



Universidad de Granada
Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología

**Análisis de la metodología estadística de los
estudios de microfiltración en Operatoria Dental y
Endodoncia: revisión de la literatura 2001-2010.**

Granada, 2013

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: José Miguel López García
D.L.: GR 2230-2013
ISBN: 978-84-9028-641-8



Universidad de Granada
Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología

**Análisis de la metodología estadística de los
estudios de microfiltración en Operatoria Dental y
Endodoncia: revisión de la literatura 2001-2010.**

Programa de Doctorado de Medicina Clínica y Salud Pública

**Memoria presentada por el Licenciado José Miguel López García para aspirar
al título de Doctor en Odontología**

La memoria de Tesis Doctoral que lleva por título “ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA ESTADÍSTICA DE LOS ESTUDIOS DE MICROFILTRACIÓN EN OPERATORIA DENTAL Y ENDODONCIA: REVISIÓN DE LA LITERATURA 2001-2010”, ha sido presentada por el **Ldo. José Miguel López García** para aspirar al título de Doctor en Odontología, habiendo sido dirigida por **Dña. Cristina Lucena Martín**, Profesora Titular de Patología y Terapéutica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de Granada y por **Dña. Rosa M^a Pulgar Encinas**, Profesora Titular de Patología y Terapéutica Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de Granada.

Fdo. Dña Cristina Lucena
Martín

Fdo. Dña. Rosa M^a Pulgar
Encinas

Fdo. José Miguel López García

El doctorando y los directores de la Tesis garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la Tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

We know what we are, but know not what we may be.

William Shakespeare (1564-1616)

*La conclusión final es que sabemos muy poco y, sin embargo, es asombroso lo mucho
que conocemos.*

Bertrand Russell (1872-1970) Premio Nobel 1950.

*A Tamara,
y a Daniela, nuestro pequeño tesoro...*

Agradecimientos

Esta es, quizá, la página más compleja y, a la vez, más injusta de toda esta memoria. No quisiera perder la oportunidad de extender este agradecimiento a todas las personas que, de algún u otro modo, han contribuido a que, finalmente, este trabajo vea la luz. Sin embargo, a buen seguro estas pocas líneas no hagan justicia a todos.

Se suele empezar agradeciendo a los directores de Tesis su incommensurable esfuerzo. Pero, sin querer parecer maleducado, quiero dedicarle las primeras líneas a Tamara, mi mujer, por su incomparable mezcla de paciencia, comprensión, cariño y sentido del humor. Confío en poder acompañarte en tus proyectos futuros tal y como tú lo has hecho conmigo. Seguimos caminando juntos, ahora con un bichito de la mano.

Ahora sí, a mis "jefas", no cabe duda que sin su apoyo nada habría funcionado en mi pequeña aventura universitaria. El tópico de "sin vosotras esta Tesis no habría visto la luz", en este caso, se queda corto. Sin duda, os debo todo.

A Rosa, por sus "regañinas cariñosas". Me has ayudado a madurar y crecer como persona. Y aunque me dejabas "cara de póker", siempre he tratado de asimilar todas y cada una de tus sabias palabras. Ojalá esta memoria, en alguna parte, deje constancia de ello.

A Cristina, por sus siempre constructivas críticas. Has sido lo más parecido a una madre en mis años como becario. Sin ti no habría aprendido a ser una "hormiguita trabajadora". Te debo mucho más que estas líneas, y tú lo sabes.

A Virginia, por tu claridad infinita, nuestros ratos de "desconexión" después de prácticas y por hacerme ver la luz cada vez que me sentía perdido.

A José Manuel, por enseñarme lo que son los valores de la Universidad y contagiarme su ilusión infinita por enseñar. Definitivamente, usted es mi modelo a seguir.

A Cris. Sabes perfectamente que te debo mucho más que esta Tesis. Sin tu eterno afán por saber no habría surgido la idea que desembocó en esta memoria.

A Ricardo Ocaña, querido profesor de estadística. Tú me diste los conocimientos para encender la chispa de la curiosidad.

A Mariano Valderrama, sin el cual no hubiese podido publicar ninguno de los resultados presentados. No sé que habría sido de mí sin tu sabiduría.

A mis compañeras de doctorado. Irene, gracias por compartir conmigo tus ratos de bajón. María del Mar, resultaste ser un soplo de aire fresco en el despacho. Y a mis alumnos, esos jóvenes que me subían la autoestima sin ni tan siquiera conocerme. Gracias a todos.

Por último, no por ello menos importantes, quiero agradecer el apoyo que me han dado todos mis amigos (a los que prometo dedicar más tiempo a partir de ahora) y, muy especialmente, a mi familia (a los que prometo devolver el Jose que era antes).

A todos, y a los que no nombro por falta de espacio y memoria, de corazón, GRACIAS.

Índice

0. RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. La Odontología Basada en la Evidencia	6
1.2. La importancia de la estadística. Conceptos básicos	15
1.3. Los estudios de microfiltración	29
2. OBJETIVOS	34
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	36
3.1. Material.....	37
3.1.1. Bases de datos	37
3.1.2. Material informático.....	39
3.1.2.1. Hardware	39
3.1.2.2. Software.....	39
3.2. Métodos.....	40
3.2.1. Obtención de las bases de datos.....	40
3.2.2. Caracterización bibliométrica.....	42
3.2.3. Criterios de evaluación de la metodología estadística.....	43
3.2.4. Revisión de la metodología estadística utilizada.....	46
3.2.5. Análisis estadístico alternativo.....	47
4. RESULTADOS.....	48
4.1. Caracterización de las bases de datos generadas.....	49
4.1.1. Operatoria Dental	49
4.1.2. Endodoncia.....	57
4.2. Revisión de la metodología estadística utilizada.....	64
4.2.1. Operatoria Dental	64
4.2.2. Endodoncia.....	69
4.3. Análisis estadístico alternativo.....	74
4.3.1. Operatoria Dental	74
4.3.2. Endodoncia.....	75

5. DISCUSIÓN	77
6. CONCLUSIONES	104
7. BIBLIOGRAFÍA.....	107
8. ANEXOS.....	121
8.1. ANEXO 1: Listado de referencias de la base de datos de Operatoria Dental	122
8.2. ANEXO 2: Listado de referencias de la base de datos de Endodoncia	145
8.3. ANEXO 3: Fórmulas matemáticas para el cálculo del tamaño muestral necesario	165
9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN... 166	
9.1. Póster: Análisis de la metodología estadística en estudios de microfiltración en Operatoria Dental.....	167
9.2. Publicación 1: Statistical errors in microleakage studies in operative dentistry. A survey of the literature 2001-2009	168
9.3. Ponencia: ¿Puede la estadística arruinar nuestra investigación endodóncica?.....	169
9.4. Publicación 2: Potential errors and misuse of statistics in studies on leakage in endodontics.....	170

Índice de figuras

1. Figura 1: El proceso de la OBE en la toma de decisiones clínicasp. 7
2. Figura 2: Test para comparación de proporcionesp. 19
3. Figura 3: Comparación de medias en dos grupos independientes.....p. 20
4. Figura 4: Comparación de medias en 2 grupos relacionados (medidas repetidas o datos apareados)p. 21
5. Figura 5: Comparación de medias en 3 o más gruposp. 23
6. Figura 6: Comparación de medias en 3 o más grupos (medidas repetidas o datos apareados).....P. 24
7. Figura 7: Materiales estudiados en los 242 trabajos analizados (OP)p. 49
8. Figura 8: Mapa de la producción mundial de trabajos de filtración en Operatoria Dental entre 2001 y 2010.P. 55
9. Figura 9: Variables analizadas en los 209 trabajos analizados (End)p. 58
10. Figura 10: Mapa de la producción mundial de trabajos de filtración en Endodoncia entre 2001 y 2010.P. 62

Índice de tablas

1. Tabla 1: Niveles de evidencia	p. 11
2. Tabla 2: Grados de recomendación.....	p. 11
3. Tabla 3: Tipos de error.	P. 17
4. Tabla 4: Tipos de valoración de la filtración	p. 44
5. Tabla 5: Estándares a seguir para analizar grupos de datos	p. 44
6. Tabla 6: Modelo de tabla de recogida de errores estadísticos	p. 46
7. Tabla 7: Número de artículos por año sobre filtración en Operatoria Dental.....	p. 50
8. Tabla 8: Número de autores en los trabajos sobre filtración en Operatoria Dental.....	p. 50
9. Tabla 9: Listado de revistas según el número de trabajos publicados por año y su posición e impacto JCR.....	P. 51-53
10.Tabla 10: Distribución geográfica de los trabajos sobre filtración en Op. Dental.....	p. 54
11.Tabla 11: Lista de los 10 artículos más citados sobre filtración en Operatoria Dental.....	p. 56
12.Tabla 12: Número de artículos por año sobre filtración en Endodoncia.....	p. 58
13.Tabla 13: Número de autores en los trabajos sobre filtración en Endodoncia.....	p. 58
14.Tabla 14: Listado de revistas según el número de trabajos publicados por año y su posición e impacto JCR.....	p. 59-60

15.Tabla 15: Distribución geográfica de los trabajos sobre filtración en Endodoncia.....	p. 61
16.Tabla 16: Lista de los 10 artículos más citados sobre filtración en Endodoncia.....	p. 63
17.Tabla 17: Resumen de hallazgos en trabajos de filtración en Operatoria Dental.....	p. 65
18.Tabla 18: Evaluación de la filtración en Operatoria Dental.....	p. 66
19.Tabla 19: Metodología estadística utilizada en los trabajos de filtración en Operatoria Dental.....	p. 67
20.Tabla 20: Listado de revistas según el número de trabajos publicados y correctos en Operatoria Dental	p. 68
21.Tabla 21: Resumen de hallazgos en trabajos de filtración en Endodoncia.....	p. 70
22.Tabla 22: Evaluación de la filtración en Endodoncia.....	p. 71
23.Tabla 23: Metodología estadística utilizada en los trabajos de filtración en Endodoncia.....	p. 72
24.Tabla 24: Listado de revistas según el número de trabajos publicados y correctos en Endodoncia.....	p. 73

Resumen

El objetivo fundamental de esta Tesis Doctoral ha sido analizar la calidad y adecuación de la metodología estadística utilizada en los trabajos sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia publicados entre los años 2001 y 2010 e incluidos en la *Web of Science* (WoS). Adicionalmente, hemos tratado de determinar en los trabajos que contenían errores en el análisis estadístico de los datos y era posible hacerlo, si la aplicación de una metodología correcta podría repercutir en los resultados y conclusiones enunciados originalmente por sus autores.

Para ello, en primer lugar, se diseñaron dos estrategias de búsqueda bibliográfica independientes (una para el área de Operatoria Dental y otra para Endodoncia), que se aplicaron a las categorías "*Dentistry, Oral Surgery and Medicine*" (DOSM) y "*Materials Science, Biomaterials*" (MSB) del *Journal Citation Report* (JCR). Una vez depuradas las bases de datos iniciales, se realizó un doble análisis, bibliométrico y metodológico, sobre los trabajos incluidos en las bases de datos definitivas.

Para caracterizar bibliométricamente esta producción, los registros recuperados se exportaron al gestor bibliográfico Procite. Por otra parte, se accedió al texto completo de todos los trabajos que componían ambas bases de datos para poder realizar un análisis metodológico de los mismos.

El análisis bibliométrico ha mostrado que la producción anual sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental oscila entre 16 y 36 trabajos, con una media de, aproximadamente, 24 trabajos al año; mientras que en Endodoncia oscila entre 11 y 32, siendo el número medio de publicaciones de poco menos de 21 trabajos al año. Los países más productivos en este campo de investigación han sido, por orden, Brasil, Estados Unidos y Turquía en Operatoria Dental, y Estados Unidos, Brasil y Turquía en Endodoncia.

Respecto al perfil de las revistas en que se habían publicado estos artículos, se ha detectado una mayor especialización en el área de Endodoncia, puesto que el 65,5% de

los trabajos pertenecían a revistas específicas de la especialidad, mientras que sólo un 37,2% de los trabajos de Operatoria Dental aparecían publicados en una revista propia del área. En este sentido, siendo el factor de impacto de las revistas especializadas en Endodoncia muy superior al de las específicas de Operatoria Dental, la media de citas de los 10 artículos más citados de cada área fue mayor en los trabajos de Operatoria que en los de Endodoncia.

Por otra parte, el número de autores firmantes de los trabajos ha seguido un patrón similar en ambas áreas, situándose la frecuencia modal entre 3 y 4 autores en Operatoria Dental, y entre 3 y 5 en Endodoncia. Finalmente, los datos de nuestro trabajo indican que en el campo de la microfiltración, el grado de colaboración de los investigadores dentales con otros investigadores externos al área es bastante escaso (alrededor del 9% de la producción), limitándose prácticamente a colaboraciones con investigadores de las áreas de Biomateriales y, en menor medida, Ingeniería Química (en los trabajos de Operatoria Dental) y Microbiología (en los de Endodoncia).

En cuanto a la calidad de la metodología estadística utilizada en estos estudios, nuestra revisión ha detectado al menos un error o inconsistencia estadística en el 99,2% de los trabajos sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y en el 100% de los trabajos sobre microfiltración en Endodoncia. Si bien estos errores afectan a cualquiera de las etapas del proceso investigador, la mayoría de ellos se concentran en la fase de diseño del estudio y en la de presentación y documentación de los resultados.

En la fase de diseño del estudio, el error más frecuente en ambas áreas (Operatoria y Endodoncia) ha sido la ausencia de estimación *a priori* del tamaño muestral. Este requisito es imprescindible para minimizar el riesgo de incurrir en un error tipo II, es decir, de no detectar diferencias estadísticamente significativas cuando éstas realmente existen. Consideramos este dato sumamente relevante, ya que prácticamente la totalidad de los artículos revisados (99,6% y 98,6% de los trabajos de Operatoria Dental y Endodoncia, respectivamente) habían fundamentado las conclusiones finales del

experimento, en cuanto a la efectividad de la intervención, en los resultados del test de inferencia estadística, y más concretamente, en los p valores obtenidos en el mismo. Adicionalmente, ninguno de los trabajos revisados con resultados negativos (cuando no se demuestra efecto estadísticamente significativo) había discutido sus resultados considerando si el tamaño muestral del estudio era suficiente o no.

En cuanto a la fase de análisis de los datos, en la mayoría de los trabajos incluidos en nuestra revisión se habían utilizado métodos estadísticamente sencillos. A pesar de ello, sólo en el 86,4% de los trabajos de Operatoria y en el 57,2% de los de Endodoncia el test de inferencia estadística aplicado era el correcto en función del cumplimiento de las condiciones exigibles para su aplicación.

Los resultados de nuestro estudio muestran, además, la gran influencia que tiene la selección del test de inferencia estadística sobre los resultados finales en cualquier trabajo de investigación. De esta forma, hemos constatado que la aplicación de un test de inferencia correcto en los artículos catalogados como erróneos, implicó cambios sustanciales en las conclusiones en el 15,4% de los trabajos de Operatoria Dental re-analizados y en el 19% de los correspondientes de Endodoncia.

Dado que el análisis estadístico alternativo ha sido posible sólo en aquellos trabajos erróneos que presentaban datos suficientes para permitirlo (29 trabajos en total), cabe preguntarse cuál hubiera sido el número de trabajos con conclusiones erróneas encontrado, si hubiera sido posible analizar los 124 artículos que, en conjunto, presentaban un análisis estadístico incorrecto.

Quizás la conclusión general más relevante de este trabajo sea que los estudios de microfiltración requieren un mayor rigor y estandarización del diseño experimental, en general, y de la metodología estadística en particular. Los autores, por un lado, y los comités de revisión editorial por otro, deberían aunar esfuerzos para conseguir los más altos estándares de calidad en ellos, aprovechando así su potencial como paso previo al planteamiento de estudios clínicos.

Introducción

1.1. La Odontología Basada en la Evidencia.

La práctica de la Odontología presenta muchos desafíos a diario. Mantenerse al día con nuevos materiales y técnicas y satisfacer una gran variedad de obligaciones profesionales implica dedicación y tiempo. Sin embargo, el mayor reto del odontólogo reside en dar a sus pacientes una prestación de atención de salud oral de la más alta calidad, de la forma más especializada y de manera eficaz.

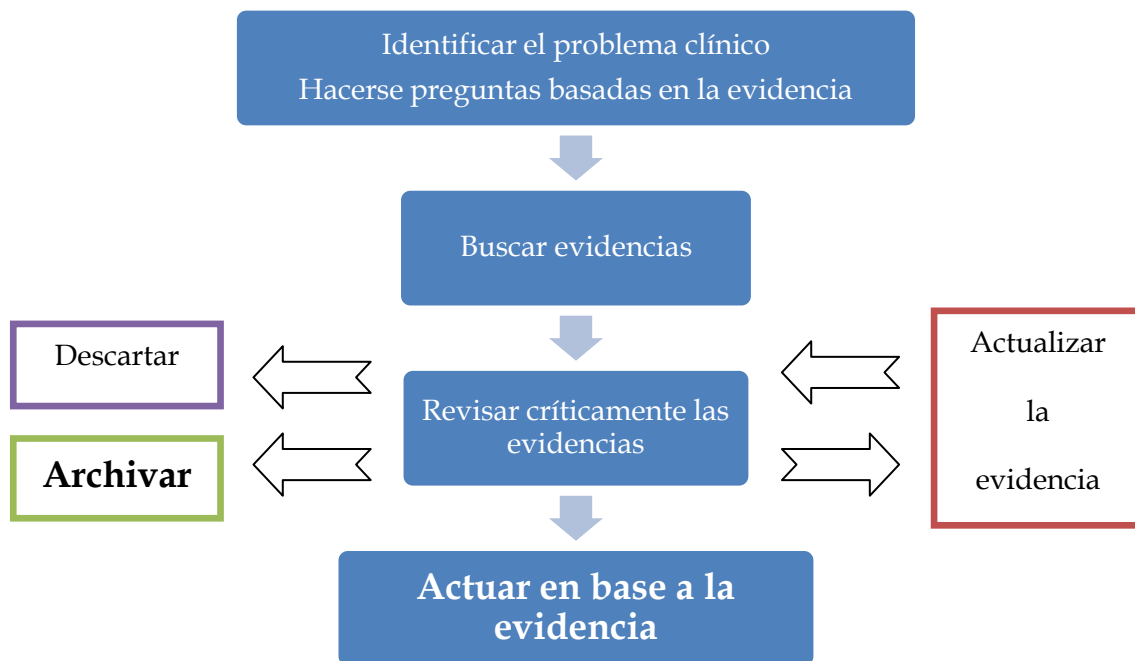
Tradicionalmente, el ejercicio de la Odontología se ha basado, en gran medida, en la experiencia clínica personal del dentista sobre la base de procedimientos estándar ampliamente aceptados, hasta el punto de que, según datos existentes en la literatura de finales del siglo XX, sólo entre el 15% y el 25% de los procedimientos odontológicos estaban sustentados en bases científicas (Reekie, 1998; Robbins y cols., 1998). Sin embargo, en la última década y con una frecuencia creciente, los profesionales tienden a tomar decisiones respecto al diagnóstico, pronóstico o plan de tratamiento en base a la revisión crítica de la mejor información científica disponible sobre dicho problema, en lo que se ha venido a denominar Odontología Basada en la Evidencia (OBE) (Mjör y cols., 2005).

En 1995, Derek Richards y Alan Lawrence publicaron el primer artículo sobre Odontología Basada en la Evidencia (Richards y Lawrence, 1995), a partir de un taller realizado sobre este tema en diciembre de 1994 en Templeton College, Oxford, que también dio lugar a la creación del *Centre for Evidence Based Dentistry*. En dicho trabajo, se establece como objetivo fundamental de la OBE el llevar al odontólogo general a buscar y tomar conciencia de la evidencia disponible con el objetivo de aplicarla para solucionar los problemas de la clínica diaria. Basándose en esta premisa, la OBE se podría definir como *“un enfoque de atención de salud bucal que requiere la integración juiciosa de la evaluación sistemática de evidencia científica clínicamente relevante, relacionada con las condiciones y antecedentes bucales y médicos de los pacientes, con sus preferencias y necesidades de tratamiento, y con las destrezas clínicas del odontólogo”* (ADA policy on Evidence-Based Dentistry, 2003).

