

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de estomatología I

(Prótesis bucofacial)



ESTUDIO EXPERIMENTAL INVITRO SOBRE LA INFLUENCIA DEL FACTOR HUMANO EN LA FABRICACIÓN DE COFIAS CONFECCIONADAS MEDIANTE COLADO CONVENCIONAL Y SISTEMAS CAD/CAM.

TRABAJO DE FIN DE MASTER OFICIAL EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

Asma HAMZA

TUTOR:

Dr. Jaime Del Río Highsmith

Madrid, 2011

ÍNDICE

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS..... | 9 |
| 3. HIPÓTESIS DE TRABAJO..... | 12 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS..... | 15 |
| 4.1. Realización de las preparaciones dentarias..... | 16 |
| 4.2. Confección de las cofias..... | 17 |
| 4.2.1. Confección de las cofias coladas..... | 17 |
| 4.2.2. Confección de las cofias con el método CAD/CAM LAVA®..... | 19 |
| 4.3. Medición de la convergencia oclusal total..... | 26 |
| 4.4. Medición de la calidad de los márgenes de la preparaciones..... | 31 |
| 5. RESULTADOS..... | 37 |
| 5.1. Diseño del estudio..... | 38 |
| 5.2. Estadística descriptiva..... | 38 |
| 5.3. Estadística inferencial..... | 45 |
| 6. DISCUSIÓN | |
| 6.1. Línea de terminación marginal..... | 52 |
| 6.2. Convergencia oclusal total..... | 53 |
| 6.3. Influencia de la convergencia oclusal total de las preparaciones en la confección de las cofias..... | 57 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 61 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA..... | 63 |
| 9. APÉNDICES..... | 68 |

1. INTRODUCCIÓN

El empleo de coronas de recubrimiento total fue descrito por primera vez en el siglo quinto, desde entonces varios diseños, materiales y técnicas han sido desarrollados para la fabricación de las restauraciones fijas.¹

En 1950 la invención de la corona ceramo-metálica supuso una revolución en el área de la prótesis fija, siendo estas restauraciones capaces de conjugar la resistencia y la precisión del metal con la estética de la porcelana.²

Por definición una corona es una restauración cementada que reestablece la morfología, la función y el contorno de la porción coronal del diente y que debe proteger la estructura dentaria remanente de las agresiones externas. De esta definición podemos deducir que el tratamiento con coronas es exitoso cuando reúne ambos requisitos estéticos y funcionales; debe ser capaz de proporcionar retención, estabilidad y hermeticidad en función y reposo.³

La elaboración de una prótesis colada, estructuralmente y estéticamente adecuada, no solo requiere un rigor operativo escrupuloso y conocimiento profundo de los materiales, sino también la posesión de una habilidad manual elevada por parte del odontólogo y del protésico dental.⁴ Por ello desde principios de los años 70, numerosos investigadores trabajaron para la automatización de los procedimientos manuales utilizados en el área dental desde la toma de impresión hasta el procesado de las estructuras con el fin de reducir las variables dependientes del factor humano.^{4,5,6} Sin embargo una variable que sigue siendo todavía exclusivamente dependiente de la habilidad del odontólogo es la realización de la preparación dentaria sobre la cual se va a fabricar la restauración.

La consecución de una restauración fija funcional, estética y durable puede estar influida por cualquiera de los pasos necesarios para su confección, tanto clínicos (diseño de la preparación, técnica de impresión y de cementado), como de laboratorio (obtención y preparación del modelo maestro, encerado, revestimiento, escaneado, diseño y mecanizado en caso de las técnicas CAD/CAM).^{7, 8, 9}

En la mayoría de los casos la importancia de la realización de una correcta preparación dentaria es pasado por alto en beneficio a otros requisitos como la planificación del tratamiento, manejo periodontal, técnica y materiales de impresión, método de confección, cementación y estética. Existe una tendencia a considerar la fase de preparación dentaria como técnica y sin importancia; al final se va “a cubrir”. A este propósito el Dr. L. Miller escribió en 1983 que “Ningún otro procedimiento clínico en prótesis fija demuestra...la atención, la habilidad y juicio clínico empleado por el odontólogo como la calidad de las preparaciones dentarias” (Miller 1983). La correcta realización de la preparación dentaria es una etapa decisiva, ya que constituye las fundaciones para la construcción de una restauración biológicamente, mecánicamente y estéticamente viable.¹⁰

En la literatura, uno de los requisitos considerado como fundamental para el éxito a largo plazo de las restauraciones dentarias fijas es su correcto ajuste marginal.^{5,6} En efecto discrepancias marginales excesivas pueden dar lugar a una serie de problemas que conducen al fracaso de la restauración, tales como acumulación de placa, caries, enfermedad periodontal, pulpitis, pérdida de la retención y de la resistencia.^{11,12}

El ajuste o sellado marginal en prótesis fija se define 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, manualmente mediante un instrumento rotatorio diamantado de alta velocidad.³

El correcto ajuste de las preparaciones dentarias fijas ha sido ampliamente documentado considerando la influencia de varios aspectos del diseño de las preparaciones dentarias.

En efecto se ha demostrado la influencia del tipo de margen diseñado¹³ (Chámfer, hombro recto, filo de cuchillo...etc.) y de la angulación del bisel del margen en el ajuste marginal¹⁴ de las coronas de prótesis fija.

Por otro lado otros estudios evaluaron la influencia del ángulo de convergencia oclusal total (COT) de las preparaciones en el ajuste marginal¹⁵ y ajuste interno^{16,17} de las restauraciones fijas fabricadas mediante CAD/CAM. Estos estudios demostraron la incidencia del valor de la COT en la precisión de las coronas.¹⁵⁻¹⁷

La convergencia oclusal total de las preparaciones es el ángulo formado entre las dos paredes opuestas de una preparación dentaria. Este parámetro es uno de los primeros aspectos de las preparaciones dentarias en recibir unas recomendaciones numéricas específicas. En 1923 Prothero indicó que la convergencia de las paredes periféricas de una preparación debe tener un valor de entre 2° y 6°, este intervalo de valores sigue siendo el recomendado actualmente en la literatura y enseñado en las facultades de Odontología, aunque el tema está bastante controvertido. En efecto se

ha observado que en el intento de conseguir una preparación con los valores recomendados de la COT, era complicado evitar la presencia de irregularidades y zonas retentivas lo que impedía el correcto asentamiento de la corona y en consecuencia la obtención de un buen ajuste final.^{22,23} Además Goodacre y cols, pusieron de manifiesto que ningún clínico sea cual sea su nivel y experiencia era capaz de conseguir una preparación con el valor mínimo de la COT recomendado (2°-6°). Los estudiantes, odontólogos generales y especialistas en prótesis obtienen regularmente una COT de 12° o más.²⁴

Malmierca y cols, estudiaron las causas de fracaso de restauraciones fijas analizando las preparaciones dentarias de los modelos maestros de repetición. Al analizar 417 modelos recogidos en 12 laboratorios de prótesis de Madrid encontraron como causa principal de fracaso la dificultad de inserción debida a un defecto de paralelismo de las paredes de las preparaciones.¹⁸ En efecto, una convergencia oclusal inadecuada de las preparaciones dentarias impide la correcta inserción y asentamiento de las restauraciones y en consecuencia su correcto ajuste.¹⁹

En base a los estudios anteriores podemos decir que el correcto ajuste de las restauraciones fijas está íntimamente relacionado con la línea de terminación y la COT de las preparaciones dentarias.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Son escasos los estudios que evalúan la influencia del factor humano en preparaciones dentarias para prótesis fija. La mayoría de los tallados para estudios experimentales de ajuste se realizan en el laboratorio con máquinas que consiguen líneas de terminación continuas y regulares y valores constantes de la COT en las preparaciones.

En el diseño del presente trabajo pretendemos evaluar la influencia del factor humano en la calidad de la línea de terminación marginal y la convergencia oclusal total de preparaciones realizadas por alumnos de quinto de odontología de la UCM sobre dientes de resina montados en cabeza de fantomas.

Aunque existen numerosos estudios sobre la influencia de la COT en la retención y la resistencia de las restauraciones dentosoportadas, no existe un consenso sobre el valor adecuado de la COT de las preparaciones para la fabricación y el correcto asentamiento de restauraciones fijas procesadas mediante sistemas CAD/CAM.

Dado que uno de los factores clínicos que pueden influir en la fabricación de restauraciones de prótesis fija es el ángulo de convergencia de las preparaciones proponemos realizar el estudio sobre muñones tallados por alumnos de quinto de odontología con el objeto de comprobar el grado de influencia de este factor en la confección de cofias procesadas con los siguientes métodos:

- 1- Encerado y colado convencional.
- 2- Impresión digital con Lava SCAN y cofia sinterizada
- 3- Impresión digital con Lava C.O.S y cofia sinterizada.

Los objetivos propuestos en este estudio experimental inVitro son los siguientes:

- 1- Evaluar la influencia del factor humano en la calidad de la línea de terminación de la preparación.
- 2- Evaluar la influencia del factor humano en la COT de las preparaciones y valorar si los valores de la COT obtenidos están dentro de los límites aceptados clínicamente.
- 3- Analizar la influencia de la técnica de procesamiento en la confección de las cofias.
- 4- Evaluar el grado de influencia de la COT de las preparaciones en la confección de las cofias según el método de fabricación empleado.

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El ajuste de las restauraciones de prótesis fija es un factor de máxima importancia en el pronóstico de las mismas, siendo este íntimamente ligado al correcto asentamiento de la estructura sobre la preparación.

Una convergencia oclusal inadecuada de las paredes de las preparaciones dentarias impide la correcta inserción y asentamiento de las restauraciones y en consecuencia su correcto ajuste.

Después de la revisión de la literatura no hay consenso sobre el valor idóneo de la COT que nos garantiza la fabricación de restauraciones mediante sistemas CAD/CAM con un correcto eje de inserción y en consecuencia un correcto asentamiento.

En la técnica del colado a la cera perdida el protésico dental basándose en su análisis visual y su experiencia determina si la preparación tiene un diseño adecuado para permitir la correcta inserción y asentamiento de la restauración. La mayoría de los protésicos dentales al enfrentarse a preparaciones con un diseño inadecuado, corrigen los defectos del tallado sobre el troquel, fabrican la restauración e indican sobre el modelo maestro dónde tiene que retocar el odontólogo la preparación para permitir el correcto asentamiento de la estructura.

En los sistemas CAD/CAM Lava SCAN® y Lava C.O.S ®, el software de diseño no da opción a “retoques” en caso en que la preparación presenta un diseño inadecuado el protésico dental está delante la obligación de pedir al odontólogo la corrección del diseño de la preparación y la toma de una nueva impresión lo que supone una pérdida económica y temporal importante para los profesionales y el paciente.

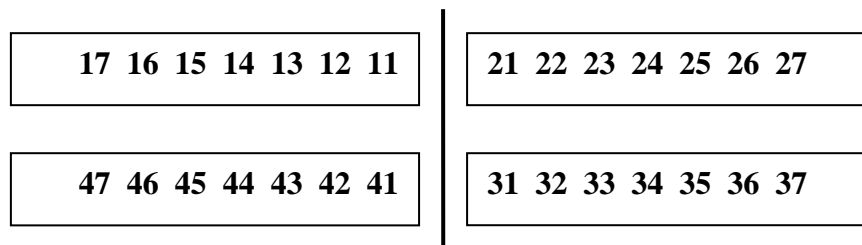
Como en la técnica de colado convencional, la intervención humana permite en la mayoría de los casos corregir mediante diversas técnicas compensatorias las imperfecciones de las preparaciones, y en los sistemas CAD/CAM no existe ninguna posibilidad de corrección una vez escaneado el modelo o la preparación planteamos la siguiente hipótesis:

- En los sistemas CAD/CAM el valor de la COT tiene una mayor influencia sobre la confección o no de las cofias comparado con el sistema de colado convencional.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. REALIZACIÓN DE LAS PREPARACIONES DENTARIAS:

Para la realización del presente trabajo de investigación, las preparaciones fueron realizadas sobre 4 tipodontos Frasaco (AG-3, Frasaco, Germany) provistos de 28 dientes de resina acrílica para simular una dentición adulta. Para su clasificación utilizamos la nomenclatura de la FDI, es decir, dividiremos la dentición en cuatro cuadrantes (1, 2, 3, 4) y en cada cuadrante numeraremos al diente desde el incisivo central hasta el segundo molar correspondiente (11-17, 21-27, 31-37, 41-47). El diagrama quedaría de la siguiente manera:



Se realizaron un total de 32 preparaciones dentarias para recibir coronas de metal-cerámica, talladas por 22 alumnos de 5^{to} de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid. Cada alumno llevó a cabo la preparación de 4 dientes maxilares y 4 dientes mandibulares: 11, 13, 14, 16, 32, 33, 35, 37. (Figura1)

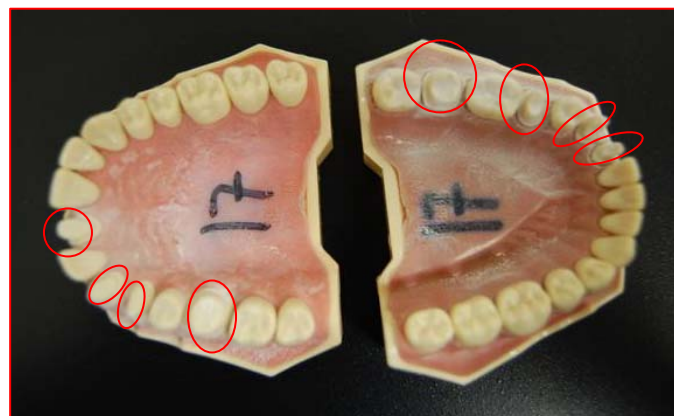


Fig.1: Preparaciones dentarias montados en modelos de Frasaco®

Las preparaciones fueron llevadas a cabo según el método de Shillingburg, con un margen en chámfer y una línea de terminación yuxta o supragingival.

Para cada preparación confeccionamos 3 cofias de Cobalto-Cromo procesadas mediante 3 métodos de fabricación. Clasificamos las cofias en 3 grupos según el método de procesamiento:

Grupo 1: Encerado y colado convencional (Grupo control)

Grupo 2: Escaneado con Lava Scan y cofia sinterizada.

Grupo 3: Escaneado con Lava C.O.S y cofia sinterizada.

Con el fin de reducir en lo posible la introducción de variables externas en el estudio, obviamos los pasos clínicos de toma de impresión y vaciado, empleando como modelo de trabajo las propias preparaciones.

