

# Estudio clínico comparativo sobre la precisión de los materiales de impresión a base de masilla y material fluido (*putty-and-wash*) para la técnica de dos pasos

Manuela Haim, DDS<sup>1</sup>/Ralph G. Luthardt, Dr Med Dent Habil<sup>2</sup>/Heike Rudolph, Dr Med Dent<sup>3</sup>/Rainer Koch, Dr Rer Nat<sup>4</sup>/Michael H. Walter, Dr Med Dent Habil<sup>5</sup>/Sebastian Quaas, Dr Med Dent<sup>3</sup>

**Objetivo:** la precisión a la hora de realizar una toma de impresión dental es un factor fundamental que influye en el ajuste de las coronas y las prótesis parciales fijas. El objetivo de este estudio es determinar la precisión de una reproducción de la superficie dental y de la superficie dental subgingival en tres dimensiones (3D) utilizando para ello tres tipos de materiales de silicona distintos y la técnica de *putty-and-wash*, masilla y material fluido, de dos pasos. **Materiales y métodos:** se tomaron tres impresiones de cada uno de los 24 participantes, con Express STD Putty/Wash (3M ESPE), Optosil/Xantopren L (Heraeus Kulzer) y un material ultrafluido experimental polimerizable (3M ESPE) siguiendo un orden aleatorio. La impresión primaria se llevó a cabo de acuerdo con los procedimientos establecidos para la técnica de *putty-and-wash*, masilla y masa fluida de dos pasos. Los modelos maestros se elaboraron siguiendo los procesos estandarizados y digitalizados ópticamente. La precisión en 3D se analizó con la ayuda de un procedimiento asistido por ordenador. Se tomaron como referencia las impresiones con Express STD Putty/Wash. Para el análisis estadístico se emplearon modelos lineales. **Resultados:** cuando se analizó la reproducción de la superficie en 3D se hallaron desviaciones medias de 27,0 y -23,6 µm para Optosil/Xantopren L y de 26,5 y -22,6 µm para el material experimental. Optosil/Xantopren L mostró una reproducción más completa de la superficie dental subgingival que los materiales de referencia y experimental. **Conclusión:** el empleo de material fluido polimerizable, además de los procedimientos establecidos de recorte de la impresión primaria, no influyeron favorablemente en la precisión de la reproducción de la superficie dental, así como en la de la superficie dental subgingival en 3D. *Prótesis Estomatológica* 2010; 1;59-65.

**Purpose:** The accuracy of dental impression taking is one major factor influencing the fit of crowns and fixed partial dentures. The aim of this study was to determine the accuracy of three-dimensional (3-D) tooth surface and subgingival tooth surface reproduction using three different silicone materials and the two-stage putty-and-wash technique.

**Materials and Methods:** From 24 probands, three impressions each were taken with Express STD Putty/Wash (3M ESPE), Optosil/Xantopren L (Heraeus Kulzer), and an experimental ultralight body/putty material (3M ESPE) in a randomized order. The preliminary impression was cut according to established procedures for the two-stage putty-and-wash technique. Master casts were manufactured with a standardized procedure and optically digitized. The 3-D accuracy was analyzed with a computer-aided procedure. The Express STD putty-and-wash impressions were used as a reference. Linear models were used for the statistical analysis. **Results:** Mean deviations of 27.0 µm and -23.6 µm were found for Optosil/Xantopren L and 26.5 µm and -22.6 µm for the experimental material when analyzing 3-D surface reproduction. The tooth surface (buccal/oral) significantly influenced the accuracy of the surface reproduction. Optosil/Xantopren L showed a more complete reproduction of the subgingival tooth surface than either the experimental or reference materials. **Conclusion:** The accuracy of the 3-D tooth surface reproduction as well as the reproduction of the subgingival tooth surface was not favorably influenced when the ultralight wash material was used with established cutting procedures for the preliminary impression.

Un importante factor para la durabilidad de las coronas y de las prótesis parciales fijas, así como para preservar el óptimo estado de salud de los tejidos adyacentes, lo constituye un ajuste marginal preciso. La calidad del ajuste

en las restauraciones dentales se ve principalmente influido por la precisión y la exactitud de la impresión dental<sup>1-6</sup>. Tanto los errores como las imprecisiones generados no pueden corregirse durante la fabricación, por otro lado

<sup>1</sup>PhD Student, Department of Prosthetic Dentistry, Dresden University of Technology, University Hospital Carl Gustav Carus Dresden, Dental School, Dresden, Germany.

<sup>2</sup>Professor and Head, Department of Dentistry, Prosthodontics, and Material Sciences, Ulm University, Ulm, Germany.

<sup>3</sup>Senior Researcher, Department of Dentistry, Prosthodontics, and Material Sciences, Ulm University, Ulm, Germany.

<sup>4</sup>Professor, Department of Medical Informatics and Biometry, Dresden University of Technology, University Hospital Carl Gustav Carus Dresden, Dresden, Germany.