Para Niederman y cols. (2002), el gran número de alternativas terapéuticas que se pueden ofrecer a un paciente ante un determinado problema de salud oral podría encontrarse asociado a tres factores: 1. El gran y creciente volumen de literatura disponible, 2. La capacidad de tomar decisiones clínicas del odontólogo, y 3. Las variaciones en el nivel de destreza clínica (Niederman y cols., 2002). Para intentar minimizar este problema, el objetivo general de la OBE se puede resumir en dos premisas: encontrar la mejor evidencia y permitir transferirla a un uso práctico. Este

proceso implica cuatro fases básicas (figura 1): generar una pregunta bien definida sobre un problema clínico buscando el mejor cuidado para nuestro paciente; buscar y seleccionar los recursos apropiados para encontrar evidencia válida y aplicable; revisar críticamente la aparente evidencia encontrada, integrando evidencias nuevas con la experiencia clínica del dentista y las preferencias del paciente; y, por último, aplicar toda esa información para ayudarnos en la práctica clínica (Richards y Lawrence, 1995; Sackett y cols., 1996; Lawrence, 1998; Ballini y cols., 2007).

Figura 1. El proceso de la OBE en la toma de decisiones clínicas.



Seguir el proceso de la OBE en la toma de decisiones clínicas aporta una serie de ventajas para el profesional (Richards y Lawrence, 1995):

1. Aumenta la efectividad con la que se usan resultados de investigación en la práctica clínica. De esta forma se potenciará el uso de nuevos y mejores tratamientos a la vez que dichos resultados harán que se dejen de utilizar tratamientos poco o nada efectivos.
2. Conlleva un uso más racional, eficaz y eficiente de los recursos disponibles. Las revisiones sistemáticas sobre materiales, por ejemplo, pueden permitir que se implante el uso de los más efectivos de una forma más rápida. Esto, además, evitará el cambio de materiales por otros nuevos que quizá no sean eficaces, conduciendo todo finalmente a un ahorro en recursos.

3. Hace al profesional confiar más en la evidencia que en consejos de autoridades sobre la materia para la toma de decisiones clínicas. Revisar regularmente la evidencia disponible puede desarrollar en los profesionales la destreza suficiente para evaluar evidencias por sí mismos basándose en su propia práctica clínica mejor que en libros de texto u opiniones de autoridades en la materia que pueden no estar actualizadas.
4. Permite al profesional monitorizar y mejorar el rendimiento clínico. El uso de estas habilidades debería permitir supervisar y desarrollar el rendimiento clínico de cada profesional.

Sin embargo, todo ese proceso, aparentemente sencillo, invita al profesional no versado en la práctica de la OBE a plantearse varias preguntas: ¿qué es una *buen*a evidencia? Y ¿cómo podemos encontrar buenas evidencias?

Para responder a la primera pregunta, debemos retroceder a la década de los 90, ya que los antecedentes de la aplicación de la evidencia en la práctica clínica fueron establecidos por Deborah Cook, Dave Sackett y colaboradores (Cook y cols., 1992; Sackett, 1993) quienes diseñaron “niveles de evidencia” para clasificar la validez de la evidencia sobre determinados diseños de investigación. Posteriormente, estos niveles de evidencia se clasificaron en “grados de recomendación” de los tratamientos o procedimientos estudiados. Estos niveles de evidencia se han ido adaptando a un buen número de disciplinas en lo que algunos autores denominan “práctica basada en la evidencia” (Ballini y cols., 2007). De forma general, se acepta que las revisiones sistemáticas y los ensayos clínicos aleatorizados representan el mejor nivel de evidencia, mientras que los casos clínicos y las opiniones de expertos son los que menor nivel de evidencia poseen. En cuanto a diagnóstico, pronóstico y causalidad, los estudios de cohortes y los estudios de casos y controles son a buen seguro los más apropiados, siempre y cuando estén bien definidos los criterios de inclusión y exclusión adoptados (Bader y cols., 1999; Jacob y Carr, 2000; Sutherland, 2001).

Para alcanzar un nivel de evidencia aceptable, es fundamental que el diseño de investigación sea el adecuado. Y para que éste sea bueno, debe poseer validez interna y externa (Jacob y Carr, 2000). Desde un punto de vista metodológico, el mejor experimento es aquél cuyo diseño excluye las explicaciones alternativas de los resultados, ya que, idealmente, los resultados de un experimento tendrán sólo una interpretación, que será que la variable independiente (VI) es la responsable de los cambios en la dependiente (VD). Así, las variables extrañas que puedan afectar los valores obtenidos en la VD suponen una amenaza para la validez experimental. Un experimento resulta válido en la medida que los resultados pueden ser atribuidos a la VI, y en el grado que se generalizan fuera del experimento. Si los resultados de un

experimento pueden ser atribuidos inequívocamente a la VI, se dice que el experimento es internamente válido. Por tanto, la validez interna se refiere al grado en que un experimento excluye las explicaciones alternativas de los resultados, es decir, al grado en que ciertamente la manipulación de la VI es responsable de los cambios en la VD. Cualquier factor o fuente que no sea la VI y que pudiera explicar los resultados es una amenaza para la validez interna. De esta forma, la validez interna es un mínimo básico sin el cual un experimento está abierto a múltiples explicaciones alternativas. Por su parte, la validez externa se refiere a la extensión y forma en que los resultados de un experimento pueden ser generalizados a diferentes sujetos, poblaciones, lugares, experimentadores, etc. Como ya se ha indicado, el objetivo de un experimento es demostrar las relaciones funcionales entre las variables independiente y dependiente, pero un objeto aún más amplio de la investigación es establecer relaciones generales valiosas. La validez externa, por tanto, dirige una pregunta más amplia, referente al grado con que pueden generalizarse los resultados de un experimento.

La clasificación jerárquica de los diseños de investigación se basa en la consideración de tres puntos clave del diseño del estudio, fundamentales para controlar los posibles sesgos (Jacob y Carr, 2000):

1. La forma en que los sujetos de estudio son asignados a los grupos.
2. Si la exposición a la intervención o los factores de causalidad están bajo control del investigador.
3. Si el resultado de interés estaba presente en el momento del reclutamiento (evaluación prospectiva o retrospectiva).

Cuanto más alto se encuentre el diseño de un estudio dentro de la jerarquía de investigación, más se minimizará el riesgo de introducir sesgos y mejor se distribuirán aleatoriamente las variaciones entre los grupos de estudio.

Ésta clasificación consta de 4 grupos, siendo los diseños del grupo A los que tratan de maximizar la validez interna del estudio en comparación con los diseños de los grupos B, C y D (Jacob y Carr, 2000):

- Grupo A:
Los diseños experimentales del grupo A parten de tres puntos clave:
 - Exposición a la intervención o factor causal controlados por el investigador.
 - Grupos control en todos los casos.
 - Efectos estudiados no presentes en el momento del reclutamiento.

Dentro de este grupo se engloban los ensayos clínicos aleatorizados y los ensayos clínicos cuasi-aleatorizados (cuya única diferencia con el anterior reside en la asignación de los individuos a los grupos de estudio, que se hace en función de alguna característica concreta, no con total aleatoriedad como en el primer caso).

- Grupo B:
Las características definitorias de este grupo son:
 - Exposición a la intervención o factor causal no controlados por el investigador.
 - Pueden o no utilizarse grupos control.
 - Efectos estudiados no presentes en el momento del reclutamiento.

En este grupo se incluyen los estudios de cohortes.

- Grupo C:
Los diseños experimentales de este grupo parten de tres puntos clave:
 - Exposición a la intervención o factor causal no controlados por el investigador.
 - Pueden o no utilizarse grupos control.
 - Efectos estudiados presentes en el momento del reclutamiento.

Dentro de este grupo se engloban los estudios transversales y los estudios de casos y controles.

- Grupo D:
Las características definitorias de este grupo son:
 - Exposición a la intervención o factor causal no controlados por el investigador.
 - No se utilizan grupos control.
 - Efectos estudiados podrían estar presentes en el momento del reclutamiento.

En este grupo se incluyen los estudios descriptivos y las opiniones de expertos.

A partir de esta clasificación jerárquica de los diseños de investigación se establecen los niveles de evidencia (Tabla 1) (Richards y Lawrence, 1995; Ballini y cols., 2007). La evidencia de primer nivel es aportada por varios ensayos clínicos aleatorizados bien realizados, por revisiones sistemáticas y por meta-análisis. El segundo nivel, lo

completan evidencias extraídas de al menos un ensayo clínico aleatorizado bien realizado. El tercer nivel incluye evidencia de ensayos clínicos no aleatorizados pero bien diseñados y publicados, estudios de cohortes, series temporales (análisis de supervivencia) o estudios de casos y controles. El cuarto nivel de evidencia que se describe lo forman estudios experimentales bien diseñados y el quinto y último nivel de evidencia lo constituyen las opiniones de autoridades respetadas, evidencias basadas en casos clínicos, estudios descriptivos o informes de comités de expertos en alguna materia.

Tabla 1. Niveles de evidencia.

Nivel 1. Evidencias de revisiones sistemáticas o múltiples ensayos clínicos aleatorizados bien diseñados.	MEJOR
Nivel 2. Evidencias de al menos un ensayo clínico aleatorizado bien diseñado.	
Nivel 3. Evidencias de ensayos clínicos no aleatorizados bien diseñados, estudios de cohortes, series temporales o estudios de casos y controles.	
Nivel 4. Evidencia de estudios experimentales bien diseñados.	
Nivel 5. Opiniones de expertos, estudios descriptivos o informes de comités de expertos.	

Extraído de Ballini y cols., 2007.

Finalmente, las conclusiones que arrojan los diversos diseños de investigación recogidos en los niveles de evidencia han sido agrupadas en lo que varios autores denominan grados de recomendación (Tabla 2) (Cook y cols., 1992; Ballini y cols., 2007) con el fin de considerar si el tratamiento o resultado tiene alguna relevancia clínica para aportar algún beneficio a la sociedad. Así, las recomendaciones de Grado A incluyen los estudios de Nivel 1 bien realizados; las recomendaciones de Grado B los estudios de Nivel 2 y 3 y aquellos de Nivel 1 poco consistentes; las de Grado C son aquellas procedentes de estudios de Nivel 4 o estudios poco consistentes de Nivel 2 y 3; y, por último, las recomendaciones de Grado D, que incluyen estudios de Nivel 5 y estudios problemáticos o no concluyentes de cualquier nivel de evidencia.

Tabla 2. Grados de recomendación.

Grado A	Estudios consistentes de Nivel 1
Grado B	Estudios consistentes de Nivel 2 y 3
Grado C	Estudios de Nivel 4
Grado D	Estudios de Nivel 5 ó estudios problemáticos o no concluyentes de cualquier nivel

Extraído de Ballini y cols., 2007.

Para responder a la segunda pregunta sobre dónde encontrar buenas evidencias, hay que conocer los pilares fundamentales en los que se sustenta la OBE. Estos podrían resumirse fundamentalmente en revisiones sistemáticas y meta-análisis, las colaboraciones Cochrane y las guías de prácticas clínicas (Sutherland, 2000).

Las revisiones sistemáticas constituyen la base de la aproximación a la evidencia. Por supuesto hay que separarlas y distinguirlas de las revisiones “narrativas” desarrolladas por expertos, generalmente de forma informal y subjetiva, y dirigidas hacia sus propios puntos de vista, siendo únicamente útiles para hacerse una idea general sobre un tema o describir la historia de un problema y su manejo (Cook y cols., 1997)

Las revisiones sistemáticas usan estándares explícitos para la valoración de la evidencia. Éstas se desarrollan con el mismo rigor con el que uno espera que se realicen las investigaciones primarias, consideradas “unidades de análisis”, usando criterios muy selectivos para su inclusión (Sutherland, 2000). La metodología de la revisión debe estar muy bien documentada y ser reproducible. La robustez de una revisión sistemática implica una pregunta claramente definida, una estrategia de búsqueda comprensible, criterios de inclusión muy claros, una forma de valorar la calidad metodológica de los trabajos incluidos, una correcta síntesis de los datos y un buen resumen de resultados (Sutherland, 2000).

Cuando los resultados de dos o más estudios pueden ser comparados estadísticamente, la revisión se denomina revisión sistemática cuantitativa ó meta-análisis. Usando esta técnica, el análisis estadístico de los resultados de múltiples estudios se realiza para obtener una única estimación del efecto, alcanzando una mayor precisión en la estimación e incrementando el poder estadístico para detectar el verdadero efecto de una intervención ante resultados enfrentados (Palmer y Sendi, 1999). Aunque no siempre es posible incluir un análisis estadístico en una revisión sistemática. Los ensayos clínicos controlados son difíciles de comparar entre sí porque suelen ser diferentes los unos de los otros en términos de la población estudiada, la intervención realizada o el resultado evaluado. Cuando los resultados de los trabajos analizados no pueden ser enfrentados estadísticamente pero usan un método científico muy riguroso para minimizar los sesgos, la revisión pasa a llamarse revisión sistemática cualitativa. Este tipo de revisión sistemática es muy valioso para resumir datos existentes, para ayudar a entender discrepancias en la evidencia disponible y para ayudarnos a definir futuras estrategias de búsqueda (Sutherland, 2000).

Las colaboraciones Cochrane parten de una organización internacional cuyo objetivo fundamental es construir y mantener una base de datos actualizada de las revisiones

sistemáticas de ensayos clínicos controlados y hacer que dicha base de datos sea accesible electrónicamente.

La historia de las colaboraciones Cochrane parte de la publicación en 1972 de *Effectiveness and Efficiency* por parte del epidemiólogo Archie Cochrane (Cochrane, 1972). En dicho trabajo insiste en el uso de la evidencia científica en la evaluación del cuidado de la salud en detrimento de la intuición, opiniones de expertos, experiencias anecdóticas o tradición. En 1992, se creó el Centro Cochrane en Oxford para facilitar la preparación y el mantenimiento de las revisiones sistemáticas para todas las áreas de la salud y, en 1993, el gran interés internacional que despertó dicho centro llevó al establecimiento de centros en Dinamarca, Canadá, Estados Unidos y Australia. En el año 2000 se contabilizaban quince centros Cochrane repartidos por todo el mundo (Sutherland, 2000).

La principal producción de la colaboración Cochrane es la biblioteca Cochrane, una biblioteca electrónica que contiene bases de datos de ensayos controlados y revisiones sistemáticas (Sutherland, 2000); y el *Handbook* o Manual de la colaboración Cochrane, que constituye una *“guía teórica y práctica que ha desarrollado la Colaboración Cochrane con el fin de que el proceso de elaboración de una revisión sistemática sea lo más riguroso y consistente posible. Contiene también los criterios más aceptados en el seno de aquella organización para resolver las cuestiones y dudas que no tienen una única respuesta, o sobre las cuáles no existe evidencia empírica donde sustentarlas”* (Manual de la Colaboración Cochrane, 1998).

Por último, las guías de práctica clínica son *“sistemáticas desarrolladas para asistir a los profesionales y pacientes en la toma de decisiones adecuadas para el cuidado de la salud en unas circunstancias determinadas”* (Field y Lohr, 1990). Es, por tanto, el objetivo de estas guías facilitar, que no dictar, una jerarquía en la toma de decisiones clínicas y proporcionar recomendaciones prácticas para ayudar a los profesionales a mejorar el cuidado que ofrecen a sus pacientes.

Las guías para prácticas clínicas basadas en la evidencia están muy bien estructuradas y usan métodos rigurosos, explícitos y reproducibles para recopilar y evaluar la evidencia. Dichas guías se basan en revisiones sistemáticas e incorporan valoraciones y preferencias de pacientes y profesionales. El proceso para desarrollar una buena guía de prácticas clínicas basadas en evidencias incluye revisiones externas y comentarios de aquellos que propiamente usarán las guías (Jadad, 1998).

Con independencia de conocer dónde buscar una buena evidencia, hay muchos retos a los que enfrentarse cuando se trata de poner en marcha una práctica basada en evidencias, generar revisiones sistemáticas de calidad o desarrollar guías basadas en la

evidencia que resulten útiles. Las principales barreras que nos encontramos para usar métodos basados en la evidencia en la práctica diaria incluyen falta de destreza a la hora de formular preguntas claras, ejecutar búsquedas electrónicas eficaces o evaluar la literatura. Sin embargo, estas habilidades pueden ser aprendidas por cada uno en cada una de las etapas de la práctica. Al igual que cualquier nueva destreza, existe una curva de aprendizaje y, con la experiencia, cualquier problema clínico será rápidamente enfocado como una pregunta a la que encontrar la mejor evidencia de la forma más eficiente (Sutherland, 2000).

Tras todo lo expuesto, podemos concluir que si se toman decisiones clínicas sobre la base de evidencia científica sólida, las acciones acometidas para la resolución de los problemas de salud bucodental se traducirán en una mayor eficacia de la asistencia odontológica, al orientar los esfuerzos y recursos en una línea de acción preventiva o terapéutica que proporcione excelentes resultados, con beneficios tangibles para el profesional y su clínica, y la imprescindible satisfacción del paciente. Visto desde este enfoque, el aprendizaje de herramientas para la aplicación de una práctica clínica basada en la mejor evidencia disponible, sería un valioso recurso con el que contaría el odontólogo para gestionar efectivamente su servicio de salud con altísimos niveles de calidad. También recuperaría el importante rol que está llamado a desempeñar dentro de las Ciencias de la Salud al contribuir al cuidado integral de la población, ya que podría minimizar las fallas en conocimiento con el fin de proporcionar la mejor atención posible al paciente (Sutherland, 2000; Forrest y Miller, 2002).

1.2. La importancia de la estadística. Conceptos básicos.

La estadística es la “Ciencia que se ocupa del estudio de fenómenos de tipo genérico, normalmente complejos y enmarcados en un universo variable, mediante el empleo de modelos de reducción de la información y de análisis de validación de los resultados en términos de representatividad” (Sánchez-Crespo y Manzano, 2002). De forma mucho más sencilla, podría definirse como la “disciplina que se ocupa del tratamiento de los datos numéricos derivados de grupos de casos” (Armitage y Berry, 1997). Es, por tanto, una herramienta necesaria para cualquier científico, ya que permite estimar la probabilidad de que un hecho aislado concreto genere el resultado que se ha obtenido en el trabajo de investigación, y que éste no se deba sólo a las condiciones del experimento o al azar. Además, la estadística, si se realiza correctamente, nos permitirá generalizar conclusiones a partir de nuestros datos. Estas conclusiones podrán ser utilizadas como base en el proceso de toma de decisiones, ya sea respecto a un diagnóstico, para realizar un juicio sobre el pronóstico o para decidir el mejor enfoque terapéutico en un determinado problema clínico (Martínez-González y cols., 2008).

De este modo, cualquier juicio de valor supone tener en cuenta, al menos, dos elementos: la magnitud de una observación y la variabilidad que se espera que tenga esa observación. Así, para cuantificar esa variabilidad biológica, cobra cada vez mayor relieve el uso de una poderosa herramienta que otorga la capacidad de establecer conclusiones sólidas: la Estadística (Pozo, 1999; Martínez-González y cols., 2008).

Para poder entender los principios básicos de la estadística, es fundamental tener claros algunos conceptos (Nortes-Checa, 1993; Armitage y Berry, 1997; Calatayud y Martín, 2003; Martínez-González y cols., 2008; Abt, 2010a; Abt, 2010b; Abt, 2010c):

Población es el conjunto global de miembros, elementos u objetos que estamos estudiando pero que generalmente resultan imposibles de abordar en su totalidad. Hay que diferenciar entre *Población*, que siempre es limitada, y *Universo*, que es ilimitado.

Una *muestra* es un grupo accesible de la población que es objeto de estudio. Si es suficientemente representativa, los resultados y conclusiones obtenidos de ella serán generalizables a la población de donde procede dicha muestra.

Una *variable* se puede definir como la propiedad con respecto a la cual los miembros, elementos u objetos de una población o muestra se diferencian en algo verificable, medible o cuantificable. En definitiva, es la característica medida en un estudio. Pueden ser variables dicotómicas (cuando sólo pueden tener dos valores o categorías)

o policotómicas (tendrán más de dos posibles valores o categorías). Las variables (al igual que los datos) pueden ser de tres tipos:

- Variables o datos categóricos. Como su propio nombre indica, los datos categóricos no responden a un orden, no hay uno mejor que otro, sólo se nombran o se clasifican los objetos, personas o características de la investigación. Algunos ejemplos comunes son el color de pelo, creencias religiosas, ciudad de origen... Sólo nos permiten discernir que un elemento de nuestra muestra es diferente de otro, no que sea mejor.
- Variables o datos ordinales, de rango o semicuantitativos. Expresan un orden de mayor a menor pero sin intervalo. Son una extensión de los datos categóricos pero con una diferencia importante: una categoría es siempre mejor o peor que otra. Un ejemplo sería la higiene oral, categorizable como pobre, regular, buena o muy buena. Podemos decir que una higiene “buena” es mejor que una higiene “regular”, pero no podemos decir que sea “el doble de mejor”.
- Variables o datos cuantitativos. Los datos cuantitativos son una extensión de los ordinales pero con una gran diferencia: aportan una precisión real con números y éstos poseen un significado. Como ahora son números con significado ya podemos decir que algo es el doble o el triple mejor que otra cosa.