4.2. CONFECCIÓN DE LAS COFIAS:

Todas las cofias del estudio han sido elaboradas en el laboratorio Prótesis S.A. laboratorio colaborador habitual del Departamento de Estomatología I de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

4.2.1. Confección de las cofias coladas de Cobalto-Cromo:

La aleación empleada para las cofias confeccionadas mediante la técnica de colado es la IPS d.SIGN ® 30 de la casa Ivoclarvivadent®. Es una aleación metal-base de cobalto-cromo para cerámica que según los datos del fabricante, está constituida por un 60,2% de cobalto; 30,1% de cromo; 3,9% de galio; 3,2% de niobio y menos de un 1% de los siguientes elementos: silicio, molibdeno, boro, hierro, aluminio y litio. Esta aleación

tiene la ventaja de presentar un elevado módulo de elasticidad, dureza y resistencia aportadas por el cobalto; su contenido en cromo le proporciona resistencia a la corrosión, dureza y resiliencia. El galio y el boro aumentan la dureza y la resistencia a la fractura de la aleación y ayudan a proteger contra la corrosión. El niobio incrementa la estabilidad térmica y la resistencia de la aleación. El silicio facilita el colado y minimiza las porosidades. El molibdeno aumenta la resistencia. El hierro endurece la aleación. El aluminio, aporta cierta ligereza y elasticidad. En cuanto al litio, disminuye la densidad del cobalto-cromo y junto al aluminio, desciende el punto de fusión del cromo situado en torno a 1900° C.

Según las instrucciones del fabricante, esta aleación está indicada para la confección de prótesis fija convencional de coronas y puentes, prótesis fija sobre implantes y estructuras de prótesis parcial removible.

Las cofias fueron realizadas por técnicos dentales experimentados del laboratorio prótesis S.A. A continuación se describe las etapas de confección de las cofias coladas. El encerado se realizó directamente sobre los dientes de tipodonto previamente preparados para recibir coronas de metal-cerámica. El encerado fue realizado mediante la técnica de “gota a gota” por su precisión y fácil control de la adaptación y de la anatomía del patrón. A nivel del margen de la preparación empleamos cera blanda para garantizar el correcto sellado marginal de las cofias y continuamos el modelado con cera dura. Antes de empezar el encerado, se aplicó una laca espaciadora sobre toda la superficie del muñón a excepción de la línea de terminación, para proporcionar espacio al agente cementante. El espesor de la capa espaciadora ha sido equivalente con el espesor que se usa en los software de diseño del sistema LAVA.

Una vez modelados los patrones ubicamos los bebederos o canales de colado y procedimos al revestimiento.

El colado se efectuó con la máquina de colar CL-IG de Heraeus Kulzer de vaciópresión con calentamiento por inducción. (Figura 1)



Figura 2 : máquina de colado

4.2.2. Confección de las cofias con el método CAD/CAM LAVA®

La sistemática de confección de restauraciones con el sistema LAVA consta de 2 fases principales:

- Fase CAD o diseño asistido por ordenador: consta de la adquisición de una impresión digital de las estructuras bucales y diseño de las restauraciones con un software especializado.
- Fase CAM o Procesamiento asistido por ordenador: los diseños realizados con el software son enviados electrónicamente a la máquina de fabricación de las restauraciones.

Con el sistema LAVA la adquisición de una impresión digital puede efectuarse en el laboratorio con el escáner LAVA™ ST Scan o mediante escaneado intrabucal con el LAVA C.O.S. en la clínica dental.

4.2.2.1. Confección de las cofias con el sistema LAVA™ ST Scan:

El Lava Scan ST (figura 3) es un escáner óptico que se basa en la combinación de la proyección de franjas de luces blancas con un método de triangulación. El escáner proyecta un patrón de franjas de luces blancas sobre la superficie del modelo que se convierte en imagen con la cámara bajo un cierto ángulo. La base giratoria sobre la que se coloca el modelo gira permitiendo a la cámara registrar imágenes bajo diferentes perspectivas, lo que permite captar la mayor cantidad de imágenes que son superpuestas para formar una imagen tridimensional de gran precisión.

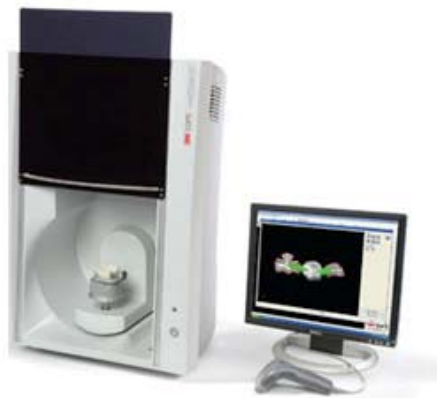


Fig.2: Escáner y software Lava SCAN

La cadena de fabricación con el sistema Lava Scan® sigue las siguientes etapas:

1. **Escaneado de las preparaciones:** antes de empezar el escaneado se espolvorea polvo de óxido de titanio con el Scan-Spray® las superficies a escanear. El papel del polvo de dióxido de titanio es evitar las reflexiones de luz y permitir su dispersión homogéneamente permitiendo así una digitalización perfecta. Seguidamente colocamos el modelo en la base giratoria del escáner y

procedemos al escaneado. A continuación aparece en la pantalla del software (3M™ ESPE™ Lava) una reconstrucción tridimensional de la preparación sobre la que diseñaremos nuestra cofia.

2. **Diseño de las cofias:** El software LAVA detecta automáticamente el límite de terminación marginal de la preparación que puede ajustarse manualmente por el técnico en el caso de una terminación marginal poco nítida. Asignamos a cada preparación el diseño por defecto de la cofia que nos indicó el programa. Con el fin de evitar discrepancias con la técnica convencional, igualamos el espesor de la capa de cemento indicando manualmente al software que la capa de cemento comience a los 1,5mm del margen y tenga un espesor de 70µm. Una vez el diseño terminado, lo mandamos en archivo STL vía Internet al Laboratorio Prótesis S.A. dónde se fabricarán las cofias de Co-Cr. mediante el método de sinterización por láser.
3. **Procesado de las cofias por sinterización láser:** Desde el software de diseño la maquina de sinterización recibe la orden de procesar las cofias. Se coloca un disco de cobalto-cromo (figura 3) en la máquina de sinterización (figura 4) y se depositan los polvos de cobalto-cromo según el patrón elaborado por el software (figuras 5 y 6).



Figura 3: Disco de sinterización de cobalto-cromo



Fig 4: Máquina de sinterización



Figura 5: Depósito de los polvos de óxido de titanio



Figura 6: cofias sinterizadas de cobalto-cromo

4.2.2.2. Confección de las cofias con el sistema LAVA™ C.O.S:

Uno de los recientes avances introducidos en el sistema CAD/CAM Lava es el escáner intraoral LAVA. C.O.S cuyas siglas en inglés significan Chairside Oral Scanner. Este escáner óptico desarrollado en le Massachusetts Institute of technology y lanzado al mercado en el 2008 por la casa 3M ESPE, ha supuesto una revolución en el área de la odontología por permitir realizar un escaneado intraoral directo con una reproducción precisa simultanea tridimensional de las estructuras bucales ²⁵. La tecnología empleada para la captura de estas impresiones 3D incluye proyección activa de franjas de luces blancas, que permite una reconstrucción 3D en movimiento. Esta técnica incorpora un sistema óptico, un algoritmo de procesamiento de imagen y reconstrucción 3D en tiempo real con el fin de capturar datos 3D en una secuencia video y reconstrucción simultanea. Otros escáneres se basan en métodos de triangulación o láser, que se fundamentan en la deformación de los patrones de luz o láser proyectados sobre un objeto para obtener el dato 3D. Por lo cual, estos métodos son relativamente lentos y tienen la desventaja de distorsionar la imagen. El LAVA C.O.S con el uso de proyección activa de luz captura rápidamente las imágenes (aproximadamente veinte imágenes 3D por segundo o 2400 datos por arcada escaneada) en modo video y crea un modelo virtual altamente preciso sobre la pantalla.²⁶ La unidad móvil Lava C.O.S (Figura 7) incluye un ordenador, una pantalla táctil y un brazo auxiliar de escaneado. La punta del brazo de escaneado lleva una cámara que incluye 192 diodos (LEDs) y 22 lentes (Figura 8).



Fig.7: Unidad móvil Lava C.O.S



Fig 8: Brazo auxiliar de escaneado

En este trabajo para el escaneado de las preparaciones colocamos los tipodontos en una cabeza de fantoma para simular una situación clínica real .

Primero introducimos en el formulario que aparece en la pantalla táctil las referencias de cada tipodonto que vamos a escanear, por ejemplo para el tipodonto 1 lo registramos bajo el nombre de modelo uno superior. Antes de empezar el escaneado espolvoreamos las superficies a escanear con polvo de óxido de titanio con la ayuda del atomizador Lava C.O.S. y seguidamente aplicamos un soplo de aire para eliminar el exceso de polvo con el fin de no distorsionar las preparaciones y así evitar influir en el ajuste final de las cofias. A continuación procedemos al escaneado de la arcada superior y la arcada inferior y finalmente la oclusión. Simultáneamente al escaneado aparece en la pantalla una reproducción tridimensional de las estructuras escaneadas. (Figura 9)



Fig.9: Reproducción tridimensional de la arcada en la pantalla del Lava C.O.S

A continuación comprobamos cada preparación en la pantalla táctil para ver que esta correctamente registrada, en caso contrario volvemos a escanear para completar el escaneado.

Una vez finalizado el escaneado rellenamos la orden de laboratorio en el formulario que aparece en la pantalla táctil para definir las características de la restauración.

Para el estudio pedimos realizar cofias de Cobalto-Cromo mediante sinterización por láser para coronas de metal-cerámica precisando al técnico dental no retocar las cofias para ajustarlas sobre los muñones con el fin de no introducir variables que influirían en el ajuste de las cofias.

El laboratorio dental nos manda para cada tipodonto las cofias en un modelo esteolitográfico de las arcadas montados en charnelas. (Figura 10)

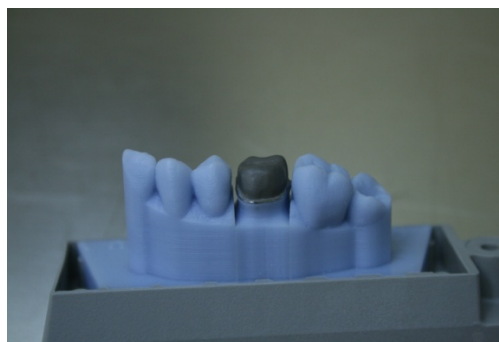


Fig.9: Cofia sobre modelo esteolitográfico.

4.3. MEDICIÓN DE LA CONVERGENCIA OCLUSAL TOTAL:

4.3.1. Métodos de medición de COT:

Diversos métodos han sido ilustrados en la literatura para la medición del ángulo de convergencia oclusal total (COT) de las preparaciones, sea clínicamente o sobre modelos maestros, con fines clínicos, académicos o de investigación.^{23, 27, 28}

Goodacre y cols²⁴, estiman la COT de las preparaciones colocando la reproducción en escayola de la preparación contra una escala con ángulos de convergencia de distintos valores.

La COT puede también estimarse en boca desde una vista oclusal durante el tallado de la preparación, pero este método es muy subjetivo por no tener el ojo humano la capacidad de detectar diferencias menores en el valor de la convergencia. Es más sencillo evaluar clínicamente la COT colocando un espejo al lado de las preparaciones y mirar desde el lado opuesto.^{3, 24} Este método puede ser también muy subjetivo y en consecuencia no válido.

Norlander y cols²⁸, proyectaron las siluetas mesio-distales y vestibulo-linguales de las preparaciones con un proyector y midieron el ángulo de convergencia desde un trazado de esas proyecciones.

Kent, Shillingburg y Duncanson²³, midieron la COT directamente desde fotografías a escala 1:1 de los modelos. Estas fotografías estaban tomadas desde vestibular, desde mesial o distal.

Noonan y Goldfel²⁹, obtuvieron las fotografías de las preparaciones usando una fotocopiadora, sobre las cuales midieron la COT.

Annerstedt y cols²⁷, usaron el escáner Procera para escanear las preparaciones. Estas eran procesadas en un software que les convertía en secciones vestibulo-linguales y mesio-distales que seguidamente eran impresas en papel para realizar las mediciones.

Malmierca y cols¹⁸, analizaron el paralelismo de las preparaciones empleando un paralelizador de laboratorio con un transportador de ángulos acoplado.

4.3.2. Medición de la COT:

Para medir la COT de las preparaciones en el estudio nos inspiramos en el método de Kent, Shillingburg y Duncanson²³.

- Realización de las fotografías:

Para cada preparación tomamos una fotografía vestibular (mesio-distal) y lateral (vestibulo-lingual) en modo macro (figura 10). Para fijar la distancia del objetivo con el muñón colocamos la cámara sobre un trípode y el muñón en un punto fijo dibujado sobre la mesa. Orientamos la cámara perpendicularmente al eje longitudinal del diente.

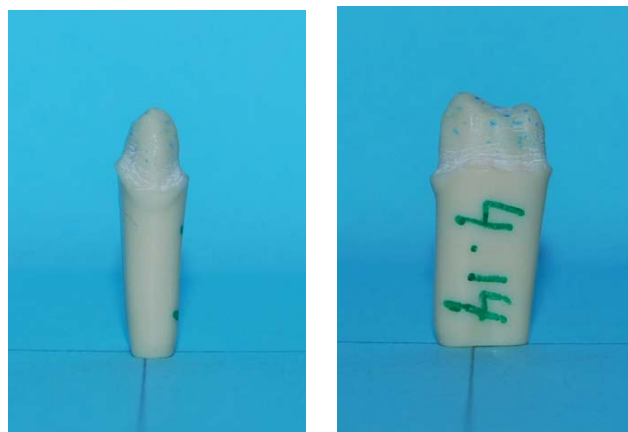


Figura 10: Foto vestibular y lateral de la preparación 4.14

Las fotos digitales son visualizadas en el ordenador con el Visor de Imágenes Windows 2003, enfocadas y recortadas con el Adobe PhotoShop Elements 6.0.

A continuación utilizamos el programa Autocad para calcular la convergencia oclusal total de las preparaciones. Con el Autocad trazamos 2 líneas tangenciales a las superficies externas de las preparaciones; a diferencia del método descrito por Kent, Shillingburg y Duncanson²³, donde unen ambas líneas y calculan directamente el ángulo formado, nosotros calculamos el ángulo de convergencia de cada pared y luego sumamos ambos ángulos para calcular la COT. El ángulo de convergencia de cada pared lo calculamos en referencia a una línea vertical perpendicular a la base del diente. (figuras 11 y 12)

Calculamos la COT de cada preparación en sentido mesio-distal (foto vestibular) y en sentido vestibulo-lingual (foto lateral) de la siguiente manera:

- **Cálculo COT mesio-distal (imagen vestibular):**

Con el Autocad calculamos la convergencia de la pared mesial de la preparación en referencia a una línea vertical paralela al eje Y .Hicimos lo mismo con el ángulo de convergencia de la pared distal de la preparación. (figura 11).

La COT de la preparación la calculamos sumando ambos ángulos de convergencia con la siguiente fórmula:

$$\text{COT M-D} = \text{ACM}^* + \text{ACD}^*$$

ACM*: ángulo de convergencia mesial
ACD*: ángulo de convergencia distal

- **Cálculo COT vestibulo-lingual (imagen lateral):**

De la misma manera descrita para el cálculo de la COT M-D calculamos la COT en sentido vestibulo-lingual (COT V-L). (figura 12)

$$\text{COT V-L} = \text{ACV}^* + \text{ACL}^*$$

ACV*: ángulo de convergencia vestibular
ACD*: ángulo de convergencia lingual

Las mediciones han sido realizadas por un ingeniero especializado en el manejo del Autocad. La visualización de las mediciones se efectuó con el programa DWG true View 2001.

