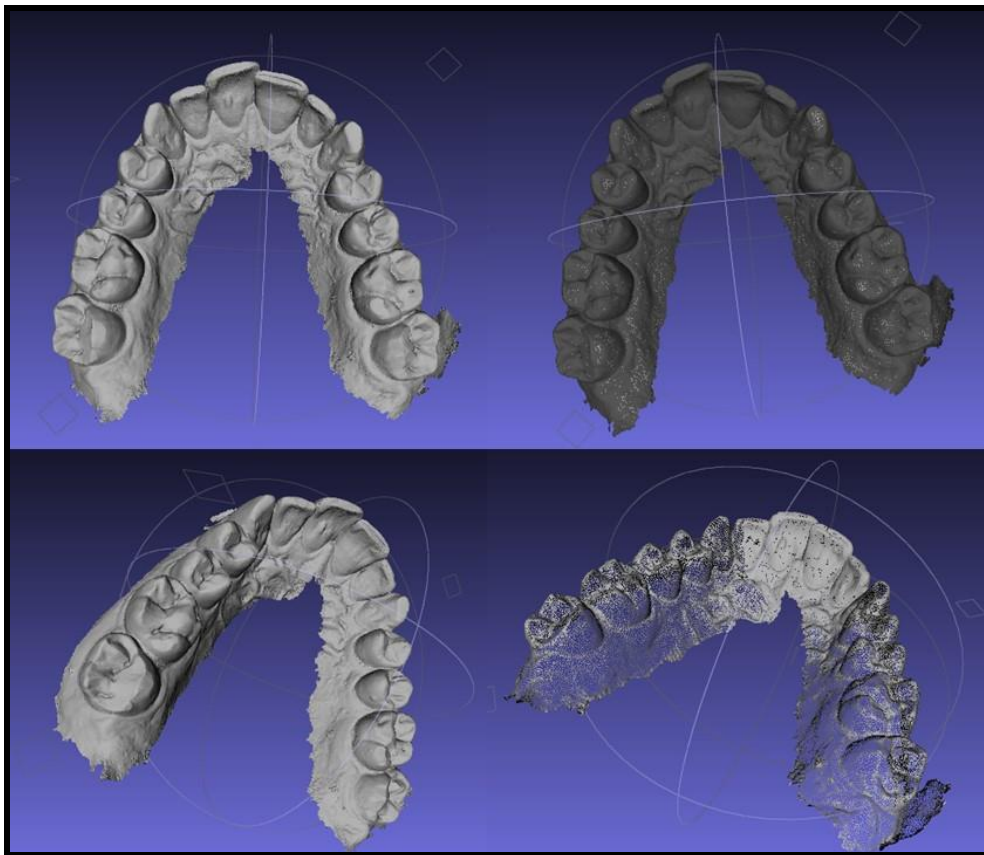


Fig. 10. Imágenes de los archivos STL del modelo virtual superior, visto desde varios ángulos.

III.III. RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS.

A. GRUPO CONTROL. CONTACTOS OCLUSALES EN LOS PACIENTES.

Se anotaron todos los contactos oclusales de los pacientes, registrados en las series fotográficas intraorales, mediante el papel articular de 8 micras. Dos examinadores previamente calibrados, anotaron de manera independiente, los contactos en función de las superficies oclusales divididas según Delong y cols. (Figura 5). Todos los datos se almacenaron en una hoja de cálculo de Excel. (Versión 2013 para Windows Vista®).

Paciente 1



Fig. 11. Esquema de las anotaciones de los contactos oclusales obtenidos en los pacientes mediante el registro de fotografías intraorales.

B. CONTACTOS OCLUSALES EN LOS MODELOS ARTICULADOS.

Se anotaron todos los contactos oclusales obtenidos en los modelos de escayola montados previamente en el articulador semiajustable con la ayuda del papel articular de 8 micras. Se realizaron distintas series fotográficas de los modelos para el almacenaje de la información. Dos examinadores de forma independiente anotaron los contactos en función de las superficies oclusales divididas según Delong y cols. (Figura 5). Todos los datos se almacenaron en una hoja de cálculo de Excel. (Versión 2013 para Windows Vista®).