En un experimento siempre vamos a tener al menos dos variables: una variable *independiente* (o “causa”) que actúa sobre otra variable, la variable *dependiente* (o “efecto”) que será aquel dato objeto de nuestro estudio y que estará estrechamente relacionada e influenciada por la variable independiente.

Pero ¿cómo pasamos de un dato recogido en una muestra a un dato representativo de la población? Necesitamos recurrir a la *Inferencia Estadística*, que no es sino el conjunto de herramientas que permiten pasar de lo particular de la muestra, a lo general de la población. Estas herramientas son los test de contraste de hipótesis y las medidas de magnitud del efecto.

Los **test de contraste de hipótesis** parten de dos elementos fundamentales, que son la *hipótesis nula* (H_0) y la *hipótesis alternativa* (H_1). La hipótesis nula se podría definir como aquella que postula que no hay diferencias entre los dos parámetros estudiados. Es la hipótesis sobre la que decidiremos si se debe rechazar o aceptar y generalmente es lo opuesto a la hipótesis inicial que pretendemos demostrar. Suele redactarse como una negación o igualdad. La hipótesis alternativa, como es de suponer, es lo opuesto a la hipótesis nula. Tratemos de ilustrar esta información con un ejemplo. Si quisiésemos comparar la eficacia de dos analgésicos A y B, uno de uso común frente a un nuevo

fármaco, la hipótesis nula se podría redactar como “no existen diferencias en el efecto de ambos fármacos” o “el efecto de ambos fármacos es el mismo”. Por el contrario, la hipótesis alternativa sería “existen diferencias en el efecto entre ambos fármacos”.

Realizar un test de inferencia estadística siempre lleva asociado una cierta probabilidad de error, debido a que no trabajamos con la población completa sino con una muestra de la misma (Nortes-Checa, 1993; Abt, 2010c). Así el azar puede llevar a dos situaciones de error (tabla 3):

1. Rechazar la hipótesis nula siendo ésta verdadera: *Error tipo I o error α* . Este tipo de error daría lugar a los falsos positivos, es decir, concluir que existen diferencias entre los grupos de estudio cuando realmente no las hay.
2. Aceptar la hipótesis nula siendo esta falsa: *Error tipo II o error β* . Este tipo de error desembocaría en los falsos negativos, es decir, concluir que no existen diferencias entre los grupos de estudio cuando realmente sí que las hay.

Tabla 3. Tipos de error.

		Muestra	
		Decisión del test por:	
		H_0	H_1
Población	H_0	CORRECTO	Error tipo I (α) Falso positivo
	H_1	Error tipo II (β) Falso negativo	CORRECTO

Con el fin de controlar y minimizar los errores implícitos de todo contraste de hipótesis, debemos manejar los conceptos de *seguridad* y *potencia*. La seguridad se define como el porcentaje de casos en que el test de contraste de hipótesis no hallará diferencias significativas cuando realmente no existan (verdaderos negativos). Es el complementario del error alfa ($1-\alpha$), siendo frecuente el uso de una seguridad de entre el 95 y el 99% (es decir, se aceptaría un error α de entre el 1 y el 5%). La potencia, por su parte, se definiría como el porcentaje de casos en que el test de contraste de hipótesis hallaría diferencias significativas siendo éstas reales (verdaderos positivos). Es el complementario al error beta ($1-\beta$), y el valor que se usa como referencia es siempre superior al 80% (es decir, se suele aceptar un error beta como máximo del 20%) (Martínez-González y cols., 2008).

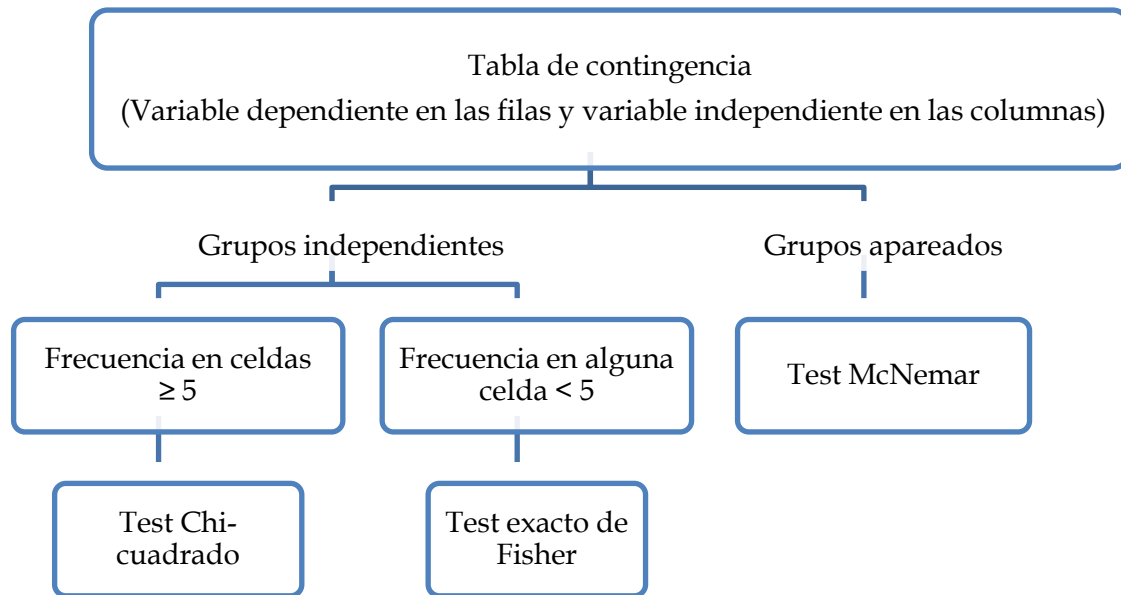
Con independencia del inevitable error asociado a cualquier test de contraste de hipótesis, hemos de tener en cuenta que el uso de cualquier método estadístico es válido sólo cuando la población bajo consideración satisface los supuestos matemáticos del método. En este sentido, las decisiones sobre el tipo de análisis estadístico más adecuado para cada diseño de investigación dependen, en primer lugar, de la naturaleza de los datos que se hayan recogido. Los datos, como ya se dijo anteriormente, pueden ser categóricos, ordinales o cuantitativos (Koch y Beck, 1992; Calatayud y Martín, 2003; Abt, 2010b).

A continuación, para conocer si los resultados obtenidos en la muestra concuerdan con la hipótesis planteada en la población, se utilizan los tests de inferencia estadística ó contraste de hipótesis, que aportan unos valores de significación de los resultados expresado por el valor p . Los valores p muestran el acuerdo de los resultados con la hipótesis planteada. Puesto que cada uno de estos test de contraste de hipótesis lleva asociada una metodología determinada, el valor p dependerá del test estadístico utilizado (Greenhalgh, 1997).

No debemos olvidar que cada test de inferencia estadística tiene unas condiciones de aplicación muy bien definidas, y éstas dependen fundamentalmente del tipo de variable, la forma en que ésta se mide y de la distribución de los datos obtenidos. Trataremos de esquematizar estas condiciones en las siguientes líneas.

Cuando la variable independiente es cualitativa y la variable dependiente es cualitativa también, los datos son representados mediante porcentajes o proporciones de los sujetos de estudio que presentan una determinada característica. En estos casos, los test de inferencia estadística a aplicar (Figura 2) serán los test de la Chi cuadrado (cuando las mediciones se realizan una única vez en cada individuo, es decir, se hacen mediciones independientes) y de Mc-Nemar (cuando cada sujeto de estudio recibe más de una medición, lo que se denominan medidas repetidas o apareadas). Cuando la muestra es muy pequeña (consideramos esta situación cuando el número de individuos en cada celda de la tabla de resultados es menor a 5) y los grupos son independientes, es más correcto utilizar alguna de las variantes del test de la Chi cuadrado, como pueden ser el test exacto de Fisher o la Chi cuadrado con una corrección de Yates (Yates, 1934; Fisher y Yates, 1963; Armitage y Berry, 1997; Greenhalgh, 1997; Burgos-Rodríguez, 1998; Martínez-González y cols., 2008; Abt, 2011a).

Figura 2. Test para comparación de proporciones.



Cuando la variable independiente es cualitativa y la variable dependiente es cuantitativa, los resultados son expresados en medias comparadas. En estos casos, la aplicación de los test se rige por dos normas básicas (Altman, 1991; Greenhalgh, 1997; Martínez-González y cols., 2008):

- Normalidad de la distribución de los datos de cada grupo. Debemos comprobar si la variable que se compara (variable dependiente) sigue o no una distribución normal, es decir, una distribución que se ajuste aproximadamente a una campana de Gauss, coincidiendo la media, mediana y moda en cada grupo de datos (Abt, 2011a). Existen diversas formas de comprobar la normalidad en la distribución de un grupo de datos, pero quizá la forma más sencilla sea mediante los test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ó de Shapiro-Wilks. Estos deben realizarse por separado a cada uno de los grupos. Si el valor p correspondiente al test de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilks es inferior a 0,05, asumimos que los datos no siguen una distribución normal (Altman, 1991; Greenhalgh, 1997; Martínez-González y cols., 2008).
- Homogeneidad de varianzas (Homecedasticidad). Si la distribución de los datos se ajusta a la normalidad, se debe conocer si las varianzas de dichos grupos de datos son iguales (o sea, homogéneas). Para ello, hay numerosos test que permiten conocer la igualdad de varianzas. El test más utilizado cuando se analizan datos a través de programas informáticos como SPSS es el test de Levene.

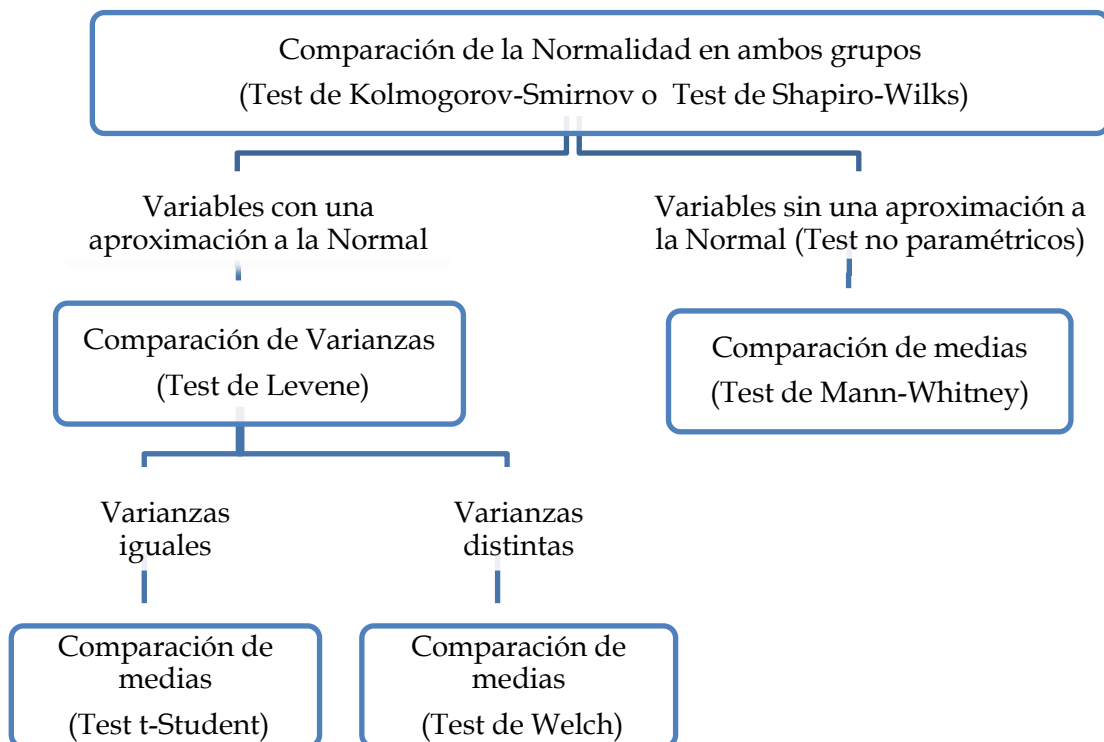
Si el valor p correspondiente al test de Levene es inferior a 0,05, asumimos que las varianzas son distintas (Levene, 1960; Martínez-González y cols. 2008).

Una vez analizadas las características de los grupos a comparar, contamos con un test de contraste de hipótesis para cada uno de los supuestos que derivan de las pruebas de normalidad y de igualdad de varianzas (Figuras 3 a 6).

Así, cuando comparamos dos grupos de datos independientes y sus datos siguen una distribución normal con igualdad de varianzas, utilizaremos el test paramétrico de la t de Student. Si por el contrario las varianzas fuesen distintas (heterocedasticidad), se debe emplear otra variedad del t -test y que se denomina aproximación o test de Welch (Figura 3) (Welch, 1951; Burgos-Rodríguez, 1998; Martínez-González y cols., 2008; Abt, 2011a).

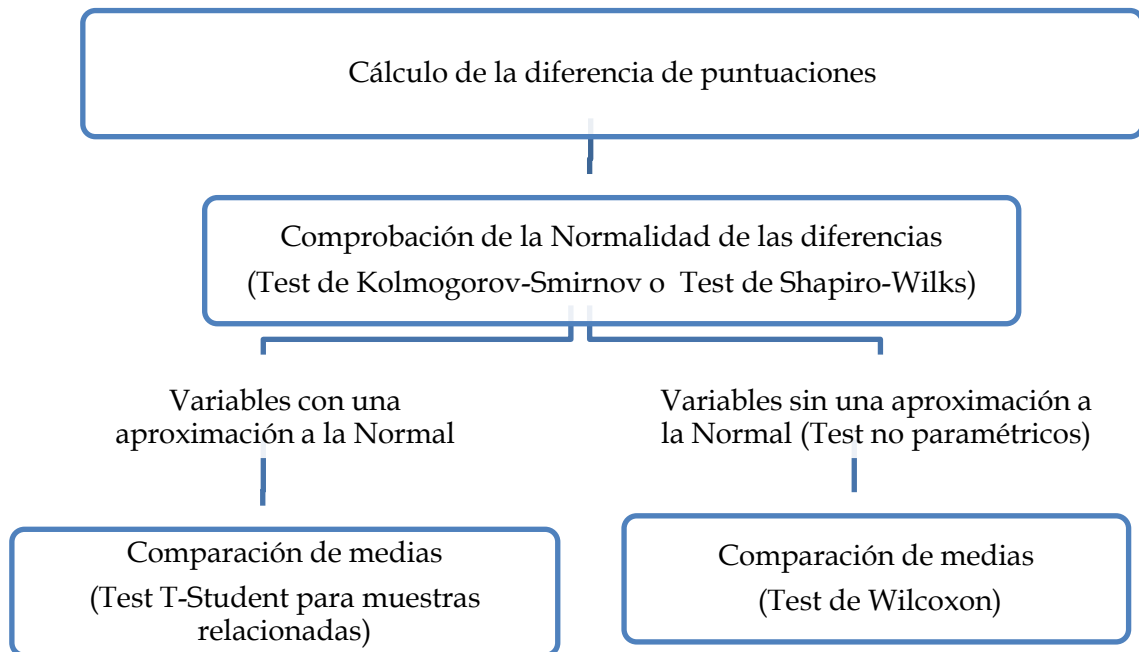
Si el contraste de hipótesis se realiza sobre dos grupos de datos independientes que no siguen una distribución normal, ya no es necesario calcular la igualdad de varianzas, ya que sobre dichos datos se aplican test no paramétricos, en el caso de sólo comparar dos grupos concretamente el test de la U de Mann-Whitney (Figura 3) (Mann y Whitney, 1947; Altman, 1991; Armitage y Berry, 1997; Burgos-Rodríguez, 1998; Martínez-González y cols., 2008; Abt, 2011a).

Figura 3. Comparación de medias en dos grupos independientes.



Por otro lado, cuando comparamos dos grupos de datos relacionados en primer lugar se genera una nueva variable, la variable “diferencia”, calculada a partir de la diferencia entre los valores medidos. Seguidamente, comprobaremos si la nueva variable sigue una distribución normal. Si sigue una distribución normal, el test más apropiado es un test paramétrico, el de la T de Student para muestras relacionadas. Si por el contrario, las diferencias no siguen una distribución normal, es más adecuado el uso de pruebas no paramétricas, concretamente el Test de Wilcoxon (Figura 4) (Wilcoxon, 1945; Burgos-Rodríguez, 1998; Martínez-Gozález y cols., 2008).

Figura 4. Comparación de medias en 2 grupos relacionados (medidas repetidas o datos apareados).



En numerosas ocasiones, los contrastes de hipótesis se realizan sobre variables cuantitativas con tres o más grupos de estudio. En estos casos, los test de inferencia que se utilizan son diferentes (Figuras 5 y 6).

Así, si tenemos tres o más grupos independientes (Figura 5) con una distribución normal y varianzas iguales, realizaremos una comparación global de medias mediante un test paramétrico de análisis de varianza o ANOVA (acrónimo inglés de *ANalysis Of VAriance*). Si este da un resultado significativo, nos interesará obtener comparaciones dos a dos entre los grupos mediante los test de Tukey y de Bonferroni, dependiendo de que los grupos sean o no de igual tamaño respectivamente (Altman, 1991; Burgos-Rodríguez, 1998; Martínez-Gozález y cols., 2008).

En el caso de tener grupos de datos con una distribución normal pero varianzas distintas, el test a aplicar para el cálculo de diferencias globales será el test de Welch (Welch, 1951); realizando posteriormente comparaciones dos a dos con el test de Dunnett siempre que el primero haya aportado diferencias globales significativas (Altman, 1991; Armitage y Berry, 1997).

Por último, para la comparación de tres o más grupos independientes, puede darse el caso de que los datos de dichos grupos no sigan una distribución normal, caso en el que deben someterse a un test no paramétrico, el test de Kruskal-Wallis (Kruskal y Wallis, 1952; Altman, 1991). En caso de obtener diferencias significativas globalmente, podemos realizar comparaciones dos a dos con el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney.

Igualmente, podemos encontrarnos con la necesidad de comparar las medias de tres o más grupos relacionados. En este caso, se comenzaría, igual que para la comparación de medias de dos grupos relacionados, con el cálculo de la diferencia de puntuaciones. Posteriormente, se aplicarían pruebas de normalidad a cada uno de los grupos. Si dichas pruebas arrojan como resultado que los datos siguen una distribución normal, el test más adecuado sería el ANOVA para muestras relacionadas y, posteriormente y siempre que este haya arrojado diferencias globales significativas, realizar comparaciones dos a dos con el test de la T de Student para muestras relacionadas. Si por el contrario las pruebas de normalidad muestran una distribución no normal, sería más apropiado el uso de test no paramétricos, en este caso el test de Friedman (Friedman, 1937). En caso de que este aportara diferencias globales, las comparaciones dos a dos se realizarían con el test de Wilcoxon.

Figura 5. Comparación de medias en 3 o más grupos.

