

# Revisión sistemática del rendimiento clínico de las restauraciones unitarias con CAD/CAM

Julia-Gabriela Wittneben, DMD, Dr Med Dent, MMSc<sup>1</sup>/Robert F. Wright, DDS<sup>2</sup>/  
Hans-Peter Weber, DMD, Dr Med Dent<sup>3</sup>/German O. Gallucci, DMD, Dr Med Dentd

**Objetivo:** Esta revisión sistemática trata de determinar las tasas de supervivencia clínica a largo plazo de las restauraciones unitarias realizadas con tecnología de diseño/fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM), así como la frecuencia de los fracasos dependiendo de sistema CAD/CAM, el tipo de restauración, el material seleccionado y el agente cementante. **Material y método:** Se realizó una búsqueda electrónica desde 1985 hasta 2007 utilizando dos bases de datos: Medline/PubMed y Embase. Las palabras clave seleccionadas y los criterios de inclusión y exclusión bien definidos guiaron la búsqueda. Todos los artículos se revisaron en primer lugar por el título, luego por el resumen y posteriormente por el texto completo. Los datos fueron evaluados y extraídos por dos examinadores independientes. Se realizó el análisis estadístico de los resultados agrupados y se calculó el porcentaje de fracasos global asumiendo un número de casos según la distribución de Poisson. Además, los fracasos descritos se analizaron según el sistema CAD/CAM, tipo de restauración, material restaurador y agente cementante.

**Resultados:** De un total de 1.957 restauraciones unitarias con un tiempo promedio de exposición de 7,9 años y 170 fracasos, el porcentaje anual de fracasos fue del 1,75 %, estimada por 100 años de restauraciones (IC 95 %: 1,22 a 2,52 %). La tasa de supervivencia total estimada después de 5 años del 91,6 % (IC 95 %: 88,2 a 94,1 %) se basó en el análisis de regresión de Poisson de efectos aleatorios. **Conclusiones:** Las tasas de supervivencia a largo plazo de las restauraciones unitarias con CAD/CAM Cerec 1, Cerec 2 y Celay parecen ser similares a las convencionales. En el momento de la búsqueda no se encontraron estudios clínicos o ensayos clínicos aleatorios que describieran otros sistemas CAD/CAM utilizados en la práctica clínica y con seguimientos de cómo mínimo 3 años.

*Prótesis Estomatológica 2010;2;157-163.*

**Purpose:** This systematic review sought to determine the long-term clinical survival rates of single-tooth restorations fabricated with computer-aided design/computer-assisted manufacture (CAD/CAM) technology, as well as the frequency of failures depending on the CAD/CAM system, the type of restoration, the selected material, and the luting agent. **Materials and Methods:** An electronic search from 1985 to 2007 was performed using two databases: Medline/PubMed and Embase. Selected keywords and well-defined inclusion and exclusion criteria guided the search. All articles were first reviewed by title, then by abstract, and subsequently by a full text reading. Data were assessed and extracted by two independent examiners. The pooled results were statistically analyzed and the overall failure rate was calculated by assuming a Poisson-distributed number of events. In addition, reported failures were analyzed by CAD/CAM system, type of restoration, restorative material, and luting agent. **Results:** From a total of 1,957 single-tooth restorations with a mean exposure time of 7.9 years and 170 failures, the failure rate was 1.75% per year, estimated per 100 restoration years (95% CI: 1.22% to 2.52%). The estimated total survival rate after 5 years of 91.6% (95% CI: 88.2% to 94.1%) was based on random-effects Poisson regression analysis. **Conclusions:** Long-term survival rates for CAD/CAM single-tooth Cerec 1, Cerec 2, and Celay restorations appear to be similar to conventional ones. No clinical studies or randomized clinical trials reporting on other CAD/CAM systems currently used in clinical practice and with follow-up reports of 3 or more years were found at the time of the search.

El aumento de la demanda de restauraciones totalmente cerámicas tanto en el sector anterior como en el posterior durante la pasada década ha expandido la búsqueda de materiales con mejores propiedades<sup>1-4</sup>. Por consiguiente, los requerimientos de las restauraciones dentales modernas con resultados de eficacia predecible demandan materiales de alta resistencia y durabilidad, biocompatibilidad, ajuste y aspecto estético<sup>1,5</sup>.

La necesidad de materiales con una calidad uniforme, costes de producción reducidos y proceso de fabricación estandarizado ha alentado a los investigadores desde la década de 1980 a buscar la automatización del proceso manual convencional a través del uso de tecnología de diseño/fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM)<sup>6</sup>. El desarrollo de la tecnología CAD/CAM en odontología restauradora ha evolucionado recientemente de forma espectacular<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Fomer Resident, Advanced Graduate Prosthodontics Program, Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, Harvard School of Dental Medicine (HSDM), Boston, Massachusetts.