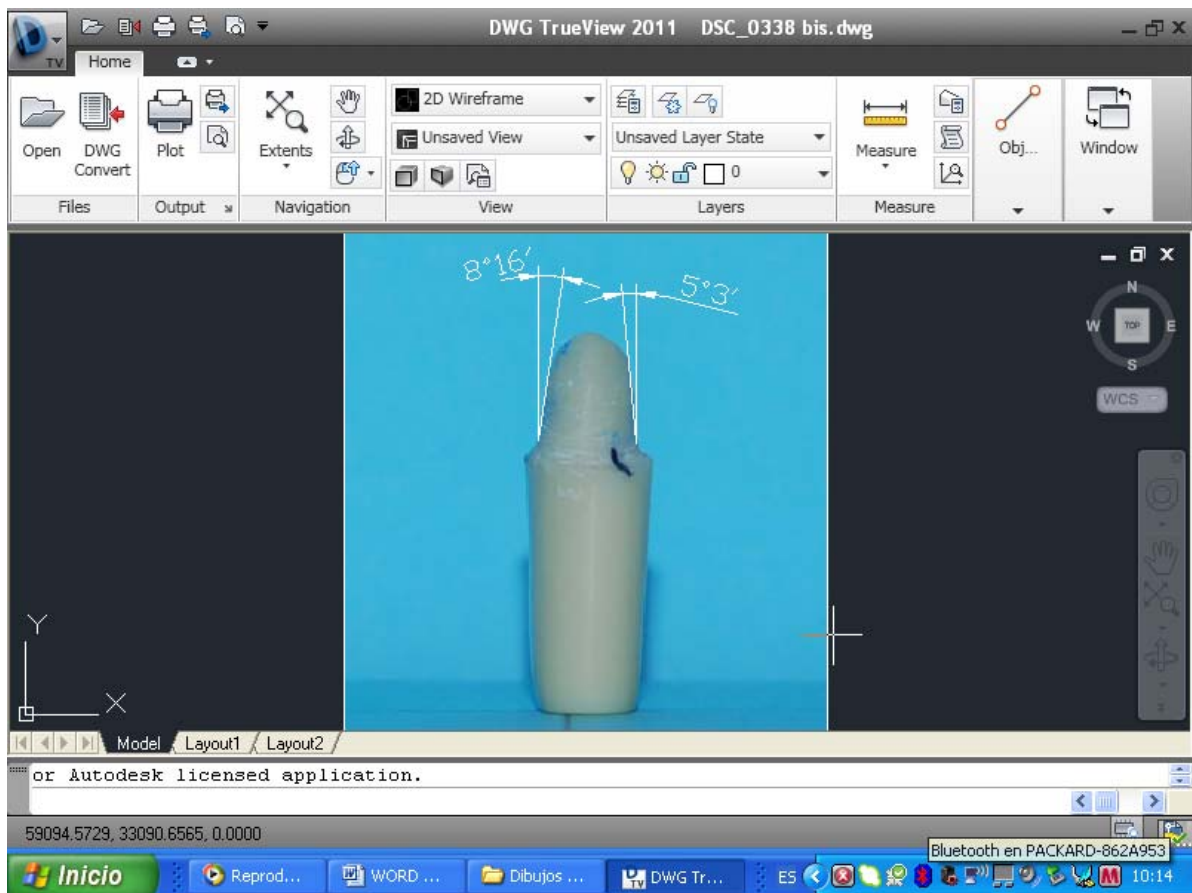


Figura 11: Cálculo de los ángulos de convergencia mesial y distal

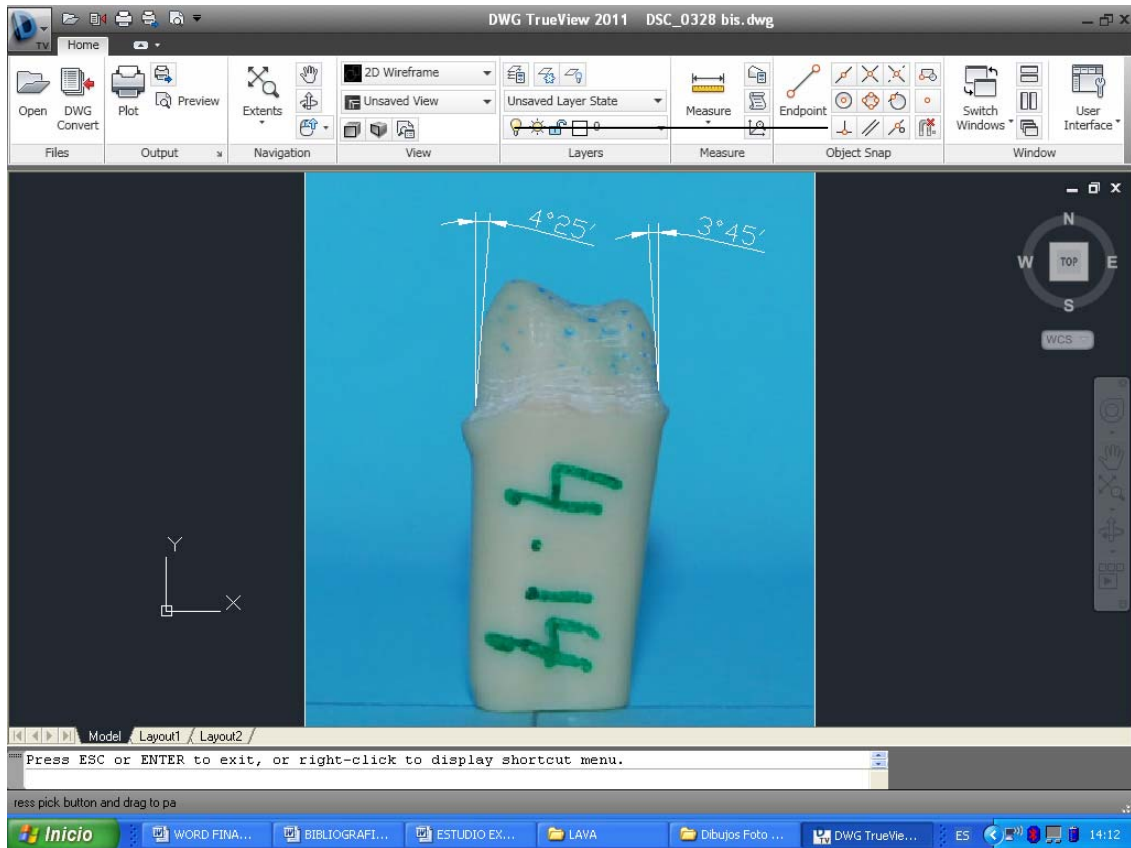


Figura 12: Cálculo de la convergencia oclusal total vestibulo-lingual.

- **Cálculo del ángulo de convergencia oclusal total global (COT-G):**

Una vez obtenidos los valores de la COT mesio-distal y la COT vestibulo-lingual de cada preparación, calculamos la COT global de cada preparación mediante la siguiente fórmula

$$\text{COT-G} = \frac{(\text{COT-MD}) + (\text{COT-VL})}{2}$$

4.4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MARGENES DE LAS PREPARACIONES:

Se denomina línea de terminación a la configuración del margen de las preparaciones para restauraciones de prótesis fija.²²

Esta configuración ha sido el objeto de diversos estudios y controversias, ya que el éxito de una restauración dependerá de la perfecta adaptación de sus márgenes a la línea de terminación del tallado de tal manera que los fracasos asociados a un déficit de sellado marginal están en muchas ocasiones relacionados con preparaciones incorrectas y/o una mala elección de las líneas de terminación.¹³

En efecto la referencia para la confección de un cofia con un correcto sellado marginal es la línea de terminación de las preparaciones sea para el protésico dental en la técnica de colado convencional o para el software de diseño en el método CAD/CAM. Por lo cual durante la preparación de la línea de terminación han de perseguirse una serie de objetivos encaminados a la obtención de una correcta adaptación marginal.

Los objetivos que debe cumplir una correcta línea de terminación marginal son los siguientes²⁰:

- Proporcionar el suficiente volumen al material de restauración.
- Fácil de identificar en la impresión convencional o digital.
- Fácil de identificar en el troquel de trabajo en el método convencional.
- Ser regular y liso
- No dejar prismas de esmalte sin soporte.
- Ser lo más conservador posible.

En el presente trabajo decidimos evaluar la calidad de la línea de terminación de las preparaciones en base a dos características:

- visibilidad de la línea de terminación marginal.
- regularidad y continuidad de la línea de terminación.

La evaluación de la calidad de la línea de terminación marginal de las preparaciones puede realizarse con los siguientes métodos:

- Clínicamente: La correcta preparación de la línea de terminación marginal se puede efectuar en clínica durante el tallado de la preparación directamente sobre la preparación en boca con la ayuda de una sonda periodontal y visión directa o el empleo de lupas binoculares. También se puede evaluar mediante el análisis de la impresión obtenida.
- En el laboratorio: Se puede analizar la calidad de la línea de terminación marginal sobre el modelo maestro con la ayuda de una lupa. En efecto, los técnicos dentales antes de aliviar la parte cervical a la línea de terminación marginal del troquel de la preparación observan la preparación bajo lupa para poder marcar con certeza la línea de terminación.

Sin embargo ambos métodos constituyen una evaluación subjetiva de la calidad de la línea de terminación del margen.

En este estudio tomando como referencia el método de laboratorio, empleamos el método de análisis fotográfico para hacer una evaluación cuantitativa de la calidad de la

línea de terminación marginal mediante el cálculo del porcentaje de línea de terminación visible.

Definimos en el estudio como tramos de la línea de terminación inadecuadamente acabados o defectuosos como tramos de la línea de terminación que no responden a los siguientes criterios:

- visibilidad y correcta definición.
- regularidad y continuidad.

A continuación describimos la metodología empleada en el estudio para la medición de los porcentajes de línea de terminación defectuosa en cada preparación:

a- Observación bajo microscopio óptico de la línea de terminación y marcado de los tramos defectuosos de la línea de terminación:

Para definir los tramos defectuosos de la línea de terminación, analizamos cada preparación con una lupa binocular Olympus y marcamos los límites de las partes de la línea de terminación defectuosas con un marcador indeleble. (figura 13)

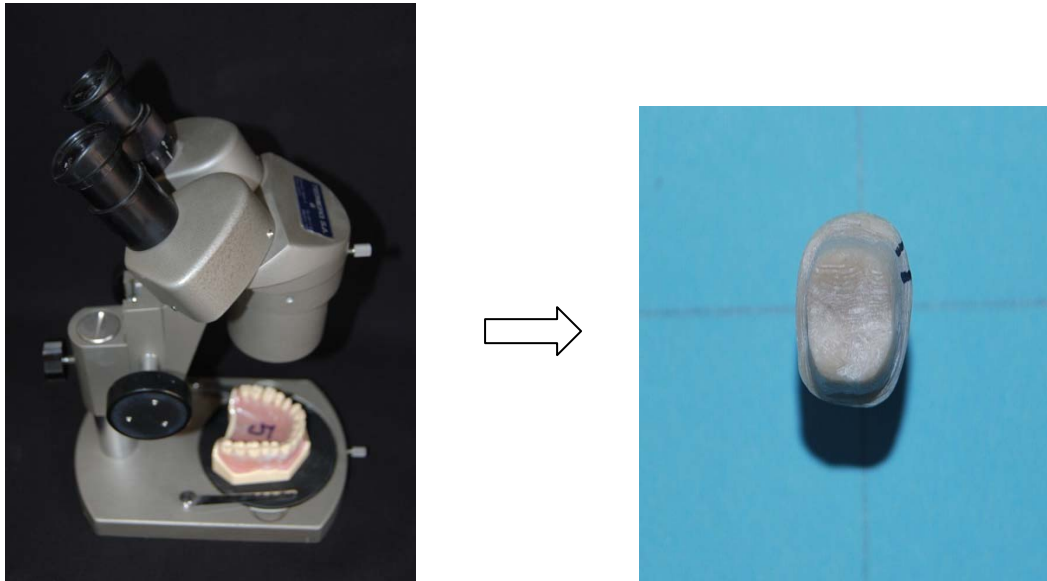


Fig. 13: Lupa binocular de gran aumento y marcado de la preparación

b- Realización de las fotografías:

Una vez marcados los tramos defectuosos de la línea de terminación marginal de cada preparación, fotografiamos con una cámara digital los muñones desde una perspectiva oclusal. Fijamos la cámara con un trípode y orientamos el objetivo de tal manera que sea perpendicular al plano de la mesa dónde colocamos la preparación. Todas las fotografías han sido tomadas con una distancia constante entre el objetivo y la preparación (figura 14).

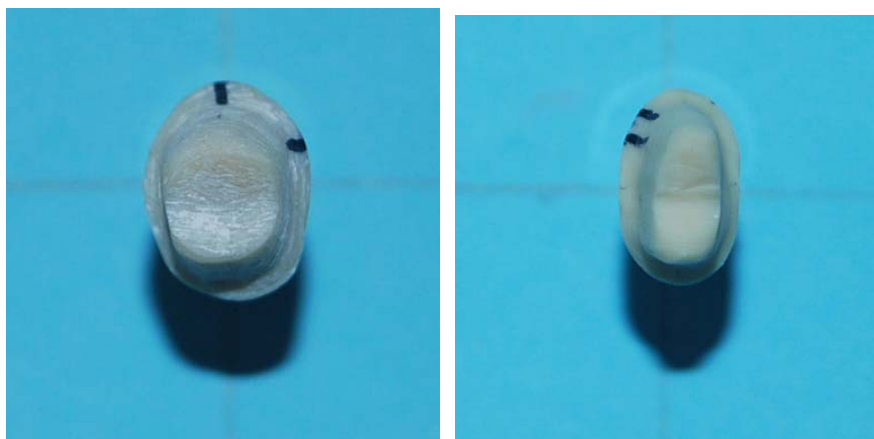


Fig. 14: Fotografías oclusales de las preparaciones

c- Análisis de las imágenes y cálculo del porcentaje de la línea de terminación marginal defectuosa:

Las imágenes digitales desde la perspectiva oclusal de las preparaciones han sido analizadas con el software Autocad. Para medir el porcentaje de la línea de terminación defectuosa de cada preparación, circunscribimos la preparación dentro de un círculo y unimos el centro del círculo con los límites defectuosos de la preparación y obtuvimos un ángulo que es la representación numérica del tramo defectuoso de la línea de terminación marginal (figura 15).