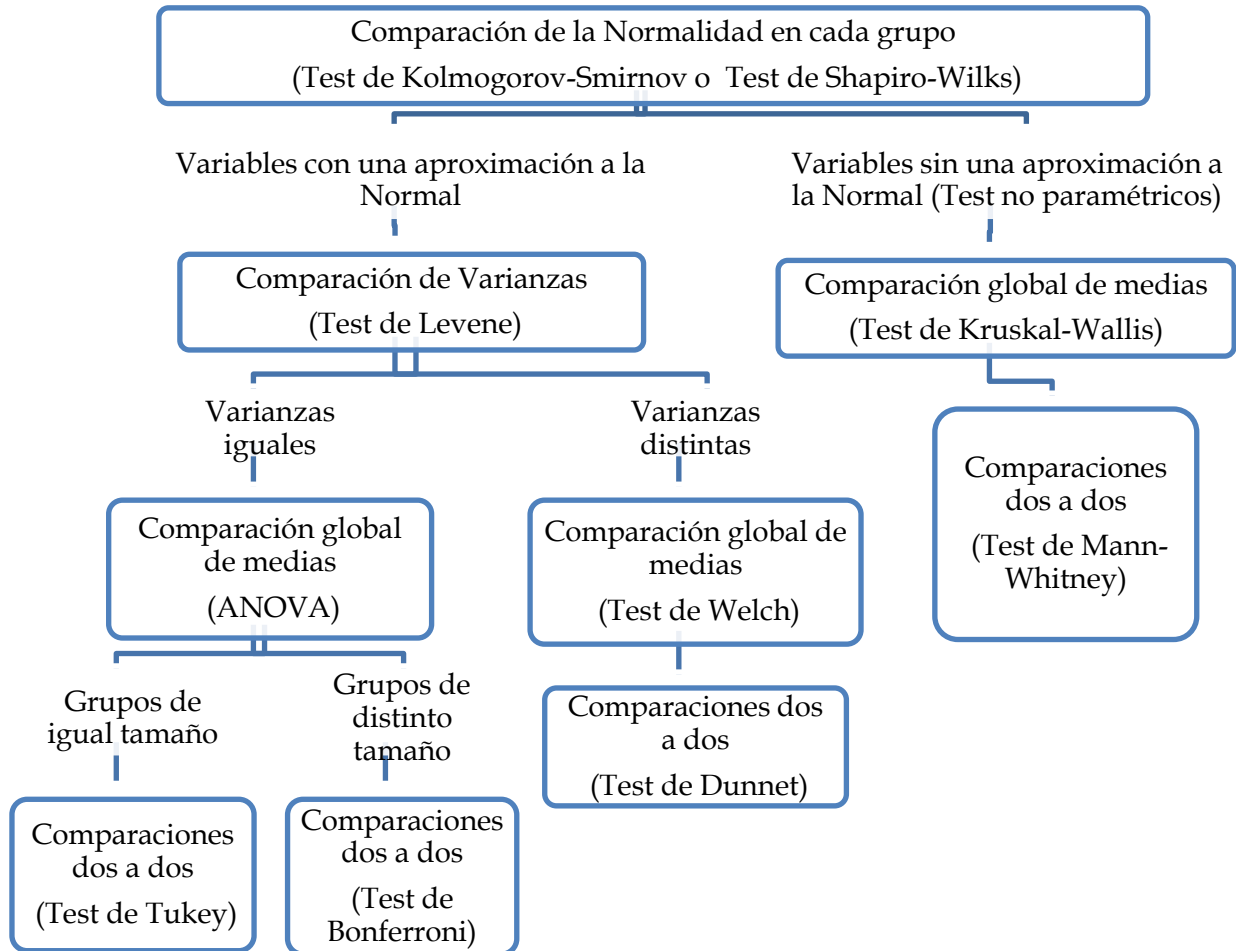
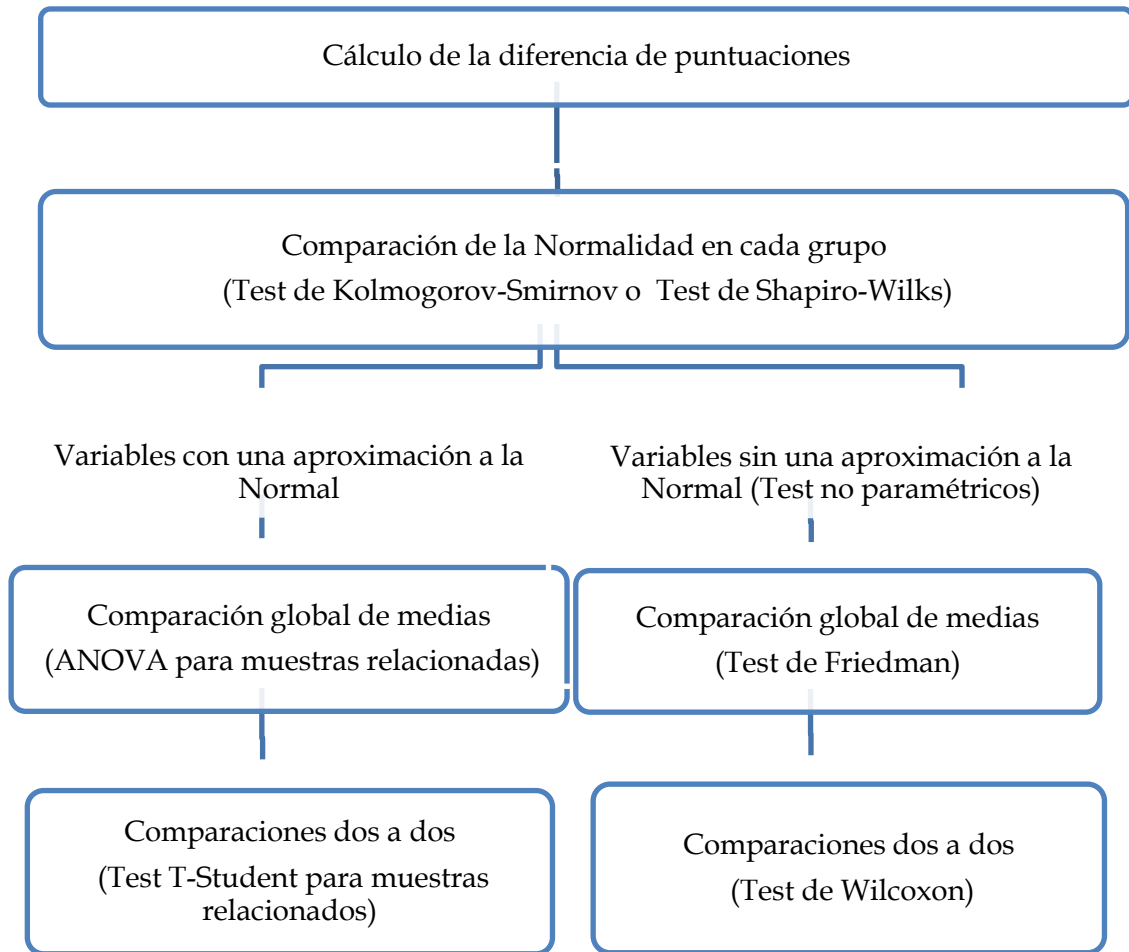


Figura 6. Comparación de medias en 3 o más grupos (medidas repetidas o datos apareados).



La significación estadística no debería ser la única referencia de la que deriven las conclusiones de un estudio. En este sentido, otro grupo de herramientas estadísticas importantes cuando se evalúa el resultado de una intervención en una muestra son las denominadas **medidas de la magnitud del efecto**. Éstas ayudan a establecer la “importancia” o valor clínico de los resultados obtenidos en la muestra a la hora de trasladarlos a la población general.

Una diferencia estadísticamente significativa no es sinónimo de una significación clínica. Por tanto, las conclusiones del estudio deben estar basadas en la interpretación estadística, pero también en la magnitud del efecto encontrado y por supuesto han de ser interpretados desde el conocimiento y la experiencia clínica. Por ejemplo, un valor estadísticamente significativo de una T de Student nos permite afirmar que la diferencia entre las medias de las poblaciones representadas por esas dos muestras no es cero (con más propiedad, que es muy improbable que sea cero) pero no hay relación

entre el valor de p y la magnitud de la diferencia, porque el valor de p no depende solamente de la diferencia entre las dos medias, sino de las varianzas de las muestras y sobre todo del tamaño de las muestras. Meelh, en 1978, ya afirmaba que construir la ciencia *rechazando hipótesis nulas es un terrible error, un procedimiento básicamente inadecuado, una pobre estrategia científica y una de las peores cosas que han sucedido en la historia* (Meelh, 1978).

Para obviar este problema, o al menos para minimizarlo e interpretar mejor los resultados de un estudio, lo ideal es calcular la *magnitud* o *tamaño del efecto*. La expresión *efecto* se refiere obviamente al resultado de un tratamiento experimental, o consecuencia asociada a una determinada variable independiente. El *tamaño del efecto* se ha explicado de diversas maneras: *nos dice cuánto de la variable dependiente se puede controlar, predecir o explicar por la variable independiente* (Snyder y Lawson, 1993) o *en qué grado la hipótesis nula es falsa* (Cohen, 1988); en definitiva el tamaño del efecto, como la misma palabra *tamaño* expresa, nos va a permitir hablar de magnitudes, de diferencias grandes o pequeñas y, por consiguiente, de la relevancia de la diferencia encontrada.

Cuando se pretende estimar la magnitud del efecto en el caso de variables cualitativas o categóricas, se calcula la *Odds Ratio* (OR). Esta medida de riesgo permite determinar, en primer lugar, si existe asociación entre ambas variables, y, a continuación, determinar la fuerza de esa asociación permitiendo, por tanto, estimar más adecuadamente el impacto de, por ejemplo, una medida terapéutica (Calatayud y Martín, 2003; Abt, 2011a; Abt, 2011b). Una OR de 1 significaría que la razón o riesgo de estar expuesto a un determinado evento es la misma en los casos con una determinada característica que en los controles sin ella.

Por su parte, cuando se estudian variables cuantitativas, la magnitud del efecto se obtiene mediante el cálculo de los *Intervalos de Confianza* (ICs). Estos, podrían definirse como el rango de valores en el que se “confía” que se encuentra el verdadero valor poblacional de la variable medida, con un porcentaje de confianza que se establece previamente. Por ejemplo, para un IC del 95%, se conoce que de cada 100 veces que se repita el proceso, 95 aportarán intervalos que contendrán al parámetro poblacional. Obviamente, cuando se necesita seguridad, se puede aumentar el nivel del intervalo al 99%.

De los párrafos anteriores se deduce que la estadística es el vehículo que permite llevar a cabo el proceso relacionado con la investigación científica. Por tanto, la utilización de métodos estadísticos apropiados es fundamental para obtener conclusiones válidas a partir de cualquier experimento científico.

Gardenier y Resnik (2002) y Krithikadatta y Valarmathi (2012) insisten en que un mal uso de la estadística puede darse incluso en ausencia de resultados erróneos o distorsionados y que, derivado de ello, metodologías debidamente justificadas y discutidas correctamente pueden fracasar si el diseño estadístico es inapropiado. Para estos autores, un mal uso de la estadística puede proceder de la falta de información relevante sobre el método usado o del diseño experimental desarrollado. Por tanto, se podría decir que existen dos tipos de malos usos de la estadística: usar métodos, técnicas o modelos estadísticos que puedan generar resultados distorsionados o artificiales; y escatimar en la aportación de información relevante sobre la metodología estadística desarrollada (Gardenier y Resnik, 2002).

Sin embargo, el mal uso de la metodología estadística es un fenómeno, por desgracia, bastante común. Así, al menos en diferentes campos de la Medicina, hay evidencia de que una amplia proporción de trabajos de investigación publicados contienen errores estadísticos. Schor y Karten (1966) revisaron 295 artículos publicados en 10 revistas médicas, concluyendo que sólo el 28% de ellos era aceptable desde el punto de vista de la estadística, el 68% era deficiente y el 5% inaceptable. Gore y cols. (1977), encontraron que de 62 trabajos publicados en el *British Medical Journal*, 32 (51.6%) incluían al menos un error estadístico. McGuigan (1995), examinó 164 artículos publicados en una revista de Psiquiatría encontrando errores estadísticos graves en el 40% de ellos. Por su parte, la investigación de Welch y Gabbe (1996) mostró que en el 19% de los 145 trabajos publicados en una revista de Obstetricia y Ginecología (*American Journal of Obstetrics and Gynecology*) contenían errores estadísticos que derivaban en conclusiones erróneas del trabajo. Los mismos autores publicaron unos años después un trabajo muy similar (Welch y Gabbe, 2002) en el que comparaban la metodología estadística de los trabajos publicados en dicha revista (*American Journal of Obstetrics and Gynecology*) en 1994 y en 1999, mostrando que hasta un 56,4% de los trabajos publicados en 1999 eran correctos desde el punto de estadístico, frente a tan sólo un 30,3% en 1994. Los autores llegaron a la conclusión que esta mejora cualitativa en la metodología estadística podría estar vinculada a dos factores: por un lado a una mejor formación estadística por parte de los autores y por otro a un cambio en la actitud de los editores respecto a la importancia de la metodología estadística. Pese al dato anterior, Kuo (2002) revisó 178 artículos publicados entre Enero y Junio de 2000 en varias revistas médicas (*BMJ*, *JAMA*, *The Lancet* and *The New England Journal of Medicine*), encontrando que al menos el 60% de los artículos incluía errores estadísticos.

En Odontología, las revisiones sobre la calidad de la metodología estadística de los trabajos de investigación, aunque escasas, están experimentando un cierto auge en los últimos años. Estas revisiones se han centrado, fundamentalmente, en las áreas de la Periodoncia e Implantología.

En este sentido, cabe citar el trabajo de Galgut y O'Mullane (1998) que pone de manifiesto los problemas de que adolecen los ensayos clínicos sobre salud gingival. En concreto, los autores detectaron una gran variabilidad entre los distintos estudios en lo referente a las puntuaciones utilizadas para valorar el sangrado gingival o la profundidad de sondaje, así como en el tratamiento estadístico de esos datos. Además, mientras en algunos estudios se analizaban los datos obtenidos de la exploración de todos los dientes, otros incluían sólo los registrados en los dientes con una mayor afectación periodontal, para reducir la dispersión de dichos datos y los valores extremos.

Ambrosano y cols. (2004) analizaron la calidad de la metodología estadística de los artículos publicados en 3 revistas brasileñas y 4 revistas internacionales de impacto entre los años 1970 y 2000. Para ello, clasificaron los trabajos a analizar en dos periodos temporales (1970-1989 y 1990-2000), y compararon la prevalencia y tipo de errores encontrados entre estos dos intervalos así como entre ambas categorías de artículos; es decir, artículos publicados en revistas brasileñas frente a los publicados en revistas internacionales. Entre los errores encontrados con mayor frecuencia, cabe citar el uso del test de Student sobre variables con más de dos grupos de estudio, presentar una desviación estándar con datos ordinales y discutir únicamente la significación de los resultados sin tener en cuenta su relevancia clínica (Ambrosano y cols., 2004). Así mismo, constataron que, a pesar de que el uso de test estadísticos aumentó en los artículos del segundo período temporal respecto a los artículos incluidos en el primero, el porcentaje de errores estadísticos encontrados en los trabajos del segundo periodo temporal era menor, especialmente dentro de los trabajos publicados en las revistas internacionales de impacto.

Tu y cols. (2004) analizaron los errores que afectaban a los estudios en que se aplicaban análisis multivariantes como tratamiento estadístico de los datos obtenidos en ensayos clínicos controlados en Periodoncia e Implantología. Según estos autores, el error más frecuente es la colinealidad y multicolinealidad de las variables que se introducen en el modelo multivariante, de forma que es muy fácil introducir en el modelo final variables que no influyen realmente sobre el problema estudiado, generando resultados distorsionados e irreales. En un estudio posterior, estos autores (Tu y cols., 2005) corroboraron que esta problemática afectaba también a trabajos publicados en otras áreas como la Microbiología Oral y la Cirugía Oral.

Blance y cols. (2007) analizaron algunos de los puntos más relevantes a tener en cuenta para el diseño adecuado de los ensayos clínicos aleatorizados en Odontología. Concretamente, hacen hincapié en la importancia de controlar la potencia estadística, la randomización y las posibles interacciones entre los datos iniciales y postratamiento.

Baccaglini y cols. (2010) recopilaron ejemplos de errores cometidos en trabajos de investigación en Medicina Oral durante el diseño del estudio, el manejo de los datos, el análisis estadístico y la presentación de los resultados. En sus conclusiones recomiendan la intervención de un epidemiólogo o estadístico en todo trabajo de investigación para optimizar la eficiencia del estudio, minimizar potenciales fuentes de error y documentar el plan analítico (Baccaglini y cols., 2010).

Kim y cols. (2011) revisaron 418 trabajos publicados entre 1995 y 2009, seleccionados aleatoriamente de 10 revistas dentales. En función de la calidad de la metodología estadística utilizada, los clasificaron como aceptables o con fallos estadísticos. En sus conclusiones recogen que el 51,5% de los trabajos revisados presentaba, al menos, un error estadístico, siendo este porcentaje ligeramente inferior al presentado en la literatura médica.

De lo anterior se deduce que el análisis de la calidad de la metodología estadística es un tema que preocupa dentro del ámbito de la investigación dental. Así mismo, queda claro que las revisiones que analizan la calidad de la metodología estadística en los trabajos de investigación, se circunscriben a áreas odontológicas muy determinadas. Así, por ejemplo, en el área concreta de la Odontología Conservadora no existe información previa sobre la prevalencia de publicaciones que contengan errores estadísticos. Por otra parte, como dijimos con anterioridad, la mayoría de los estudios sobre la idoneidad de los métodos estadísticos utilizados en investigación, se centran en la revisión de estudios observacionales y clínicos, siendo infrecuentes las revisiones sobre la metodología estadística utilizada en estudios experimentales.

En relación a los criterios utilizados para seleccionar los trabajos que se revisan, cuando los artículos revisados pertenecen a varias disciplinas, la selección de los mismos se realiza aleatoriamente a partir de revistas incluidas en JCR. Otras veces el criterio utilizado es el factor de impacto de esos artículos o de las revistas en que aparecen publicados. No obstante, son muy raras las revisiones sobre trabajos de investigación que estén centrados en una temática o línea de investigación concreta.

Finalmente, es importante señalar que la mayoría de los estudios revisados sobre errores o mal uso de la estadística en el área odontológica se han limitado a detectar errores, pero no han intentado determinar cuál es el impacto real que una metodología estadística incorrecta puede tener sobre las conclusiones finales de los trabajos de investigación.

1.3. Los estudios de microfiltración.

La calidad de la unión entre el material restaurador y el diente constituye uno de los principales factores que condicionan el éxito y longevidad tanto de las restauraciones dentales como de los tratamientos endodónticos. Así, respecto a las obturaciones dentales, una deficiente adaptación marginal o un sellado defectuoso pueden originar hipersensibilidad postoperatoria, tinción marginal, caries secundaria e inflamación pulpar (Kidd, 1976; Alani y Toh, 1997; Heintze, 2007). En relación a los tratamientos endodónticos, hasta ahora, no existe ninguna técnica que asegure la completa eliminación de las bacterias existentes, pudiendo quedar siempre algunas atrapadas en el sistema de conductos radiculares. Por tanto, un sellado hermético es fundamental para asegurar el aislamiento entre el conducto y los tejidos periapicales, y prevenir así la infección o reinfección de la zona apical (Peters y cols., 1995; Camps y Pashley, 2003).

Por esta razón, durante décadas, una de las áreas más productivas en investigación en Odontología Conservadora ha estado relacionada con la valoración de distintas técnicas y materiales destinados a conseguir un sellado adecuado de las cavidades dentarias y de los conductos radiculares. Aunque, indudablemente, los estudios clínicos a largo plazo constituyen el instrumento más eficaz para juzgar el comportamiento de cualquier material o técnica de obturación, la rapidez con que éstos evolucionan resulta un grave inconveniente de este tipo de estudios ya que, a veces, cuando se obtienen resultados sobre un determinado producto, éste ya no está disponible en el mercado. Por tanto, los test de laboratorio que evalúan dichos materiales bajo condiciones que imitan las de su uso clínico, constituyen una alternativa que consume menos tiempo y es, económicamente, más favorable.

La capacidad de sellado de los materiales y técnicas restauradoras o de obturación radicular pueden evaluarse por distintos test *in vitro*, aunque los más utilizados en la literatura evalúan la microfiltración, es decir, la percolación de bacterias, tintes, gases u otros marcadores a través de la interfase que se genera entre el material restaurador y los tejidos dentarios (Kidd, 1976; Wu y Wesselink, 1993; Alani y Toh, 1997; Gómez y cols., 1997; Raskin y cols., 2001; Camps y Pashley, 2003; Heintze, 2007; De-Deus, 2008).

Los métodos de estudio de la microfiltración en **restauraciones directas** han sido ampliamente utilizados desde hace décadas. Taylor y Lynch recogen en un trabajo de 1992 que, ya en 1861, Tomes realizaba trabajos de microfiltración, examinando con un microscopio los márgenes de restauraciones de amalgama (Taylor y Lynch, 1992). Posteriormente se comenzó a experimentar con la filtración de colorantes indicadores

en los márgenes de las restauraciones. Desde estos primeros trabajos, incontables investigadores han estudiado la filtración de los materiales con el propósito de mejorar el sellado marginal de los mismos. Actualmente, los estudios de microfiltración se pueden agrupar en: técnicas con aire a presión, estudios bacteriológicos, estudios con radioisótopos, análisis de la activación de neutrones, estudios electroquímicos, microscopía electrónica de barrido, marcadores químicos, estudios de penetración de colorantes o de movimiento hidrodinámico de fluidos. Algunos de ellos, están en desuso, como los métodos con aire a presión o los estudios electroquímicos. Otros no son operativos por su alto grado de sofisticación o por su coste, como ocurre con los estudios con radioisótopos o con los análisis de la activación de neutrones. Finalmente, los hay también muy poco específicos, como los estudios bacteriológicos. En definitiva, dada su disponibilidad y sencillez, los estudios de penetración de colorantes son los más utilizados en la actualidad (Gómez y cols., 1997; Heintze, 2007).