<sup>2</sup>Associate Professor and Director, Advanced Graduate Prosthodontics Program, Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, HSDM, Boston, Massachusetts.

<sup>3</sup>Raymond J. and Elva Pomfret Nagle Professor and Chair,

Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, HSDM, Boston, Massachusetts.

<sup>4</sup>Assistant Professor, Department of Restorative Dentistry and Biomaterials Sciences, HSDM, Boston, Massachusetts.

**Correspondencia:** Dr Julia-Gabriela Wittneben, Department of Fixed Prosthodontics, University of Bern, Freiburgstrasse 7, CH- 3010 Bern, Switzerland. e-mail: julia.wittneben@zmk.unibe.ch

La introducción y promoción de dichas técnicas en la práctica clínica deben estar basadas idealmente en la evidencia científica; desafortunadamente, en la actualidad se dispone de muy pocos y limitados ensayos clínicos aleatorios.

Esta revisión sistemática de la literatura existente trató de establecer un punto de partida para reconciliar los puntos de vista actuales con respecto a una posible estimación de las tasas de supervivencia clínica de restauraciones unitarias fabricadas con tecnología CAD/CAM tras más de 3 años en funcionamiento.

## Material y método

### *Diseño de la investigación sistemática y selección de artículos*

Se estableció una búsqueda electrónica de publicaciones desde 1985 hasta 2007 a partir de dos bases de datos: Medline (PubMed) y Embase Library. La búsqueda incluyó solamente artículos en inglés publicados en revistas dentales revisadas por expertos. Se seleccionaron las palabras clave utilizando las siguientes 6 combinaciones: 1) «CAD o CAM», 2) «CAD y CAM», 3) «diseño asistido por ordenador», 4) «fabricación asistida por ordenador», 5) «computación odontológica» y 6) «fresado por ordenador». Se recopiló todos los resultados de las bases de datos electrónicas y se eliminaron los duplicados.

En general, todos los artículos seleccionados contenían criterios bien definidos de inclusión y exclusión, como muestra la tabla 1. La estrategia de búsqueda se destaca en la figura 1.

Tras la búsqueda electrónica, dos revisores independientes excluyeron todos los estudios no dentales e *in vitro* y realizaron la búsqueda por título de los artículos restantes. A la selección de los títulos incluidos le siguió una búsqueda y revisión de los resúmenes, que fue realizada por ambos revisores. Tras acordar la inclusión de los resúmenes se procedió a la búsqueda del texto completo por parte de los mismos revisores hasta que alcanzaron un acuerdo. Se extrajeron los datos de cada restauración individual a partir de los estudios seleccionados y se pasaron a una hoja de Excel bajo los epígrafes autor, año, tipo de estudio (prospectivo/retrospectivo), tipo de restauración, localización del diente (anterior/posterior), sistema CAD/CAM, tiempo de supervivencia (meses), material, agente cementante, y fracaso (sí/no).

Las restauraciones se clasificaron como *inlay/onlay*, *cofia*, *corona*, *corona «endo»*, *corona «reducida»*, y *carilla*. Una *corona «endo»* se definió como una restauración de una pieza posterior con tratamiento endodóncico que había perdido por completo los tejidos duros coronales y preparada con una proporción del yustagingival circular y una cavidad de retención central de toda la cámara pulpar<sup>7</sup>. Una *corona «reducida»* se definió como una corona con una preparación cuya altura del muñón era menor de 3,0 mm y con una superficie orientada al defecto<sup>8</sup>.

La selección para la inclusión de los estudios en esta revisión sistemática se basó en los criterios de inclusión y ex-

