

## Evaluación de la precisión vertical de materiales de registro intermaxilar

Muhamad Ghazal, DDS<sup>a,b</sup>, Klaus Ludwig, Dr Rer Nat Habil<sup>c</sup>, y Matthias Kern, DMD, Dr Med Dent Habil<sup>d</sup>

**Objetivo:** *Evaluar 4 materiales de registro intermaxilar en cuanto a su habilidad para reproducir con precisión las relaciones intermaxilares después de un tiempo de conservación de 1 a 48 h.*

**Método y materiales:** *Para simular el maxilar y la mandíbula se empleó un aparato de metal confeccionado a medida. Las discrepancias verticales se midieron mediante un calibrador de precisión. Se tomaron ocho registros intermaxilares en cada uno de los siguientes grupos: (G1) Futar D (polivinilsiloxano; Kettenbach), (G2) Ramitec (poliéter; 3M ESPE), (G3) LuxaBite (resina composite con base de bisacril; DMG), (G4) Aluwax (cera de aluminio; Aluwax Dental Products), (G5) LuxaBite corregido con LuxaBite, y (G6) LuxaBite corregido con Aluwax. Las discrepancias verticales se midieron tras un tiempo de conservación de los registros de 1 y 48 h a temperatura ambiente y reposicionamiento de los registros sobre el aparato de metal. Los datos se analizaron estadísticamente empleando un análisis de varianza de un solo factor seguido de una prueba de Games-Howell ( $P \leq 0,05$ ).*

**Resultados:** *Tras unos tiempos de conservación de 1 y 48 h, respectivamente, las discrepancias verticales medias ( $\mu\text{m}$ ) para G1 (23/33) y G2 (25/30) fueron estadísticamente significativamente inferiores a las de G3 (431/745) y G4 (110/151) ( $P < 0,05$ ) pero superiores a las de G5 (8/16) y G6 (7/17). No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2 ni entre G5 y G6 en cada medición.*

**Conclusión:** *Las discrepancias verticales aumentaron tras un tiempo de conservación de 48 h. Sin embargo, la corrección de los registros de LuxaBite con LuxaBite o Aluwax mostró discrepancias verticales significativamente inferiores a las de los demás materiales. Clínicamente, las discrepancias verticales que pueden esperarse en los registros corregidos serían insignificantes.*

(*Quintessence Int.* 2008;39:727-32)

Las relaciones intermaxilares pueden registrarse en 2 o 3 dimensiones. El registro bidimensional se realiza marcando los contactos oclusales estáticos y dinámicos entre los dientes y plasmándolos en un gráfico, diagrama o fotografía. Esta técnica presenta la desventaja de registrar de forma bidimensional una entidad tridimensional. El registro tridimensional obliga a emplear modelos de estudio. Para ello, las impresiones tienen que ser precisas; los modelos de estas impresiones deben vaciarse de forma perfecta y finalmente deben articularse entre sí con precisión en oclusión estática y dinámica. Esto depende no sólo del empleo de un buen arco facial y un buen articulador, sino también de la precisión de los materiales de registro<sup>1,2</sup>, que reducen los errores durante el montaje de los modelos. Las restauraciones realizadas sobre modelos incorrectamente montados pueden requerir unos ajustes intraorales considerables para corregir la oclusión o incluso obligar a repetir de nuevo la restauración<sup>3</sup>.

<sup>a</sup>Profesor Visitante. Departamento de Prótesis, Propedeútica, y Materiales Dentales. Facultad de Odontología. Universidad Christian-Albrechts de Kiel. Kiel, Alemania.

<sup>b</sup>Profesor Ayudante. Departamento de Prótesis Fija. Facultad de Odontología. Universidad de Aleppo. Aleppo, Siria.

<sup>c</sup>Profesor de Materiales Dentales. Departamento de Prótesis, Propedeútica, y Materiales Dentales. Facultad de Odontología. Universidad Christian-Albrechts de Kiel. Kiel, Alemania.

<sup>d</sup>Profesor y Jefe. Departamento de Prótesis, Propedeútica, y Materiales Dentales. Facultad de Odontología. Universidad Christian-Albrechts de Kiel. Kiel, Alemania.