En síntesis, estos últimos consisten en la introducción del diente extraído y restaurado en una solución del colorante por un tiempo predeterminado. Las muestras pueden sufrir o no termociclado o ciclado mecánico antes ó durante la inmersión en el colorante. Después de un lavado exterior, se secciona la muestra y se observa con una determinada magnificación. Así se determina la extensión de la filtración a lo largo de la interfase, al hacerse claramente visible el colorante en contraste con el color del diente. Para ello, el colorante ha debido ser arrastrado, con su vehículo, a través del espacio de la interfase, depositándose en ella y no siendo eliminado en los procesos posteriores (lavado, corte).

En relación a la metodología utilizada en estos trabajos, la norma ISO/TS 11405:2003 "*Dental Materials. Testing of Adhesion to Tooth Structure*" (sustituta de la anterior Norma ISO 11405:1994 "*Dental materials-Guidance on testing of adhesion to tooth structure*") constituye una guía general para los test que valoran las características de la adhesión de los materiales de restauración a los tejidos dentales; especificando aspectos concretos de la selección, conservación, manipulación del sustrato y otras características esenciales que deben cumplir esos procedimientos de laboratorio (ISO 11405:2003).

En el caso concreto de los test de microfiltración, la citada norma hace hincapié en la necesidad de normalizar la calidad de los dientes, el tipo de preparación cavitaria y la forma de valorar la microfiltración marginal. Concretamente, dicha norma propone una escala ordinal con valores entre 0 (ausencia de microfiltración) y 3 (microfiltración alcanza la pared axial de la cavidad) para la valoración de este parámetro, indicando que los resultados obtenidos se tratarán con pruebas estadísticas no paramétricas, aunque no especifica la prueba a realizar.

Sin embargo, las escasas evaluaciones sistemáticas sobre la metodología utilizada en los estudios de microfiltración de colorantes, indica una ausencia total de estandarización (Heintze, 2007).

De hecho, los diferentes trabajos difieren respecto al substrato utilizado (dientes humanos o bovinos), las dimensiones de las cavidades que se prepararon o el periodo de almacenaje hasta la aplicación del colorante. Además, se puede constatar que la gama de colorantes utilizados es amplísima, y su selección suele ser arbitraria, sin tener en cuenta el tamaño de las partículas ni su pH. Tampoco hay estandarización en las concentraciones y los tiempos utilizados, lo cual hace imposible la comparación de resultados entre distintos trabajos, dado que la velocidad de penetración de un colorante varía mucho según la concentración a la que se encuentre. Por otra parte, la visualización de la microfiltración se suele realizar en cortes, generalmente arbitrarios, lo cual por un lado nos da una visión bidimensional de la restauración y de la filtración, y por otro hace que los datos que obtenemos sean parciales ya que no vemos toda la interfase, sino solamente las zonas que coinciden con los cortes. En algunos estudios, incluso, el sistema utilizado es el de un solo corte central.

Por otra parte, estos estudios no suelen imitar las condiciones fisiológicas, ya que el tiempo y las condiciones de almacenaje de los dientes, así como la ausencia de la presión intrapulpar que mantiene el fluido dentinario fisiológico pueden alejar los resultados de la realidad (Taylor y Lynch, 1992; Gómez y cols., 1997). Finalmente, los trabajos que han valorado la influencia del termociclado, la carga oclusal o la combinación de ambas técnicas de estrés sobre la microfiltración han arrojado resultados también controvertidos (Wendt y cols., 1992; Davidson y Abdalla, 1993; Davidson y Abdalla, 1994; Prati y cols., 1994; Heintze, 2007).

En el campo de la Endodoncia también se han utilizado diferentes métodos para la evaluación del sellado radicular como son la filtración de tintes (Barbero y cols., 1999), filtración de fluidos (Pommel y Camps, 2001), penetración bacteriana (Chailertvanitkul y cols., 1996), tinción con isótopos radioactivos (Haïkel y cols., 1999), tests electromecánicos (Von Fraunhofer y cols., 2000) y filtración de glucosa (Xu y cols., 2005).

Entre todas estas metodologías, la más utilizada, es la valoración de la penetración de un marcador o colorante. Paralelamente a lo expuesto en relación a los estudios de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental, en Endodoncia tampoco existe una técnica unánimemente aceptada en lo concerniente al procesamiento de las muestras, de hecho, ni siquiera existe una norma ISO específica que los regule.

Por otra parte, la medición de la penetración del colorante también se puede realizar de diversas formas. Algunos autores (Siqueira y cols., 1997) recurren a la sección longitudinal de la raíz dividiendo el diente en dos mitades. Con esta técnica, la filtración sólo es posible analizarla parcialmente, porque permanece una parte del contorno inaccesible a la exploración. Otros autores (Barthel y cols., 1994) utilizan cortes transversales, lo que les permite estudiar la totalidad del perímetro, pero a cambio, se pierde tejido en el proceso. No obstante, según Harrison y Todd (1980) y Weston y cols. (1999), si se utiliza instrumental rotatorio a alta velocidad el riesgo de alterar el sellado al cortar la raíz, es nulo y la pérdida de tejido mínima. Un tercer método de estudio consiste en diafanizar los dientes mediante descalcificación o transparentización radicular (Wu y Wesselink, 1993; De-Deus, 2008). Barbero y cols. (1999) destacan las ventajas de la diafanización frente a las técnicas de corte y desgaste aplicadas al estudio de la filtración apical con colorantes. Consideran que el primer método es más exacto y proporciona mayor información sobre la morfología y obturación del conducto, aunque consume más tiempo en la preparación de las muestras. Asimismo, Lucena-Martín y cols. (2002) comprobaron que unas técnicas son más fiables que otras en demostrar el verdadero alcance de la filtración, siendo la diafanización la que registra más filtración en comparación con la técnica de valoración mediante sección transversal.

En general, los estudios de filtración, tanto en el ámbito de la Operatoria Dental como de la Endodoncia, tienen una larga y controvertida historia, con defensores y detractores (Oliver y Abbott, 2001; Susini y cols., 2006; Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007; De-Deus, 2008). Así se ha cuestionado la capacidad de este tipo de tests para predecir el comportamiento clínico de los materiales (Oliver y Abbott, 2001; Dennison y Sarret, 2012). Según Hilton (2002), los resultados de los tests de microfiltración pueden ser influenciados por el colorante utilizado, su pH y tamaño de sus moléculas, y el tiempo de inmersión de las muestras en el colorante, entre otros factores. Como la permeabilidad es inversamente proporcional al tamaño y peso molecular del colorante, algunos investigadores creen que la microfiltración *in vitro* sobreestima la filtración que ocurrirá clínicamente (Hilton, 2002).

Además, la inconsistencia aparente entre los resultados de diferentes estudios significa que prácticamente cualquier material o técnica puede ser apoyado o cuestionado bibliográficamente (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007). Una de las razones que podría explicar estos resultados contradictorios es la ausencia de una estandarización metodológica clara.

Sin embargo, a pesar de estas críticas, la capacidad de sellado de un material, adhesivo o cemento, sigue siendo importante y este parámetro continúa utilizándose como criterio para evaluar y categorizar nuevos materiales (De-Deus, 2008; Wu, 2008).

Así, Fardi y cols. (2011) identificaron y revisaron los 100 artículos más citados en revistas especializadas en Endodoncia, para establecer las tendencias más destacadas en investigación y las áreas que reflejaban importantes avances durante los últimos 50 años. Esta revisión mostró que uno de los temas más tratados era la filtración. Aunque, evidentemente, el número de citas que recibe un artículo no es necesariamente un reflejo de su calidad, sí que indica el grado de reconocimiento por parte de la comunidad científica internacional, así como su posible influencia para generar cambios en la práctica clínica o influir en la investigación posterior.

Por tanto, garantizar la calidad de esta parcela de la investigación dental es una obligación de la comunidad científica. Para lograrlo, resulta imprescindible establecer para estos tests de laboratorio una metodología estándar que sea fiable, reproducible y cuyos resultados se correlacionen con el comportamiento clínico de los materiales o técnicas que se testan. De hecho, se ha afirmado que si dicha metodología estándar se adoptase internacionalmente, constituiría una herramienta valiosa para comparar materiales o técnicas inter-estudios (Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2007).

Como hemos indicado anteriormente, son muchos los autores que han discutido los diferentes aspectos metodológicos que pueden influir en el resultado de los test que evalúan la filtración in vitro (Pommel y cols., 2001; Camps y Pashley, 2003; Karagenç y cols., 2006; Rechenberg y cols., 2011). Dada la importancia que la metodología estadística tiene en relación a la validez de los resultados de cualquier tipo de investigación científica, resulta particularmente sorprendente que, hasta la fecha, ningún estudio haya determinado ni la prevalencia ni las implicaciones exactas de los posibles errores o del mal uso de la estadística en la validez de este tipo de trabajos.

Objetivos

Considerando los antecedentes bibliográficos descritos anteriormente, establecimos la siguiente **hipótesis de trabajo**:

Existen errores en la metodología estadística de los artículos sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia, y estos errores tienen consecuencias sobre las conclusiones finales recogidas en dichas publicaciones.

En este contexto, planteamos realizar un trabajo para analizar la consistencia de la metodología estadística aplicada en los artículos publicados en revistas internacionales de impacto sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia.

En concreto, nuestros **objetivos** fueron:

- 1- Diseñar una estrategia de búsqueda que permita la recuperación de la producción sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia en la *Web of Science*. Caracterizar esta producción desde el punto de vista bibliométrico.
- 2- Analizar la metodología estadística utilizada en los trabajos sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia recuperados.
- 3- En el caso de que se detectasen errores estadísticos relacionados con el análisis de los datos, determinar si la aplicación de una metodología correcta, en aquellos trabajos en que sea posible, afecta a los resultados y conclusiones originales de estos trabajos.

*Material
y Métodos*

Los materiales y metodologías utilizados para la realización de este estudio se describen a continuación.

3.1. Material

3.1.1. Bases de datos

Las bases de datos utilizadas en nuestro estudio fueron las del *Institute for Scientific Information* a través de la *Web of Knowledge* (ISI-WoK) con el motor de búsqueda de la *Web of Science*, a la que la UGR se encuentra suscrita.

La *Web of Knowledge* (WoK) es una plataforma de la empresa Thomson Reuters basada en tecnología web, que está formada por una amplia colección de bases de datos bibliográficas, citas y referencias de publicaciones científicas de cualquier disciplina del conocimiento, tanto científico, como tecnológico, humanístico y sociológico, desde 1945.

Integra *Web of Science*, fuentes adicionales de contenido con recursos Web, con otros datos académicos y material de publicaciones, así como congresos y actas (*Proceeding papers*) y herramientas de evaluación del rendimiento (*Journal Citation Report* y *Essential Science Indicators*).

La *Web of Science* (WoS) es una base de datos de referencias bibliográficas de artículos de revistas, que ofrece el acceso a información actual y retrospectiva de resúmenes de autor e índices de citas de cerca de 9.300 publicaciones internacionales en los campos de las ciencias, ciencias sociales, artes y humanidades. Además a través de *Century of Science*, se dispone también de acceso a contenido científico multidisciplinar desde 1900. Los usuarios pueden acceder a esta información rápida y efectivamente gracias a las capacidades de búsqueda de la WoS y a la búsqueda de referencias citadas.

Las bases de datos que aúna la WoS son el *Science Citation Index Expanded* que, desde 1900, ofrece acceso a información bibliográfica y referencias citadas en el campo de las ciencias de aproximadamente 6.125 revistas e incluye además 145 libros más citados; el *Social Sciences Citation Index* que, desde 1956, ofrece acceso a información bibliográfica y referencias citadas en el campo de las ciencias sociales, de unas 1.810 revistas y 30 libros más citados; y el *Arts and Humanities Citation Index* que, desde 1975, ofrece acceso a información bibliográfica y referencias citadas en el campo de las letras y las artes, de unas 1.130 revistas y 15 series de libros más citados.

Además, la WoK presenta una serie de productos para análisis y evaluación bibliográfica como son el *Journal Citations Report* y los *Essential Science Indicators*.

El *Journal Citations Report* (JCR) presenta datos estadísticos de citas, en formato digital desde 1997 en adelante, que proporcionan una manera sistemática y objetiva de determinar la importancia relativa de las revistas dentro de sus categorías temáticas (factor de impacto de las revistas). Se presenta en edición de ciencias y edición de ciencias sociales, cubriendo más de 7.600 publicaciones revisadas, de aproximadamente 220 disciplinas de más de 3.300 editores. Es una herramienta esencial para bibliotecarios, editores, autores, profesores y estudiantes, analistas de la información y demás personas que necesiten conocer el impacto y la influencia de una publicación sobre la comunidad investigadora global. El JCR ayuda a medir la influencia de la investigación y muestra las relaciones entre las revistas citadas y las que citan.

Los *Essential Science Indicators* son un recurso web que permite a los investigadores realizar análisis cuantitativos continuados del rendimiento de la investigación y hacer un seguimiento de las tendencias del campo de las ciencias. Dado que cubre una selección multidisciplinaria de 8.500 publicaciones de todo el mundo, esta herramienta analítica y exhaustiva ofrece datos para clasificar a autores, instituciones, naciones y publicaciones. Proporciona a los investigadores una recopilación completa y única de la estadística de rendimiento y de los datos de las tendencias de la ciencia que tiene su origen en los productos de información electrónica de ISI.

3.1.2. Material informático

3.1.2.1. Hardware

Las diversas fases de este trabajo se realizaron con la ayuda de un ordenador portátil Acer Aspire 5930, con procesador Intel Core 2Duo P7350 (2GHz, 1066Mhz FSB, 3MB L2 caché) y 4Gb de memoria RAM DDR2, con conexión a internet y configurado para obtener acceso a la red privada virtual (*Virtual Private Network* -VPN) de la Universidad de Granada (UGR). Esta conexión VPN permite el acceso a las bases de datos y revistas electrónicas a las que la UGR se encuentra suscrita.

3.1.2.2. Software

Los resultados obtenidos en las diversas estrategias de búsqueda utilizadas se trataron con el software de gestión bibliográfica Procite5

El análisis bibliométrico se realizó con el software de gestión bibliográfica Procite5 y con las herramientas especiales *Essential Science Indicators* de la ISI-WoK.

Los datos derivados del análisis de las bases bibliográficas se recogieron y trataron con el procesador de hojas de cálculo Microsoft Office Excel 2007 y con el procesador de textos Microsoft Office Word 2007.

El análisis estadístico se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Obtención de las base de datos

El primer paso de este trabajo consistió en la obtención de dos bases de datos independientes que incluyeran los artículos publicados en revistas indexadas en JCR sobre microfiltración *in vitro* en restauraciones directas en Operatoria Dental y en Endodoncia.

Para ello, se trabajó con los artículos indexados por el *Institute for Scientific Information* en la *Web of Knowledge* (ISI-WoK), realizando las búsquedas con el motor de la *Web of Science*.

Se trató de seleccionar los descriptores que mejor caracterizaran los trabajos de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia. Así, se diseñaron dos estrategias de búsqueda utilizando una combinación de descriptores MeSH (*Medical Subject Headings, thesaurus* del repertorio MEDLINE) y de términos libres que nos permitiese una recopilación lo más exhaustiva posible de los trabajos referidos, por un lado, a filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental y, por otro lado, a Endodoncia.

La selección de los términos para la estrategia de búsqueda de artículos sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria, requirió previamente la identificación de las palabras clave más frecuentemente asociadas a este tipo de trabajos. Para ello, se seleccionaron de forma aleatoria 10 trabajos sobre el tema de entre los publicados en 2009, tras realizar la búsqueda con la palabra clave "*microleakage*" en ISI-WoK. En ellos identificamos las palabras clave más frecuentes que, en concreto, fueron el descriptor MeSH "*dental leakage*" y el término no incluido en MeSH "*microleakage*".

De igual manera, se identificaron los términos más frecuentes en los trabajos sobre filtración en Endodoncia. En este caso, las palabras clave más frecuentes en 10 trabajos sobre el tema publicados en 2010 y localizados con los términos "*leakage*" y "*endodontics*" en ISI-WoK, fueron el descriptor del MeSH "*canal filling*" y los términos no MeSH "*microleakage*", "*dye penetration*", "*dye leakage*", "*polymicrobial leakage*" y "*fluid filtration*".

Como intervalo temporal se consideró el comprendido entre 2001 y 2010 y se seleccionaron específicamente dos categorías del *Journal Citation Report* (JCR) para realizar las búsquedas, “*Dentistry, Oral Surgery and Medicine*” (DOSM) y “*Materials Science, Biomaterials*” (MSB), ya que ambas categorías son las que incluyen revistas que, por su perfil, pueden ser diana de este tipo de trabajos.

Por lo que se refiere al “tipo de documento”, se limitó la búsqueda a los “artículos”, excluyendo otro tipo de publicaciones como revisiones, cartas al editor, resúmenes de congresos, etc.

Bajo las condiciones descritas, se diseñaron las estrategias de búsqueda, que fueron realizadas entre Febrero y Marzo de 2011. El conjunto de registros que se obtuvieron se descargaron a sendos archivos de texto .txt. Seguidamente se exportaron al gestor bibliográfico Procite5, eliminándose los trabajos duplicados y obteniendo dos bases de datos, una correspondiente a los trabajos de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental y la otra a los trabajos de filtración en Endodoncia.

Posteriormente, se realizó una depuración manual de ambas bases de datos, eliminando de ellas trabajos no relacionados con la Operatoria Dental o la Endodoncia. Los casos dudosos se sometieron a consenso entre el investigador y dos investigadores experimentados pertenecientes a la unidad de Patología y Terapéutica Dental del Departamento de Estomatología de la Universidad de Granada.

Concretamente, en la base bibliográfica de Operatoria Dental, se conservaron los trabajos referidos a restauraciones directas, eliminando todos aquellos trabajos relacionados con la Ortodoncia, Endodoncia, Prótesis Dental y Odontología Preventiva.

Por su parte, en la base bibliográfica de Endodoncia, se eliminaron todos aquellos trabajos que no valoraron filtración, tales como estudios de citotoxicidad, trabajos sobre reparación de lesiones de furca, sobre penetración del cemento sellador en los túbulos dentinarios, etc.

Una vez obtenidas las bases de datos definitivas, se accedió al texto completo de todos y cada uno de los trabajos incluidos en ellas. A través de las revistas electrónicas a las que la UGR tiene suscripción se obtuvo el archivo con el texto completo de los trabajos a analizar. Sólo en aquellos casos en los que el acceso electrónico no fuese posible, se recurrió al formato papel a través de los fondos disponibles en la Biblioteca de la Facultad de Odontología de la UGR.

3.2.2. Caracterización bibliométrica

Para caracterizar, desde el punto de vista bibliométrico, la producción científica sobre microfiltración incluida en nuestras bases de datos, se utilizó el gestor bibliográfico Procite5. Este programa, que ofrece herramientas para el análisis bibliométrico, permite obtener información sobre las características de los trabajos incluidos en las bases de datos. En concreto, se valoró:

- ✓ Número de trabajos publicados por año.
- ✓ Número de autores firmantes en cada trabajo.
- ✓ Revistas en las que se publicaron los trabajos.
- ✓ Filiación de sus autores. Se registró si los firmantes de los artículos estaban vinculados a instituciones relacionadas con la Odontología o no.
- ✓ Procedencia geográfica de la producción científica. Se consideró país de procedencia del trabajo al país que aparecía en la dirección institucional del primer firmante.

Mediante las herramientas específicas de análisis que ofrece la *Web of Knowledge* a través de los *Essential Science Indicators*, se puede conocer el número de citas recibidas por cada trabajo de nuestra base de datos, lo que permitió identificar los 10 trabajos más citados en la fecha de la búsqueda, así como el factor de impacto de la revista y su posición en JCR en el año de publicación del trabajo.

3.2.3. Criterios de evaluación de la metodología estadística

En base a los criterios existentes en la literatura científica (Strasak y cols., 2007; Baccaglini y cols., 2010; Clark y Mulligan, 2011) se elaboró un listado que recogiese los requisitos que desde el punto de vista del diseño, metodología, análisis estadístico, presentación y documentación de los datos, e interpretación de los resultados, han de cumplir los estudios experimentales para ser considerados como correctos.