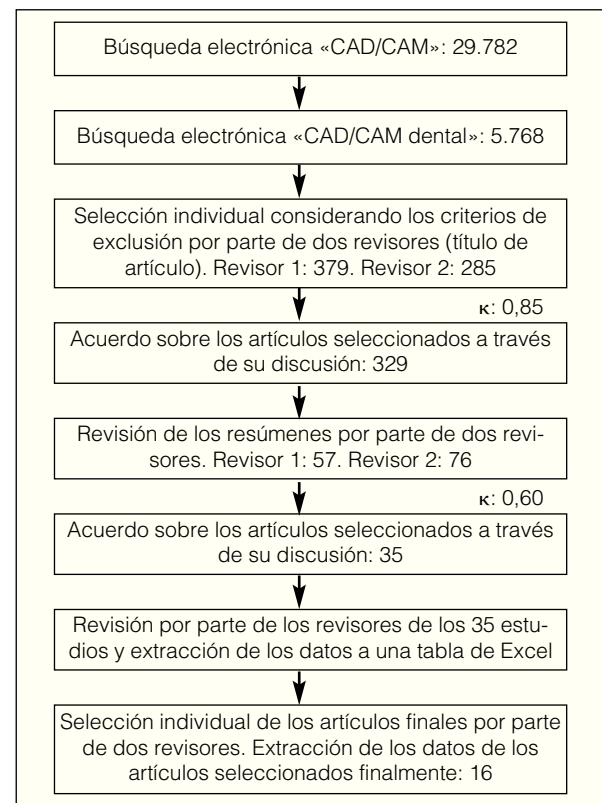
clusión determinados por ambos revisores y medidos según la lista de extracción de datos. En caso de falta de datos, los autores fueron contactados vía e-mail. La calibración del examinador se evaluó a través de la puntuación  $\kappa$  en dos intervalos diferentes.

## Análisis estadístico

Los porcentajes de fracaso se estimaron dividiendo el número de casos por el tiempo de exposición total de las restauraciones. El análisis estadístico incluyó los porcentajes de fracaso estimados con un intervalo de confianza (IC) del 95 % por estudio y por 100 años de restauraciones. El

**Tabla 1** Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión
Ensayos clínicos
Estudios prospectivos
Estudios retrospectivos con recordatorios para el paciente
Escritos en inglés
Seguimiento mínimo de 3 años
Criterios de exclusión
No escritos en inglés
Seguimiento mínimo < 3 años
Estudios basados en los historiales clínicos de los pacientes
Estudios basados en cuestionarios
Casos clínicos
Estudios en animales
Estudios <i>in vitro</i>



**Figura 1** Diseño y estrategia de búsqueda.

**Tabla 2** Análisis descriptivo y de los fracasos: resumen del tiempo de exposición, tipo de estudio, localización y porcentaje de fracaso de los estudios incluidos

Estudio	N. de restauraciones	Tiempo de exposición años (a)	Tipo de estudio	Localización del diente	Tiempo promedio de exposición años (a)	N. de fracasos	Porcentaje estimado de fracasos (por 100 años de restauraciones) (% , IC)
Isenberg et al <sup>11</sup>	121	347	Pro	Posterior	2,9	7	2,02 (0,96–4,23)
Mörmann and Krejci <sup>12</sup>	8	40	Retro	Posterior	5	0	–
Heymann et al <sup>13</sup>	42	168	Pro	Posterior	4	0	–
Bindl and Mörmann <sup>7</sup>	19	41	Pro	Posterior	2,2	1	2,42 (0,34–17,18)
Thordrup et al <sup>14</sup>	30	84	Pro	Posterior	2,8	4	4,79 (1,8–12,76)
Molin and Karlsson <sup>15</sup>	20	94	Pro	Posterior	4,7	2	2,12 (0,53–8,48)
Pallesen and van Dijken <sup>16</sup>	32	239	Pro	Posterior	7,5	9	3,77 (1,96–7,24)
Reiss and Walther <sup>17</sup>	1.010	10.241	Retro	Posterior	10,1	81	0,79 (0,64–0,98)
Bindl and Mörmann <sup>18</sup>	43	136	Pro	Posterior	3,2	2	1,47 (0,37–5,89)
Otto and De Nisco <sup>19</sup>	187	1.892	Pro	Posterior	10,1	15	0,79 (0,48–1,32)
Bindl and Mörmann <sup>20</sup>	36	131	Pro	Anterior	3,6	2	1,52 (0,38–6,09)
Reich et al <sup>21</sup>	54	162	Pro	Anterior y posterior	3	2	1,23 (0,31–4,94)
Sjögren et al <sup>22</sup>	61	578	Pro	Posterior	9,5	7	1,21 (0,58–2,54)
Bindl et al <sup>8</sup>	208	919	Pro	Posterior	4,4	32	3,48 (2,46–4,92)
Fasbinder et al <sup>23</sup>	71	213	Pro	Posterior	3	3	1,41 (0,45–4,37)
Thordrup et al <sup>24</sup>	15	143	Pro	Posterior	9,5	3	2,11 (0,68–6,53)
Total	1.957	15.428	Pro: 48 % Retro: 52 %	Anterior: 2 % Posterior: 98 %	7,9	170	1,75 (1,22–2,52)

Pro = prospectivo; Retro = retrospectivo

porcentaje global de fracasos de todos los estudios se calculó asumiendo un número de casos con una distribución de Poisson. Se utilizó la regresión de Poisson de efectos aleatorios para estimar el porcentaje global de fracasos atribuyendo un peso específico a cada uno de los estudios seleccionados<sup>9</sup>.