<sup>5</sup>Professor and Head, Department of Prosthetic Dentistry, Dresden University of Technology, University Hospital Carl Gustav Carus Dresden, Dental School, Dresden, Germany.

**Correspondencia:** Prof Ralph G. Luthardt, Department of Dentistry, Prosthodontics, and Material Sciences, Ulm University, Albert-Einstein-Allee 11, 89081 Ulm, Germany. Fax: 0049-731 500-64203. e-mail: Ralph.Luthardt@computerzaehne.de

correcta, de las restauraciones, e influyen enormemente en el ajuste de las mismas. Los parámetros clínicos influyen en gran medida en la precisión de las impresiones y la reproducción de los márgenes de la preparación<sup>7-9</sup>.

En Europa, los materiales de impresión más utilizados son las siliconas de condensación, las siliconas de adición (también conocidas como de vinil polisiloxano de vinilo o polivinilsiloxano [PVS]) o las de poliéter<sup>10</sup>. El material de PVS es el más popular dada su excelente recuperación de la elasticidad, su óptima precisión, su estabilidad dimensional, su adecuada resistencia a la rotura, es fácil de usar y no tiene ni sabor ni olor desagradables<sup>7,10-15</sup>. Los materiales de impresión de fraguado por condensación también poseen gran parte de estas cualidades. En las siliconas de fraguado por condensación, tanto la estabilidad dimensional<sup>11</sup> como la resistencia a la rotura<sup>11,16</sup> no son tan buenas como las que ofrecen los materiales de impresión de PVS. Sin embargo, los primeros resultan más económicos comparados con los de PVS y los materiales de impresión de poliéter<sup>11,17</sup>.

En principio, tanto los materiales de impresión de PVS como los de poliéter son de una precisión comparable<sup>11,18</sup> y su recuperación de la elasticidad se considera óptima<sup>16</sup>. Mientras que los materiales de impresión de poliéter son mas hidrofílicos<sup>10,11</sup>, los de PVS muestran una estabilidad dimensional superior en el tiempo<sup>13</sup>.

Las técnicas de impresión empleadas habitualmente son: la técnica *putty-and-wash*, masilla y material fluido, en un solo paso (dos materiales con distinta viscosidad), la técnica en dos pasos (dos materiales con distinta viscosidad) y la técnica monofásica (un único material). Los distintos procedimientos de impresión incluyen tanto un material de impresión como dos materiales con distinta viscosidad que se aplican o bien simultáneamente o mediante dos pasos. La precisión de las distintas técnicas de impresión ha creado controversia en la literatura médica. En algunos estudios se constató que la técnica de impresión de *putty-and-wash*, masilla y material fluido, en un solo paso era la más precisa<sup>1,3,7,18</sup>, y en otros, se señala como mejor la misma técnica pero en dos pasos<sup>7,19</sup>. Otros estudios no señalan diferencias significativas entre ambas técnicas<sup>2,4</sup>. Basándose en la experiencia clínica, esta última técnica se recomienda especialmente para preparaciones de los márgenes subgingivales. Se supone que la presión impuesta por la masilla sobre el material de impresión fluido mejora la representación de los márgenes subgingivales<sup>1,7,10,18</sup>.

Luthardt desarrolló un procedimiento *in vitro* aplicable al análisis de los cambios en el modelo en yeso duro en tres dimensiones<sup>3</sup>. Este procedimiento fue modificado con posterioridad para poder llevar a cabo un análisis de la impresión realizada *in vivo*<sup>7</sup>. Este procedimiento de examen *in vivo* permite evaluar la precisión de la impresión en 3D en función de la técnica utilizada para la toma de impresión (impresión a partir de *putty-and-wash*, masilla y material fluido en un solo paso, impresión en dos pasos o impresión monofásica). La técnica *putty-and-wash*, masilla y material fluido en un solo paso reproduce con mayor precisión el diente pilar, comparado con la técnica en dos pasos. Esta última reproduce el diente pilar de una forma más equilibrada comparado con las otras dos técnicas. La reducción en el tamaño puede explicarse por la limitada fluidez del material fluido y a la vez, limitada recuperación de la elasticidad tras el vaciado de la impresión. Si se emplea la técnica de impresión *putty-and-wash* (masilla y material fluido) en dos pasos, la aplicación de un material fluido polimerizable nuevo, recientemente desarrollado, permitiría reproducir el surco gingival aumentado.

El objetivo de este estudio consistió en probar, mediante un estudio comparativo aleatorizado, la hipótesis de que el tipo de material de impresión empleado no afectaba la precisión de la reproducción de la superficie dental en 3D ni la profundidad alcanzada por el material de impresión fluido en el surco gingival cuando se empleaba la técnica de impresión *putty-and-wash* (masilla y material fluido) de dos pasos.