Siendo las preparaciones realizadas sobre dientes con una anatomía diferente (incisivos, caninos, premolares y molares superiores e inferiores) y el tamaño de las preparaciones diferentes, decidimos convertir el valor de los ángulos en porcentajes mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje LTMV} = (360 - A^{\circ}D) \times 100 / 360^{\circ}$$

LTMV: línea de terminación marginal visible

A°D: ángulo de la línea de terminación defectuosa

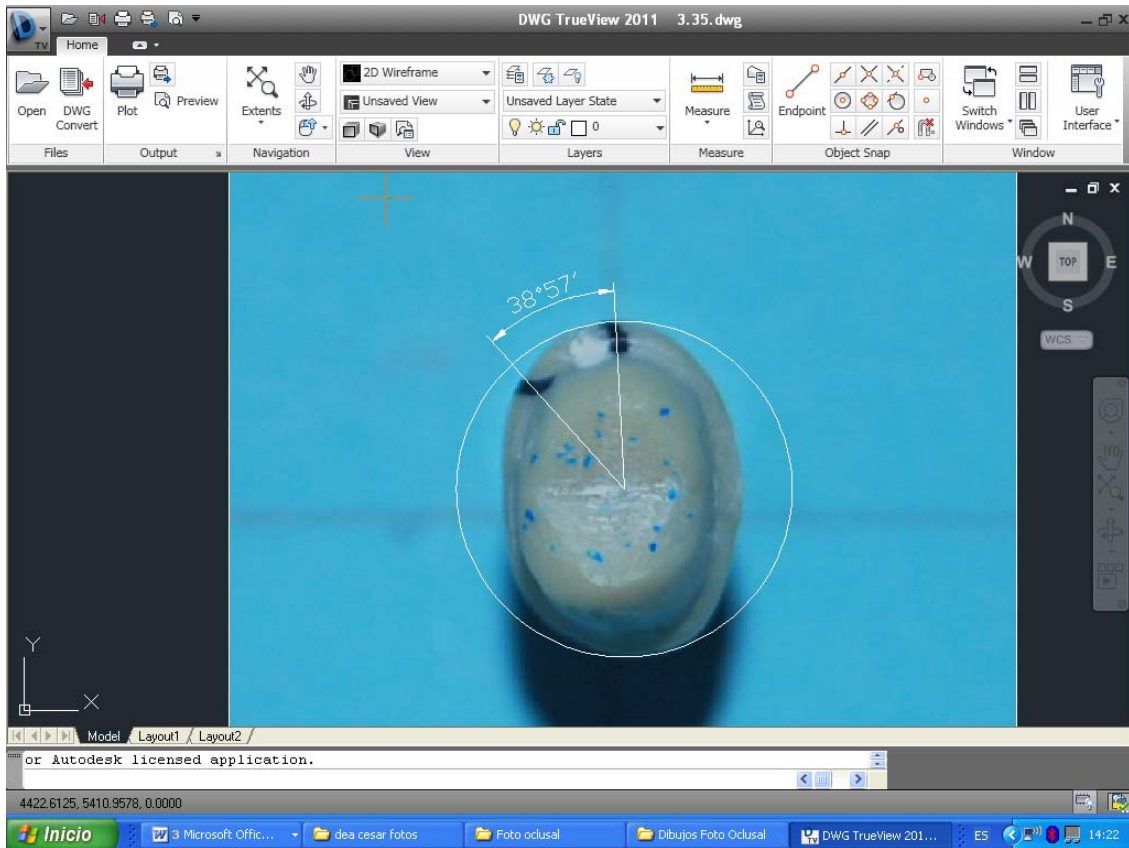


Fig.15: Análisis oclusal de la línea de terminación marginal de las preparaciones

Señalamos aquí que este trabajo se inscribe en un proyecto de investigación financiado (artículo 83) por el estudio comparativo “in Vivo” e “in Vitro” de restauraciones confeccionadas por sistemas convencionales (colados) y por métodos de escaneado CAD/CAM (escaneado intraoral directo y escaneado indirecto sobre modelo) en el que evaluamos :

- Factor humano.
- Ajuste marginal.
- Ajuste interno.

5. RESULTADOS:

5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO:

Una vez concluido el análisis de imagen por el sistema Autocad.2006® se obtuvieron 64 medidas de convergencia oclusal total obtenidas de la medición de la convergencia oclusal total mesio-distal (COT-MD) y de la convergencia oclusal total vestíbulo-lingual (COT-VL) en cada una de las 32 preparaciones.

La media aritmética de la COT-VL y de la COT-MD nos proporcionó la convergencia oclusal total global (COT-G) de cada una de las 32 probetas analizadas en nuestro estudio.

Por otro lado dividimos la muestra en dos grupos según sean las preparaciones correspondientes a dientes anteriores (incisivos y caninos) n=16 o posteriores (premolares y molares) n=16.

5.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:

En primer lugar procedemos a describir las características de las variables cuantitativas “COT-G”, “COT-G dientes anteriores”, “COT-G dientes posteriores”, “porcentaje del margen visible”. Al tratarse de variables cuantitativas continuas, se definen a partir de una medida de centralización y otra de dispersión. La mediana y la media, como medidas de posición, son valores representativos de la tendencia central de la muestra, mientras que la desviación estándar y la varianza, como medidas de dispersión, indican el grado de agrupación o disgregación de los datos en cada serie o conjunto de medidas.³⁰

5.2.1. Porcentaje de la Línea de terminación marginal visible:

Tabla 1. Media y desviación estándar (DE) del porcentaje visible de la línea de terminación del margen de las preparaciones.

| N | Media | DE | Mínimo | Máximo |
|-----------|--------------|------------|---------------|---------------|
| 32 | 86,52 | 9,1 | 52,76 | 100 |

La distribución de las preparaciones según el porcentaje visible de línea de terminación del margen se puede observar en la Figura 1.

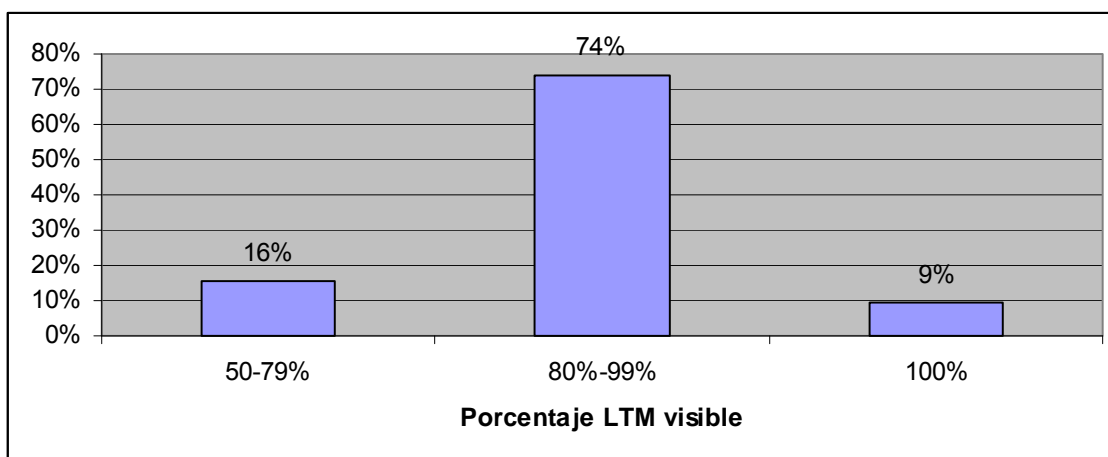


Fig.1.Distribución de las preparaciones según el porcentaje de la Línea de terminación Marginal (LTM) visible.

La mayoría de la preparaciones (74%) presentan una nitidez de la línea de terminación marginal situada entre 80 y 99%, mientras que sólo un 9 % de las preparaciones presenta una línea de terminación marginal visible al 100%.

5.2.2. Convergencia oclusal total:

5.2.2.1. Convergencia oclusal total global COT-G:

Tabla 2. Media y desviación estándar (DE) de la convergencia oclusal total global de las preparaciones:

| N | MEDIA | DE | Mín | Máx |
|----|-------|------|-------|-------|
| 32 | 11,59 | 8,51 | -5,32 | 27,20 |

DE: desviación estándar; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo

Cuando valoremos la COT-G de las preparaciones analizadas encontramos que presentan una media de 11,59° y que su valor oscila entre -5,32° y 27,2°.

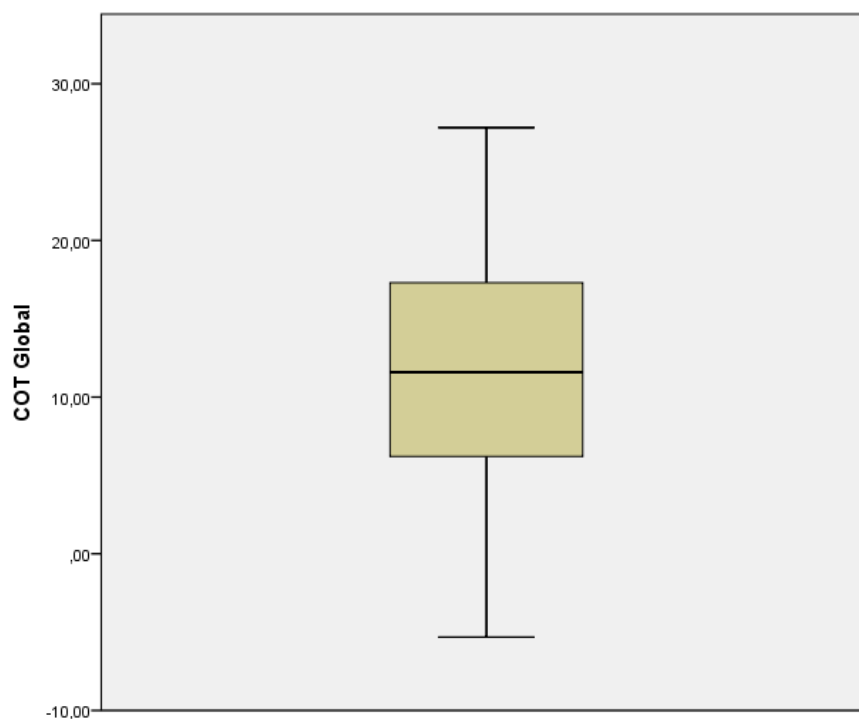


Fig.2. Diagrama Box Plot de la distribución del valor de la COT-G de las preparaciones

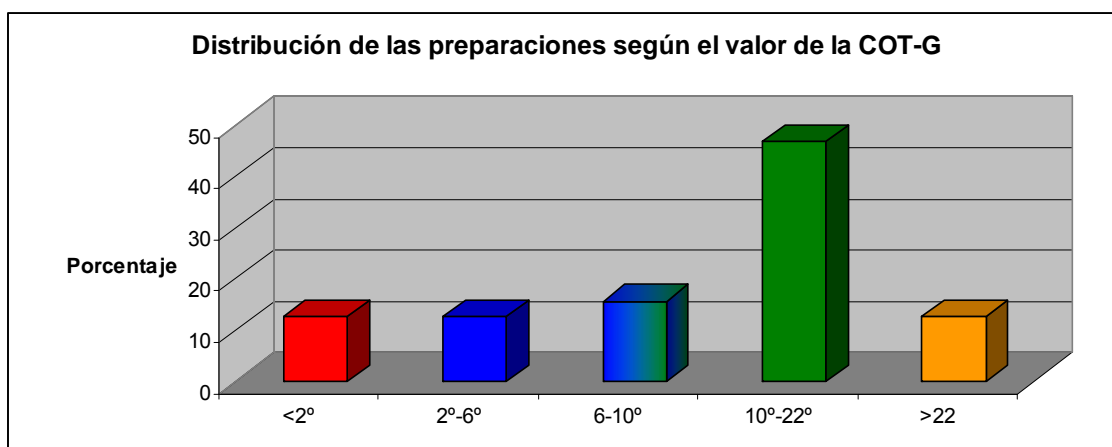


Fig. 3. Distribución del porcentaje de las preparaciones según el valor de la COT-G.

Al clasificar las preparaciones en intervalos según el valor de su COT-G observamos que el 46,88% de las preparaciones presenta una COT-G de entre 12° y 22°. Mientras que solamente un 12,5% de las preparaciones presenta una COT-G de entre 2° y 6°.

5.2.2.2. Convergencia oclusal total global en dientes anteriores y posteriores:

Tabla 3. Media y desviación estándar (DE) de la convergencia oclusal total global (COT-G) en dientes anteriores y posteriores.

| N | Dientes anteriores | | Dientes posteriores | |
|----|--------------------|------|---------------------|------|
| | Media | DE | Media | DE |
| 16 | 10,4 | 9,85 | 12,77 | 7,05 |

El grupo de preparaciones realizadas en dientes anteriores presenta una media de la COT-G (10,4°) inferior a la de la COT-G de los dientes posteriores (12,77°).

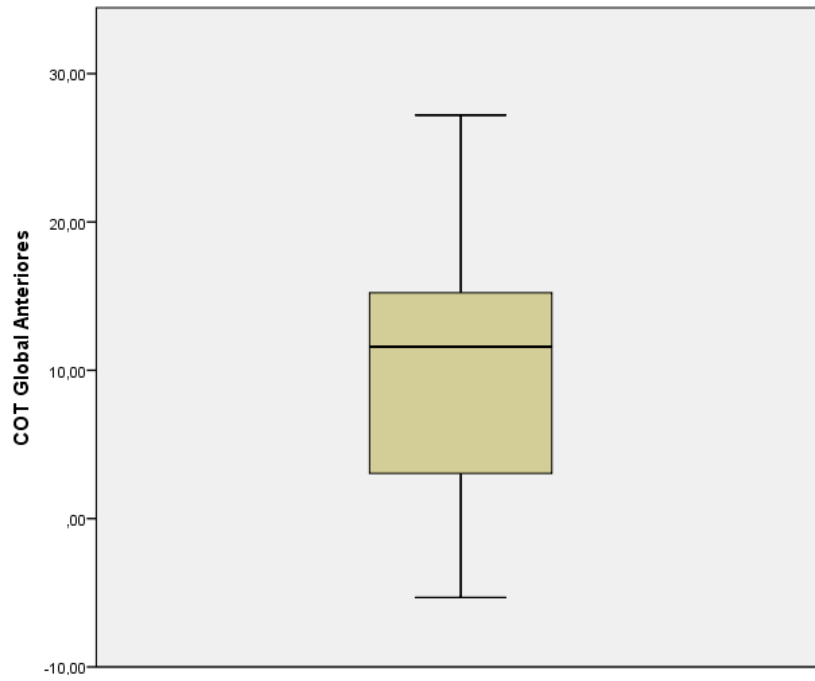


Fig. Diagrama Box Plot de la distribución de los valores de la COT-G en dientes anteriores.