Los porcentajes de fracasos según el tipo de restauración (inlay/onlay, cofia, corona, corona «endo», corona «reducida», carilla), el sistema CAD/CAM (Cerec 1, Cerec 2, Celay), el material restaurador (feldespato, cerámica glaseada, cerámica con óxido de aluminio [In Ceram Alumina], cerámica con óxido de aluminio y magnesio [In Ceram Spinel], composite a base de resina), y el agente cementante (químico, fotocurado, curado dual) se estimaron según la regresión de Poisson de efectos aleatorios. Además, se utilizó la regresión multivariante de Poisson de efectos aleatorios para estimar el efecto de estos factores en el porcentaje de fracasos.

Se calcularon las tasas de supervivencia a 5 años de todos los factores como la relación entre la tasa de éxitos y la función de supervivencia  $S(T) = \exp(-T \cdot \text{tasa de sucesos})$ , asumiendo tasas constantes de casos<sup>9,10</sup>. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando Stata 10.0 (Stata-Corp LP) y el nivel de significancia se estableció en 0,05.

## Resultados

Se seleccionaron un total de 16 artículos que representaron 14 estudios prospectivos y 2 retrospectivos para el análisis de datos con puntuaciones de concordancia  $k$  de 0,85 para los títulos y de 0,60 para los resúmenes. El total de 1.957 restauraciones incluyó un 48 % que se analizaron de forma prospectiva y un 52 % que se estudiaron de forma retrospectiva. La mayoría de las restauraciones estudiadas (98 %)

se realizaron en piezas posteriores (premolares y molares) y solamente el 2 % se realizaron en piezas anteriores (tabla 2). La tabla 3 presenta un resumen de todos los estudios y restauraciones incluidos, el tiempo promedio de exposición en años, los valores  $p$  y los porcentajes estimados de fracaso y supervivencia de cada sistema CAD/CAM, los diferentes tipos de restauraciones, y los agentes cementantes y materiales utilizados en los estudios seleccionados.

Sobre la base del análisis de regresión de Poisson de efectos aleatorios, las 1.957 restauraciones analizadas revelaron un tiempo promedio de exposición de 7,9 años. Se produjeron un total de 170 fracasos que dieron lugar a una tasa de supervivencia global del 91,6 % después de 5 años (IC 95 %: 88,2 a 94,1 %). Esto representa un porcentaje de fracaso anual calculado del 1,75 %, estimado por 100 años de restauraciones (IC 95 %: 1,22 a 2,52 %). Los porcentajes de fracaso por estudio se representan en la tabla 2 y en la figura 2, en la que también se presenta el peso de cada uno de los estudios seleccionados.

No existieron diferencias significativas entre los porcentajes de fracaso de Cerec 1 ( $p = 0,178$ ) y Celay ( $p = 0,427$ ) en comparación con Cerec 2 (tabla 3).

Las restauraciones de cerámica glaseada presentaron un porcentaje de fracasos significativamente más elevado que las de porcelana feldespática ( $p < 0,001$ , 18,18 frente a 1,19 %). Las restauraciones formadas por cerámica con óxido de aluminio, cerámica con óxido de aluminio y magnesio, y composite de base resinosa no difirieron de forma significativa de las restauraciones feldespáticas (tabla 3).

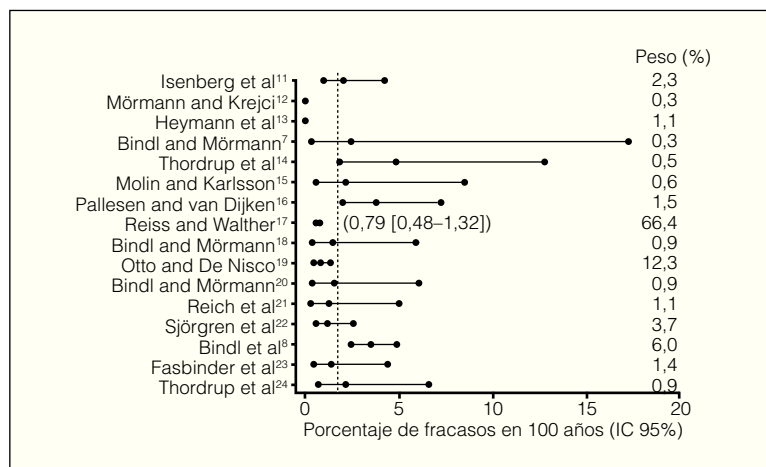
Con respecto al tipo de restauración, las coronas «endo» presentaron un porcentaje de fracaso significativamente más elevado que las de tipo inlay/onlay ( $p = 0,026$ , 3,90 frente a 1,47 %), mientras que los otros tipos de restauraciones