## Materiales y métodos

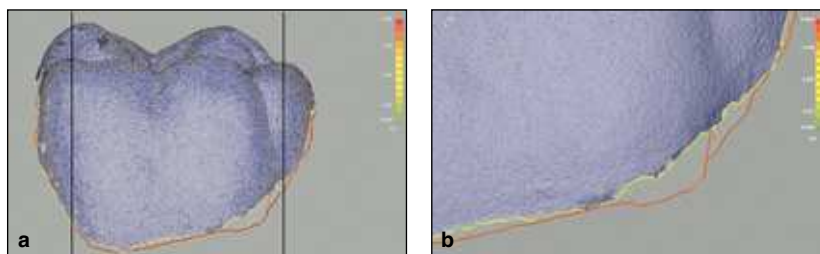
Para este estudio clínico prospectivo aleatorizado se tomaron tres impresiones mediante la técnica *putty-and-wash* (masilla y material fluido) de dos pasos, siguiendo un orden aleatorio, en seis participantes escogidos para el estudio piloto y en 24 participantes, para el estudio principal<sup>20,21</sup>. El diseño del estudio fue aprobado por la Comisión Ética de la Facultad de Medicina de Carl Gustav Carus de la Universidad Técnica de Dresden. La tabla 1 muestra los criterios de inclusión y de exclusión.

Tras una exploración clínica detallada, a cada participante se le practicó un limpieza (higiene) dental impartida por un profesional. Inmediatamente después de esto se tomaron tres impresiones con los siguientes materiales: Express STD Putty/Wash (3M ESPE), Optosil/Xantopren L (He-

**Tabla 1** Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Edad comprendida entre los 18 y los 80 años. Dentición inferior izquierda completa, es decir, tanto dientes sanos como restaurados, incluyendo el segundo molar	Competencia legal comprometida Embarazo Periodontopatía (Índice de evaluación periodontal > 2) Participación en otro estudio clínico < de un mes Alcohol o adicción a las drogas Conflicto de intereses debidos a la participación en otro estudio Enfermedades infecciosas (hepatitis o VIH) Alergia conocida a materiales empleados en el estudio

**Figuras 1a y 1b** (a) Medición de la distancia entre el modelo CAD de referencia y las curvas positivas y negativas de los conjuntos de datos inherentes de EM/OX; (b) Imagen aumentada. Línea roja vertical entre los márgenes = 0,904 mm.



raeus Kulzer) y un material ultrafluido experimental polimerizable (3M ESPE) siguiendo un orden aleatorio.

Las impresiones se tomaron en cubetas metálicas sin perforar, de arcada completa, que habían sido preparadas con un adhesivo como mínimo 10 min antes de llevar a cabo la impresión. La sucesión temporal destinada al material de impresión Express STD Putty/Wash (REF), que fue escogido como referencia, y las impresiones tomadas con el material ultrafluido experimental polimerizable (EM) y Optosil/Xantopren L (OX) se asignaron de forma aleatoria<sup>1</sup>. La distribución aleatoria se llevó a cabo siguiendo una lista aleatoria con grupos de seis elaborada por el Instituto de Informática y Biometría de la Universidad Técnica de Dresden. El mantenimiento y la actualización de la lista los llevó a cabo personal científico no involucrado en el proceso clínico.

Las masillas REF y OX se mezclaron manualmente y fueron colocadas con sumo cuidado en las cubetas de impresión. Para preparar el material fluido EM se empleó una unidad o aparato de mezcla automática (Pentamix 2, 3M ESPE). La cánula de mezcla se mantuvo ininterrumpidamente sumergida en la masilla mientras se rellenaban las cubetas de impresión para evitar la formación de burbujas. Se mantuvo la cubeta en la boca del probando el tiempo que recomienda el fabricante. El material excedente se eliminó y el que permanecía en las zonas de retención o socavaduras y los tabiques interdentales se recortó para asegurar la óptima colocación de la impresión primaria. Tras su correcta recolocación, se limpiaron y secaron apropiadamente las impresiones primarias.

Con la ayuda de una jeringuilla se aplicó el material fluido al primer molar inferior izquierdo, tomado como diente de referencia, y a las superficies oclusales. De nuevo, la cánula de mezcla se mantuvo sumergida todo el tiempo en el material de impresión fluido para evitar la formación de burbujas. La impresión primaria se tomó inmediatamente después de esto. La impresión final se valoró de acuerdo con los criterios de la California Dental Association<sup>22</sup>. Las impresiones se vaciaron con súper yeso (escayola de clase IV: Esthetic-Rock 285 apricot dentona) cuatro horas más tarde, para garantizar un tiempo de fraguado suficiente. Para la fabricación del modelo maestro se utilizó el sistema Zeiser II (Amann Girrbach Dental). El modelo maestro se seccionó en un segmento que contenía el diente que se pretendía examinar, e incluía el diente de referencia y los dientes ad-

yacentes (segundo premolar y segundo molar inferiores izquierdos), así como en dos segmentos individuales.