C. CONTACTOS OCLUSALES REGISTRADOS EN LOS MODELOS VIRTUALES OBTENIDOS MEDIANTE UN ESCANEADO INTRAORAL.

Se anotaron todos los contactos oclusales obtenidos en los modelos virtuales. Dos examinadores calibrados, anotaron de manera independiente los contactos en función de las superficies oclusales divididas según Delong y cols. (Figura 5). Todos los datos se almacenaron en una hoja de cálculo de Excel. (Versión 2013 para Windows Vista®).

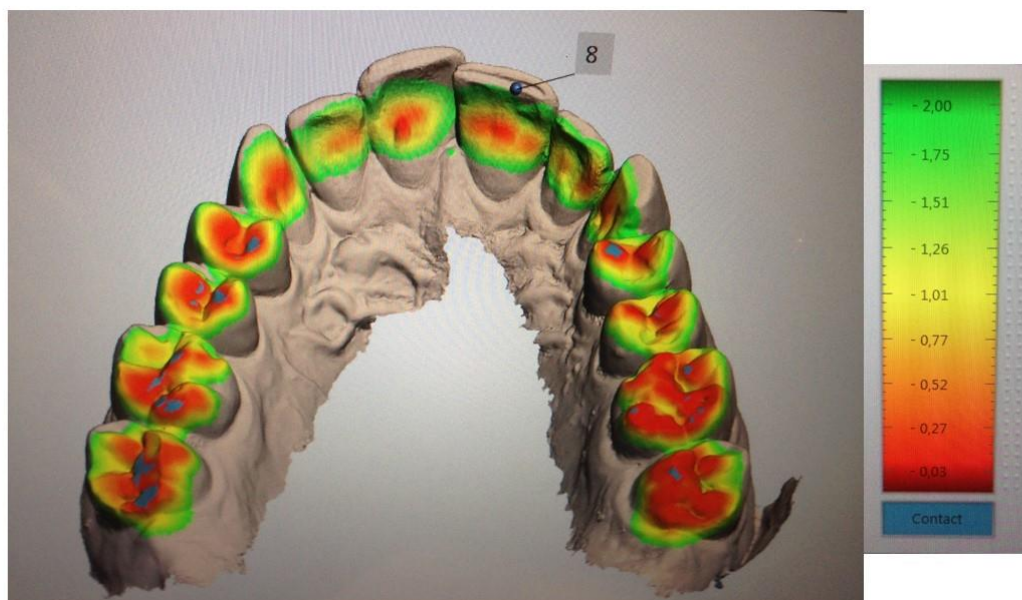


Fig. 12. Imagen obtenida del escáner intraoral donde se aprecian los contactos oclusales marcados en azul y un mapa de color según el espacio interoclusal.

III.IV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Todos los datos correspondientes a la matriz en la que se evidenciaba la existencia y clasificación de los contactos por diente para cada técnica utilizada se almacenaron en una hoja de cálculo de Excel (Versión 2013 para Windows Vista®) y se analizaron mediante el programa SPSS 19,00 para Mac

Los resultados descriptivos expresados en términos categóricos para cada tipo de registro interoclusal se analizaron mediante test de Chi cuadrado de Pearson. A continuación se efectuó el índice de concordancia Kappa de Cohen.

ÍNDICE DE KAPPA	FUERZA DE LA CONCORDANCIA
<0,00	SIN ACUERDO
0,00 – 0,20	MUY BAJO
0,21 – 0,40	BAJO
0,41 – 0,60	MODERADO
0,61 – 0,80	BUENO
0,81 – 1,00	MUY BUENO

Tabla 3. Donde se muestran los distintos valores del índice de Kappa.

Por otra parte, se analizó el resultado de los datos obtenidos por el escáner intraoral Vs. el papel intraoral y extraoral, en términos de sensibilidad y especificidad y valores predictivos para positivos y negativos. En todos los casos se consideró al grupo de los contactos intraorales como gold estándar y a los obtenidos por el escáner intraoral y sobre articulador como test.