En lo referente al **diseño del estudio**, se valoró la idoneidad del trabajo en relación a los siguientes ítems:

- ✓ Hipótesis nula. En concreto se valoró que la hipótesis nula estuviese correctamente redactada y que quedase claramente diferenciada de los objetivos del estudio (Petrie y cols., 2002; Abt, 2010a).
- ✓ Cálculo *a priori* del tamaño muestral necesario. En los casos en que no se expresara claramente que se hubiesen utilizado cálculos específicos para determinar el tamaño muestral, se aceptó también que se especificara un ajuste de la potencia y seguridad del estudio, dada la íntima relación existente entre estos parámetros (Abt, 2010c; Pandis y cols., 2011).
- ✓ Homogeneidad inicial de los grupos de estudio. Se consideró correcto demostrar o, al menos, definir la igualdad inicial de las muestras objeto de estudio.
- ✓ Randomización de las muestras (Pandis y cols., 2011). Se consideraron correctos todos aquellos trabajos que especificasen la distribución aleatoria de las muestras dentro de los diferentes grupos de estudio, aunque no se detallase el proceso.
- ✓ Grupos control. Se consideraron correctos aquellos trabajos que utilizaron un control o estándar de referencia, para permitir la comparación de los diversos grupos de estudio con al menos otro grupo de resultados conocidos o predecibles.
- ✓ Establecer *a priori* el nivel de significación que se considera aceptable para que el test de inferencia estadística escogido defina diferencias significativas.

En la fase de **análisis de los datos** aportados por cada trabajo se tuvieron en cuenta:

- El tipo de valoración de la filtración. Ésta se puede ser categórica, ordinal o cuantitativa; siguiendo los criterios recogidos en la tabla 4 (Abt 2010b).

Tabla 4. Tipos de valoración de la filtración

Valoración de la filtración	Criterio	Ejemplo
Categorica	Éxito o fracaso	Filtra-no filtra
Ordinal	Variables de conteo	Escala 0-2: 0=no filtra, 1=filtra sólo esmalte, 2=filtra esmalte y dentina
Cuantitativa	Medición numérica	Milímetros, %, volumen, etc.

- El análisis de la distribución de datos continuos, examinando la normalidad y homocedasticidad de los mismos. Este criterio sólo será aplicable en aquellos trabajos con una valoración de la filtración cuantitativa (Abt, 2011a; Abt, 2011b).
- La concordancia del test de inferencia estadística aplicado con el tipo de datos obtenidos en la valoración de la filtración. Siguiendo las directrices establecidas en varios trabajos de referencia (Cohen, 2001; Abt, 2011a; Abt, 2011b; Fagerland y cols., 2011; Kim y cols., 2011) y con la información teórica que recogimos en la introducción de esta memoria, podemos establecer unos criterios para la aplicación de un test de inferencia estadística determinado a cada tipo de datos. Estos criterios se resumen en la tabla 5.
- La ausencia de test de inferencia estadística, limitándose sólo a aportar una descripción de los resultados (Pandis y cols., 2011).

Tabla 5. Estándares a seguir para analizar grupos de datos

Medición de la microfiltración	Criterio	Test de inferencia apropiado
Categorica (SI-NO) u Ordinal (Variable de conteo)	Frecuencia esperada en una celda ≤ 5	Test de Fisher o Chi cuadrado con corrección de Yates
	Frecuencia esperada en una celda > 5	Chi cuadrado
	Datos con una aproximación a la Normal	Test Parametricos (ANOVA, T de Student...)
	Datos sin una aproximación a la Normal	Test no parametricos (Kruskal-Wallis, Wilcoxon, Mann-Whitney...)
Cuantitativa	Datos con una aproximación a la Normal	Test Parametricos (ANOVA, T de Student...)
	Datos sin una aproximación a la Normal	Test no parametricos (Kruskal-Wallis, Wilcoxon, Mann-Whitney...)

En la fase de **presentación y documentación de los datos** del estudio se valoró:

- ✓ Si el trabajo aportaba los resultados completos (datos brutos o *raw data*), o al menos resultados suficientemente detallados para permitir a cualquier investigador repetir el análisis de los mismos.
- ✓ Si se informó de los sujetos perdidos durante el estudio y las causas que provocaron dichas pérdidas.
- ✓ Si se especificó con claridad qué tipo de test se había utilizado sobre cada conjunto de datos que se hubiesen obtenido.
- ✓ Si se había realizado una descripción detallada de los resultados, presentando correctamente las medidas de tendencia central utilizadas (media y/o mediana y/o moda). Así, por ejemplo, se valoró como errónea la presentación de medias sin las correspondientes medidas de dispersión, concretamente, sin desviaciones estándar o el error estándar de la media.
- ✓ Si se presentaban los p valores exactos. En concreto se consideró inadecuado presentar los resultados como no significativos ($p= N.S.$), como $p>0,05$ o $p<0,05$.
- ✓ Si se presentaba una estimación de la magnitud del efecto por medio del cálculo de Odds Ratio (ORs) o Intervalos de Confianza (ICs) (Abt, 2011a; Abt, 2011b; Pandis y cols., 2011; Polychronopoulou y cols., 2011).

3.2.4. Revisión de la metodología estadística utilizada

Se realizó una revisión pormenorizada de cada uno de los trabajos incluidos en cada una de las bases de datos, comparándolos con los criterios de calidad previamente establecidos. Así mismo se revisó minuciosamente el análisis estadístico presentado en cada trabajo con el fin de determinar si era el más adecuado a las características de las variables estudiadas en base a los criterios estadísticos teóricos y a las condiciones de aplicación de los distintos test de inferencia estadística anteriormente presentados. Los resultados de esta revisión pormenorizada de la metodología estadística se resumieron en un modelo de tabla como el que se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Modelo de tabla de recogida de errores estadísticos

TIPO DE ERROR/INCONSISTENCIA ESTADÍSTICA
DISEÑO DEL ESTUDIO
No establecer claramente una hipótesis de trabajo <i>a priori</i>
No calcular el tamaño muestral <i>a priori</i>
No recoger la igualdad de características iniciales en los grupos de estudio
No recoger el método de randomización
No usar grupos control
No establecer el valor de la significación <i>a priori</i>
ANÁLISIS DE LOS DATOS
No examinar o no especificar la normalidad y homocedasticidad de datos continuos
No usar test de inferencia estadística
PRESENTACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LOS DATOS
No aportar los datos originales completos (datos brutos)
No informar de las pérdidas durante el estudio
No especificar claramente el test de inferencia estadística utilizado
Presentar la media sin indicadores de dispersión de los datos (desviación estándar)
Presentar $p=N.S.$, $p<0,05$ o $p>0,05$ en vez del valor exacto
No presentar Odds Ratio para señalar diferencias entre grupos de tratamiento
No presentar Intervalos de Confianza para señalar diferencias entre grupos de tratamiento

Finalmente, se analizó la distribución por revistas de los trabajos que hubiesen utilizado un test de inferencia estadística apropiado para los datos analizados.

3.2.5. Análisis estadístico alternativo

En la última fase de este trabajo, se seleccionaron todos aquellos artículos que, habiendo aplicado un tratamiento estadístico incorrecto, presentaban los resultados originales completos (datos brutos o *raw data*). En esos artículos, realizamos un nuevo análisis estadístico, aplicando en cada caso el test de inferencia estadística correcto en función de la naturaleza de los datos a analizar y el cumplimiento de los supuestos teóricos necesarios para su aplicación.

De esa forma, en aquellos trabajos que habiendo medido la microfiltración con una escala categórica habían analizado los datos con un test de la Chi cuadrado, teniendo una frecuencia esperada en cada grupo de trabajo inferior a 5, se aplicó el test exacto de Fisher.

Igualmente, en aquellos trabajos en los que se había valorado la microfiltración mediante escala ordinal, o bien cuantitativamente pero no se cumplían las condiciones de aplicación de test paramétricos (distribución normal de los datos y homogeneidad de las varianzas); se analizaron de nuevo los datos con los test no paramétricos correspondientes.

Finalmente, con el objetivo de establecer una valoración de la magnitud de las diferencias encontradas en los test de inferencia estadística, se calcularon Odds Ratio (ORs) e Intervalos de Confianza (ICs) en todos aquellos trabajos que aportaban datos suficientes para hacerlo.

Resultados

4.1. Caracterización de las bases de datos generadas

4.1.1. Operatoria Dental

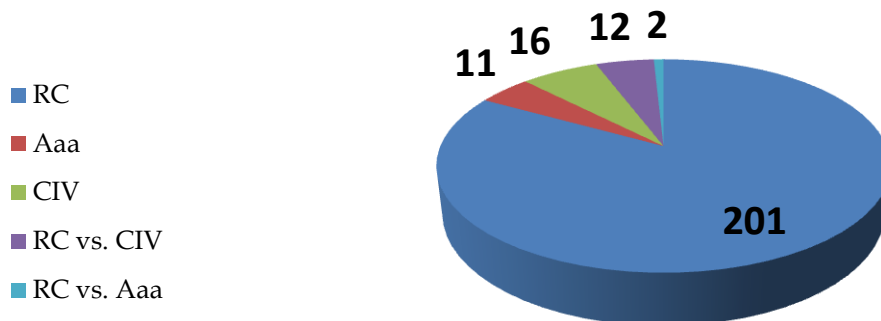
La estrategia de búsqueda definida para Operatoria Dental permitió recuperar un total de 1163 artículos sobre microfiltración en restauraciones directas publicados entre 2001 y 2010 en revistas de las categorías “*Dentistry, Oral Surgery and Medicine*” (DOSM) y “*Materials Science, Biomaterials*” (MSB) del *Journal Citation Report* (JCR).

Una vez cargada la base bibliográfica en Procite, tras eliminar duplicados, se procedió a la depuración manual de la misma. De esa forma, se descartaron 921 artículos que no trataban sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental. Se trataba de estudios sobre filtración de selladores dentales (Odontología Preventiva), filtración en cementos de adhesión en prótesis fija (Prótesis), filtración en cementado de brackets (Ortodoncia) o filtración de preparaciones para pernos y postes (Endodoncia).

Tras esta depuración manual, la base de datos final contaba con un total de 242 artículos publicados entre 2001 y 2010 en las categorías DOSM y MSB del JCR (ANEXO 1: Base de datos de Operatoria Dental).

La figura 7 muestra como de los 242 artículos seleccionados, la mayoría (n=201) analizaban el comportamiento de resinas compuestas (RC). El resto estudiaba el comportamiento de restauraciones de amalgama de plata (Aaa, n=11) y de cementos de ionómero de vidrio (CIV, n=16). Finalmente, algunos trabajos comparaban el comportamiento de resinas compuestas frente a cementos de ionómero de vidrio (n=12) y de resinas compuestas frente a amalgama de plata (n=2).

Figura 7. Materiales estudiados en los 242 trabajos analizados (OP).



El número de trabajos publicados al año sobre filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental entre 2001 y 2010 osciló entre 16 y 36, con una media de aproximadamente 24 trabajos al año. La tabla 7 recoge la distribución de los artículos de la muestra en la década.

Tabla 7. Número de artículos por año sobre filtración en Operatoria Dental.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
20	30	36	28	24	17	25	24	22	16	242

La tabla 8 muestra el número de autores firmantes de los trabajos, que oscila entre 1 y 7, situándose el 58% de los artículos (141 trabajos) con 3 ó 4 autores (3 autores en 70 trabajos y 4 autores en 71).

Tabla 8. Número de autores en los trabajos sobre filtración en Operatoria Dental.

Nº de autores	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
Nº de trabajos	1	33	70	71	48	14	5	242

La tabla 9 muestra el listado de revistas donde se han publicado los 242 trabajos de la base de datos de Operatoria Dental. Se puede observar cómo tan sólo dos revistas contienen el 50% de los artículos de la base bibliográfica y las 6 primeras recogen el 80% de los estudios analizados. Tomando como referencia la categorización (ranking) de la categoría del JCR a la que pertenece la revista en el año de publicación de cada trabajo, 22 trabajos fueron publicados en revistas de alto impacto, que son aquellas que se sitúan en el primer cuartil de su categoría, 114 en segundo cuartil, 49 en el tercero y 43 en el cuarto cuartil.

El 37,2% de los artículos (90) fueron publicados en *Operative Dentistry*, revista de contenido fundamentalmente referido a la Odontología Conservadora. El resto aparecían en revistas multidisciplinares en menor número, concentrando 4 revistas generalistas (*American Journal of Dentistry*, *Journal of Dentistry*, *Quintessence International* y *Journal of Adhesive Dentistry*) y una de contenido enfocado a los materiales dentales (*Dental Materials*), un total de 103 trabajos (42,6%).

Los trabajos de investigación recogidos en la base de datos de Operatoria Dental fueron desarrollados en su mayoría (219 trabajos) por profesionales vinculados a alguna institución dental. En el 9,1% (22) de los trabajos participaron investigadores vinculados a solo una institución no dental, y tan sólo el 0,4% (1) contó con la colaboración de autores de dos instituciones no dentales diferentes. Concretamente, las áreas de la ciencia a las que se vinculaban por su filiación los autores colaboradores

fueron las Ciencias de los Materiales-Ingenierías (9 colaboraciones), Química (5 colaboraciones), Bioestadística (4 colaboraciones), Radiología (2 colaboraciones), Ciencias de la computación-Infornática (2 colaboraciones), y Laser y sus aplicaciones (2 colaboraciones).

Tabla 9. Listado de revistas según el número de trabajos publicados por año y su posición e impacto JCR.

<i>Nombre de la revista (categoría JCR)</i>	<i>Año</i>	<i>Nº trabajos</i>	<i>Puesto</i>	<i>Cuartil*</i>
1. Operative Dentistry (DOSM)	2010	7	28/77	2º
	2009	9	23/64	2º
	2008	6	41/55	3 ^{er}
	2007	8	29/51	3 ^{er}
	2006	11	22/49	2º
	2005	10	17/49	2º
	2004	5	20/48	2º
	2003	10	17/46	2º
	2002	15	19/49	2º
	2001	9	19/50	2º
Total	90			
2. American Journal of Dentistry (DOSM)	2010	1	49/77	3 ^{er}
	2004	6	29/48	3 ^{er}
	2003	9	25/46	3 ^{er}
	2002	9	26/49	3 ^{er}
	2001	7	25/50	2º
Total	32			
3. Journal of Dentistry (DOSM)	2009	1	16/64	1 ^{er}
	2008	3	12/55	1 ^{er}
	2007	4	15/51	2º
	2005	3	19/49	2º
	2004	3	14/48	2º
	2003	3	16/46	2º
	2002	2	17/49	2º
	2001	1	14/50	2º
Total	20			
4. Quintessence International (DOSM)	2009	3	59/64	4º
	2008	2	49/55	4º
	2007	2	49/51	4º
	2006	1	46/49	4º
	2005	2	48/49	4º

	2004	3	42/48	4 ^o
	2003	2	41/46	4 ^o
	2002	4	38/49	4 ^o
	2001	1	34/50	3 ^{er}
	Total	20		
5. Journal of Adhesive Dentistry (DOSM)	2009	3	25/64	2 ^o
	2008	2	25/55	2 ^o
	2007	3	21/51	2 ^o
	2005	2	7/49	1 ^{er}
	2004	7	No JCR	-
	2003	2	No JCR	-
	Total	19		
6. Dental Materials (DOSM-MSB)	2008	4	4/55 - 5/20	1 ^{er}
	2007	2	4/51 - 3/16	1 ^{er}
	2006	1	7/49 - 4/14	1 ^{er}
	2005	1	9/49 - 4/15	1 ^{er}
	2002	3	4/49 - 3/11	1 ^{er}
	2001	1	11/50 - 3/11	1 ^{er}
	Total	12		
7. Journal of Oral Rehabilitation (DOSM)	2005	2	40/49	4 ^o
	2004	1	43/48	4 ^o
	2003	2	39/46	4 ^o
	2001	2	40/50	4 ^o
	Total	7		
8. Journal of Prosthetic Dentistry (DOSM)	2005	1	38/49	4 ^o
	2004	1	41/48	4 ^o
	2003	3	44/46	4 ^o
	2002	1	45/49	4 ^o
	2001	1	37/50	3 ^{er}
	Total	7		
9. Journal of Applied Oral Science (DOSM)	2010	2	57/77	3 ^{er}
	2009	2	62/64	4 ^o
	2008	1	No JCR	-
	2007	1	No JCR	-
	Total	6		
10. Dental Materials Journal (DOSM-MSB)	2010	1	51/77- 20/25	3 ^{er}
	2008	1	51/55- 16/20	4 ^o
	2007	1	No JCR	-
	2005	1	6/49 - 3/15	1 ^{er}
	Total	4		

11. Journal of Biomedical Materials Research Part B- Applied Biomaterials (MSB)	2008	1	10/20	2º
	2006	1	7/14	2º
	2003	1	14/14	4º
	Total	3		
12. Journal of the American Dental Association (DOSM)	2007	1	23/51	2º
	2006	1	29/49	3 ^{er}
	2003	1	22/46	2º
	Total	3		
13. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry (DOSM)	2010	1	63/77	4º
	2009	2	57/64	4º
	Total	3		
14. Journal of MaterialScience-Materials in Medicine (MSB)	2007	1	11/16	3 ^{er}
	2004	1	9/15	3 ^{er}
	Total	2		
15. Australian Dental Journal (DOSM)	2008	2	54/55	4º
	Total	2		
16. Biomaterials (MSB)	2009	1	1/25	1 ^{er}
	2005	1	1/15	1 ^{er}
	Total	2		
17. Acta Biomaterialia (MSB)	2010	1	3/25	1 ^{er}
	Total	1		
18. Clinical Oral Investigations (DOSM)	2006	1	No JCR	-
	Total	1		
19. European Journal of Oral Sciences (DOSM)	2004	1	19/48	2º
	Total	1		
20. Caries Research (DOSM)	2008	1	14/55	2º
	Total	1		
21. Dentomaxillofacial Radiology (DOSM)	2009	1	39/64	3 ^{er}
	Total	1		
22. International Dental Journal (DOSM)	2004	1	47/48	4º
	Total	1		
23. Journal of the Canadian Dental Association (DOSM)	2007	1	No JCR	-
	Total	1		
24. Journal of Clinical Paediatric Dentistry (DOSM)	2010	1	70/77	4º
	Total	1		
25. International Journal of Prosthodontics (DOSM)	2010	1	36/77	2º
	Total	1		
26. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (DOSM)	2010	1	52/77	3 ^{er}
	Total	1		

*Para revistas que aparezcan simultáneamente en ambas categorías, se tomará el puesto del listado en que mejor se sitúe (en negrita).

La tabla 10 muestra la distribución geográfica de la producción científica de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental en datos absolutos y relativos al total de la serie en el intervalo temporal analizado. Para ello, se usó como dato de procedencia el país que figuraba en la dirección institucional del primer autor. Las áreas geográficas más productivas fueron Brasil (58 trabajos), Estados Unidos (36 trabajos) y Turquía (29 trabajos). La figura 8 muestra la representación gráfica de la distribución geográfica de la producción científica en microfiltración en Operatoria Dental en el intervalo estudiado.

Tabla 10. Distribución geográfica de los trabajos sobre filtración en Op. Dental.

País	Nº de trabajos	%	País	Nº de trabajos	%
1.- Brasil	58	23,9	17.- Sudáfrica	3	1,2
2.- Estados Unidos	36	14,9	18.- China	2	0,8
3.- Turquía	29	11,9	19.- Holanda	2	0,8
4.- Reino Unido	13	5,5	20.- India	2	0,8
5.- Irán	11	4,6	21.- Irlanda	2	0,8
6.- Japón	11	4,6	22.- Israel	2	0,8
7.- Alemania	10	4,2	23.- Jordania	2	0,8
8.- Italia	9	3,8	24.- Rumanía	2	0,8
9.- Taiwán	7	2,9	25.- Singapur	2	0,8
10.- España	6	2,5	26.- Dinamarca	1	0,4
11.- Tailandia	6	2,5	27.- Egipto	1	0,4
12.- Australia	5	2,1	28.- Finlandia	1	0,4
13.- Canadá	5	2,1	29.- Liechtenstein	1	0,4
14.- Francia	5	2,1	30.- Malasia	1	0,4
15.- Arabia Saudí	3	1,2	31.- Suiza	1	0,4
16.- Bélgica	3	1,2	Total	242	100

Por último, la tabla 11 muestra los 10 artículos más citados de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental en el intervalo temporal estudiado. Como era de esperar, la mayoría de ellos (7) fueron publicados en 2001, por lo que han tenido mayor "visibilidad". Además, esta tabla muestra el impacto de la revista en el año de publicación. Destacar que, de los 10 artículos más citados de la base de datos de microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental entre 2001 y 2010, tan sólo dos se encontraban en revistas de alto impacto en el momento de su publicación, es decir, en el primer cuartil del JCR. Además, ambos trabajos habían sido publicados en una revista, *Dental Materials*, que se cataloga dentro de las dos categorías analizadas en este trabajo: la categoría DOSM (puesto 11 de 50 en 2001 y 9 de 49 en 2005) y la categoría MSB (puesto 3 de 11 en 2001 y 4 de 15 en 2005), apareciendo en ambas categorías dentro del primer cuartil del listado.