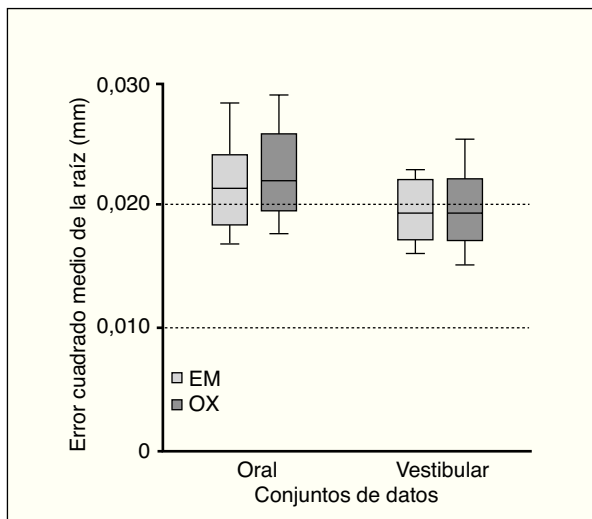
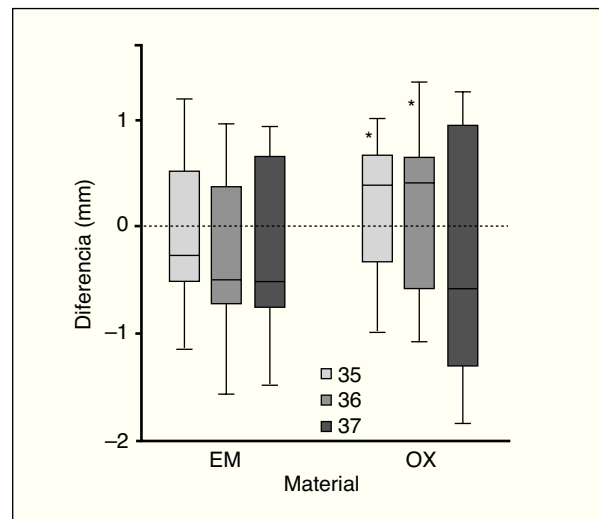
Transcurridas otras cuatro horas, una vez se podía garantizar que el yeso tenía la máxima estabilidad, se extrajeron los modelos de las impresiones. Todo resto de material de impresión excedente se eliminó meticulosamente del modelo maestro para asegurar una triple evaluación «ciega» y evitar cualquier sesgo. Antes de la fase de evaluación los modelos maestros se asignaron «a ciegas» y fueron codificados por el personal científico, no implicado en el estudio. Otro clínico, que desconocía qué material había sido utilizado clínicamente, recortó cuidadosamente el segmento que contenía el diente que se deseaba examinar, y marcó el borde de la reproducción de la superficie dental subgingival con la ayuda de un cristal de aumento (aumento: x 2,3) para asegurar la medición exacta de la superficie dental subgingival en el siguiente proceso.

Los modelos maestros se digitalizaron óptimamente mediante el diGident-Digitizer (Amann Girrbach Dental) a las 12-72 horas tras su fabricación. Los tres dientes por examinar se digitalizaron en dos direcciones distintas (oral y vestibular). Los datos se procesaron siguiendo un procedimiento desarrollado por Luthardt y cols.<sup>7</sup> Para llevar a cabo el primer control visual de cada uno de los grupos de datos obtenidos en las mediciones (REF, EM y OX), así como para el primer proceso, se utilizó el software de visualización y de procesamiento ARGUS (Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Mechanics). Para los siguientes procesos los datos se exportaron al paquete de software Surfacar (Surfacar V10.6, Imageware). De cada modelo se obtuvieron dos grupos de datos, midiendo en cada modelo dos direcciones, oral y vestibular. Se estableció una relación de los grupos de datos obtenidos de EM y de OX comparándolos con los del modelo de diseño asistido por ordenador (*computer-aided design*, CAD) REF del probando respectivo. Se calculó el error cuadrado medio de la raíz (ECM) con objeto de determinar la precisión, en 3D, de cada relación establecida entre los grupos de datos con su referente correspondiente.

De cada grupo de datos de EM y OX alineados con el modelo de REF CAD se analizaron la reproducción de la superficie dental en 3D y la profundidad de fluidez del material de impresión en el surco gingival. En este proceso se midieron las desviaciones en 3D entre cada punto individual del grupo de datos y se calcularon los modelos de REF CAD (Surfacar).