**Tabla 3** Efectos sobre el fracaso del sistema CAD/CAM, tipo de restauración, tipo de material y tipo de agente cementante

	N. de restauraciones	% de todos los estudios	Tiempo promedio de exposición (años)	Valor P*	Porcentaje de fracaso* estimado (por 100 años de restauraciones (%; IC))	Tasa de supervivencia estimada después de 5* (%; CI)
<b>Sistema CAD/CAM</b>						
Cerec 1	1.420	72,6	9,2	0,178	1,29 (0,42–3,94)	93,8 (82,1–97,9)
Cerec 2†	522	26,7	4,5	–	2,06 (1,33–3,18)	90,2 (85,3–93,6)
Celay	15	0,8	2,9	0,427	3,95 (0,51–30,46)	82,1 (21,8–97,5)
<b>Tipo de restauración</b>						
Inlay/onlay†	1.619	82,7	8,7	–	1,47 (0,96–2,27)	92,9 (89,3–95,3)
Cofia	61	3,1	3,3	0,994	1,48 (0,25–8,71)	92,9 (64,7–98,7)
Corona «endo»	114	5,4	3,9	0,026	3,90 (1,07–14,13)	82,3 (49,3–94,8)
Corona	106	5,4	4,1	0,867	1,60 (0,39–6,58)	92,3 (72,0–98,1)
Corona «reducida»	54	2,8	4,4	0,348	2,47 (0,55–11,16)	88,4 (57,2–97,3)
Carilla	3	0,2	3	–	–	–
<b>Tipo de material</b>						
Cerámica glaseada	147	7,5	4,1	< 0,001	18,18 (5,77–57,28)	40,3 (5,7–74,9)
In-Ceram Alumina	42	2,1	2,9	0,285	2,58 (0,35–19,23)	87,9 (38,2–98,3)
In-Ceram Spinell	40	2,0	3,4	0,590	0,65 (0,04–10,52)	96,8 (59,1–99,8)
Resina de composite	37	1,9	3	0,607	1,97 (0,16–24,38)	90,6 (29,6–99,2)
Feldespatita†	1.691	86,4	8,5	–	1,19 (0,66–2,15)	94,2 (89,8–96,7)
<b>Agente cementante</b>						
Polimerizado químico	37	1,9	8,7	–	–	–
Fotopolimerización	261	13,3	4,2	0,232	2,72 (0,79–9,33)	87,3 (62,7–96,1)
Polimerización dual†	1.659	84,8	8,4	–	1,64 (1,09–2,47)	92,1 (88,4–94,7)
Total	1.957	100	7,9	–	1,75 (1,22–2,52)	91,6 (88,2–94,1)

\*Sobre la base de la regresión de Poisson de efectos aleatorios

†Variable de referencia

**Figura 2** Regresión de Poisson de efectos aleatorios del porcentaje de fracasos, intervalos de confianza y peso de cada estudio.

no difirieron de forma significativa. Los resultados con las restauraciones fotopolimerizadas y las de polimerización dual no fueron significativamente diferentes desde el punto de vista estadístico (tabla 3).

### Discusión

En la práctica dental se introducen nuevas tecnologías y materiales de forma rutinaria. Idealmente, los clínicos deben considerar la odontología basada en la evidencia como una guía esencial en la planificación de un tratamiento exitoso. Sin embargo, raramente se dispone de evidencia científica procedente de investigaciones bien controladas en diferentes aspectos de la odontología protésica, incluido el campo de las restauraciones unitarias<sup>25</sup>.

El objetivo de esta investigación fue realizar una revisión sistemática sobre el rendimiento de restauraciones unitarias fabricadas con tecnología CAD/CAM. También trató de subrayar la ausencia de evidencia sólida que apoyase el uso rutinario de protocolos terapéuticos restauradores bien aceptados. No obstante, las ventajas de un sistema de fabricación estandarizado son evidentes: materiales prefabricados y controlados de forma industrial; aumento de la calidad, eficiencia y reproducibilidad; almacenamiento electrónico de los datos de varios tratamientos y etapas de producción con una cadena de producción estandarizada; y, especialmente, el uso de materiales de cerámica y titanio de alta resistencia, así como la posibilidad de producir el tratamiento en la propia consulta<sup>6,26-28</sup>.