Figura 8. Mapa de la producción mundial de trabajos de filtración en Operatoria Dental entre 2001 y 2010.



Tabla 11. Lista de los 10 artículos más citados sobre filtración en Operatoria Dental.

Año	Autor	Título	Revista	Citas*	Impacto JCR**	Puesto JCR**	Cuartil
2001	Leevailoj C y cols.	Microleakage of posterior packable resin composites with and whitout flowable liners	Oper Dent	58	1,063	19/50	2° cuartil
2001	Ceballos L y cols.	Microleakage of composite restorations after acid or Er-YAG laser cavity treatments	Dent Mater	53	1,441	11/50	1° cuartil
2003	Ferracane y cols.	Relationship between composite contraction stress and leakage in Class V cavities	Am J Dent	45	1,029	25/46	3° cuartil
2001	Kubo S y cols.	Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling	Am J Dent	44	0,885	25/50	Mediana
2001	Beznos C	Microleakage at the cervical margin of composite Class II cavities with different restorative techniques	Oper Dent	43	1,063	19/50	2° cuartil
2001	Corona SAM y cols.	Microleakage of class V resin composite restorations after bur, air-abrasion or Er-YAG laser preparation	Oper Dent	39	1,063	19/50	2° cuartil
2001	Manhart J y cols.	Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations	J Dent	35	1,333	14/50	2° cuartil
2001	Chuang SF y cols.	Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations	J Prosthet Dent	33	0,710	37/50	3° cuartil
2005	Palin WM y cols	In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites	Dent Mater	31	2,053	9/49	1° cuartil
2004	Calheiros FC y cols.	Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in class V restorations	J Dent	31	1,512	14/48	2° cuartil

* Número de citas en el mes de Marzo de 2011. ** Impacto JCR y puesto JCR respecto al total del listado en el año de publicación.

4.1.2. Endodoncia

La estrategia de búsqueda diseñada permitió recuperar un total de 504 artículos sobre microfiltración en Endodoncia publicados entre 2001 y 2010 en las categorías DOSM y MSB del JCR. De ellos, 204 se recuperaron con la combinación de los términos “*Root filling*” AND “*microleakage*”; 100 con la combinación “*Root filling*” AND “*dye penetration*”; 122 con “*Root filling*” AND “*dye leakage*”; 5 con “*Root filling*” AND “*polymicrobial leakage*”; y, finalmente, 73 con “*Root filling*” AND “*fluid filtration*”.

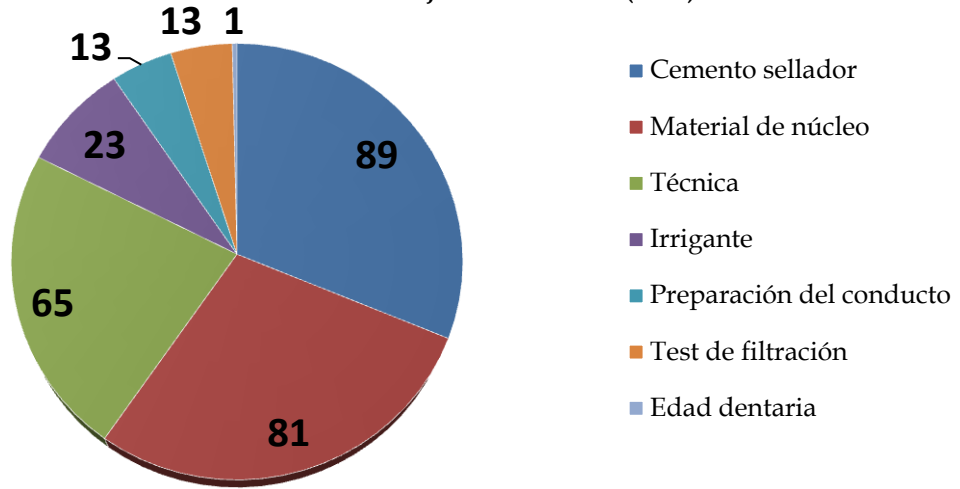
Una vez eliminados los duplicados con el software Procite 5, se obtuvo una base de datos con 371 registros. Al realizar la depuración manual, se descartaron 162 trabajos que no trataban sobre filtración en Endodoncia. Éstos trataban sobre reparación de lesiones de furca, estudios de citotoxicidad del material que puede sobrepasar el ápice dental o trabajos en los que se valoraba la penetración del cemento sellador en los túbulos dentinarios.

Finalmente, la base de datos de artículos sobre microfiltración en Endodoncia contó con 209 referencias (ANEXO 2: Base de datos de Endodoncia).

De todos ellos, 129 trabajos analizaban la filtración apical, 30 trabajos la filtración coronal y 50 la filtración apical y coronal simultáneamente.

Las variables analizadas en los 209 trabajos (Figura 9) fueron el cemento sellador utilizado, el material de núcleo o de obturación retrógrada, la técnica (condensación lateral, técnicas por calor, etc), el o los irrigantes utilizados, la preparación del conducto (rotatorio, manual, uso o no de hidróxido de calcio, etc.), el test de laboratorio utilizado para la valoración de la filtración o la edad de los dientes que constituyen la muestra. La inclusión de más de una variable de estudio en muchos de los trabajos analizados justifica que el número total de variables sea superior al número de trabajos de la base de datos.

Figura 9. Variables analizadas en los 209 trabajos analizados (End).



La distribución de los trabajos de filtración a lo largo del intervalo temporal considerado se muestra en la tabla 12. De los datos de dicha tabla, se puede calcular que el número medio de publicaciones es de poco menos de 21 trabajos al año, oscilando entre 11 y 32.

Tabla 12. Número de artículos por año sobre filtración en Endodencia.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
19	17	11	18	17	23	32	25	24	23	209

La tabla 13 muestra que el número de autores en cada trabajo variaba entre 2 y 9, situándose en el 68% de los trabajos (142 trabajos) entre 3 y 5 autores.

Tabla 13. Número de autores en los trabajos sobre filtración en Endodencia.

Nº de autores	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
Nº de trabajos	26	55	42	45	23	8	7	3	209

La tabla 14 muestra el listado de revistas donde se publicaron las 209 referencias de la base de datos. Se puede observar cómo tan sólo tres revistas concentran el 83% de los trabajos. Por otra parte, tomando como referencia el listado de la categoría del JCR a la que pertenece la revista en el año de publicación de cada trabajo, 78 trabajos fueron publicados en revistas de alto impacto, que, como se dijo anteriormente, son aquellas que se sitúan en el primer cuartil de su categoría, 57 en el segundo cuartil, 43 en el tercero y 22 en el cuarto cuartil.

Tabla 14. Listado de revistas según el número de trabajos publicados por año y su posición e impacto JCR.

<i>Nombre de la revista (categoría JCR)</i>	<i>Año</i>	<i>Nº trabajos</i>	<i>Puesto JCR</i>	<i>Cuartil*</i>
Journal of Endodontics (DOSM)	2010	1	3/77	1 ^{er}
	2009	2	5/64	1 ^{er}
	2008	13	7/55	1 ^{er}
	2007	14	3/51	1 ^{er}
	2006	17	3/49	1 ^{er}
	2005	11	11/49	1 ^{er}
	2004	10	21/48	2 ^o
	2003	6	23/46	2 ^o
	2002	8	36/49	3 ^{er}
	2001	14	39/50	4 ^o
	Total	96		
Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology (DOSM)	2010	10	37/77	2 ^o
	2009	10	29/64	2 ^o
	2008	2	26/55	2 ^o
	2007	6	26/51	3 ^{er}
	2006	2	26/49	3 ^{er}
	2005	3	27/49	3 ^{er}
	2004	2	31/48	3 ^{er}
	2003	1	26/46	3 ^{er}
	2002	3	24/49	2 ^o
	2001	1	27/50	3 ^{er}
	Total	40		
International Endodontic Journal (DOSM)	2010	4	11/77	1 ^{er}
	2009	3	13/64	1 ^{er}
	2008	6	8/55	1 ^{er}
	2007	6	8/51	1 ^{er}
	2006	2	23/49	2 ^o
	2005	1	21/49	2 ^o
	2004	3	18/48	2 ^o
	2003	3	13/46	2 ^o
	2002	5	25/49	3 ^{er}
	2001	4	26/50	3 ^{er}
	Total	37		
Quintessence International (DOSM)	2008	1	49/55	4 ^o
	2007	1	49/51	4 ^o
	2004	2	42/48	4 ^o
	2002	1	38/49	4 ^o
	Total	5		
Australian Endodontic Journal (DOSM)	2010	2	46/77	3 ^{er}
	2009	2	No JCR	-
	Total	4		
Journal of Applied Oral Science (DOSM)	2010	1	57/77	3 ^{er}
	2008	2	No JCR	-

	2007	1	No JCR	-
	Total	4		
Journal of the Canadian Dental Association (DOSM)	2009	2	51/64	4º
	2007	1	No JCR	-
	2006	1	No JCR	-
	Total	4		
American Journal of Dentistry (DOSM)	2010	1	49/77	3º
	2009	1	36/64	3º
	2007	1	31/51	3º
	Total	3		
Dental Materials Journal (DOSM-MSB)	2010	1	51/77-20/25	3º
	2007	1	No JCR	-
	Total	2		
Journal of Biomedical Materials Research Part B (MSB)	2010	1	14/25	3º
	2006	1	7/14	2º
	Total	2		
Journal of Dentistry (DOSM)	2010	1	18/77	2º
	2003	1	16/46	2º
	Total	2		
Journal of Oral Rehabilitation (DOSM)	2005	1	40/49	2º
	2004	1	43/48	4º
	Total	2		
Dental Materials (DOSM-MSB)	2009	1	7/64 - 6/25	1º
	Total	1		
European Journal of Oral Science (DOSM)	2004	1	19/48	2º
	Total	1		
Journal of Adhesive Dentistry (DOSM)	2004	1	No JCR	-
	Total	1		
Journal of Biomaterials Applications (DOSM)	2008	1	12/20	3º
	Total	1		
Journal of Biomedical Materials Research Part A (MSB)	2008	1	6/20	2º
	Total	1		
Journal of Prosthetic Dentistry (DOSM)	2005	1	38/49	3º
	Total	1		
Journal of the American Dental Association (DOSM)	2009	1	21/64	2º
	Total	1		
Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal (DOSM)	2010	1	52/77	3º
	Total	1		

*Para revistas que aparezcan simultáneamente en ambas categorías, se tomará el puesto del listado en que mejor se sitúe (en negrita).

En lo referente al perfil de las revistas, el 65,5% de los artículos (137) fueron publicados en revistas de la especialidad (*Journal of Endodontics*, *Intenational Endodontic Journal* y *Australian Endodontic Journal*). Si a esta cifra, se suma lo publicado en *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology* (40 trabajos, el 19,1% del total) que, siendo una revista multidisciplinar, posee un apartado específico para Endodoncia, se alcanza un total de 177 trabajos que constituyen el 84,7% de la serie. El resto de la producción (32 trabajos) se dispersa en 16 revistas de perfil muy variado.

Los trabajos de investigación recogidos en la base de datos de Endodoncia habían sido realizados en su mayoría (191, el 91,4%) por profesionales adscritos a centros o instituciones relacionadas con Odontología. Un 8,1% (17) de los trabajos contaba entre sus autores con un investigador vinculado con una institución no dental, y tan sólo el 0,5% (1) contó con la colaboración de investigadores de dos instituciones no dentales diferentes. Concretamente, las áreas de la ciencia con las que se localizaron más colaboraciones fueron la Microbiología (5 colaboraciones), Biomateriales (4 colaboraciones), Química (3 colaboraciones), Bioestadística (3 colaboraciones), Electrónica-Informática (1 colaboración), Radiología (1 colaboración) y Genética-Bioingeniería (1 colaboración).

La tabla 15 refleja la distribución geográfica de la producción científica de filtración en Endodoncia en el intervalo temporal analizado. Para ello, se uso como filiación del trabajo el país que aparecía en la dirección institucional del primer autor. Las áreas geográficas más productivas fueron Estados Unidos (47 trabajos), Turquía (34 trabajos) y Brasil (30 trabajos). La figura 10 muestra una representación gráfica de la distribución de dichos trabajos.

Tabla 15. Distribución geográfica de los trabajos sobre filtración en Endodoncia.

<i>País</i>	<i>Nº de trabajos</i>	<i>%</i>	<i>País</i>	<i>Nº de trabajos</i>	<i>%</i>
1.- Estados Unidos	47	22,5	16.- Japón	4	1,9
2.- Brasil	34	16,3	17.- Suiza	4	1,9
3.- Turquía	30	14,3	18.- España	3	1,4
4.- Grecia	11	5,3	19.- Tailandia	3	1,4
5.- Holanda	10	4,7	20.- Argentina	2	0,9
6.- China	6	2,9	21.- Noruega	2	0,9
7.- Francia	6	2,9	22.- Australia	1	0,5
8.- Reino Unido	6	2,9	23.- Chile	1	0,5
9.- Bélgica	5	2,4	24.- Finlandia	1	0,5
10.- Canadá	5	2,4	25.- Hungría	1	0,5
11.- Croacia	5	2,4	26.- India	1	0,5
12.- Irán	5	2,4	27.- Malasia	1	0,5
13.- Italia	5	2,4	28.- Nueva Zelanda	1	0,5
14.- Alemania	4	1,9	29.- Sudáfrica	1	0,5
15.- Corea del sur	4	1,9	<i>Total</i>	<i>209</i>	<i>100</i>

La tabla 16 recoge los 10 artículos de filtración en Endodoncia más citados en el intervalo temporal estudiado y el índice de impacto de la revista en que fué publicado el artículo, correspondiente al año en que éste fue publicado. Contrariamente a la tendencia encontrada en los trabajos de Operatoria Dental, sólo 2 trabajos fueron publicados en 2001, mientras que hasta 4 de los trabajos más citados de la base de datos fueron publicados después de enero de 2005.

Además, destacar que, de los 10 artículos más citados de la base de datos de microfiltración en Endodoncia entre 2001 y 2010, 3 se encontraban en revistas de alto impacto en el momento de su publicación, es decir, que la revista en que se publicaron se encontraba en el primer cuartil del JCR. En este caso, el top 10 de los artículos más citados de la base de datos de microfiltración en Endodoncia se encuentra publicado exclusivamente en revistas con un claro perfil endodóntico.

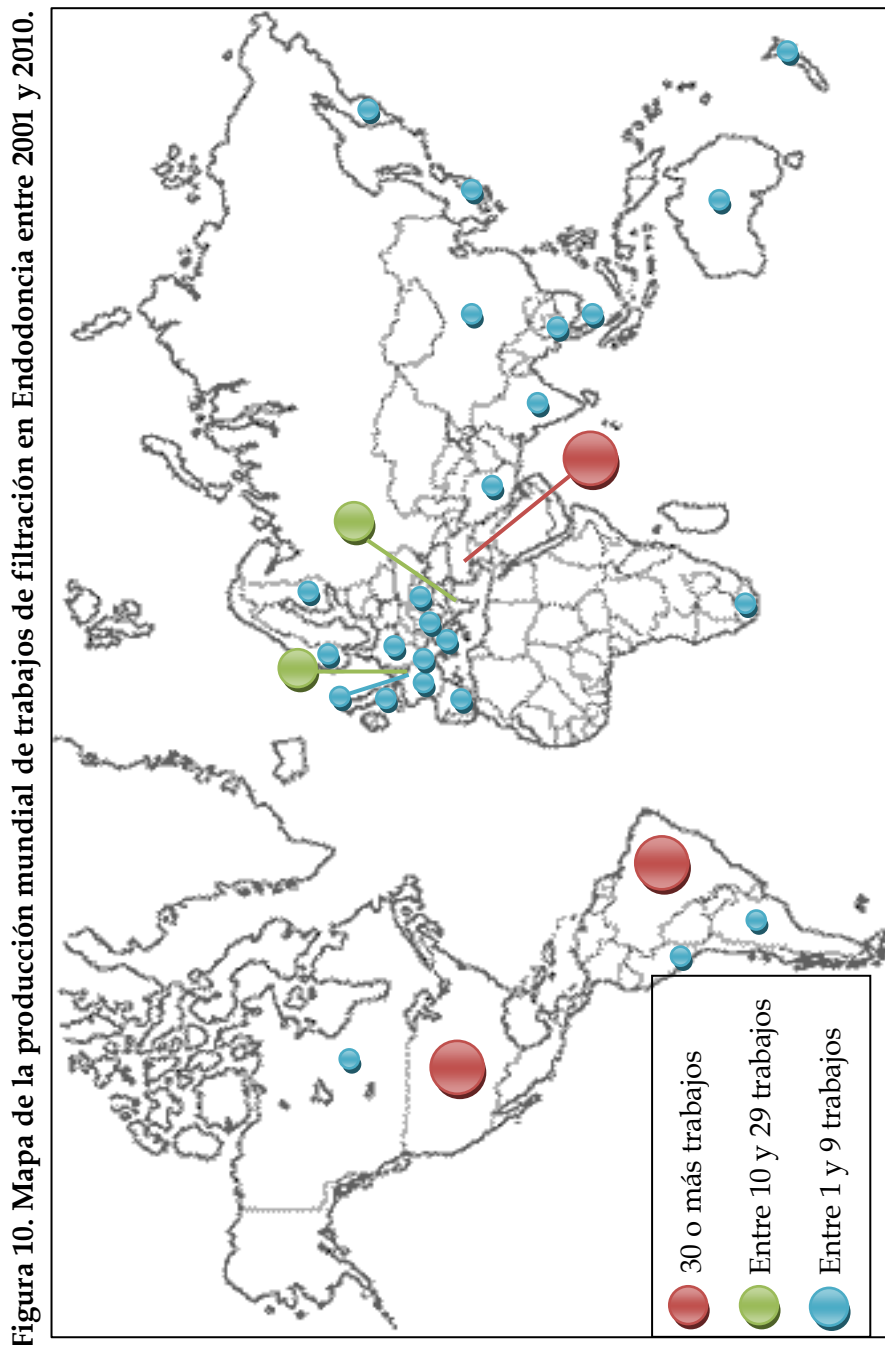


Tabla 16. Lista de los 10 artículos más citados sobre filtración en Endodoncia.

Año	Autor	Título	Revista	Citas	Impacto JCR*	Puesto JCR*	Cuartil
2003	Kardon BP y cols.	An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root canal obturation system	J Endod	39	1.056	23/46	Mediana
2002	Cobankara FK y cols.	A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers	Int Endod J	37	0.974	25/49	3 ^{er} cuartil
2006	Bortoluzzi EA y cols.	Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling	J Endod	35	3.077	3/49	1 ^{er} cuartil
2003	Pommel L y cols.	Apical leakage of four endodontic sealers	J Endod	33	1.056	23/46	Mediana
2001	Pommel L y cols.	In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques	J Endod	33	0,668	39/50	3 ^{er} cuartil
2006	Biggs SG y cols.	An in vitro assessment of the sealing ability of resilon/epiphany using fluid filtration	J Endod	31	3.077	3/49	1 ^{er} cuartil
2005	Al-Hezaimi K y cols.	Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements	J Endod	31	1.933	11/49	1 ^{er} cuartil
2003	Wu MK y cols.	Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques	Int Endod J	31	1.312	13/46	2 ^o cuartil
2001	Pommel L y cols.	Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage	J Endod	30	0,668	39/50	4 ^o cuartil
2005	Depraet FJHW y cols.	The sealing ability of an epoxy resin root canal sealer after Nd : Yag laser irradiation of the root canal	Int Endod J	29	1.606	21/49	2 ^o cuartil

* Número de citas en el mes de Febrero de 2011 ** Puesto JCR e impacto JCR en el año de publicación.

4.2.Revisión de la metodología estadística utilizada

4.2.1. Operatoria Dental

La tabla 17 muestra los errores más frecuentes encontrados en los artículos revisados en base al listado confeccionado en el material y métodos de esta memoria. Así mismo, figuran la frecuencia y porcentajes con que aparecen los citados errores en los artículos incluidos en la base de datos.