Una vez obtenidos los resultados se procedió a la discusión de los mismos

RESULTADOS

RESULTADOS

El total del número de contactos registrados en cada técnica así como los contactos coincidentes entre cada técnica se muestran en la siguiente tabla.

PA CIE NT ES	Fotografías (Nº contactos registrados en las fotografías intraorales)	Modelos (Nº contactos registrad os en los modelos)	Digital (Nº contactos registrados en los escaneados intraorales)	Nº contactos coinciden tes con los tres métodos	Nº contactos coincident es entre los escaneado s y las fotografías	Nº contactos coincident es entre las fotografías y los modelos	Nº contactos coincident es entre los escaneado s y los modelos
1	26	22	15	15	15	21	15
2	26	16	21	16	21	16	16
3	25	27	27	25	25	25	27
4	28	28	23	23	23	28	23
5	25	28	18	18	18	25	18
6	20	20	17	17	17	20	17
7	21	20	11	11	11	20	11
8	22	28	19	19	19	22	19
9	28	24	13	13	13	24	13
10	26	24	17	17	17	24	17
11	19	20	12	12	12	19	12
Tota	266	257	193	186	191	244	188

Tabla 4. Resumen de los contactos oclusales registrados por los distintos métodos.

ÍNDICE DE CONCORDANCIA Y CONSISTENCIA.

1. Papel de articular intraoral (foto) VS Papel de articular extraoral (modelo).

Utilizando el papel articular en las fotografías intraorales como estándar y el papel articular de los modelos montados en el articulador como test obtenemos los siguientes resultados:

Tabla de contingencia

			Papel de articular extraoral (modelo)		Total
			NO contacto	SI contacto	
Papel de articular intraoral (foto)	NO contacto	Recuento	28	14	42
		% del total	9,1%	4,5%	13,6%
	SI contacto	Recuento	23	243	266
		% del total	7,5%	78,9%	86,4%
Total		Recuento	51	257	308
		% del total	16,6%	83,4%	100,0%

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	,532	,067	9,401	,000
N de casos válidos		308			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Por lo tanto se acepta que con una probabilidad de error del 0,0001% que existe concordancia entre los contactos obtenidos mediante el papel articular intraoral (foto) y los obtenidos por el papel articular utilizado en registros extraorales en los modelos. Según el índice de Kappa obtenido (53,2%) esta concordancia es considerada como MODERADA.

2. Papel de articular intraoral (foto) VS Contactos marcados por escáner.

Utilizando el papel articular en las fotografías intraorales como estándar y los contactos obtenidos mediante escaneado intraoral como test obtenemos los siguientes resultados:

□

Tabla de contingencia

			Contactos marcados por escáner		Total
			NO contacto	SI contacto	
Papel de articular intraoral (foto)	NO contacto	Recuento	37	5	42
		% del total	12,0%	1,6%	13,6%
	SI contacto	Recuento	78	188	266
		% del total	25,3%	61,0%	86,4%
Total	Recuento	115	193	308	
	% del total	37,3%	62,7%	100,0%	

□

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	,339	,049	7,318	,000
N de casos válidos		308			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Por lo tanto, se acepta que con una probabilidad de error del 0,0001% que existe concordancia entre los contactos obtenidos mediante el papel articular intraoral (foto) y los obtenidos por los contactos detectados mediante el uso del escáner intraoral. Según el índice de Kappa obtenido (33,9%) esta concordancia es considerada como BAJA.

3. Papel de articular extraoral (modelo) VS Contactos marcados por escáner.

Utilizando el papel articular de los modelos montados en el articulador como estándar y los contactos obtenidos mediante escaneado intraoral como test obtenemos los siguientes resultados:

Tabla de contingencia Papel de articular extraoral (modelo) * Contactos marcados por escáner

			Contactos marcados por escáner		Total
			NO contacto	SI contacto	
Papel de articular extraoral (modelo)	NO contacto	Recuento	43	8	51
		% del total	14,0%	2,6%	16,6%
	SI contacto	Recuento	72	185	257
		% del total	23,4%	60,1%	83,4%
Total		Recuento	115	193	308
		% del total	37,3%	62,7%	100,0%

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	,375	,051	7,593	,000
N de casos válidos		308			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Por lo tanto, se acepta que con una probabilidad de error del 0,0001% existe concordancia entre los contactos obtenidos mediante el papel articular extraoral (modelo) y los obtenidos por los contactos detectados mediante el uso del escáner intraoral. Según el índice de Kappa obtenido (37,5%) esta concordancia es considerada como BAJA.