La opacidad de este tipo de restauraciones sigue siendo un inconveniente al comparar diferentes sistemas, ya

que dependen de la resolución y precisión de la tecnología de escaneado, del diseño del software, y de los procedimientos de fresado. Otros inconvenientes adicionales son los elevados costes de inversión en equipos y la ausencia de formación científica, ya que los ensayos clínicos aleatorizados no son especialmente habituales<sup>6,26,27</sup>.

Esta revisión sistemática evaluó la tasa de supervivencia clínica a largo plazo de las restauraciones unitarias fabricadas con tecnología CAD/CAM en el contexto de criterios estrictos de inclusión y exclusión, y un seguimiento mínimo de 3 años. Ante la falta de ensayos clínicos aleatorios se seleccionaron estudios prospectivos y retrospectivos con un sistema claramente definido de recordatorio para el paciente (tabla 1), y se excluyeron los estudios basados en los historiales médicos de los pacientes y en cuestionarios.

Ninguno de los estudios analizados reflejó un protocolo de diseño de ensayo clínico aleatorio. Por tanto, es obvio que el estudio de los materiales para restauraciones unitarias no incluye grupos de pacientes control ni la distribución aleatoria de los pacientes. Este hecho comporta preocupación por la capacidad del clínico para tomar decisiones basadas en la evidencia con respecto a las restauraciones CAD/CAM. Según Kelly, los artículos de revisiones sistemáticas deben incluir los factores paciente y proveedor<sup>29</sup>. Ambas consideraciones no estuvieron presentes en los artículos seleccionados para esta revisión particular. Otras limitaciones fueron el rápido desarrollo de nuevos materiales y tecnologías. Diferencias en el diseño del estudio, autores y peso de cada investigación (figura 2). El mayor peso de todos los artículos incluidos fue el estudio realizado por Reiss y Walther<sup>17</sup>, quienes describieron los resultados clínicos a largo plazo con restauraciones Cerec. Por consiguiente, este estudio influyó en el análisis estadístico. También debe mencionarse que estos autores tenían experiencia con el sistema Cerec y, por tanto, sus resultados no se vieron afectados por una curva de aprendizaje pronunciada.

En el artículo aquí descrito se obtuvo un tiempo promedio de exposición de 7,9 años, sobre la base del análisis de regresión de Poisson de efectos aleatorios. Se produjo un total de 170 fracasos que dieron lugar a una tasa de supervivencia global del 91,6 % después de 5 años (IC 95 %: 88,2 a 94,1 %) y a un porcentaje calculado de fracasos anuales del 1,75 %, estimado por 100 años de restauraciones (IC 95 %: 1,22 a 2,52 %) (tablas 2 y 3).

Los fracasos técnicos más habituales fueron fracturas de las restauraciones o las piezas, y los fracasos biológicos más habituales fueron la presencia de caries secundarias y problemas endodóncicos.

Para analizar y definir los fracasos se utilizaron diferentes tipos de criterios estandarizados para el fracaso en los diferentes estudios. Predominantemente se emplearon los criterios del United States Public Health Service (12 estudios), junto con los criterios de la California Dental Association (3 estudios) y el método Kaplan-Meier (1 estudio). En esta revisión sistemática, el efecto sobre el fracaso se evaluó en función del sistema CAD/CAM utilizado, el tipo de restauración, el material restaurador, y el agente cementante.

Los sistemas CAD/CAM seleccionados utilizados en los estudios incluidos fueron Cerec 1, Cerec 2 y Celay. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de fracaso de Cerec 1 ( $p = 0,0178$ ) y Celay ( $p = 0,427$ ) cuando se compararon con Cerec 2.

Las tasas de supervivencia a los 5 años difirieron entre el 93,8 % de las restauraciones Cerec 1, el 82,1 % de las Celay y el 90,2 % de las restauraciones Cerec 2. Cerec 1 y Cerec 2 son sistemas CAD/CAM para la consulta y Celay es un sistema de laboratorio. En el momento de la búsqueda no se hallaron evidencias científicas más allá de 3 años de seguimiento para otros sistemas CAD/CAM que cumplieren los criterios de inclusión de esta revisión.

El porcentaje de fracasos de las coronas «endo», coronas que se extienden hasta la cámara pulpar como una sola pieza fue significativamente más elevado que el de las otras restauraciones estudiadas, mientras que las coronas inlay/onlay, cofias, coronas y coronas «reducidas» no difirieron de forma significativa. Con respecto a la tasa de supervivencia a los 5 años, se halló que las cofias (92,9 %), las coronas enteras (92,3 %) y las inlay/onlay (92,9 %) presentaron una supervivencia similar. Pjetursson y cols. en su revisión sistemática sobre coronas unitarias, informaron de una tasa de supervivencia a los 5 años del 93,3 % (IC 95 %: 91,1 a 95 %) en las coronas totalmente cerámicas y del 95,6 % (IC 95 %: 92,4 a 97,5 %) en las coronas metalocerámicas<sup>30</sup>.