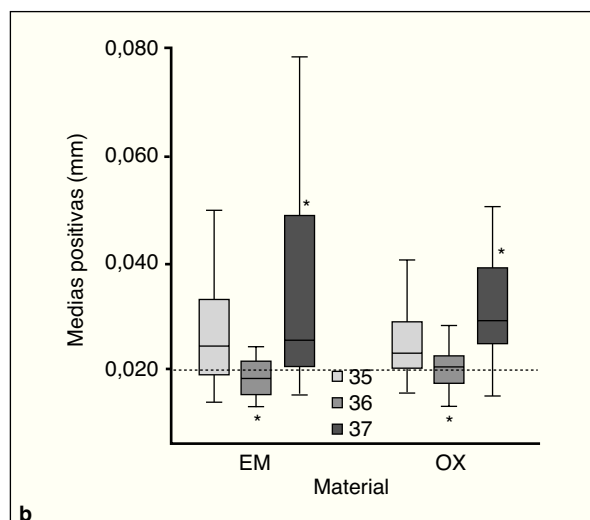
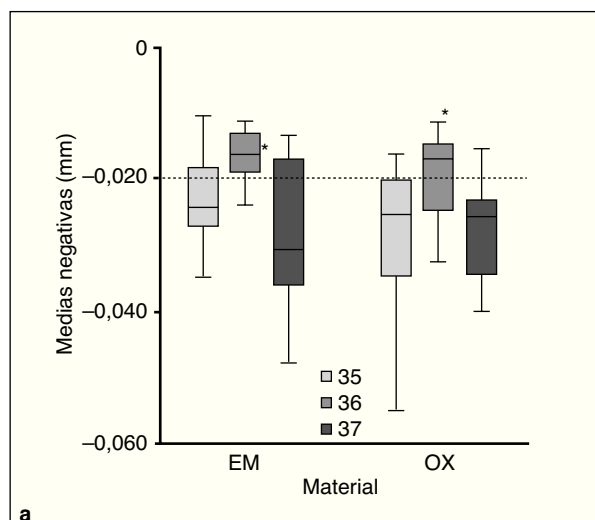
**Tabla 2** Medias (MD) y desviaciones estándar (DE) de EM y OX comparados con REF para el diente de referencia y el segmento objeto del examen

Material	Desviaciones estándar positivas			Desviaciones estándar negativas		
	MD (μm)	DE	Valores <i>P</i> ajustados	MD (μm)	DE	Valores <i>P</i> ajustados
Segmento objeto de examen						
EM	26,5	19,8	0,7750	-22,6	14,8	0,5037
OX	27,0	19,9		-23,6	12,5	
Diente de referencia						
EM	18,4	6,7	0,3969	-15,9	3,9	0,0337
OX	19,4	9,2		-18,1	7,2	

\* $\alpha = 0,05$ .**Figura 2** Error ECM para la relación establecida entre todos los conjuntos de datos.**Figura 3** Diferencias en la reproducción de la superficie dental subgingival del segmento en cuestión para EM y OX (números de los dientes según la FDI). \* = Datos externos.

Las desviaciones de los puntos se representaron en la superficie del modelo de REF CAD con la ayuda de un mapa con un código de color. Según la representación de código de color, se determinaron las áreas de máxima desviación<sup>7</sup>. Para valorar la profundidad de fluidez del material de impresión en el surco gingival se generaron una serie de curvas que procedían de los puntos situados a mayor profundidad de cada grupo de datos para EM y OX y se compararon con las curvas obtenidas de sus modelos respectivos de REF CAD (figuras 1a y 1b). De este modo, se calculó y visualizó la distancia entre los puntos de cada una de las dos curvas (REF frente a EM y frente a OX) (gráficos con códigos de color) (figura 1b). El análisis de la profundidad de fluidez del material de impresión en el surco gingival se limitó al área existente entre las cúspides mesiales y distales de los molares (distancia entre las barras negras en la figura 1a) y al área entre las crestas marginales mesiales y distales del premolar. Por definición, los valores positivos indican una fluidez más profunda del material de impresión EM y OX en el surco gingival, y los valores negativos indican una fluidez más profunda del material de impresión RFM en el surco gingival.

El diseño de este estudio se basó en un diseño equilibrado de tres periodos con cuatro repeticiones para seis posibles secuencias. Para analizar estadísticamente la precisión de las técnicas de impresión, la hipótesis de que ni la reproducción de la superficie dental en 3D ni la reproducción de la superficie dental subgingival resultarían influidas por el tipo de material de impresión empleado cuando se utiliza la técnica de impresión *putty-and-wash* (masilla y material fluido) de dos pasos, se comprobó en modelos lineales para poder repetir los factores mensurables. Para el análisis estadístico se utilizaron los factores intraindividuales (sucesión cronológica, dientes), material de impresión y superficie dental (oral/vestibular). Todas las comparaciones con valores medios se basaron en los contrastes ajustados de Tukey con un nivel de significación global de 0,05. Además del análisis estadístico descriptivo, se analizaron las desviaciones de grupos de datos entre REF y tanto EM como OX, mediante el procedimiento MIXED de SAS (SAS/STAT Software, SAS Institute). El procedimiento estadístico se llevó a cabo con datos «ciegos».



**Figuras 4a y 4b** Desviaciones medias positivas (a) y negativas (b) de EM y OX para el segmento en cuestión (números de los dientes según la FDI). \* = Datos externos.

## Resultados

Se tomaron y analizaron 72 impresiones de 24 participantes del estudio principal. Los resultados de la reproducción de la superficie dental en 3D, únicamente en cuanto a los dientes de referencia, alcanzaron desviaciones medias de entre 18,4  $\mu\text{m}$  (DE = 6,7) y -15,9  $\mu\text{m}$  (DE = 3,9). Para OX, se determinaron desviaciones medias de entre 19,4  $\mu\text{m}$  (DE = 9,2) y -18,1  $\mu\text{m}$  (DE = 7,2).