TEST DE SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD.

Utilizando los contactos marcados con papel articular en las fotografías intraorales como estándar y los contactos obtenidos del escaneado digital como test la especificidad fue de 88,1%, la sensibilidad fue de 70,7%, el valor predictivo para positivos fue de 97,40% y el valor predictivo para negativos de 32,17 Cuando los contactos marcados en las fotografías intraorales se utilizaron como control y los contactos marcados en los modelos montados en el articulador como test los valores fueron de 66,7%, 91,4%, 94,55% y 54,90 respectivamente. (Tabla nº5)

	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
Escáner intraoral	0,70	0,88	0,97	0,32
Modelos	0,91	0,66	0,94	0,54

Tabla 5. Comparación de los contactos oclusales determinados por el papel articular en los modelos montados en el articulador y los obtenidos mediante escaneado intraoral utilizando siempre como estándar los contactos oclusales marcados por el papel articular en las fotografías intraorales. La tabla muestra la especificidad, sensibilidad, los valores predictivos para positivos y los valores predictivos para negativos.

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN EN CUANTO AL MATERIAL Y MÉTODO.

Se han descrito a lo largo de los años en la literatura científica numerosos métodos y materiales para analizar los contactos oclusales. A pesar de ello, para realizar un diagnóstico preciso y minimizar los posibles errores en el análisis oclusal, es necesario que se desarrollen nuevos instrumentos y métodos objetivos. Los métodos cualitativos para registrar los contactos oclusales (incluyen el papel articular tintado, tiras de seda, papel de aluminio...) son capaces de registrar el número y la localización de los contactos oclusales. Estos materiales son preferidos por la mayoría de los clínicos por su bajo coste y fácil manejo. (Saracoglu et al, 2002). La información proporcionada por estos métodos está limitada por la anchura del material del registro oclusal así como por el grosor del mismo. Además, requiere de varios actos de oclusión para obtener los contactos oclusales de toda la arcada completa. Por otra parte, cuando utilizamos métodos con colorantes para marcar los contactos oclusales éstos pueden dar lugar a falsos positivos y falsos negativos. Estos factores hacen que los métodos cualitativos para registrar los contactos oclusales presenten limitaciones a la hora de utilizarlos para cuantificar los contactos en los estudios clínicos.

Existen tres sistemas capaces de proveer mediciones cuantificables de los contactos oclusales,. El T-Scan, la foto-oclusión y Dental Prescale System. A pesar de ser métodos más objetivos que los anteriores la información que proporcionan está limitada ya que el sensor puede interferir con las estructuras orales y alterar la oclusión. Además la información que se obtienen de los contactos oclusales no está directamente relacionada con la anatomía oclusal y los resultados que proporcionan son en dos dimensiones. (Delong et al, 2007)

El objetivo de este estudio es evaluar la fiabilidad de reproducción de los contactos interoclusales generados durante la articulación virtual de los archivos digitales máxilo-mandibulares obtenidos mediante un escáner intraoral. Para medir la precisión de los contactos obtenidos con el escáner intraoral es necesario compararlos con un método de medición fiable o gold estándar. Desafortunadamente no existe un gold estándar aceptado universalmente para identificar clínicamente los contactos oclusales. A pesar de sus limitaciones, el papel articular y el shimstock (tiras metálicas de aluminio) se utilizan como estándar en la clínica diaria.

La ventaja de analizar los contactos oclusales en los archivos generados con un escáner intraoral, si estos resultaran totalmente fiables, es que proporcionan imágenes de los contactos oclusales en 3 dimensiones. Cuando se localiza un contacto oclusal con este método se puede analizar el área, orientación y localización del contacto desplegado sobre la superficie oclusal del diente en tres dimensiones.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

En el estudio realizado se realizó un test de Chi cuadrado de Pearson para calcular la significación estadística de los resultados obtenidos. La prueba del Chi cuadrado resultó estadísticamente significativa en los tres grupos de registros intermaxilares es decir, es muy poco probable que los resultados obtenidos sean debidos al azar.