Correspondencia: Prof. Dr. Matthias Kern.  
Department of Prosthodontics, Propaedeutics, and Dental Materials,  
School of Dentistry, Christian-Albrechts University at Kiel.  
Arnold-Heller Strasse 16, 24105 Kiel, Alemania.  
Correo electrónico: mkern@proth.uni-kiel.de

Los materiales que se emplean en clínica para el registro de mordida son la cera, la pasta de óxido de cinc-eugenol, la resina acrílica autopolimerizable, las siliconas de condensación, el poliéter, y el polivinilsiloxano<sup>2,4</sup>. Recientemente, se ha introducido como material de registro el composite bis-acrílico. Éste presenta una dureza final alta (Dureza Shore D 69), lo que permite recortarlo con instrumentos rotatorios y lo hace resistente a la fractura. Otra ventaja de este material es su estabilidad posicional, lo que impide el flujo del material al interior de los espacios interdentes y las imprecisiones debidas a balanceo.

Varios estudios han evaluado la dureza, resistencia compresiva, resistencia al cierre, y estabilidad dimensional de los materiales de registro intermaxilar<sup>5-11</sup>. Sin embargo, la precisión de los materiales de registro viene también determinada por otros factores, como la técnica de registro y la precisión de ajuste del registro sobre los modelos de estudio o de trabajo, lo que podría afectar a las discrepancias verticales. Por otra parte también tiene interés clínico la estabilidad dimensional del registro tras un tiempo de conservación ya que con frecuencia los modelos no pueden montarse de forma inmediata tras el registro de las relaciones intermaxilares.

El propósito de este estudio fue evaluar la precisión de 4 materiales de registro, incluyendo un composite bis-acrílico, y la capacidad de cada uno de ellos de reproducir las relaciones intermaxilares con precisión tras un tiempo de conservación de 1 o 48 h. La hipótesis planteada fue que no habría diferencias entre estos materiales, así como que no habría diferencias entre emplear los registros tras un tiempo de almacenamiento de una hora o de 48 h.

### Método y materiales

Se sometieron a prueba seis grupos de 4 materiales de registro de mordida (tabla 1). Todos ellos pertenecían al mismo lote de cada material y se emplearon siguiendo las instrucciones del fabricante. Los grupos fueron (G1)

Futar D, (G2) Ramitec, (G3) LuxaBite, (G4) Aluwax, (G5) LuxaBite corregido con LuxaBite, y (G6) LuxaBite corregido con Aluwax.

Para comprobar la precisión de los materiales de registro se empleó un aparato de metal similar al empleado en otros estudios previos<sup>4,12</sup>. Éste estaba constituido por dos partes que simulaban el maxilar y la mandíbula (fig. 1). La parte inferior estaba constituida por unas barras de metal con sección de forma trapezoidal y con superficies proximales convergentes (3 grados). Estos trapecoides simulaban las superficies oclusales de los dientes posteroinferiores. En la superficie inferior de la parte superior, se fijaban rodetes cilíndricos, que simulaban la superficie oclusal de los dientes posterosuperiores. La parte superior se fijaba a una platina paralela. En posición cerrada, el aparato mantenía 1 mm de espacio interoclusal (fig. 1). Las discrepancias verticales entre las partes superior e inferior se medían en la mitad del aparato mediante un calibrador de precisión con una graduación de 0,01 mm (Hahn+Kolb). Este calibrador permitía rotar las escalas por medio de un anillo exterior (fig. 1).

El aparato de metal se abría, y los materiales se aplicaban de la siguiente manera. Futar D y LuxaBite se inyectaban empleando un sistema de cartuchos automático. Remitec se mezclaba empleando un aparato de automezclado y se inyectaba sobre los dientes estilizados mediante una jeringa especial. Se calentaba una plancha de 1,5 mm de grueso de Aluwax en agua caliente (40 °C), se doblaba una vez, y se aplicaba sobre los dientes estilizados; a continuación se cerraba el aparato de metal. Se aplicaba un kg de peso sobre la parte superior para simular una fuerza de cierre moderada<sup>4,12</sup>.

Para la corrección de los registros LuxaBite, de los grupos 5 y 6, primero se tomaban los registros de LuxaBite como ya se ha explicado. En segundo lugar, se tallaban los registros con cúters de carburo de tungsteno (H251EF.104.060, H295EF.104.023, Brasseler) de la siguiente manera: se rebajaba la superficie inferior del registro hasta que ajustara de nuevo sobre los dientes in-

Tabla 1. Materiales de registro intermaxilar evaluados

Producto	Material	Fabricante	Lote n.º
Futar D	Polivinilsiloxano	Kettenbach	61331
Ramitec	Poliéter	3M ESPE	266351
LuxaBite	Composite con base de bisacril	DMG	567296
Aluwax	Cera de aluminio	Aluwax Dental Products	033006



Figura 1. (izquierda) Aparato de metal confeccionado a medida para la simulación de los dientes superiores e inferiores preparados.