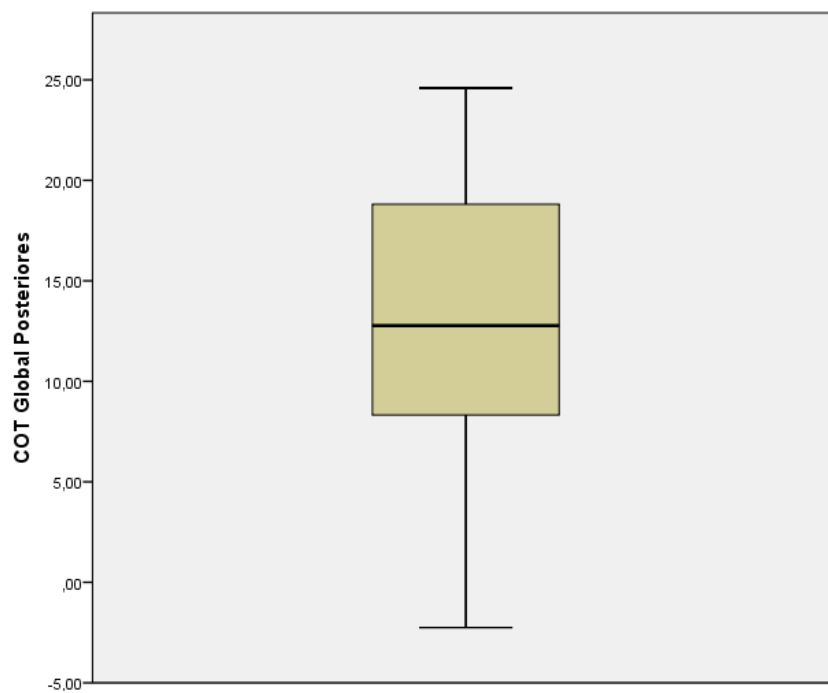


Fig.3 y4. Diagramas Box Plot de la distribución de los valores de la COT-G en dientes posteriores.

5.2.2.2. Convergencia oclusal total mesio-distal y vestibulo-lingual:

Tabla 4. Media y desviación estándar (DE) de la convergencia oclusal mesio- distal y vestibulo- lingual en dientes anteriores y posteriores.

| | COT- MD | | COT-VL | |
|---------------------|---------|------|--------|-------|
| | Media | DE | Media | DE |
| Dientes anteriores | 5,04 | 8,11 | 15,76 | 13,24 |
| Dientes posteriores | 15,38 | 9,71 | 10,16 | 6,68 |

La convergencia oclusal total mesio-distal (COT-MD) en dientes anteriores ($5,04^\circ$) es muy inferior a la convergencia oclusal total vestibulo-lingual (COT-MD) en dientes posteriores. Igualmente por la convergencia oclusal total vestibulo-lingual (COT-VL) la COT-VL en dientes anteriores es inferior a la COT-VL en dientes posteriores.

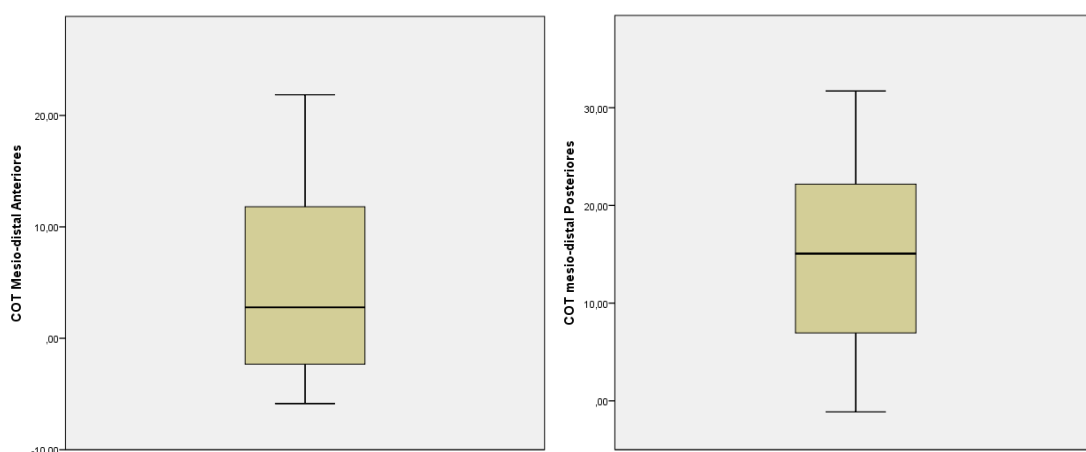
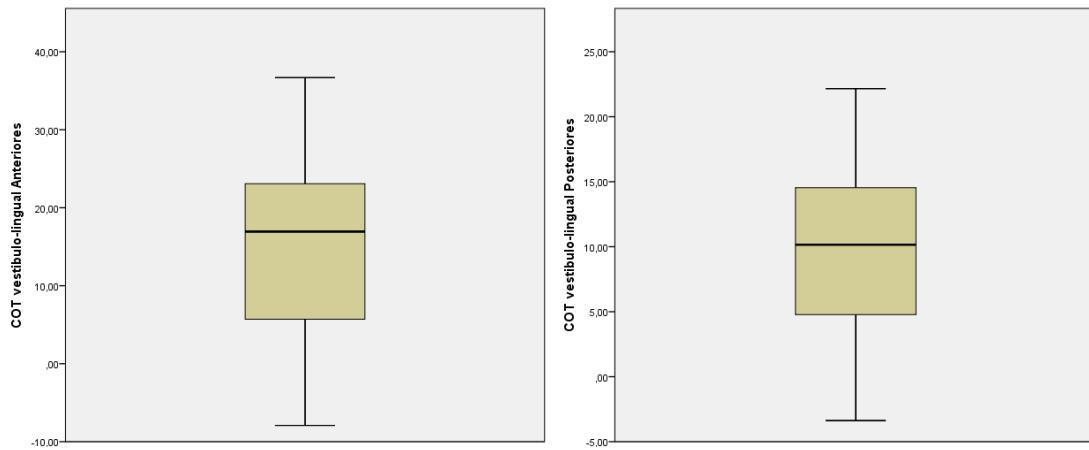


Fig.5 y 6. Diagramas Box Plot de la COT-MD de las preparaciones en dientes anteriores y en dientes posteriores.



Fig, Diagramas Box Plot del valor de la COT-VL en dientes anteriores y posteriores

5.2.3. Fabricación de las cofias:

La distribución de las cofias confeccionadas y no confeccionadas según el método de fabricación utilizado se encuentra especificada en el gráfico.

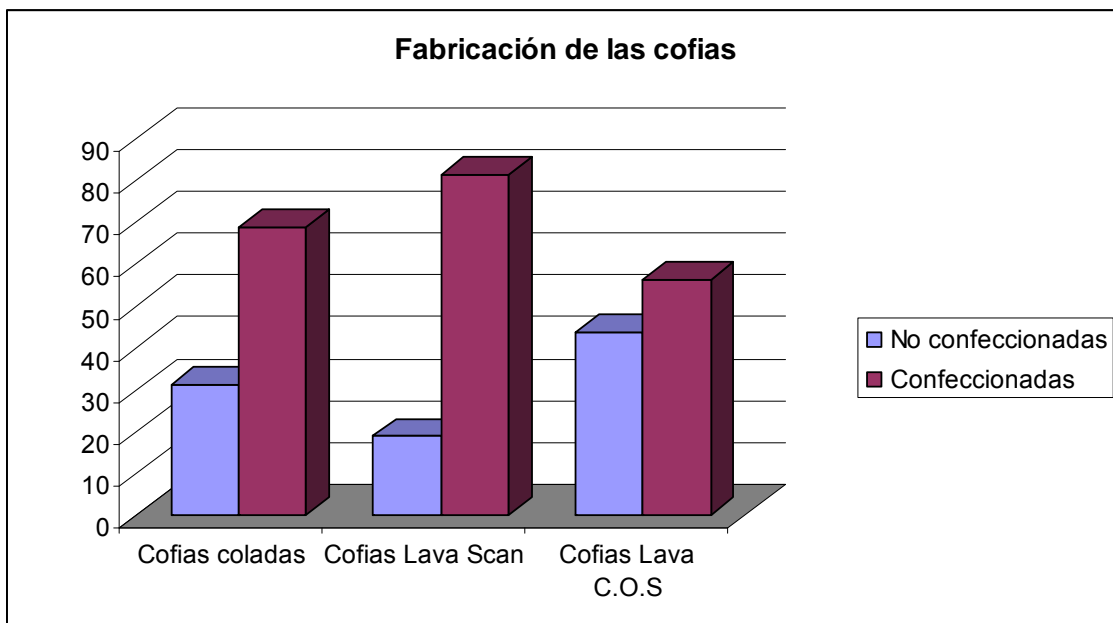


Fig. Porcentaje de cofias confeccionadas y no confeccionadas según el método de fabricación.

De las 96 cofias que pedimos a fabricar por al laboratorio, no se confeccionaron un total de 30 cofias. Dentro de las cofias no confeccionadas el mayor porcentaje de cofias no confeccionadas fue encontrado en el grupo de cofias elaboradas por el sistema CAD/CAM Lava C.O.S. (47%) y el menor porcentaje de cofias no confeccionadas fue hallado en el grupo de cofias fabricadas con el sistema CAD/CAM Lava Scan (20%).

5.3. ESTADISTICA INFERENCIAL:

Una vez realizada la estadística descriptiva, se procede al análisis inferencial de los resultados obtenidos en cada uno de los objetos sometidos a valoración; de este modo, especificaremos los métodos estadísticos empleados para cada uno de los objetivos de nuestro estudio.

5.3.1. Convergencia oclusal total de las preparaciones:

Se realizó el análisis estadístico inferencial, con respecto a las siguientes variables: convergencia oclusal total global (COT-G), convergencia oclusal total mesio-distal (COT-MD), convergencia oclusal total vestibulo-lingual (COT-VL), mediante el test T de Student para muestras independientes, al que previamente se someten los datos a pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov).

5.3.1.1. COT-G dientes anteriores y COT-G dientes posteriores:

Con respecto al valor de la COT-G en dientes anteriores y posteriores, no existieron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre la COT-G en dientes anteriores y la COT-G en dientes posteriores.

Los valores promedio, minimales y maximales de la COT-G de los dientes anteriores y posteriores se pueden observar en el siguiente gráfico.

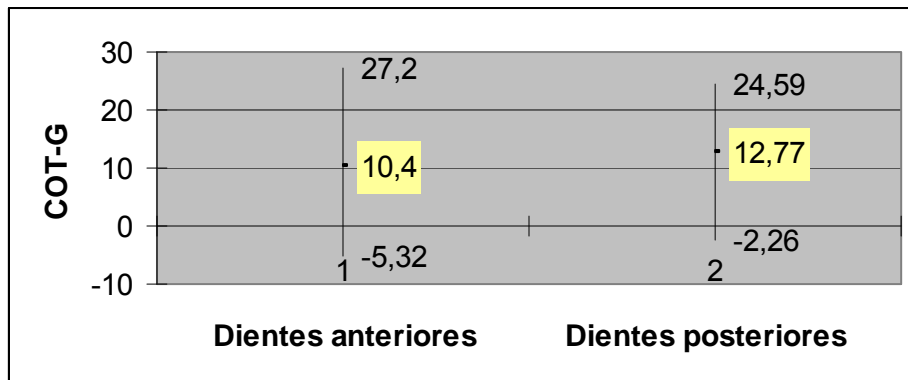


Fig. Convergencia oclusal total global en dientes anteriores y posteriores

5.3.1.2. COT- mesio-distal dientes anteriores y COT- mesio-distal dientes posteriores:

Con respecto al valor de la convergencia oclusal total mesio-distal (COT-MD) en dientes anteriores y COT-MD en dientes posteriores, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$).

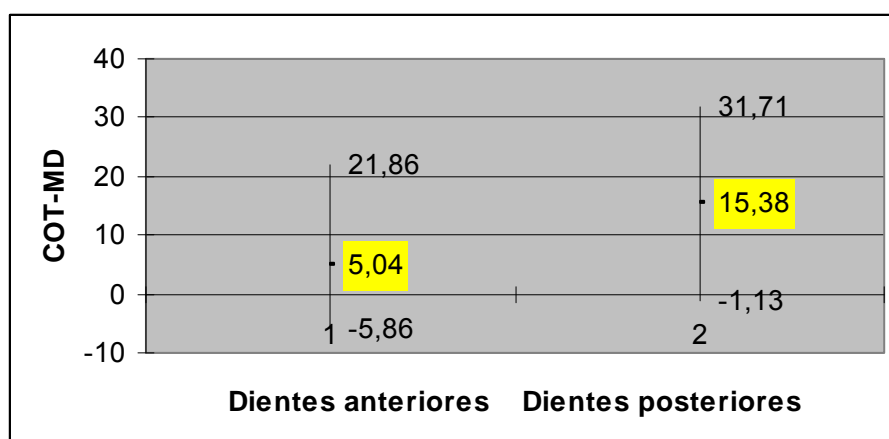


Fig. Convergencia oclusal total mesio-distal en dientes anteriores y posteriores

5.3.1.3. COT vestibulo-lingual dientes anteriores y COT- vestibulo-lingual dientes posteriores:

Al comparar el valor de la COT- vestibulo-lingual en dientes anteriores y en dientes posteriores, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

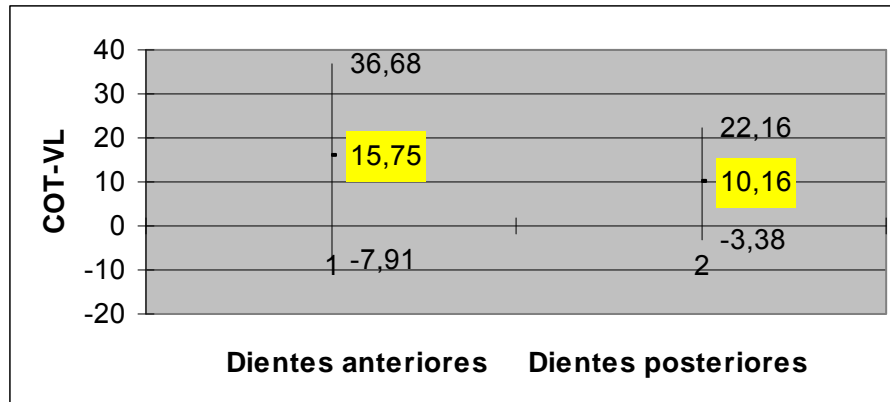


Fig: Convergencia oclusal total vestibulo-lingual en dientes anteriores y posteriores.

5.3.2. Confección de las cofias y método de fabricación:

Para evaluar la influencia del método de fabricación en la fabricación o no de las cofias aplicamos las pruebas de CHI-cuadrado.