Posteriormente se utilizó el Índice de Kappa de Cohen, para medir la concordancia entre un observador con un referente que representa una prueba real o una prueba de oro, más allá de la concordancia o acuerdo debido al azar.

Landis y Koch propusieron en 1977, una escala de interpretación del valor de Kappa que considera como aceptable un valor mayor o igual a 0,40 y excelentes los valores superiores a 0,75. (Bland & Altman, 1986)

ÍNDICE DE KAPPA	FUERZA DE LA CONCORDANCIA
<0,00	SIN ACUERDO
0,00 – 0,20	MUY BAJO
0,21 – 0,40	BAJO
0,41 – 0,60	MODERADO
0,61 – 0,80	BUENO
0,81 – 1,00	MUY BUENO

Se obtuvo el mayor valor del Índice de Kappa entre los contactos obtenidos con papel articular en las fotografías intraorales y los contactos obtenidos con papel articular en los modelos montados en el articulador, con un porcentaje de acuerdo del 53%. Según la escala de interpretación del Kappa de Cohen propuesta por Landis y Koch, este valor ofrece un grado de concordancia en los resultados de Moderado Los menores valores de kappa se obtuvieron con los contactos registrados mediante escaneo intraoral cuando se compararon con los contactos de las fotografías intraorales ($K=0,339$; $p=0,00$) y con los contactos de los modelos montados en articulador ($K=0,375$; $p=0,00$),

es decir, el grado de acuerdo entre el grupo digital con respecto a las fotos intraorales y con respecto a los modelos montados en articulador es bajo

En cuanto al análisis de capacidad de pruebas diagnósticas, se obtuvieron unos resultados de sensibilidad (capacidad del nuevo test para detectar la enfermedad, en nuestro caso, capacidad de detectar los contactos oclusales) de 70,7% para el grupo digital y de 91,4% para el grupo de modelos de escayola cuando se compararon con el gold estándar de contactos en las fotografías intraorales. Se puede afirmar con los resultados de este estudio que a la hora de poder detectar los contactos oclusales es más fiable la técnica de analizarlos con papel articular en los modelos montados en articulador que los obtenidos mediante los archivos digitales, siempre que consideremos como fiable el gold estándar realizado en este estudio.

Los resultados de especificidad (capacidad del nuevo test para detectar a los sujetos sanos, es decir, en este estudio es la capacidad para detectar las superficies de no contacto) son de 88,1% para el grupo digital y 66,7% para el grupo de modelos de escayola. Los archivos digitales generados mediante escaneado intraoral son más fiables a la hora de que no exista un contacto oclusal que si se compara con los contactos obtenidos en los modelos montados en articulador.

Se obtuvieron unos resultados de valor predictivo positivo (probabilidad de padecer la enfermedad si se obtiene un resultado positivo en el test, es decir probabilidad de que exista un contacto oclusal cuando el test lo marca como contacto oclusal) de 97,40% para el grupo digital y de 94,55% para el grupo de modelos. Se puede afirmar que ambos métodos de registro intermaxilar son eficaces a la hora de detectar los contactos oclusales. Los resultados de valor predictivo negativo (probabilidad de que un sujeto con un resultado negativo en la prueba esté realmente sano, es decir probabilidad de que no exista un contacto oclusal cuando en el test no existe el contacto) de 32,17% para el grupo digital y de 54,90% para el grupo de modelos.

Los falsos negativos afectan directamente a la sensibilidad de un test. Según Delong y cols, para aceptar un nuevo test como prueba diagnóstica se necesitan unos valores de sensibilidad mayores de 0,70 y de especificidad de 0,90. En el caso de los contactos digitales estos valores prácticamente se cumplen (0,70 y 0,88 respectivamente) por lo que los contactos obtenidos con esta técnica serían fiables. Cuando se compara el gold estándar (los contactos obtenidos con las fotografías intraorales) con los contactos obtenidos en los modelos de escayola se consigue un buen valor de sensibilidad pero no de especificidad (0,91 y 0,66 respectivamente), es decir esta técnica es fiable a la hora de detectar los contactos oclusales, pero no de detectar las superficies de no contacto, por lo que no es válida ya que se pueden generar falsos

negativos a la hora de utilizar el papel articular y no presenta la capacidad para eliminarlos.