El análisis del segmento que se examinaba arrojó unas desviaciones medias de 26,5  $\mu\text{m}$  (DE = 19,8) y -22,6  $\mu\text{m}$  (DE = 14,8) para EM. Las desviaciones medias para OX para todos los dientes oscilaron entre 27,0  $\mu\text{m}$  (DE = 19,9) y -23,6  $\mu\text{m}$  (DE = 12,5) (tabla 2). El error ECM para la relación establecida entre todos los grupos de datos alcanzó un promedio de 20,5  $\mu\text{m}$  (DE = 2,7) (figura 2).

En cuanto a la de fluidez del material de impresión en el surco gingival en el segundo premolar y primer molar mandibulares izquierdos, el material con OX mostraba una profundidad superior (distancia media al modelo de referencia: 1,694 mm) que EM (distancia media al modelo de referencia: -0,0871 mm) (figura 3). En lo que respecta a la media de las desviaciones positivas y negativas, el diente de referencia totalmente cubierto con el material aplicado mediante jeringa mostró las desviaciones más leves, mientras que el segundo molar mandibular izquierdo fue el que más divergió (figura 4).

### Análisis de varianza para el diente de referencia

En lo que respecta al diente de referencia, la superficie dental (vestibular/oral) mostró un impacto significativo sobre las desviaciones medias positiva ( $P = 0,0006$ ) y ne-

gativa ( $P = 0,0058$ ) entre el modelo REF CAD y los modelos de comparación EM y OX. Los materiales empleados también ejercieron un efecto significativo sobre la distancia entre las curvas del modelo REF CAD y los grupos de datos inherentes a EM y OX del diente de referencia al que se había aplicado el material con jeringa ( $P = 0,0383$ ).

### Análisis de varianza para el segmento objeto de estudio

El diente utilizado mostró un impacto significativo sobre las desviaciones medias positiva ( $P < 0,0001$ ) y negativa ( $P < 0,0001$ ) y sobre la distancia entre las curvas del modelo REF CAD y los grupos de datos inherentes a EM y OX ( $P = 0,0005$ ). En lo que respecta a todos los dientes sometidos a examen, la superficie (vestibular/oral) mostró un impacto significativo sobre las desviaciones medias positiva ( $P = 0,0174$ ) y negativa ( $P = 0,0164$ ) entre el modelo REF CAD y los modelos de comparación EM y OX.

## Discusión

La comparación entre los resultados obtenidos de un estudio *in vitro* y uno *in vivo* se ve afectada negativamente por interacciones complejas de factores de impacto muy distintos<sup>1-3,7,9</sup>. La ventaja de los estudios *in vitro* reside en que no dependen de la cooperación del paciente y no existe movimiento, sangrado, fluido sulcular, edema ni salivación. Por estos y otros motivos, ambos tipos de estudios resultan difíciles de comparar y, además, los resultados de los estudios *in vitro* son difíciles de aplicar a situaciones clínicas típicas<sup>7-9</sup>.

Como resultado de estas limitaciones, este examen *in vivo* sobre la precisión de las impresiones en 3D que de-



pende del material de impresión utilizado se llevó a cabo en condiciones clínicas. Para simular un caso en la peor de las circunstancias, las impresiones se tomaron en molares y premolares inferiores que no habían sido preparados. Estos dientes poseen la máxima inclinación de corona, y como consecuencia de ello, la socavadura o área de retención, más extensa, por lo que su tendencia a generar errores de impresión es superior. El complejo cambio geométrico en 3D que ocurre durante la toma de la impresión puede analizarse mediante un método de medición indirecto, que incluye la producción del modelo, el modelado en cera y el modelado en yeso de las restauraciones dentales<sup>7</sup>. Por lo que los ensayos clínicos, a excepción de los ensayos basados en dientes que deben extraerse, sólo permiten realizar una comparación relativa de las técnicas y los materiales.

El objetivo de este estudio consistió en calcular la fluidez del material de impresión en el surco gingival midiendo la máxima representación posible de material en el surco. Aunque no pueden extraerse conclusiones sobre la posible reproducción del margen de preparación, basadas en los resultados de los dientes que no habían sido preparados, puede afirmarse que, el hecho de inyectar el material de impresión a mayor profundidad en el surco gingival proporciona automáticamente una mejor representación del margen de preparación.

Como diente de referencia se eligió el primer molar inferior izquierdo, por lo que éste se inyectó por completo con el material fluido, mientras que en el resto de dientes inferiores (mandibulares) se inyectaron solamente las superficies oclusales e incisales. La figura 4b y la tabla 2 ilustran mejor el diente de referencia en comparación con los otros dientes del segmento que se deseaba examinar.