El número de cofias no confeccionadas por el sistema Lava C.O.S (43,75%) es mayor al número de cofias no confeccionadas por el sistema Lava Scan (18,75%) y el método de colado convencional (31,25%). Siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

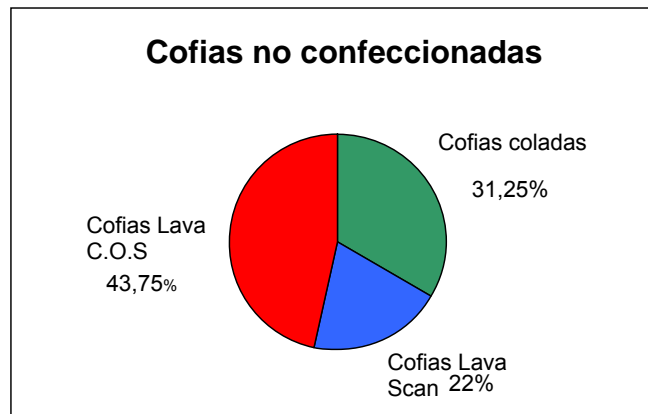


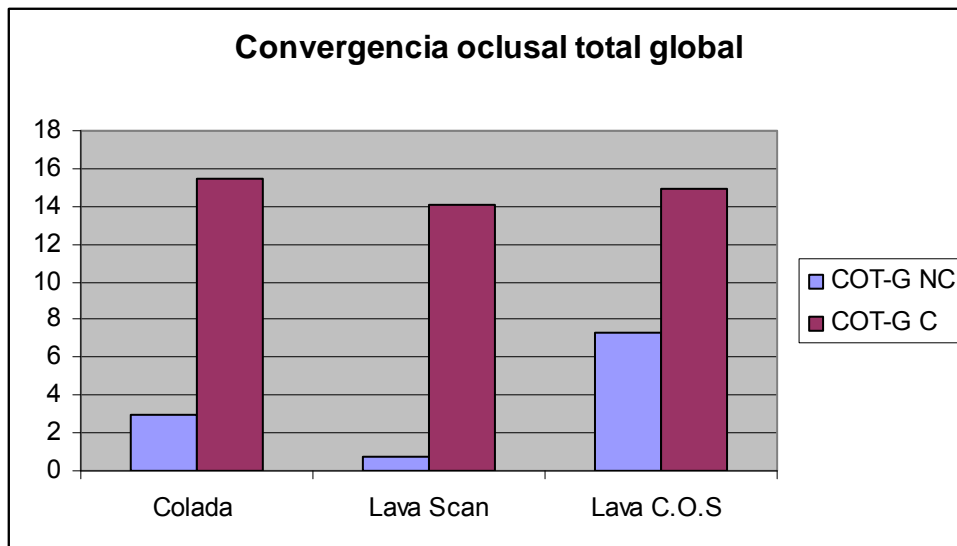
Fig: Porcentaje de cofias no confeccionadas según cada método de confección empleado

5.3.2.1. Influencia del valor de la COT-G en la fabricación de cofias según el método empleado:

Se realizó el análisis estadístico inferencial, con respecto a la variable convergencia oclusal global (COT-G), expresada en grados mediante el test de análisis de la varianza (ANOVA) al que previamente se somete a pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov).

Con respecto al valor de la COT-G en el grupo de cofias confeccionadas, no existían diferencias estadísticamente significativas en el valor de la COT-G en el grupo de cofias confeccionadas entre los tres métodos de fabricación ($p=0,262$).

Sin embargo, existen diferencias estadísticamente significativas en el valor de la COT-G en el grupo de cofias no confeccionadas en cada método ($p<0,001$). Las cofias no confeccionadas del grupo Lava C.O.S presentaron un valor más elevado de la COT-G ($7,28^\circ$) respecto a las cofias no confeccionadas en el grupo de colado ($2,97^\circ$) y Lava Scan ($0,76^\circ$).



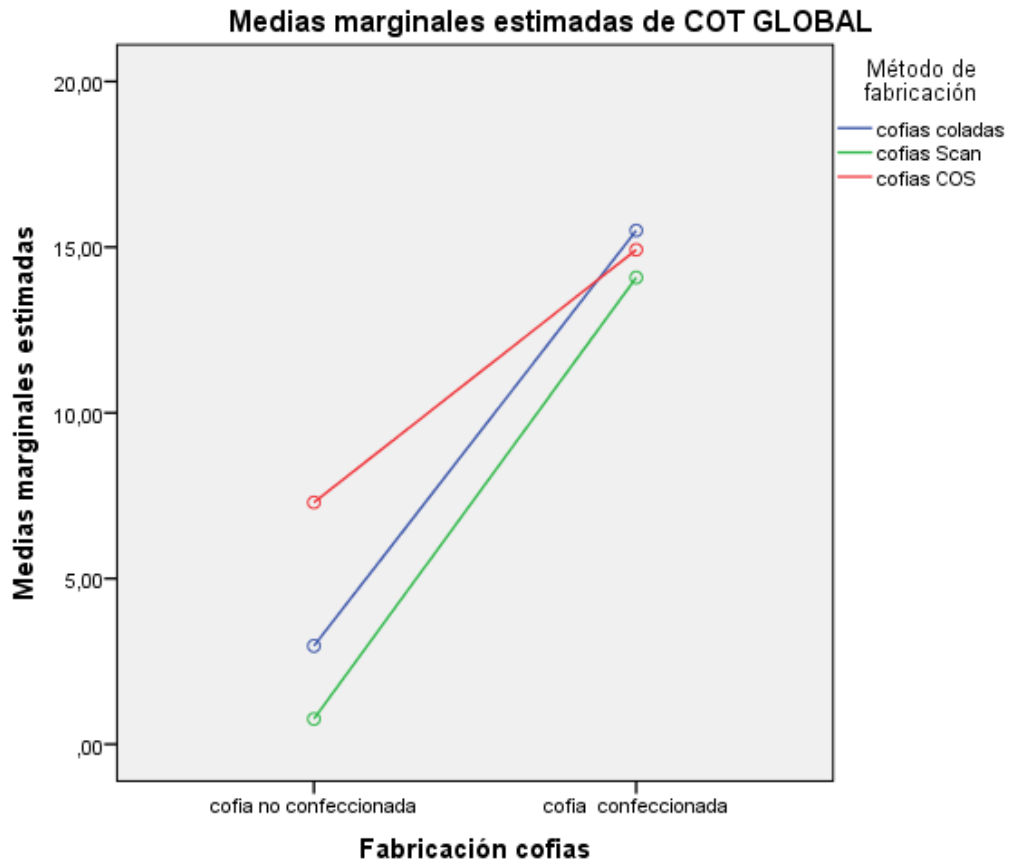
COT-G NC: convergencia oclusal total global cofias no confeccionadas

COT-G: convergencia oclusal total global cofias confeccionadas

Fig. Distribución de las cofias no confeccionadas y confeccionadas según el valor de la COT-G y el método de fabricación.

2.2.2. Influencia del valor de la COT-G en la fabricación de cofias independientemente del método de confección:

En lo que se refiere a la fabricación o la no fabricación de las cofias respecto al valor de la COT-G, el análisis de varianza puso de manifiesto que existía una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) en el valor de la COT -G entre el grupo de cofias confeccionadas y no confeccionadas independientemente del método de fabricación. Encontramos que las preparaciones de las cofias confeccionadas tienen un valor de la COT-G ($14,78^\circ$) superior al valor de la COT-G de las preparaciones de las cofias no confeccionadas ($4,55^\circ$).



6- DISCUSIÓN:

La realización de una correcta preparación dentaria se basa en varios principios científicos desarrollados para asegurar el éxito mecánico, biológico y estético de las preparaciones dentarias para coronas de recubrimiento total. El diseño de la línea de terminación del margen, y el ángulo de convergencia de las paredes de la preparación constituyen dos características esenciales de una correcta preparación.²⁰

6.1. Línea de terminación marginal:

La configuración de la línea de terminación del margen de la preparación ha sido objeto de diversos estudios y controversias, ya que el éxito de una restauración dependerá de la perfecta adaptación de sus márgenes a la línea de terminación del tallado.¹⁵ Se han indicado diferentes diseños de la línea de terminación del margen siendo uno de sus requisitos esenciales su fácil identificación en la impresión y en el troquel de trabajo.³¹ En efecto, la identificación de la línea de terminación del margen de la preparación es fundamental sea en la clínica o en el laboratorio para la construcción de una restauración con un sellado marginal adecuado.

Son escasos los estudios que evalúan este aspecto del diseño de las preparaciones dentarias con el fin de determinar cuantitativamente la calidad de la línea de terminación de las preparaciones. La mayoría de los estudios hacen una evaluación cualitativa de la línea de terminación de las preparaciones, siendo está subjetiva por el hecho de basarse en la apreciación visual del odontólogo.^{18, 20}

Malmierca y cols, analizaron la línea de terminación marginal de preparaciones dentarias mediante una lupa de gran aumento. Para determinar la adecuación de la línea de terminación marginal en cuanto a su visibilidad y nitidez se basaron solamente en el juicio clínico del odontólogo que determinaba su correcta ejecución.²⁰

En el presente estudio, al igual que en el estudio de Malmierca y cols²⁰ analizamos las preparaciones bajo un microscopio óptico para marcar los perímetros de la línea de terminación no visibles o con discontinuidad. Sin embargo para determinar si la línea de terminación estaba adecuadamente realizada hicimos un análisis cuantitativo basándonos en el análisis fotográfico de la preparación en vista oclusal.

Al analizar la muestra de 32 preparaciones realizadas por los alumnos de quinto de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid encontramos que la mayoría de las preparaciones (83%) presentan una visibilidad de la línea de terminación del margen situado entre 80% y 100%. Malmierca y cols, encontraron también que la mayoría de las preparaciones recogidas en laboratorios dentales de Madrid, presentaban una línea de terminación adecuadamente ejecutada. Por lo cual podemos decir que los estudiantes, al igual que los odontólogos generales, consiguen tallar preparaciones con una línea de terminación marginal con un alto grado de nitidez, aunque hemos de resaltar la diferencia en la metodología y el método de medida entre nuestro estudio y el anteriormente mencionado.

6.2. Convergencia oclusal total :

Blair, Wassell y Steele subrayaron la confusión usualmente encontrada en las definiciones del término usado para describir el ángulo formado entre la pared de la preparación y el eje longitudinal del diente o las paredes opuestas de las preparaciones. Apuntaron que el concepto conicidad de las preparaciones “taper” tiene significaciones diferentes en la literatura.³²

Shillingburg y cols. emplearon los términos “ángulo de inclinación” y ángulo de convergencia” para describir la relación entre las dos paredes opuestas de una

preparación y el término “inclinación” de la pared como la relación entre esta pared y el eje longitudinal del diente.³

En este estudio empleamos el término Convergencia Oclusal Total (COT), definido por Goodacre y cols, como el ángulo formado por las dos paredes opuestas de una preparación. Estos autores además señalan que los términos “conicidad o taper” y convergencia oclusal total tienen la misma significación.²

La convergencia de las preparaciones dentarias es un aspecto ampliamente estudiado y también muy controvertido en la literatura.

Varios estudios han demostrado que cuanto más paralelas sean las paredes de las preparaciones mayor será la retención y la resistencia de las restauraciones.^{21,33}

Shillingburg y cols, sugirieron que por el hecho de que las coronas son fabricadas en el laboratorio y tienen que asentarse sobre el diente preparado, las paredes axiales de las preparaciones tienen que presentar necesariamente un cierto grado de convergencia.³

Actualmente se enseña en la facultad de Odontología de la UCM la realización de preparaciones con una convergencia de las paredes de las preparaciones de entre 2° y 6° según las recomendaciones de Schillingburg y cols.³

Sin embargo estudios señalaron que ningún clínico sea cual sea su nivel o su experiencia es capaz de tallar una preparación con la COT mínima recomendada rutinariamente.^{27,28}

En nuestro estudio los resultados del análisis de la convergencia oclusal total de las preparaciones demuestran que el 87% de las preparaciones presentan una convergencia oclusal total fuera del intervalo mínimo recomendado (2° y 6°). La mayoría de las preparaciones presentan una COT-G de entre 10 y 22 °, mientras que sólo el 12,5% de las preparaciones presentan una COT-G de entre 2° y 6°.

Similar a nuestro estudio es el de Dodge y cols ³⁴, en el que también evalúan la convergencia de las paredes de preparaciones realizadas en condiciones pre-clínicas por alumnos al que se ha enseñado la realización de preparaciones con una convergencia oclusal total de entre 2° y 5°, reportaron que COT obtenida tenía una media de 12,7° y en preparaciones realizadas por los mismos alumnos en condiciones clínicas la COT tenía una media de 22,76°.

Kent, Shillingburg y Duncanson²³ midieron la convergencia oclusal total de 418 preparaciones dentarias realizadas por un solo clínico experimentado sobre un periodo de 12 años y obtuvieron una COT-G de entre 8,6 y 26,6° y señalaron que la mayoría de las preparaciones presentan una COT entre 16,5° y 23°.

Estos resultados corroboran con los que encontramos en el presente estudio, en efecto la COT-G de las preparaciones tenía un valor medio de 11,59° y la gran mayoría de las preparaciones presentaban una COT-G superior a 6°.

Actualmente en base a la revisión de la literatura consagrada a la evaluación del diseño óptimo de las preparaciones dentarias Goodacre y cols²⁴, establecen como aceptable una convergencia oclusal total de las paredes de las preparaciones de entre 10 ° y 22 °, además señalan que no existe una repercusión importante sobre el grado de retención de las restauraciones entre una preparación con una COT-G de 10° y una preparación con una COT-G de 22°. Sin embargo no existe actualmente un consenso sobre el valor adecuado del ángulo de convergencia oclusal global de las preparaciones.

La comparación entre la convergencia oclusal total obtenida en dientes anteriores y posteriores ha sido también objeto de estudio, en efecto Annerstedt y cols ²⁷, Nordlander y cols ²⁸ observaron que la COT obtenida en dientes posteriores es

superior a la COT obtenida en dientes anteriores. En nuestro estudio los resultados revelan que aunque los valores promedios de COT-G en dientes posteriores es superior al valor promedio de la COT-G en dientes anteriores, las diferencias existentes entre ambos grupos no son estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$). Si bien, hemos de resaltar la diferencia en el método de medida entre nuestro estudio y el anteriormente citado.

En la literatura se ha también valorado la convergencia de las preparaciones en sentido mesio-distal y vestibulo-lingual; Al-Omari y Al Wahadani ³⁵ encontraron en algunos estudios que la COT mesio-distal en dientes anteriores era menor que la COT mesio-distal en dientes posteriores. Estos resultados son similares a los hallados en nuestro estudio con unos valores de la COT-MD en dientes anteriores y posteriores de 5,04 y 15,38° respectivamente siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En cambio al comparar la COT-VL en dientes anteriores y posteriores la COT-VL, encontramos que en dientes anteriores es mayor que la COT-VL en dientes posteriores siendo esta diferencia estadísticamente no significativa ($p > 0,05$).

En nuestra opinión encontramos valores más elevados de la COT-G y de la COT-MD en dientes posteriores que en dientes anteriores, debido a la dificultad de acceso manual y visual al campo operatorio, lo que hace más complicado controlar el grado de convergencia de las paredes de la preparación. En cambio en lo que se trata de la COT-VL explicamos el hecho de que es mayor en dientes anteriores que en dientes posteriores debido a que los incisivos y caninos, anatómicamente presentan un cierto grado de convergencia anteriormente a la realización de la preparación.

6.3. Influencia de la COT de las preparaciones en la confección o no de las cofias en función del método de fabricación empleado.