Figura 2. (arriba) Muestras de los grupos de prueba: (1) Futar D, (2) Ramitec, (3) Aluwax, (4) LuxaBite, (5) LuxaBite corregido con LuxaBite, y (6) LuxaBite corregido con Aluwax.

feriores estilizados preparados. A continuación se tallaba la superficie superior para crear un espacio mínimo entre el registro y los dientes superiores estilizados. El espacio se consideraba adecuado cuando se podía mover por él una lámina de oclusión de dos capas (Hanel Occlusion Foil, Roeko). En tercer lugar, se procedía a la corrección del registro colocando una pequeña cantidad de LuxaBite sobre la superficie superior del registro antagonista al primer y último diente superior estilizados. Se cerraba el aparato de metal, y se aplicaba un kg de peso. Para la corrección del registro con Aluwax, se añadían dos gotas sobre la superficie superior del registro tallado antagonista al primer y último dientes superiores estilizados y se seguía el procedimiento descrito antes (fig. 2).

En cada grupo se tomaron 8 registros que se conservaron a temperatura ambiente. En cada registro se tomaron dos mediciones: la primera se tomó tras un tiempo de conservación de 1 h y reposicionamiento del registro sobre el aparato, y la segunda medición se tomó tras un tiempo de conservación de 48 h.

Los datos se analizaron estadísticamente empleando el programa estadístico SPSS de Windows, Release 14.0 (SPSS). Se empleó el análisis de varianza de un factor (ANOVA) para comparar los valores medios. Como la prueba de Levene no mostró ninguna homogeneidad de

las varianzas, las comparaciones entre las discrepancias verticales medias se realizaron mediante la prueba de Games-Howell. El nivel de significación estadística se estableció a  $P \leq 0,05$ .

### Resultados

Tras un tiempo de conservación de una hora, los materiales evaluados mostraron unas discrepancias verticales que oscilaban entre  $7 \pm 3 \mu\text{m}$  para el registro de LuxaBite corregido con Aluwax y  $431 \pm 20 \mu\text{m}$  para los registros de LuxaBite sin corrección. Las discrepancias verticales tras 48 h de conservación aumentaron en todos los materiales. La discrepancia más pequeña se encontró en el registro de LuxaBite corregido con LuxaBite ( $16 \pm 3 \mu\text{m}$ ), y la mayor se midió en los registros de LuxaBite sin corrección ( $745 \pm 36 \mu\text{m}$ ). Las discrepancias verticales medias y sus desviaciones estándar se muestran en la tabla 2.

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las discrepancias verticales producidas por polivinilsiloxano (Futar D) y poliéter (Ramitec) después de 1 a 48 h. Wax (Aluwax) exhibió discrepancias verticales significativamente mayores que polivinilsiloxano y poliéter pero más pequeñas que LuxaBite (composite bisacrílico) sin corrección. Los registros de LuxaBite corre-

Tabla 2. Discrepancias verticales medias y sus desviaciones estándar para los materiales evaluados

Producto/grupo	Discrepancia vertical media* (µm)	
	Después de 1 h	Después de 48 h
Futar D	23 ± 4 <sup>B</sup>	33 ± 5 <sup>B</sup>
Ramitec	25 ± 5 <sup>B</sup>	30 ± 5 <sup>B</sup>
LuxaBite	431 ± 20 <sup>D</sup>	745 ± 36 <sup>D</sup>
Aluwax	110 ± 9 <sup>C</sup>	151 ± 11 <sup>C</sup>
LuxaBite corregido con LuxaBite	8 ± 3 <sup>A</sup>	16 ± 3 <sup>A</sup>
LuxaBite corregido con Aluwax	7 ± 3 <sup>A</sup>	17 ± 6 <sup>A</sup>

\*Las medias con la misma letra volada en una misma columna no son estadísticamente diferentes a  $P \leq 0,05$  (Prueba de Games-Howell).

gidos con LuxaBite o Aluwax fueron los que mostraron las discrepancias verticales más bajas.