Existen varias razones que se pueden explicar los valores obtenidos con el grupo digital, la primera puede ser la precisión innata del escáner y la segunda es que se ha comparado los contactos con un estándar, papel articular, cuando no existe un gold estándar aceptado universalmente para esta técnica.

DISCUSIÓN EN CUANTO A OTROS ESTUDIOS Y OTRAS TÉCNICAS.

DeLong y colaboradores en 2002, analizaron el número de contactos escaneando los modelos de escayola con el registro interoclusal. En su estudio comparan los contactos obtenidos de forma virtual con 4 formas distintas digitales de alinear los modelos superiores e inferiores, con los que proporcionan el papel de aluminio y el papel articular en los modelos de escayola montados en un articulador semiajustable, siendo éstos últimos el estándar. Concluyen que, con las distintas limitaciones existentes en el estudio, los contactos oclusales existentes en los modelos digitales prácticamente reproducen de forma exacta los contactos obtenidos en los modelos de escayola.

Straga en 2009, comparó los contactos oclusales de modelos montados en un articulador semiajustable obtenidos con papel articular con los contactos obtenidos de forma digital escaneando dichos modelos. Al igual que en este estudio calculó la sensibilidad, especificidad y valores predictivos para positivos y negativos, utilizando el papel articular de los modelos de escayola como estándar y los contactos obtenidos de forma digital como test. Obtuvo unos resultados de especificidad del 98%, sensibilidad 54%, VVP 76% y VPN 96%. Las diferencias existentes con los resultados de este estudio (88,1%; 70,7%; 97,4%; 32,17%) pueden deberse a las limitaciones de ambos estudios, como ya se ha mencionado anteriormente no existe un gold estándar aceptado de forma universal para analizar los contactos oclusales. Straga utiliza como estándar los contactos hallados en los modelos y en nuestro estudio los contactos obtenidos de forma intraoral son el grupo control. Estas diferencias pueden explicar los distintos resultados. Además hay que tener en cuenta los distintos tipos de escáneres utilizados, ya que presentan diferencias en términos de precisión.

Wilson y colaboradores, en 2006, analizan los contactos oclusales existentes en los modelos de escayola montados en un articulador semiajustable con los obtenidos mediante el T-Scan, en los pacientes y en los modelos. No encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, pero sí cuando utilizan el T-Scan en los modelos comparados con el T-Scan de forma intraoral en los pacientes. La

explicación que proporcionan de sus resultados es que la cantidad de los contactos oclusales está directamente relacionada con la intensidad de la fuerza de la mandíbula al realizar el movimiento de cierre en la posición de máxima intercuspidad. Encuentran menos contactos oclusales cuando se utiliza el T-Scan en los modelos de escayola que cuando se aplica en los pacientes, esto puede ser debido a la capacidad de intrusión de los dientes en sus alveolos gracias a la existencia del ligamento periodontal, que puede proporcionar un mayor número de contactos oclusales.

Carey y colaboradores en 2007, estudian si distintas fuerzas aplicadas al analizar los contactos oclusales con el papel articular influyen a la hora de cuantificar los contactos oclusales. Aplican fuerzas de 25 a 40N y como resultados obtienen una tendencia de aumento de la marca proporcionada por el papel articular cuando se aumenta la carga aplicada. Ésta puede ser una razón de porqué se encuentran diferencias entre los contactos registrados de forma intraoral y los contactos hallados en los modelos de escayola.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Considerando las limitaciones propias del diseño del estudio llevado a cabo podemos concluir que:

1. La utilización de papel de articular permitió evidenciar la existencia y localización de contactos oclusales intermaxilares que fueron registrados fotográficamente u observados directamente sobre un modelo de escayola.
2. La utilización de un escáner intraoral permitió evidenciar la existencia y localización de contactos oclusales intermaxilares mediante un sistema de lectura óptica y su posterior procesamiento en formato digital.
3. El análisis de fiabilidad expresado en términos de concordancia mostró valores de “moderada concordancia” al enfrentar el método de registro de papel articular intraoral Vs. papel articular extraoral sobre modelos de escayola.
4. La capacidad diagnóstica del papel de articular sobre modelos, en términos de Sensibilidad y VPP fue más alta que la obtenida por el escáner intraoral. Sin embargo, el escáner intraoral, logró mejores valores en términos de Especificidad y VPN. La aplicación práctica de estos resultados debe ser interpretada con prudencia pero a “priori” podría suponer una articulación intermaxilar más fiable.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA.

Birnbaum N.S. Aaronson H.B. Stevens C. Cohen B. 3D Digital Scanners: A High-Tech Approach to More Accurate Dental Impressions. *Inside Dentistry*; 2009; 5: 70-74.

Birnbaum N.S. Aaronson H.B. Dental Impressions Using 3D Digital Scanners: Virtual Becomes. *Reality Compendium*. 2008; 29(8):494-505.

Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; i:307-10.

Breeding L.C. Dixon D.L. Kinderknecht K.E. Accuracy of three interocclusal recording materials used to mount a working cast. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1994; 71(3): 265-270.

Calberson F.L. Hommez G.M. De Moor R.J. Fraudulent use of digital radiography: Methods to detect and protect digital radiographs. *Journal of Endodontics*. 2008; 34(5): 530-536.

Carey JP. Craig M. Kerstein RB. Radke J. Determining a Relationship Between Applied Occlusal Load and Articulating Paper Mark Area. *The Open Dentistry Journal*. 2007; 1: 1-7.

Cuperus A M R. Harms MC. Frits A. R, Ewald M. Bronkhorst, Jan G. J. H. Schols, K. Hero Breuningf. Dental models made with an intraoral scanner: A validation study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012; 142:308-13

Davies S, Al-Ani Z, Jeremiah H, Winston D, Smith P. Reliability of recording static and dynamic occlusal contact marks using transparent acetate sheet. *J Prosthetic Dent*. 2005; 94:458-61

Davies SJ, Gray RJ, Al-Ani MZ, Sloan P. Worthington H. Inter- and 24. intraoperator reliability of the recording of occlusal contacts using occlusal sketch acetate technique. *Br Dent J*. 2002; 193:397-400.

DeLong, R., Ko, C.C., Anderson, G.C. Hodges, J.S. Douglas, W.H. Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental cast. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002; 88(6): 622-630.

Delong R. Knorr S. Anderson G.C. Hodges J. Pintado M.R. Accuracy of contacts calculated from 3D images of occlusal surfaces. *Journal of Dentistry*. 2007; 35(6):528-534.

Durbin DS, Sadowsky C. Changes in tooth contacts following orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1986; 90:375-82.

Fasbinder D.J. Digital Dentistry: Innovation for Restorative Treatment. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2011.

Gazit E. Fitzig S. Lieberman MA. Reproducibility of occlusal marking techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1986; 55(4): 505-509.

Gümüş H.O. Kılınç H.I. Tuna S.H. Özcan N. Computerized analysis of occlusal contacts in bruxism patients treated with occlusal splint therapy. *J Adv Prosthodont* 2013; 5:256-61.

Hiew LT. Ong SH. Foong KWC. Visualizing occlusal contact points using laser surface dental scan. *Proceedings*. 2009; 23: 615-619.

Ingervall B. Tooth contacts on the functional and non-functional side in children and young adults. *Arch Oral Biol*. 1972; 17: 191-200.

Johnson GH. Craig RG. Accuracy of four types of rubber impression materials compared with time of pour and a repeat pour of models. *J Prosthet Dent*. 1985; 53: 484-490.

Kifune R. Honma S. Hara K. The development of a new occlusal sound checker. *Nihon Shishubyo Gakkai Kaishi*. 1985; 27:482-91.

Korioth TW. Number and location of occlusal contacts in intercuspal position. *J Prosthet Dent*. 1990; 64:206-10.

Kusnoto B, Evans CA. Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic applications. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002; 122(4):342-48.