Son escasos los estudios que analizan la repercusión de los diseños de las preparaciones en el procesado de las restauraciones según el método de confección empleado. La mayoría de los trabajos comparan la repercusión de los diseños en el ajuste de las restauraciones en función del método de confección empleado.^{15,16,17}

En este trabajo hemos decidido evaluar si el grado de convergencia de las paredes de las preparaciones tiene un impacto sobre la confección o la no confección de las cofias según el método CAD/CAM empleado y tomando como referencia la técnica de colado convencional.

En este estudio hemos comparado primero la influencia del método de fabricación en la confección o el rechazo de confección de las cofias. La experiencia clínica ha demostrado que con el método de colado convencional, es excepcional que se rechaza la fabricación de una cofia debido a un diseño inadecuado de la preparación, en general el técnico dental usa de su habilidad para corregir los defectos de la preparación y retoca la parte interna de las cofias de manera a conseguir un ajuste aceptable. Sin embargo, los resultados del presente estudio han demostrado que el número de cofias no confeccionadas es mayor con el método Lava C.O.S (43,75%) , seguido por el método de colado convencional (31,25%) y finalmente el método Lava Scan (18,75%) siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

A la luz de los resultados encontrados podemos suponer que la diferencia entre el número de cofias no confeccionadas con el método Lava C.O.S y Lava SCAN se debe a que la tecnología Lava C.O.S proporciona una imagen con un mayor nivel de definición y permite una visualización tridimensional y en relieve de la preparación

comparado con el método Lava Scan, lo que hace que el protésico dental sea más preciso a la hora de determinar si la cofia una vez confeccionada presentará un eje de inserción y un asentamiento correcto, y en consecuencia si se puede o no fabricar la restauración sobre dichas preparaciones.

Por otro lado, explicamos el hecho de encontrar un mayor número de cofias no confeccionadas por el método de colado convencional que por el método Lava Scan, al hecho de que pusimos en el estudio como requisito no retocar las preparaciones ni las cofias para no introducir variables dependientes del protésico dental.

Otro aspecto estudiado en este trabajo es la influencia del factor humano en la confección de las cofias, según el método de fabricación empleado. En este estudio el factor humano esta representado por el valor de la COT global de las preparaciones realizadas por los estudiantes de quinto de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

En el presente trabajo encontramos que el grado de convergencia de las paredes de las preparaciones influye en la confección o el rechazo de confección de las cofias independientemente del método fabricación. En efecto, las preparaciones del grupo de cofias confeccionadas presentan una COT-G mayor a la COT-G de las preparaciones del grupo de cofias no confeccionadas siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,0001$).

Por otro lado, al comparar el valor de la COT-G de las preparaciones del grupo de cofias no confeccionadas respecto al método de fabricación, encontramos que la COT-G de las cofias no confeccionadas por el sistema Lava C.O.S es mayor que la COT-G de

las cofias no confeccionadas por el sistema Lava Scan y el método de colado convencional siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

Al comparar la influencia de la convergencia oclusal total global de las preparaciones analizadas, en la confección o la no confección de las cofias independientemente del método de fabricación empleado encontramos que la COT-G de las cofias no confeccionadas es menor que la COT-G de las cofias confeccionadas, teniendo las cofias confeccionadas un valor medio de la COT-G de $14,78^\circ$ y las no confeccionadas un valor medio de la COT-G de $4,55^\circ$.

Además, analizamos la influencia de la COT-G dentro de las cofias no confeccionadas según el método de fabricación empleado encontrando una diferencia estadísticamente significativa entre el valor de la COT-G de las no confeccionadas por el método Lava C.O.S y las no confeccionadas por el método Lava Scan ($p < 0,05$). En efecto ,en el sistema Lava C.O.S las preparaciones sobre las cuales se rechazó la fabricación de las cofias presentaban una COT-G ($7,28^\circ$) mayor que la COT-G de las preparaciones rechazadas a la fabricación por el sistema Lava Scan ($0,76^\circ$) y el método de encerado y colado convencional ($2,97^\circ$).

Mientras que al analizar el valor de la COT-G en las preparaciones cuyas cofias han sido aceptadas a la fabricación respecto al método de confección empleado, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el valor promedio de la COT-G según el método empleado.

Los resultados nos indican que el sistema CAD/CAM Lava C.O.S. es más sensible al grado de convergencia de las paredes de las preparaciones y en consecuencia más sensible al factor humano en comparación con el sistema Lava Scan y el método de colado convencional.

De los resultados de este estudio podemos rechazar la hipótesis que estipula que el grado de convergencia de las paredes de las preparaciones tiene un mayor impacto en los métodos de fabricación mediante sistemas CAD/CAM que en el método de confección convencional.

En el método de colado convencional se rechaza la fabricación de más cofias que en el sistema Lava Scan en referencia al valor de la COT-G de las preparaciones. Por otro lado, el sistema Lava C.O.S. es más exigente que el método de colado convencional. Más estudios son necesarios para determinar si las cofias confeccionadas por el método Lava C.O.S. presentan un mejor ajuste interno y ajuste marginal que las cofias confeccionadas por el método Lava Scan, con el fin de determinar si el rechazo de confección de las preparaciones por el sistema Lava C.O.S está justificado.

7. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos y dentro de las limitaciones de nuestro estudio, podemos enunciar las siguientes conclusiones:

- 1- La línea de terminación marginal de las preparaciones realizadas en condiciones pre-clínicas presentan una elevada calidad.
- 2- El factor humano influye de manera importante en el grado de convergencia de las paredes de las preparaciones; la mayoría de las preparaciones realizadas presentan una COT de las paredes de las preparaciones fuera del intervalo aceptado.
- 3- El método de fabricación influye significativamente en la confección o el rechazo de la confección de las cofias.
- 4- El grado de convergencia oclusal total de las preparaciones influye de manera significativa en la confección o el rechazo de confección de las cofias, teniendo este un mayor impacto en el método de fabricación Lava C.O.S.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ring ME. Dentistry: An illustrated history. New York; Abrams, 1985
2. Walton TR. An up to 15-year longitudinal study of 515 metal-ceramic FPDs: Part Modes of failure and influence of various clinical characteristics. *Int J Prosthodont* 2003;16:177-182.
3. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD. Fundamentals of fixed prosthodontics. Principles of tooth preparations. 3rd ed Chicago : Quintessence publishing co.1997
4. Higuera MA, De Albornoz A, Del Río J. Estructuras metálicas coladas frente a estructuras cerámicas mecanizadas: El enfoque del clínico. *Rev. Inter prótesis estomatológica*, 2006; Vol. 8, N °2.
5. Perng-Ru Liu, Milton E Essig. A panorama of dental CAD CAM Restorative Systems. *Compendium*, Oct 2008; Vol. 29, N. 8.
6. Giulio Preti, F.Bassi, S.Carossa, S. Catapano. Rehabilitación protésica Tomo 3. Amolca 2008.
7. Valderhaug J, Birkeland JM. Periodontal conditions in patients 5 years following insertion of fixed prostheses. Pocket depth and loss of attachment. *J Oral Rehabil* 1976; 3: 237-43.
8. Valderhaug J, Heloe LA. Oral hygiene in a group of supervised patients with fixed prostheses. *J Periodontol* 1977; 48: 221-4.
9. Lindigkeit. J. ¿Adiós al colado? Materiales dentales sin metales preciosos en la era CAD/CAM. *Quintessence técnica* (ed. Esp.), Jun-Jul 2007; Vol. 18, Núm. 6.)
10. Kent WA, Shillingburg HT & Duncanson MG. Taper of Clinical Preparations for Cast Restorations. *Quintessence International* 1988; 5: 339 – 345
11. Philipp Kohorst. Marginal accuracy of four-unit zirconia fixed dental prostheses fabricated using different computer-aided design/computer-aided manufacturing systems.
12. Duke, E. The status of CAD/CAM in restorative dentistry. *Compendium* (22) 2001.

13. Suarez García MJ. Evaluación del sellado marginal de las coronas de titanio colado y mecanizado con dos líneas de terminación. Tesis Doctoral UCM 2004.
14. Giannetopoulos S, Van NOORT R, Tsitrou E. Evaluation of the marginal integrity of ceramic copings with different marginal angles using two different CAD/CAM Systems. *J of dentistry* 38 (2010) 980-986.
15. Beuer F, Aggstallert H, Edelhoff D, Gernet W. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings. *Dent Materials Journal* 2008;27 (3): 814-820.
16. Iwai T, Komine F, Kobayashi K, Saito A, Matsumura H. Influence of convergence angle and cement space on adaptation of zirconium dioxide ceramic copings.
17. Mou SH, Chai T, Wang JS, Shiau YY. Influence of different convergence angles and tooth preparation heights on the internal adaptation of Cerec crowns. *J Prosthet Dent* 2002;/87:/248_55.
18. Malmierca A, Del Río J. Estudio experimental sobre la planificación de puentes parciales fijos y sus fracasos. Tesis doctoral. UCM 1999.
19. Eames WB, O'Neal SJ, Monteiro J, Roan JD & Cohen KS. Techniques to improve the Seating of Castings. *Journal of the American Dental Association* 1978; 96: 432 – 437
20. Goodacre C. Tooth preparations for complete crowns: an art based on scientific principles. *J Prosthet Dent* 2001; 85:368-76)
21. Jorgensen KD. The relationship between retention and convergence angle in cemented veneer crowns. *Acta Odontol Scand* 1955;13:35-40.
22. Rosenstiel SF, Land MF & Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*, 3rd ed. St. Louis: Mosby Inc 2001.

23. Kent WA, Shillingburg HT & Duncanson MG. Taper of Clinical Preparations for Cast Restorations. *Quintessence International* 1988; 5: 339 – 345
24. Goodacre CJ, Designing tooth preparations for optimal success. *Dental Clinics North America*, 2004, 48: 2: 359.385.
25. Dalin J. The future of impressions. *Dental Economics* [serial online]. June 2007. http://www.dentaleconomics.com/articles/article_display.html?id=296261.
26. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Cont Educ Dent* 2008 Oct;29 (8): 494,496,498-505.]
27. Annerstedt AL, Engstrom U, Hansson A, Jansson T, Karlsson S, Liljhagen H, Lindquist E, Rydhammar E, Tyreman-Banghede, Svensson P & Wandel U. Axial Wall Convergence of full veneer crown preparations. *ACTA Odontology Scandinavia* 1996;54:109-112.
28. Nordlander J, Weir D, Stoffer W & Ochi S. The taper of clinical preparations for fixed prosthodontics. *Journal of prosthetic Dentistry* 1988;60:148-151.
29. Noonan JE & Goldfogel MH. Convergence of Axial Walls of Full Veneer Crown preparations in a dental school environment. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1991; 66:706-708.
30. (Calatayud J, Martín G. *Bioestadística en la investigación odontológica*. Madrid 2002)
31. Shillingburg H T, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett S. *Fundamentos esenciales en prótesis fija*. Barcelona. Ed Salvat SA, 1991
32. Blair FM, Wassel RW, Steele JG. *A clinical guide to crowns and other extracoronal restorations*. *Crowns and extracoronal restorations: preparations for full veneer crowns*, BDJ Books 2002, London 71-79.

33. Kaufman EG, Coelho DH, Colin L. Factors influencing the retention of cemented gold castings. *J prosthet Dent* 11:487-502.
34. Dodge WW, Weed RM, Baez RJ, Buchanan RN. The effect of convergence angle on retention and resistance form. *Quintessence Int*, 3:191-202.
35. Al- Omari W & Al-Wahadani AM. Convergence Angle. Occlusal Reduction and finish Line Depth of Full-Crown Preparations Made by Dental Students. *Quintessence International* 2004; 35: 287 – 293

9. APÉNDICES

PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Listado de datos

| DIENTES | COT mesio-distal | COT vestibulo-lingual | COT Global | Cofias Coladas | Cofias Scan | Cofias COS |
|---------|------------------|-----------------------|------------|----------------|-------------|------------|
| 1 | 15,06 | 36,68 | 25,87 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 21,86 | 32,54 | 27,2 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 25,63 | 13,79 | 19,71 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 31,71 | 17,47 | 24,59 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 12,73 | 34,34 | 23,535 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 11,87 | 21,52 | 16,695 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 11,86 | 17,72 | 14,79 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 20,59 | 15,24 | 17,915 | 1 | 1 | 0 |
| 9 | 2,07 | 4,92 | 3,495 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 7,87 | 15,77 | 11,82 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 20,82 | 22,16 | 21,49 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 23,53 | 7,27 | 15,4 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 11,74 | 15,78 | 13,76 | 1 | 1 | 0 |
| 14 | -5,86 | 17,8 | 5,97 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 3,68 | 13,25 | 8,465 | 1 | 1 | 0 |
| 16 | 28,58 | 11,33 | 19,955 | 1 | 1 | 0 |
| 17 | -1,91 | 17,7 | 7,895 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | 9,87 | 16,17 | 13,02 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 20,5 | 8,94 | 14,72 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 17,7 | 2,43 | 10,065 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 2,24 | 2,99 | 2,615 | 0 | 1 | 1 |
| 22 | -0,85 | 24,63 | 11,89 | 0 | 1 | 1 |
| 23 | 12,44 | 5,12 | 8,78 | 0 | 1 | 0 |
| 24 | 12,37 | 4 | 8,185 | 1 | 1 | 0 |
| 25 | -3,68 | -6,72 | -5,2 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | -2,73 | -7,91 | -5,32 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 6,1 | 4,43 | 5,265 | 1 | 1 | 1 |
| 28 | -1,13 | -3,38 | -2,255 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | -2,91 | 6,5 | 1,795 | 0 | 1 | 0 |
| 30 | 3,31 | 19,4 | 11,355 | 1 | 1 | 1 |
| 31 | 3,92 | 8,97 | 6,445 | 1 | 1 | 1 |
| 32 | 7,79 | 13,85 | 10,82 | 1 | 1 | 1 |

Cofia no confeccionada: 0
Cofia confeccionada: 1

Listado de datos

| | Porcentaje margen visible |
|----|---------------------------|
| 1 | 52,76 |
| 2 | 90,03 |
| 3 | 70,37 |
| 4 | 81,56 |
| 5 | 87,5 |
| 6 | 90,43 |
| 7 | 71,34 |
| 8 | 85,76 |
| 9 | 96,51 |
| 10 | 88,18 |
| 11 | 78,51 |
| 12 | 84,6 |
| 13 | 86,24 |
| 14 | 94,03 |
| 15 | 91,54 |
| 16 | 80,05 |
| 17 | 92,11 |
| 18 | 86,98 |
| 18 | 85,28 |
| 20 | 89,94 |
| 21 | 97,39 |
| 22 | 88,11 |
| 23 | 91,22 |
| 24 | 91,82 |
| 25 | 100 |
| 26 | 100 |
| 27 | 84,39 |
| 28 | 91,82 |
| 29 | 80,5 |
| 30 | 89,9 |
| 31 | 69,85 |
| 32 | 100 |