La expansión del surco gingival originada por el progresivo número de impresiones constituye, a la vez, una ventaja y un inconveniente para este estudio. Esto conlleva una desvirtuación de los resultados puesto que el material de impresión fluido discurre hacia mayor profundidad en un surco que ha sido ensanchado. Pero, puesto que las impresiones fueron tomadas en un orden aleatorio, no pudieron observarse diferencias clínicas significativas. Por todo ello, la mayor parte de los estudios clínicos tan sólo permiten llevar a cabo una comparación de las impresiones relativa<sup>7</sup>. Esto mismo sucede con el presente estudio. Dado que el modelo en yeso de referencia también ha sido elaborado a partir de una impresión, no existe la referencia absoluta para poder realizar las comparaciones.

Con objeto de recoger únicamente aquellos datos que sean de la mejor calidad para realizar el análisis de datos, se excluyeron las áreas proximales entre los dientes. En esta área la precisión es limitada debido al diámetro de la fresa (1 mm) empleada para la exposición de los bordes de la reproducción de la superficie dental subgingival. Los datos en las áreas de contacto dental proximales no cuentan dada su escasa calidad. La reproducción de la superficie dental subgingival se limitó al área situada entre las cúspides mesial y distal de los molares y al área situada entre las crestas marginales mesial y distal del premolar.

En estudios previos se ha constatado que pueden generarse errores en cada paso de la toma de impresiones, que pueden causar imperfecciones en las mismas. Pueden considerarse posibles fuentes de error: la técnica de impresión, el método empleado para la mezcla, la viscosidad del material de impresión o el diámetro de la cánula de mezcla del dispensador<sup>7,17,23-26</sup>. En este estudio se utilizaron diferentes materiales de impresión de distinta viscosidad, y propiedades de manipulación y sistemas de dispensación diversos. En lo que respecta a REF, la masilla se mezcló manualmente, mientras que la pasta fluida se mezcló de forma mecánica en un dispensador de material fluido. Para EM, tanto el material de masilla como el más fluido fueron mezclados de forma mecánica, y para el tercer material (OX) ambos tipos se mezclaron a mano, y más aún, la mezcla de material ligero OX obtenida tuvo que colocarse a mano para rellenar el dispensador de material ligero, lo que requería una cierta habilidad manual. Los resultados de este estudio sobre la técnica de impresión, el método de mezcla, la viscosidad del material y los sistemas de dispensación se podrían resumir en que todos los materiales de impresión proporcionan excelentes resultados siempre que tanto el clínico como sus asistentes formen un equipo perfectamente experimentado.

La precisión de la impresión se evaluó utilizando un método de análisis en 3D. Los conjuntos de datos de EM y OX de las impresiones que eran objeto de comparación se alinearon por separado con el modelo de referencia CAD, calculando la traslación y la rotación en 3D de los conjuntos de datos de EM y OX para obtener un registro exacto<sup>27</sup>. Para cada punto mensurable del conjunto de datos se calcularon las desviaciones respecto al modelo CAD, presentándose como error ECM (medida que define la calidad de la relación establecida en 3D)<sup>7,28</sup>. Cuanto más encajen los distintos conjuntos de datos, menor será el error ECM<sup>27,29</sup>. Peters y cols. definieron un intervalo de error ECM de entre 10 y 20 µm como adecuado para estudios clínicos<sup>30</sup>. Según el tamaño del conjunto de datos que se desea alinear, un ECM de 20,7 µm constituye un alineamiento óptimo<sup>7,30</sup>.

La hipótesis de que la precisión en 3D de los materiales de silicona (REF, OX y EM) y su reproducción de la superficie dental subgingival viene determinada por las propiedades reológicas de los materiales de impresión debe descartarse puesto que los nuevos materiales fluidos polimerizables desarrollados no permiten una representación ampliada del surco gingival. Por el contrario, el material OX basado en silicona fraguada por condensación arrojó unos resultados relativamente buenos, comparado con otros resultados obtenidos en los que los materiales de silicona fraguada por condensación no obtuvieron, en general, tan buenos resultados como los de PSV<sup>10,11,14-16</sup>. En algunos artículos también se ha afirmado que los materiales de silicona fraguada por condensación poseen una resistencia a la rotura menor que los materiales de PVS, aunque no pudieron establecerse diferencias en la fuerza de rotura entre ambos materiales<sup>11,16</sup>.

## Conclusiones

La máxima representación clínica posible del surco gingival no se halla determinada por las propiedades reológicas del material fluido. Parámetros clínicos como la superficie oral y vestibular del diente provocan un impacto significativo en la precisión de la impresión. Al aplicar un procedimiento de recorte establecido para las impresiones primarias, el empleo de un material ultrafluido polimerizable no aportó ventaja alguna a este estudio clínico cuando se compararon con los materiales fluidos comunes. Los materiales ultraligeros tan sólo pueden aplicarse con procedimientos de recorte modificados para las impresiones primarias. Mientras que el hecho de tener que recortar menos mejora el procedimiento clínico, el reposicionamiento puede ser más complicado y menos cómodo para el paciente.