Logozzo S. Franceschini G. Kilpelä A. Caponi M. Governi L. Blois L. A Comparative Analysis Of Intraoral 3d Digital Scanners For Restorative Dentistry. *The Internet Journal of Medical Technology*. 2011; 5 (1). DOI: 10.5580/1b90

McDevitt W.E. Warreth A.A. Occlusal contacts in maximum intercuspation in normal dentitions. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1997; 24: 725-734.

McCulloch. A.J. Making Occlusion Work: 1. Terminology, Occlusal Assessment and Recording. *Dent Update* 2003; 30: 150-157.

McCulloch. A.J. Making Occlusion Work: 2. Terminology, Occlusal Assessment and Recording. Dent Update 2003; 30: 211-219.

Millstein PL. Maya A. An evaluation of occlusal contact marking indicators: a descriptive, qualitative method. JADA. 2001; 132: 1280-1286.

Okeson. JP. Criterios de Oclusión Funcional Óptima. En: Okeson JP. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. 5ª ed. Madrid: Elsevier; 2003. p. 109-125.

Persson A.S.K. Andersson M. Oden A. Sandborgh-Englunda G. Computer aided analysis of digitized dental stone replicas by dental CAD/CAM technology. Dental Materials. 2008; 24: 1123-1130.

Persson A.S.K. Andersson M. Oden A. Sandborgh-Englunda G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. J Prosthet Dent. 2006; 95:194-200

Prasad DK. Prasad BR. Prasad DA. Mehra D. Interocclusal Records in Prosthodontic Rehabilitations - Materials and Techniques - A Literature Review. Nitte University Journal of Health Science. NUJHS. 2012; 2(3): 54-60.

Quaas S. Rudolph H. Luthardt R.G. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. Journal of Dentistry. 2007; 35:903-908.

Redmond. Vasudavan. Sullivan. Sonis. Comparison of Intraoral 3D Scanning and Conventional Impressions for Fabrication of Orthodontic Retainers. 2010; 8: 495-498.

Saracoglu A. Özpınar B. In vivo and in vitro evaluation of occlusal indicator sensitivity. J Prosthet Dent. 2002; 88: 522-6.

Sharma A. Rahul G.R. Poduval S.T. Shetty K. Gupta B. Rajora V. History of materials used for recording static and dynamic occlusal contact marks: a literature review. J Clin Exp Dent. 2013; 5(1): 48-53.

Skurnik H. Accurate interocclusal records. J Prosth Dent. 1969; 21(2): 154-165.

Sohmura T. Kojima T. Wakabayashi K. Takahashi J. Use of an ultrahigh-speed laser scanner for constructing three-dimensional shapes of dentition and occlusion. The Journal of prosthetic dentistry. 2000; 84(3):345-52.

Stragga R.W. Comparison of occlusal contacts on mounted dental models to contacts identified on digital 3D models using a new virtual alignment method. A Thesis submitted in partial fulfilment of the requirement for the degree of Master of Science in The Faculty of Graduate Studies (Dental Science) The University of British Columbia (Vancouver) April 2009

Sturb JR, Rekow ED WS. Computer-aided design and fabrication of dental restoration. Current systems and future possibilities. JADA. 2006; 137(9):1289–96.

Takai A. Nakano M. Bando E. Hewlett ER. Evaluation of three occlusal examination methods used to record tooth contacts in lateral excursive movements. J Prosthet Dent. 1993; 70:500-5

Van der Meer W.J. Andriessen F.S. Wismeijer D. Ren Y. (2012) Application of Intra-Oral Dental Scanners in the Digital Workflow of Implantology. PLoS ONE 7(8): e43312. doi:10.1371/journal.pone.0043312

Wilson C. Andrade F. Buarque WA. Brait A. Buarque L. Comparison between two methods to record occlusal contacts in habitual maximal intercuspation. Braz J Oral Sci. 2006; 5(19):1239-1243.

Yuzbasioglu E. Kurt H. Turunc R. Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes BMC Oral Health. 2014; 14(10).

Ziebert GJ, Donegan SJ. Tooth contacts and stability before and after occlusal adjustment. J Prosthetic. 1979; 42:276-81.