Listado de datos

| DIENTES | COT Mesio-distal dientes anteriores | COT mesio-distal dientes posteriores | COT vestibulo-lingual dientes anteriores | COT vestibulo-lingual dientes posteriores | COT Global dientes anteriores | COT Global dientes posteriores |
|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 15,06 | 25,63 | 36,68 | 13,79 | 25,87 | 19,71 |
| 2 | 21,86 | 11,86 | 32,54 | 17,47 | 27,2 | 24,59 |
| 3 | 12,73 | 20,82 | 34,34 | 17,72 | 23,535 | 14,79 |
| 4 | 11,87 | 3,68 | 21,52 | 15,24 | 16,695 | 17,915 |
| 5 | 2,07 | 20,5 | 4,92 | 22,16 | 3,495 | 21,49 |
| 6 | 7,87 | 12,44 | 15,77 | 7,27 | 11,82 | 15,4 |
| 7 | 11,74 | 6,1 | 15,78 | 13,25 | 13,76 | 8,465 |
| 8 | -5,86 | 3,92 | 17,8 | 11,33 | 5,97 | 19,955 |
| 9 | -1,91 | 31,71 | 17,7 | 8,94 | 7,895 | 14,72 |
| 10 | 9,87 | 20,59 | 16,17 | 2,43 | 13,02 | 10,065 |
| 11 | 2,24 | 23,53 | 2,99 | 5,12 | 2,615 | 8,78 |
| 12 | -0,85 | 28,58 | 24,63 | 4 | 11,89 | 8,185 |
| 13 | -3,68 | 17,7 | -6,72 | 4,43 | -5,2 | 5,265 |
| 14 | -2,73 | 12,37 | -7,91 | -3,38 | -5,32 | -2,255 |
| 15 | -2,91 | -1,13 | 6,5 | 8,97 | 1,795 | 6,445 |
| 16 | 3,31 | 7,79 | 19,4 | 13,85 | 11,355 | 10,82 |

Listado de datos

| COFIAS | Método de fabricación | Fabricación cofias | COT GLOBAL |
|--------|-----------------------|--------------------|------------|
| 1 | 1 | 1 | 25,87 |
| 2 | 1 | 1 | 27,2 |
| 3 | 1 | 1 | 19,71 |
| 4 | 1 | 1 | 24,59 |
| 5 | 1 | 1 | 23,535 |
| 6 | 1 | 1 | 16,695 |
| 7 | 1 | 1 | 14,79 |
| 8 | 1 | 1 | 17,915 |
| 9 | 1 | 0 | 3,495 |
| 10 | 1 | 1 | 11,82 |
| 11 | 1 | 1 | 21,49 |
| 12 | 1 | 1 | 15,4 |
| 13 | 1 | 1 | 13,76 |
| 14 | 1 | 0 | 5,97 |
| 15 | 1 | 1 | 8,465 |
| 16 | 1 | 1 | 19,955 |
| 17 | 1 | 0 | 7,895 |
| 18 | 1 | 1 | 13,02 |
| 19 | 1 | 1 | 14,72 |
| 20 | 1 | 1 | 10,065 |
| 21 | 1 | 0 | 2,615 |
| 22 | 1 | 0 | 11,89 |
| 23 | 1 | 0 | 8,78 |
| 24 | 1 | 1 | 8,185 |
| 25 | 1 | 0 | -5,2 |
| 26 | 1 | 0 | -5,32 |
| 27 | 1 | 1 | 5,265 |
| 28 | 1 | 0 | -2,255 |
| 29 | 1 | 0 | 1,795 |
| 30 | 1 | 1 | 11,355 |
| 31 | 1 | 1 | 6,445 |
| 32 | 1 | 1 | 10,82 |
| 33 | 2 | 1 | 25,87 |
| 34 | 2 | 1 | 27,2 |
| 35 | 2 | 1 | 19,71 |
| 36 | 2 | 1 | 24,59 |
| 37 | 2 | 1 | 23,535 |
| 38 | 2 | 1 | 16,695 |
| 39 | 2 | 1 | 14,79 |
| 40 | 2 | 1 | 17,915 |
| 41 | 2 | 0 | 3,495 |
| 42 | 2 | 1 | 11,82 |
| 43 | 2 | 1 | 21,49 |
| 44 | 2 | 1 | 15,4 |
| 45 | 2 | 1 | 13,76 |
| 46 | 2 | 0 | 5,97 |
| 47 | 2 | 1 | 8,465 |
| 48 | 2 | 1 | 19,955 |

| | | | |
|----|---|---|--------|
| 49 | 2 | 0 | 7,895 |
| 50 | 2 | 1 | 13,02 |
| 51 | 2 | 1 | 14,72 |
| 52 | 2 | 1 | 10,065 |
| 53 | 2 | 1 | 2,615 |
| 54 | 2 | 1 | 11,89 |
| 55 | 2 | 1 | 8,78 |
| 56 | 2 | 1 | 8,185 |
| 57 | 2 | 0 | -5,2 |
| 58 | 2 | 0 | -5,32 |
| 59 | 2 | 1 | 5,265 |
| 60 | 2 | 0 | -2,255 |
| 61 | 2 | 1 | 1,795 |
| 62 | 2 | 1 | 11,355 |
| 63 | 2 | 1 | 6,445 |
| 64 | 2 | 1 | 10,82 |
| 65 | 3 | 1 | 25,87 |
| 66 | 3 | 1 | 27,2 |
| 67 | 3 | 1 | 19,71 |
| 68 | 3 | 1 | 24,59 |
| 69 | 3 | 1 | 23,535 |
| 70 | 3 | 1 | 16,695 |
| 71 | 3 | 0 | 14,79 |
| 72 | 3 | 0 | 17,915 |
| 73 | 3 | 0 | 3,495 |
| 74 | 3 | 0 | 11,82 |
| 75 | 3 | 1 | 21,49 |
| 76 | 3 | 1 | 15,4 |
| 77 | 3 | 0 | 13,76 |
| 78 | 3 | 0 | 5,97 |
| 79 | 3 | 0 | 8,465 |
| 80 | 3 | 0 | 19,955 |
| 81 | 3 | 1 | 7,895 |
| 82 | 3 | 1 | 13,02 |
| 83 | 3 | 1 | 14,72 |
| 84 | 3 | 1 | 10,065 |
| 85 | 3 | 1 | 2,615 |
| 86 | 3 | 1 | 11,89 |
| 87 | 3 | 0 | 8,78 |
| 88 | 3 | 0 | 8,185 |
| 89 | 3 | 0 | -5,2 |
| 90 | 3 | 0 | -5,32 |
| 91 | 3 | 1 | 5,265 |
| 92 | 3 | 0 | -2,255 |
| 93 | 3 | 0 | 1,795 |
| 94 | 3 | 1 | 11,355 |
| 95 | 3 | 1 | 6,445 |
| 96 | 3 | 1 | 10,82 |

0 cofia no confeccionada
1 cofia confeccionada

| | |
|---|----------------|
| 1 | cofias coladas |
| 2 | cofias Scan |
| 3 | cofias COS |

Tabla de frecuencias

| | N | Media | Error típ. de la media | Desv. típ. | Mínimo | Máximo |
|-----------------------------------|---------|---------|------------------------|------------|--------|--------|
| | Válidos | | | | | |
| COT Global | 32 | 11,5855 | 1,50477 | 8,51225 | -5,32 | 27,20 |
| Porcentaje margen visible | 32 | 86,5225 | 1,76707 | 9,99605 | 52,76 | 100,00 |
| COT Mesio-distal Anteriores | 16 | 5,0425 | 2,02731 | 8,10924 | -5,86 | 21,86 |
| COT mesio-distal Posteriores | 16 | 15,3806 | 2,42843 | 9,71374 | -1,13 | 31,71 |
| COT vestibulo-lingual Anteriores | 16 | 15,7569 | 3,31007 | 13,24028 | -7,91 | 36,68 |
| COT vestibulo-lingual Posteriores | 16 | 10,1619 | 1,66912 | 6,67646 | -3,38 | 22,16 |
| COT Global Anteriores | 16 | 10,3997 | 2,46283 | 9,85132 | -5,32 | 27,20 |
| COT Global Posteriores | 16 | 12,7713 | 1,76244 | 7,04975 | -2,26 | 24,59 |

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

| | N | Parámetros normales ^{a,b} | | Diferencias más extremas | | | Z de Kolmogorov-Smirnov | Sig. asintót. (bilateral) |
|-----------------------------------|----|------------------------------------|-------------------|--------------------------|----------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | | Media | Desviación típica | Absoluta | Positiva | Negativa | | |
| COT mesio-distal | 32 | 10,2116 | 10,24973 | ,105 | ,105 | -,092 | ,596 | ,870 |
| COT vestibulo-lingual | 32 | 12,9594 | 10,69916 | ,107 | ,107 | -,073 | ,604 | ,859 |
| COT Global | 32 | 11,5855 | 8,51225 | ,051 | ,048 | -,051 | ,289 | 1,000 |
| Porcentaje margen visible | 32 | 86,5225 | 9,99605 | ,166 | ,101 | -,166 | ,936 | ,344 |
| COT Mesio-distal Anteriores | 16 | 5,0425 | 8,10924 | ,147 | ,147 | -,108 | ,588 | ,879 |
| COT mesio-distal Posteriores | 16 | 15,3806 | 9,71374 | ,138 | ,119 | -,138 | ,554 | ,919 |
| COT vestibulo-lingual Anteriores | 16 | 15,7569 | 13,24028 | ,188 | ,082 | -,188 | ,752 | ,625 |
| COT vestibulo-lingual Posteriores | 16 | 10,1619 | 6,67646 | ,116 | ,087 | -,116 | ,463 | ,983 |
| COT Global Anteriores | 16 | 10,3997 | 9,85132 | ,117 | ,117 | -,101 | ,466 | ,982 |
| COT Global Posteriores | 16 | 12,7712 | 7,04975 | ,109 | ,109 | -,109 | ,436 | ,991 |

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Prueba T de Student:

Estadísticos de muestras independientes

| | Media | N | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|----------------------------------------|---------|----|-----------------|------------------------|
| Par 1 COT Mesio-distal Anteriores | 5,0425 | 16 | 8,10924 | 2,02731 |
| COT mesio-distal Posteriores | 15,3806 | 16 | 9,71374 | 2,42843 |
| Par 2 COT vestibulo-lingual Anteriores | 15,7569 | 16 | 13,24028 | 3,31007 |
| COT vestibulo-lingual Posteriores | 10,1619 | 16 | 6,67646 | 1,66912 |
| Par 3 COT Global Anteriores | 10,3997 | 16 | 9,85132 | 2,46283 |
| COT Global Posteriores | 12,7712 | 16 | 7,04975 | 1,76244 |

Prueba de muestras independientes

| | Diferencias relacionadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|----------|--------|----|---------------------|
| | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 COT Mesio-distal Anteriores - COT mesio-distal Posteriores | - 10,33813 | 12,63644 | 3,15911 | -17,07161 | -3,60464 | -3,272 | 15 | ,005 |
| Par 2 COT vestibulo-lingual Anteriores - COT vestibulo-lingual Posteriores | 5,59500 | 11,13849 | 2,78462 | -,34028 | 11,53028 | 2,009 | 15 | ,063 |
| Par 3 COT Global Anteriores - COT Global Posteriores | -2,37156 | 7,48711 | 1,87178 | -6,36116 | 1,61804 | -1,267 | 15 | ,224 |

Análisis de varianza univariante (ANOVA)

Factores inter-sujetos

| | | Etiqueta del valor | N |
|-----------------------|---|---------------------------|----|
| Método de fabricación | 1 | cofias coladas | 32 |
| | 2 | cofias Scan | 32 |
| | 3 | cofias COS | 32 |
| Fabricación cofias | 0 | cofia no confeccionada | 30 |
| | 1 | cofia confeccionada | 66 |

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente:COT GLOBAL

| Método de fabricación | Fabricación cofias | Media | Desviación típica | N |
|-----------------------|------------------------|---------|-------------------|----|
| cofias coladas | cofia no confeccionada | 2,9665 | 5,87966 | 10 |
| | cofia confeccionada | 15,5032 | 6,37906 | 22 |
| | Total | 11,5855 | 8,51225 | 32 |
| cofias Scan | cofia no confeccionada | ,7642 | 5,78119 | 6 |
| | cofia confeccionada | 14,0827 | 6,96952 | 26 |
| | Total | 11,5855 | 8,51225 | 32 |
| cofias COS | cofia no confeccionada | 7,2968 | 8,08029 | 14 |
| | cofia confeccionada | 14,9211 | 7,43461 | 18 |
| | Total | 11,5855 | 8,51225 | 32 |
| Total | cofia no confeccionada | 4,5468 | 7,29602 | 30 |
| | cofia confeccionada | 14,7848 | 6,83098 | 66 |
| | Total | 11,5855 | 8,42217 | 96 |

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente:COT GLOBAL

| Origen | Suma de cuadrados tipo III | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-----------------------|----------------------------|----|------------------|---------|------|
| Modelo corregido | 2403,052 ^a | 5 | 480,610 | 9,977 | ,000 |
| Intersección | 6457,889 | 1 | 6457,889 | 134,056 | ,000 |
| Métododefabricación | 167,458 | 2 | 83,729 | 1,738 | ,000 |
| Fabricacióncofias | 2347,062 | 1 | 2347,062 | 48,721 | ,000 |
| Métododefabricación * | 131,044 | 2 | 65,522 | 1,360 | ,262 |
| Fabricacióncofias | | | | | |
| Error | 4335,573 | 90 | 48,173 | | |
| Total | 19624,041 | 96 | | | |
| Total corregida | 6738,625 | 95 | | | |

a. R cuadrado = ,357 (R cuadrado corregida = ,321)

Tabla de contingencia (método de confección / confeccionadas*no confeccionadas.

| | | Cofias no confeccionadas | Cofias confeccionadas | Totales |
|------------|---|--------------------------|-----------------------|---------|
| Colado | O | 10 (31,25%) | 22 (68,75%) | 32 |
| | E | (10) | (22) | |
| Lava SCAN | O | 6 (18,75%) | 26 (81,25%) | 32 |
| | E | (10) | (22) | |
| Lava C.O.S | O | 14 (43,75%) | 18 (56,25%) | 32 |
| | E | (10) | (22) | |
| | | 30 | 66 | 96 |

O: valores observados; E: valores esperados.

Pruebas de Chi-cuadrado

| | Valor | Grados de libertad |
|------------------------------------------|-------|--------------------|
| Razón crítica Chi-cuadrado χ^2_{25} | 6,4 | 2 |
| Chi-cuadrado tabulado χ^2_{α} | 5,991 | 2 |

$\alpha=0,05$ a 2 colas

$\chi^2_{25} > \chi^2_{(0,05)} \rightarrow 6,4 > 5,991 \rightarrow$ Estadísticamente significativo al nivel de 5% a dos colas.

El número de cofias no confeccionadas por el sistema Lava C.O.S (43,75%) es mayor al número de cofias no confeccionadas por el sistema Lava Scan (18,75%) y el método de colado convencional (31,25%). Siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).