### Discusión

Un registro intermaxilar preciso puede ahorrar un considerable tiempo de sillón y puede resultar esencial para restauraciones removibles y fijas en algunas situaciones clínicas. Por ello, el material de registro intermaxilar ideal debe ser capaz de representar las relaciones intermaxilares de forma precisa además de ser estable desde el punto de vista dimensional durante varios días de conservación. En este estudio, los materiales de registro evaluados difirieron significativamente después de un tiempo de conservación de 1 h en las discrepancias verticales producidas. Esto concuerda con estudios anteriores<sup>4,12,13</sup> que demostraron las discrepancias verticales causadas por los materiales de registro intermaxilar durante el montaje de modelos en un articulador. El polivinilsiloxano y el poliéter causaron discrepancias verticales diferentes, aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, mientras que el composite bis-acrílico mostró discrepancias verticales significativamente mayores que los otros materiales evaluados. Este hallazgo podría explicarse por la contracción de polimerización relativamente elevada y elevada dureza final (-0,83%, Dureza Shore D 69) del composite bis-acrílico comparado con la menor contracción de polimerización y dureza final del plivinilsiloxano (-0,1%, Dureza Shore D 43; manual del producto con fecha mayo 2004) y poliéter (-0,3%, Dureza Shore A 78; datos suministrados directamente por los fabricantes).

Las discrepancias verticales causadas por el polivinilsiloxano y el poliéter fueron desde el punto de vista estadístico significativamente inferiores que las de la cera

aluminio. Esto concuerda con otro estudio<sup>14</sup> que reseñó que los materiales elastoméricos (polivinilsiloxano y poliéter) mostraron una estabilidad dimensional mayor y una mayor resistencia a la deformación que las ceras. Por otro lado, la cera exhibió cierta resistencia al cierre para realizar una impronta en la cera. Esto podría explicarse por el hecho de que el experimento se realizó a temperatura ambiente. El polivinilsiloxano, el poliéter, y el composite bis-acrílico no exhibieron prácticamente ninguna resistencia al cierre cuando se tomaron los registros intermaxilares; algunos registros de cera tuvieron que repetirse para asegurar que el registro no causaba ninguna discrepancia vertical inicial. Sin embargo, las discrepancias verticales iniciales de los registros de cera podrían también representar un problema clínico<sup>3</sup>.

En el presente estudio, la conservación de los registros aumentó las discrepancias verticales en todos los materiales. Este hallazgo es concordante con un estudio previo<sup>13</sup>. Los registros de LuxaBite corregidos fueron los que mostraron menores discrepancias verticales. Esto puede explicarse por el procedimiento de rebase, que redujo el efecto de la contracción de polimerización.

Aunque en el presente estudio se empleó un aparato de metal similar al empleado en otros estudios<sup>4,12</sup>, los resultados no pueden compararse directamente, debido a que los diseños de prueba fueron diferentes. En estudios previos<sup>4,12</sup>, el espacio de alivio vertical entre las partes superior e inferior era de 0,5 mm y la profundidad de los trapecoides era de 20 mm, mientras que, en este estudio, estas mediciones eran de 1 y 10 mm respectivamente. Esto permite un espacio de alivio clínicamente mejor entre los dientes preparados y sus antagonistas. Además, en el presente estudio, las discrepancias verticales se midieron directamente sobre el aparato empleando un calibrador de precisión, mientras que, en otros estudios, los au-

tores midieron el grosor de un anillo de silicona, que se realizó colocando una masa de silicona sobre los cilindros verticales colocados entre las partes superior e inferior; el tiempo de medición de las discrepancias verticales y los materiales evaluados también fueron diferentes. Sin embargo, Vergos y Tripodakis<sup>4</sup> reseñaron que el cierre a través del material de registro intermaxilar produjo discrepancias verticales que oscilaban entre 24 µm para el polivinilsiloxano y 74 µm para la cera, y que estas discrepancias aumentaron cuando se reposicionaron los registros en el aparato (101 µm para el polivinilsiloxano y 168 µm para la cera).

No pudieron encontrarse datos en la literatura sobre la precisión del composite bis-acrílico.

Las discrepancias verticales causadas por los registros de LuxaBite corregidos parecieron ser clínicamente insignificantes. Los dientes pueden desplazarse verticalmente hasta 20 µm incluso con fuerzas pequeñas como de 1 N. Bajo grandes fuerzas verticales, los dientes podrían moverse todavía más en dirección apical<sup>15</sup>. Otros autores han señalado que los movimientos dentarios fisiológicos oscilan entre 10 y 150 µm en las direcciones horizontal y vertical<sup>16</sup>.

Clínicamente, un registro LuxaBite corregido puede conseguirse con precisión realizando un registro intermaxilar en el área de interés empleando un composite bis-acrílico. Se aplica después un espacio de alivio con papel de oclusión de dos capas y se tallan las marcas de los dientes superiores. Después se aplica una pequeña cantidad del material de corrección, por ejemplo cera de aluminio calentada, sobre la superficie tallada opuesta al primer y último diente superior. Se pide al paciente que cierre los dientes mientras se guía la mandíbula a posición de intercuspidación máxima. Después de que se enfríe la cera, se retira el registro y se emplea para montar los modelos en el articulador.