## Agradecimientos

Este estudio fue financiado por 3M ESPE, Seefeld, Alemania.

## Bibliografía

- Noack T, Balkenhol M, Ferger P, Wöstmann B. Accuracy of different polyvinylsiloxanes [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 2004;59:590-592.
- Siemer A, Balkenhol M, Trost M, Ferger P, Wöstmann B. Accuracy of one-step vs. two-step putty-wash impressions—A 3-D in-vitro evaluation [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 2004;59:585-589.
- Luthardt RG. Randomized controlled trial of impression techniques—Accuracy of the three-dimensional reproduction of the relation of prepared tooth to adjacent teeth [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 2003;58:337-342.
- Lee IK, DeLong R, Pintado MR, Malik R. Evaluation of factors affecting the accuracy of impressions using quantitative surface analysis. *Oper Dent* 1995;20:246-252.
- Wichmann M, Borchers L, Limmroth E. Measuring the accuracy of various elastomeric impression materials using a CNC coordinate measuring device (Part 1) [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 1990;45:499-502.
- Carrotte PV, Winstanley RB, Green JR. A study of the quality of impressions for anterior crowns received at a commercial laboratory. *Br Dent J* 1993;174:235-240.
- Luthardt RG, Koch R, Rudolph H, Walter MH. Qualitative computer aided evaluation of dental impressions in vivo. *Dent Mater* 2006;22:69-76.
- Rudolph H, Quaas S, Koch M, Preissler J, Koch R, Luthardt RG. Randomized, controlled, clinical trial on timing versus 3D-accuracy of different impression materials [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 2005;60:695-701.
- Quaas S, Rudolph H, Preissler J, Koch M, Koch R, Luthardt RG. Preliminary results of a randomised controlled trial of the three-dimensional accuracy of impression techniques [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 2006;61:43-47.
- Luthardt RG. Precision of dental impressions for fixed restorations [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 2004;59:372-380.
- Stewardson DA. Trends in indirect dentistry: 5. Impression materials and techniques. *Dent Update* 2005;32:374-376,379-380,382-374.
- Lu H, Nguyen B, Powers JM. Mechanical properties of 3 hydrophilic addition silicone and polyether elastomeric impression materials. *J Prosthet Dent* 2004;92:151-154.
- Thongthammachat S, Moore BK, Barco MT 2nd, Hovijitra S, Brown DT, Andres CJ. Dimensional accuracy of dental casts: Influence of tray material, impression material, and time. *J Prosthodont* 2002;11:98-108.
- Mandikos MN. Polyvinyl siloxane impression materials: An update on clinical use. *Aust Dent J* 1998;43:428-434.
- Habib AN, Shehata MT. The effect of the type and technique used for impression making on the accuracy of elastomeric impression materials. *Egypt Dent J* 1995;41:1409-1416.
- Blatz MB. Impression techniques and their relation to material properties. *Pract Proced Aesthet Dent* 2003;15:512.
- Brown D. Materials for impressions—2003. *Dent Update* 2004;31:40-45.
- Bader F, Setz J. Wettability and accuracy of reproduction of impression materials [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 1991;46:346-348.
- Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, Taylor WG. Effect of impression tray design and impression technique upon the accuracy of stone casts produced from a putty-wash polyvinyl siloxane impression material. *J Dent* 1991;19:283-289.
- EN ISO 14155-1. Clinical Investigation of Medical Devices for Human Subjects—Part 1: General Requirements, German version. Berlin: Beuth Verlag, 2003.
- EN ISO 14155-2. Clinical Investigation of Medical Devices for Human Subjects—Part 2: Clinical Investigation plans, German version. Berlin: Beuth Verlag, 2003.
- Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J* 1980;30:347-358.
- Lampé I, Marton S, Hegedüs C. Effect of mixing technique on shrinkage rate of one polyether and two polyvinyl siloxane impression materials. *Int J Prosthodont* 2004;17:590.
- Di Felice R, Scotti R, Belser UC. The influence of the mixing technique on the content of voids in two polyether impression materials. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2002;112:12-16.
- Soh G, Chong YH. Relationship between critical convergence angle and surface defects in stone casts. *Quintessence Int* 1990;21:675-679.
- Wöstmann B, Höing M, Ferger P. Hand-mixed versus automixed (Pentamix system) impression materials [in German]. *Dtsch Zahnarztl Z* 1998;53:753-756.
- Rudolph H, Quaas S, Luthardt RG. Matching point clouds: Limits and possibilities. *Int J Comput Dent* 2002;5:155-164.
- Kaindl K, Steipe B. Metric properties of the root-mean square deviation of vector sets. *Acta Cryst* 1997:809.
- Mehl A, Gloger W, Kunzelmann KH, Hickel R. A new optical 3-D device for the detection of wear. *J Dent Res* 1997;76:1799-1807.
- Peters MC, DeLong R, Pintado MR, Pallesen U, Qvist V, Douglas WH. Comparison of two measurement techniques for clinical wear. *J Dent* 1999;27:479-485.