Las restauraciones que requirieron menos reducción dental, como las inlay/onlay, pueden ser tan satisfactorias desde el punto de vista clínico como las coronas enteras. Este estudio también sugiere que las restauraciones inlay/onlay permiten preservar la estructura natural del diente con un protocolo menos invasivo, y que esto arroja resultados similares a largo plazo a los de las coronas enteras.

La tasa de supervivencia a los 5 años más baja se obtuvo con las coronas «endo» (82,3 %), seguido por las coronas con una altura reducida del pilar (88,4 %). Esto subraya las limitaciones de las técnicas de cementación adhesiva. Esto confirma la preocupación de que las coronas «endo» puedan no representar una opción terapéutica suficientemente predecible, como mostró un estudio realizado por Bindi y cols. en premolares<sup>8</sup>. Con respecto a la elección del material de las restauraciones revisadas en los estudios, la cerámica glaseada presentó el porcentaje de fracasos más elevado y fue significativamente más alto que con los otros tipos de restauraciones utilizadas ( $p < 0,001$ , porcentaje de fracaso: 18,18 %).

Las cerámicas con óxido de aluminio (In-Ceram Alumina) o con aluminio y óxido de magnesio (In-Ceram Spinel) y un composite de resina no difirieron de forma significativa cuando se compararon con las cerámicas de feldespato (tabla 3). La tasa de supervivencia a los 5 años más elevada según la regresión de Poisson de efectos aleatorios fue del 94,2 % para las restauraciones fabricadas con feldespato y la más baja fue del 40,3 % para las restauraciones de cerámica glaseada. Pallesen y cols. compararon los inlays de feldespato y de cerámica glaseada y los primeros fueron superiores<sup>16</sup>. Sin embargo, Malament y Socransky determinaron una tasa de supervivencia del 92 % a los 11,3 años con inlays de cerámica glaseada<sup>31</sup>.



Las variaciones en el cemento no influyeron se forma significativa en el porcentaje de fracasos. Este tipo de estudio no evaluó las diferentes contracciones de polimerización de los diferentes materiales de cemento de resina bajo diferentes condiciones de polimerización ni la importancia del seguimiento de las instrucciones del fabricante por parte del clínico con respecto a la elección y uso de cementos<sup>32</sup>.

### Conclusiones

Se identificó una falta de estudios con un protocolo aleatorio para este tema particular de tratamiento. Otros sistemas comercializados de CAD/CAM no lograron presentar evidencias científicas por un período superior a 3 años, el tiempo mínimo de la búsqueda de este estudio. No obstante, la literatura relevante y seleccionada muestra una tasa de supervivencia global del 91,6 % a los 5 años (IC 95 %: 88,2 a 94,1 %) y un porcentaje estimado de fracaso anual del 1,75 %, calculado en base a 100 años de restauraciones (IC 95 %: 1,22 a 2,52 %). Adicionalmente se observó que: 1) no existieron diferencias significativas entre los porcentajes de fracaso de los diferentes sistemas CAD/CAM evaluados en este estudio, 2) las restauraciones de cerámica glaseada presentaron un porcentaje de fracasos significativamente más elevado que el resto de materiales ( $p < 0,001$ , 18,18 %), 3) las coronas «endo» presentaron un porcentaje de fracasos significativamente más elevado que cualquier otro tipo de restauración ( $p = 0,026$ , 3,90 %), y 4) los cementos no parecen afectar al resultado de este estudio. Las tasa de supervivencia a largo plazo para las restauraciones unitarias fabricadas con tecnología CAD/CAM demostraron resultados clínicos similares a las restauraciones fabricadas de forma convencional.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la bioestadística Sra. Hiltrud Niggemann la realización del análisis estadístico y al Dr. S. Scherrer y al Dr. K. Malament sus aportaciones profesionales con respecto a la ciencia y clasificación de las cerámicas.