Los pacientes tratados con implantes endóseos requieren la fabricación de bases de registro y rodets de oclusión para los registros intermaxilares. Petridis describió una técnica que emplea pilares de plástico calcinables para el registro de las relaciones intermaxilares en la misma visita en la que se toma la impresión final<sup>17</sup>. Sin embargo, la base de registro debe ser rígida, precisa y estable para cumplir con las funciones requeridas<sup>18</sup>. El procedimiento para los registros de LuxaBite corregidos descrito antes puede emplearse ventajosamente en los casos de implantes.

## Conclusiones

Dentro de los límites de este estudio, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- La cera y el composite bis-acrílico produjeron discrepancias verticales clínicamente significativas y significativamente más elevadas desde el punto de vista estadístico que las causadas por polivinilsiloxano y poliéter.
- La corrección de los registros de composite bis-acrílico con el mismo material o con cera de aluminio consiguió las discrepancias verticales más pequeñas, discrepancias que en clínica resultarían insignificantes.
- Las discrepancias verticales aumentaron en todos los materiales tras un tiempo de conservación de 48 h.

## Bibliografía

1. Davies SJ, Gray RJM. The examination and recording of the occlusion: Why and how. *Br Dent J* 2001;191: 291-296, 299-302.
2. Christensen GJ. Making fixed prostheses that are not too high. *J Am Dent Assoc* 2006;137:96-98.
3. Rudd RW, Rudd KD. A review of 243 errors possible during the fabrication of a removable partial denture: Part II. *J Prosthet Dent* 2001;86:251-261.
4. Vergos VK, Tripodakis AP. Evaluation of vertical accuracy of interocclusal records. *Int J Prosthodont* 2003;16:365-368.
5. Chai J, Tan E, Pang IC. A study of the surface hardness and dimensional stability of several intermaxillary registration materials. *Int J Prosthodont* 1994; 7:538-542.
6. Lassila V. Comparison of five interocclusal recording materials. *J Prosthet Dent* 1986;55:215-218.
7. Keyf F, Altunsoy S. Compressive strength of interocclusal recording materials. *Braz Dent J* 2001;12: 43-46.
8. Michalakis KX, Pissiotis A, Anastasiadou V, Kapari D. An experimental study on particular physical properties of several interocclusal recording media. Part I: Consistency prior to setting. *J Prosthodont* 2004; 13:42-46.
9. Michalakis KX, Pissiotis A, Anastasiadou V, Kapari D. An experimental study on particular physical properties of several interocclusal recording media. Part II: Linear dimensional change and accompanying weight change. *J Prosthodont* 2004;13:150-159.
10. Michalakis KX, Pissiotis A, Anastasiadou V, Kapari D. An experimental study on particular physical properties of several interocclusal recording media. Part III: Resistance to compression after setting. *J Prosthodont* 2004;13:233-237.
11. Millstein PL, Hsu CC. Differential accuracy of elastomeric recording materials and associated weight change. *J Prosthet Dent* 1994;71:400-403.
12. Tripodakis AP, Vergos VK, Tsoutsos AG. Evaluation of the accuracy of interocclusal records in relation to two recording techniques. *J Prosthet Dent* 1997;77: 141-146.
13. Wöstmann B, Vehring A. The accuracy of the transfer of jaw relations to the articulator as achieved by various interocclusal records [in German]. *Dtsch Zahnärztl Z* 1994;49:554-557.
14. Murray MC, Smith PW, Watts DC, Wilson NF. Occlusal registration: Science or art? *Int Dent J* 1999;49:41-46.
15. De Boever J, De Boever A. Occlusion and periodontal health. In: Klineberg I, Jagger R (eds). *Occlusion and Clinical Practice: An Evidence-Based Approach*. Edinburgh: Wright, 2004:83-89.
16. Davies SJ, Gray RJM, Linden GJ, James JA. Occlusal considerations in periodontics. *Br Dent J* 2001; 191: 597-604.
17. Petridis HP. Stable interocclusal records for implant patients with posterior edentulism. *J Prosthet Dent* 2004;92:503.
18. Rungcharassaeng K, Kan JY. Fabricating a stable record base for completely edentulous patients treated with osseointegrated implants using healing abutments. *J Prosthet Dent* 1999;81:224-227.