### Bibliografía

1. Naert I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil* 2005;32:51–57.
2. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence Int* 2005;36:105–113.
3. Suárez MJ, Lozano JFL, Paz Salido M, Martínez F. Three-year clinical evaluation of In-Ceram Zirconia posterior FPDs. *Int J Prosthodont* 2004;17:35–38.
4. Gallucci GO, Guep P, Vinci D, Belser UC. Achieving natural-looking morphology and surface textures in anterior ceramic fixed rehabilitations. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:117–125.
5. Glantz PO, Nilner K, Jendresen MD, Sundberg H. Quality of fixed prosthodontics after twenty-two years. *Acta Odontol Scand* 2002;60:213–218.
6. Witkowski S. (CAD-)CAM in dental technology. *Quintessence Dent Technol* 2005;28:169–184.

7. Bindl A, Mörmann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years—Preliminary results. *J Adhes Dent* 1999;1:255–265.
8. Bindl A, Richter B, Mörmann WH. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *Int J Prosthodont* 2005;18:219–224.
9. Kirkwood BR, Sterne JAC. Poisson regression. In: Kirkwood BR, Sterne JAC. *Essential Medical Statistics*. Oxford: Blackwell Science, 2003:249–262.
10. Kirkwood BR, Sterne JAC. Survival analysis. In: Kirkwood BR, Sterne JAC. *Essential Medical Statistics*. Oxford: Blackwell Science, 2003:272–286.
11. Isenberg BP, Essig ME, Leinfelder KFJ. Three-year clinical evaluation of CAD/CAM restorations. *Esthet Dent* 1992;4:173–176.
12. Mörmann W, Krejci I. Computer-designed inlays after 5 years in situ: Clinical performance and scanning electron microscopic evaluation. *Quintessence Int* 1992;23:109–115.
13. Heymann HO, Bayne SC, Sturdevant JR, Wilder AD Jr, Roberson TM. The clinical performance of CAD-CAM-generated ceramic inlays: A four-year study. *J Am Dent Assoc* 1996;127:1171–1181.
14. Thordrup M, Isidor F, Hörsted-Bindslev P. A 3-year study of inlays milled from machinable ceramic blocks representing 2 different inlay systems. *Quintessence Int* 1999;30:829–836.
15. Molin MK, Karlsson SL. A randomized 5-year clinical evaluation of 3 ceramic inlay systems. *Int J Prosthodont* 2000;13:194–200.
16. Pallesen U, van Dijken JW. An 8-year evaluation of sintered ceramic and glass ceramic inlays processed by the Cerec CAD/CAM system. *Eur J Oral Sci* 2000;108:239–246.
17. Reiss B, Walther W. Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of Cerec restorations. *Int J Comput Dent* 2000;3:9–23.
18. Bindl A, Mörmann WH. An up to 5-year clinical evaluation of posterior in-ceram CAD/CAM core crowns. *Int J Prosthodont* 2002;15:451–456.
19. Otto T, De Nisco S. Computer-aided direct ceramic restorations: A 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. *Int J Prosthodont* 2002;15:122–128.
20. Bindl A, Mörmann WH. Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM-generated anterior crowns over 2-5 years. *Eur J Oral Sci* 2004;112:197–204.
21. Reich SM, Wichmann M, Rinne H, Shortall A. Clinical performance of large, all-ceramic CAD/CAM-generated restorations after three years: A pilot study. *J Am Dent Assoc* 2004;135:605–612.
22. Sjögren G, Molin M, van Dijken JW. A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. *Int J Prosthodont* 2004;17:241–246.
23. Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys DR, Lampe K. The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays. *J Am Dent Assoc* 2005;136:1714–1723.
24. Thordrup M, Isidor F, Hörsted-Bindslev P. A prospective clinical study of indirect and direct composite and ceramic inlays: Ten-year results. *Quintessence Int* 2006;37:139–144.
25. Pjetursson BE, Lang NP. Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence. *J Oral Rehabil* 2008;35(suppl 1):72–79.
26. Rudolph H, Quaes S, Luthardt RG. CAD/CAM- Neue Technologien und Entwicklungen in Zahnmedizin und Zahntechnik. *Dtsch Zahnartzl Z* 2003;58:559–569.
27. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;204:505–511.
28. Samet N, Resheff B, Gelbard S, Stern N. A CAD/CAM system for the production of metal copings for porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent* 1995;73:457–463.
29. Kelly JR. Developing meaningful systematic review of CAD/CAM reconstructions and fiber-reinforced composites. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(suppl 3):205–217.

30. Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18(suppl 3):73–85.
31. Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 14 years. Part II: Effect of thickness of Dicor material and design of tooth preparation. *J Prosthet Dent* 1999;81:662–667.
32. Lee IB, An W, Chang J, Um CM. Influence of ceramic thickness and curing mode on the polymerization shrinkage kinetics of dual-cured resin cements [published online ahead of print April 22, 2008]. *Dent Mater* 2008;24:1141–1147.