Es preciso aclarar que el número de trabajos total en que se puede aplicar un determinado item varía. Así, por ejemplo, la comprobación de la normalidad y homocedasticidad sólo es posible en aquellos trabajos que han valorado la microfiltración cuantitativamente, de ahí que el tamaño muestral que aparece en la tabla 17 sea de sólo 57 trabajos.

Los errores más frecuentes afectan a las etapas de diseño del estudio y presentación y documentación de los resultados.

Destaca entre los primeros que únicamente el 1,7% de ellos estima el tamaño muestral necesario, en función de la potencia, la seguridad y la diferencia mínima relevante previamente establecidas.

Por otra parte, en el apartado de "presentación y documentación de los resultados" es destacable tanto la falta de especificación de las muestras que se han perdido durante el estudio como el escaso número de trabajos que determinan la magnitud del efecto. Concretamente, tan sólo el 0,8% de los artículos revisados especifican las muestras que se han perdido durante el experimento; los Intervalos de Confianza (ICs) sólo se calcularon en el 2,9% de los trabajos con datos cuantitativos analizados con test paramétricos; y las Odds Ratio (ORs) no se calcularon en ninguno de los trabajos que presentaban una valoración de la filtración estrictamente cualitativa en forma de presencia o ausencia de la misma.

Tabla 17. Resumen de hallazgos en trabajos de filtración en Operatoria Dental.

TIPO DE ERROR/ INCONSISTENCIA ESTAD.	n	Frecuencia	%
DISEÑO DEL ESTUDIO			
No establecer claramente una hipótesis de trabajo <i>a priori</i>	242	183	75,6
No calcular el tamaño muestral <i>a priori</i>	242	240	99,2
No recoger la igualdad de características iniciales en los grupos de estudio	242	197	81,4
No recoger el método de randomización	242	3	1,2
No usar grupos control	242	176	72,7
No establecer el valor de la significación <i>a priori</i>	242	62	25,6
ANÁLISIS DE LOS DATOS			
No examinar o no especificar la normalidad y homocedasticidad de datos continuos	57	16	28,1
No usar test de inferencia estadística	242	0	0
PRESENTACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LOS DATOS			
No aportar los datos originales (datos brutos)	242	110	45,4
No informar de las pérdidas durante el estudio	242	238	98,3
No especificar claramente el test de inferencia estadística utilizado	242	2	0,8
Presentar la media sin indicadores de dispersión de los datos (desviación estándar)	222	16	7,2
Presentar p=N.S., p<0,05 o p>0,05 en vez del valor exacto	241*	97	40,2
No presentar Odds Ratio para señalar diferencias entre grupos de tratamiento	3	3	100
No presentar Intervalos de Confianza para señalar diferencias entre grupos de tratamiento	34	33	97,1

n= Trabajos en que es posible aplicar cada criterio.

* En 1 trabajo no se presentaron datos de significación

En cuanto a la naturaleza de los datos registrados, la tabla 18 recoge las diferentes formas en que se ha valorado la filtración en los 242 trabajos que componen la base bibliográfica. La mayor parte de las valoraciones de la filtración fueron realizadas con una escala ordinal semicuantitativa que transforma una valoración cualitativa en una variable ordinal (número de casos que presentan cada grado de filtración).

Tabla 18. Evaluación de la filtración en Operatoria Dental.

Medición de la filtración		Número de trabajos
Categórica	Escala 0-1 ("éxito" o "fracaso")	3
	TOTAL	3
Ordinal	Escala 0-2	8
	Escala 0-3 Norma ISO	7
	Escala 0-3 no ISO	109
	Escala 0-4	53
	Escala 0-5	2
	Escala 0-6	3
	TOTAL	182
Cuantitativa	Milímetros, nanómetros o micrómetros	26
	Porcentajes o ratios	18
	Software de imagen (píxeles)	13
	TOTAL	57

N=242

La tabla 19 recoge la metodología estadística utilizada en los 242 trabajos analizados. En todos ellos se utilizó un test estadístico concordante al tipo de valoración de la filtración y en el 86,4% de ellos (209) el test de inferencia estadística aplicado era el adecuado en función del cumplimiento de las condiciones exigibles para su aplicación.

Así, 9 trabajos (3,7%) valoraron la filtración de forma categórica u ordinal, trataron la variable como categórica y aplicaron correctamente un test de Fisher; 156 trabajos (64,5%) valoraron la filtración en base a una escala ordinal y analizaron los resultados con las correspondientes pruebas no paramétricas, al no presentar estos una distribución normal; 6 (2,5%) aplicaron correctamente pruebas paramétricas a los resultados de una valoración cuantitativa con distribución normal y homocedasticidad; y 29 (12%) pruebas no paramétricas a unos datos cuantitativos con una distribución no normal. Por último, 9 trabajos (3,7%) realizaron análisis de regresión, previa transformación logarítmica de aquellos datos que lo necesitaron.

Sin embargo, el restante 13,6% de los trabajos (33) presentaba un test estadístico concordante con la categoría de la variable, pero que se había aplicado incorrectamente, puesto que no se cumplían las condiciones necesarias para su aplicación. Concretamente 5 trabajos (2%) valoraron la filtración como existente e inexistente o de forma ordinal y aplicaron incorrectamente un test de la Chi cuadrado. En 8 trabajos (3,3%) valoraron la filtración en base a una escala ordinal y analizaron los resultados con pruebas paramétricas. Por último, 20 trabajos (8,3%) analizaban incorrectamente con pruebas paramétricas datos cuantitativos con una distribución no normal.

Tabla 19. Metodología estadística utilizada en los trabajos de filtración en Operatoria Dental.

Medición de la microfiltración	Criterio	Test de inferencia utilizado	Número de trabajos
Categorica u Ordinal	Frecuencia esperada en una celda ≤ 5	Test de Fisher	9
		Chi cuadrado	5
	Frecuencia esperada en una celda > 5	Chi cuadrado	0
	Datos con una aproximación a la Normal	Test Parametricos	0
	Datos sin una aproximación a la Normal	Test Parametricos	8
		Test no parametricos	156
Datos para análisis de regresión con transformación logarítmica			7
Cuantitativa	Datos con una aproximación a la Normal	Test Parametricos	6
		Test no parametricos	0
	Datos sin una aproximación a la Normal	Test Parametricos	20
		Test no parametricos	29
	Datos para análisis de regresión con transformación logarítmica		
<i>Total trabajos correctos</i>			209

La tabla 20 muestra la distribución por revistas de los trabajos que habían utilizado un test de inferencia estadística apropiado.

Tabla 20. Listado de revistas según el número de trabajos publicados y correctos.

<i>Nombre de la revista</i>	<i>Nº total</i>	<i>Nº correctos*</i>	<i>%</i>
1. Operative Dentistry	90	84	93,3
2. American Journal of Dentistry	32	28	87,5
3. Journal of Dentistry	20	18	90
4. Quintessence International	20	18	90
5. Journal of Adhesive Dentistry	19	17	89,5
6. Dental Materials	12	10	83,3
7. Journal of Oral Rehabilitation	7	6	85,7
8. Journal of Prosthetic Dentistry	7	6	85,7
9. Journal of Applied Oral Science	6	5	83,3
10. Dental Materials Journal	4	3	75
11. Journal of Biomedical Materials Research Part B- Applied Biomaterials	3	2	66,7
12. Journal of the American Dental Association	3	2	66,7
13. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry	3	2	66,7
14. Journal of MaterialScience-Materials in Medicine	2	2	100
15. Australian Dental Journal	2	0	0
16. Biomaterials	2	1	50
17. Acta Biomaterialia	1	1	100
18. Clinical Oral Investigations	1	0	0
19. European Journal of Oral Sciences	1	1	100
20. Caries Research	1	1	100
21. Dentomaxillofacial Radiology	1	1	100
22. International Dental Journal	1	0	0
23. Journal of the Canadian Dental Association	1	0	0
24. Journal of Clinical Paediatric Dentistry	1	0	0
25. International Journal of Prosthodontics	1	0	0
26. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal	1	1	100
TOTAL	242	209	86,4

* Considerados "correctos" aquellos en que se aplicaba un test de inferencia estadística adecuado en función del cumplimiento de las condiciones exigibles para su aplicación.

4.2.2. Endodoncia

La tabla 21 muestra un resumen de los errores más frecuentes que se pueden encontrar en la literatura sobre filtración en Endodoncia en base al listado confeccionado en el material y métodos de esta memoria, el número de trabajos que los presentan y el porcentaje que suponen dentro de la base bibliográfica.

Al igual que en la base de datos de Operatoria Dental, los errores más frecuentes acontecen en las fases de diseño y planificación del estudio y en la fase de presentación y documentación de los datos.

En la fase de diseño del estudio destaca que sólo el 2% de los trabajos estimó el tamaño muestral necesario en función de la potencia, la seguridad y la diferencia mínima relevante previamente establecidas.

En la fase de presentación y documentación de los datos, únicamente un 5,3% recogió la existencia de pérdidas durante el estudio y detalló el motivo de las mismas; se calcularon ICs tan sólo en el 1,1% de los trabajos analizados; y las ORs fueron calculadas en el 9,5%.

Tal y como expusimos anteriormente, el número de trabajos total en que se puede aplicar un determinado ítem varía. Así por ejemplo, la comprobación de la normalidad y homocedasticidad sólo es posible en aquellos trabajos que han valorado la microfiltración cuantitativamente, de ahí que el tamaño muestral analizado sea de 182 trabajos; los Intervalos de Confianza son únicamente calculables en trabajos que realicen test paramétricos, de modo que en ese caso el tamaño muestral fue de 90 trabajos; y, por último, las Odds Ratio se pueden obtener en trabajos con una valoración de la filtración estrictamente cualitativa en forma de presencia o ausencia de la misma, siendo en este caso el tamaño muestral $n=21$.

La tabla 22 recoge las diferentes formas en que se ha valorado la filtración en los 209 trabajos que componen nuestra base bibliográfica. Observamos que la mayor parte de las valoraciones de la filtración se realizan en base a una escala cuantitativa, utilizando para la medición fundamentalmente el movimiento de fluidos (*fluid filtration method*) y la valoración lineal.

Tabla 21. Resumen de hallazgos en trabajos de filtración en Endodoncia

TIPO DE ERROR/INCONSISTENCIA ESTAD.	n	Frecuencia	%
DISEÑO DEL ESTUDIO			
No establecer claramente una hipótesis de trabajo <i>a priori</i>	209	178	85,2
No calcular el tamaño muestral <i>a priori</i>	209	205	98,0
No recoger la igualdad de características iniciales en los grupos de estudio	209	15	7,2
No recoger el método de randomización	209	1	0,5
No usar grupos control	209	43	20,6
No establecer el valor de la significación <i>a priori</i>	209	66	31,6
ANÁLISIS DE LOS DATOS			
No examinar o no especificar la normalidad y homocedasticidad de datos continuos	182	158	86,8
No usar test de inferencia estadística	209	4	1,9
DOCUMENTACIÓN DE LOS DATOS			
No aportar los datos originales (datos brutos)	209	181	86,1
No informar de las pérdidas durante el estudio	209	198	94,7
No especificar claramente el test de inferencia estadística utilizado	209	6	2,9
Presentar la media sin indicadores de dispersión de los datos (desviación estándar)	182	16	8,8
Presentar p=N.S., p<0,05 o p>0,05 en vez del valor exacto	204*	114	55,9
No presentar Odds Ratio para señalar diferencias entre grupos de tratamiento	21	19	90,5
No presentar Intervalos de Confianza para señalar diferencias entre grupos de tratamiento	90	89	98,9

n= Trabajos en que es posible aplicar cada criterio.

* En 5 trabajos no se presentaron datos de significación

Dado que en algunos de los trabajos revisados, los investigadores habían utilizado más de un tipo de valoración para comprobar la capacidad de sellado del material o técnica en cuestión, el número total de mediciones excede al número de artículos que incluye la base de datos. Concretamente, en 1 trabajo la filtración se valoró simultáneamente de forma cuantitativa y por medio de una escala semicuantitativa, en 2 trabajos se valoró tanto cualitativamente como cuantitativamente, en 3 trabajos se utilizaron 2 formas de valoración cuantitativa, en 2 trabajos 3 valoraciones cuantitativas y en 1 trabajo 4 valoraciones cuantitativas, ya que en ellos se comparaba la validez de varios test de filtración.

Tabla 22. Evaluación de la filtración en Endodencia

Medición de la filtración		Número de trabajos*
Categórica	Escala 0-1 ("éxito" o "fracaso")	21
	TOTAL	21
Ordinal	Escala 0-2	7
	Escala 0-3	2
	Escala 0-4	4
	Escala 0-5	4
	Escala 1-3	2
	TOTAL	19
Cuantitativa	Milímetros, nanómetros o micrómetros	56
	Porcentajes o ratios	10
	Movimiento de fluidos (en ml/min, µl/min, etc.)	79
	Concentraciones bacterianas o de glucosa (en mmol/ml, UI/ml, etc.)	12
	Media de días sin filtrar	20
	Area de filtración (en mm ²)	2
	Conductancia eléctrica (en kΩ)	3
	TOTAL	182

* En algunos trabajos se utilizó más de un tipo de valoración

N=222

La tabla 23 muestra un resumen de la metodología estadística utilizada en las 222 valoraciones de la filtración analizadas. En todos los trabajos se utilizó un test estadístico concordante al tipo de valoración de la filtración pero únicamente en el 57,2% de ellos (127) se daban las condiciones necesarias para la aplicación del test de inferencia estadística utilizado. Así, 11 trabajos (4,9%) valoraron la filtración de una forma categórica u ordinal y aplicaron correctamente el test de Fisher, dado su escaso tamaño muestral. En 13 trabajos (5,8%) se valoró la filtración en base a una escala ordinal a modo de grados de penetración y los resultados fueron analizados con las correspondientes pruebas no paramétricas por la falta de normalidad en la distribución de los resultados. En 15 (6,7%) se aplicaron correctamente pruebas paramétricas a los resultados de una valoración cuantitativa con distribución normal de los datos y homocedasticidad de varianzas. Finalmente, en 88 artículos (39,6%) se realizaron pruebas no paramétricas sobre unos datos cuantitativos con una distribución no normal.

El restante 41% de los trabajos (91) utilizó un test de contraste de hipótesis que era concordante con el tipo de valoración de la filtración, aunque incorrectamente aplicado, dado que no se cumplían los requisitos necesarios para su aplicación. Concretamente 15 trabajos (6,7%) valoraron la filtración como existente e inexistente o de forma ordinal y aplicaron incorrectamente un test de la Chi cuadrado dado el escaso

tamaño muestral. En 1 trabajo (0,5%) se valoró la filtración en base a una escala ordinal pero se analizaron los resultados con pruebas paramétricas. En 1 trabajo (0,5%) se evaluó la filtración cuantitativamente, se comprobó una distribución normal en los datos, pero se analizaron erróneamente con pruebas no paramétricas. Por último, otros 74 trabajos (33,3%) analizaban incorrectamente con pruebas paramétricas datos cuantitativos con una distribución no normal.

Por otra parte, es llamativo que en 4 trabajos (1,8%) en que se valoró la filtración de un modo cuantitativo no se realizaran tests de inferencia estadística, aportando tan sólo un análisis descriptivo de los resultados obtenidos.

Finalmente, la tabla 24 muestra la distribución por revistas de los trabajos que habían utilizado el test de inferencia estadística correcto.

Tabla 23. Metodología estadística utilizada en los trabajos de filtración en Endodoncia

Medición de la microfiltración	Criterio	Test de inferencia utilizado	Número de trabajos
Categorica u Ordinal	Frecuencia esperada en una celda ≤ 5	Test de Fisher	11
		Chi cuadrado	15
	Frecuencia esperada en una celda > 5	Chi cuadrado	0
	Datos con una aproximación a la Normal	Test Parametricos	0
		Test no parametricos	1
Datos sin una aproximación a la Normal	Test no parametricos	13	
Cuantitativa	Datos con una aproximación a la Normal	Test Parametricos	15
		Test no parametricos	1
	Datos sin una aproximación a la Normal	Test Parametricos	74
		Test no parametricos	88
	Trabajos con una medida de la filtración cuantitativa pero que no realizan test de inferencia estadística		4
Total metodologías correctas			127

Tabla 24. Listado de revistas según el número de trabajos publicados y correctos.

<i>Nombre de la revista</i>	<i>Nº total</i>	<i>Nº correctos*</i>	<i>%</i>
Journal of Endodontics	96	45	47
Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology	40	22	55
International Endodontic Journal	37	31	84
Quintessence International	5	3	60
Australian Endodontic Journal	4	3	75
Journal of Applied Oral Science	4	3	75
Journal of the Canadian Dental Association	4	2	50
American Journal of Dentistry	3	3	100
Dental Material Journal	2	1	50
Journal of Biomedical Materials Research Part B	2	0	0
Journal of Dentistry	2	2	100
Journal of Oral Rehabilitation	2	0	0
Dental Materials	1	1	100
European Journal of Oral Science	1	0	0
Journal of Adhesive Dentistry	1	1	100
Journal of Biomaterials Applications	1	0	0
Journal of Biomedical Materials Research Part A	1	0	0
Journal of Prosthetic Dentistry	1	0	0
Journal of the American Dental Association	1	0	0
Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal	1	1	100
Total	209	118	56,5

* Considerados "correctos" aquellos en que se aplicaba un test de inferencia estadística adecuado en función del cumplimiento de las condiciones exigibles para su aplicación.

4.3. Análisis estadístico alternativo

4.3.1. Operatoria Dental

Los datos anteriormente expuestos muestran que en 33 trabajos de la base de datos de Operatoria Dental se habría aplicado un test de inferencia estadística sin que se cumpliesen sus condiciones de aplicación. De todos ellos, únicamente 13 presentaban datos suficientes para permitir realizar un análisis estadístico alternativo o diferente al realizado originalmente por los autores del trabajo.

La modificación de la metodología estadística con respecto a la inicialmente aplicada en esos 13 trabajos, permitió constatar que en 8 de ellos (61,5% de la muestra) los nuevos resultados diferían de los inicialmente publicados, suponiendo un cambio de las conclusiones en 2 (15,4%). En los otros 6 (46,1%) se obtuvieron valores de p menores a los publicados, no obstante esto no supuso una variación sustancial en las conclusiones enunciadas originalmente por los autores del estudio. En los 5 restantes (38,5%), no pudimos comparar los valores obtenidos con los originales ya que los autores no aportaron un p valor exacto (sólo recogían $p=N.S.$, $p<0,05$ o $p>0,05$)

Por otra parte, el cálculo de medidas para cuantificar la magnitud del efecto fue posible únicamente en 3 trabajos con una medición cualitativa y que presentaban datos brutos. El cálculo de estos indicadores no hubiese alterado las conclusiones de los trabajos que los presentan, ya que los tres trabajos obtenían diferencias estadísticamente significativas y las correspondientes Odds Ratio que habrían complementado estos resultados habrían demostrado que los resultados eran relevantes.

En cuanto a los Intervalos de Confianza (ICs), no fue posible calcularlos en ningún trabajo, ya que ninguno de los artículos con medidas cuantitativas presentó datos brutos.

4.3.2. Endodoncia

Los datos anteriormente expuestos muestran que en 91 trabajos de la base de datos de Endodoncia se habría aplicado un test de inferencia estadística sin cumplirse las condiciones de aplicación del mismo. De ellos, sólo 16 presentaban datos suficientes para poder realizar un análisis estadístico diferente al realizado originalmente por los autores del trabajo y que fuese adecuado a las características de las mediciones realizadas.

La aplicación de los test estadísticos apropiados en esos 16 trabajos supuso una alteración de los resultados obtenidos originalmente por los autores de los trabajos en 11 de ellos (69% de la muestra), implicando una alteración sustancial de las conclusiones finales en 3 (19%) y valores de p diferentes en 8 (50%), aunque no alteraban las conclusiones. Al igual que en la base de datos de Operatoria Dental, en los 5 trabajos restantes (31%) no fue posible comparar los valores de p obtenidos en nuestro re-análisis por no presentar estos trabajos los valores de significación exactos.

Respecto al cálculo de los indicadores de la magnitud del efecto, de entre los 91 trabajos que aplicaron test inadecuados, ninguno presentaba suficientes datos para calcular Intervalos de Confianza.

Sin embargo, 10 trabajos permitieron calcular Odds Ratio (OR). De ellos, 4 correspondían a trabajos con resultados “negativos” basados en el test de significación (estudios que concluyen en resultados estadísticamente no significativos) y 6 se corresponden con trabajos con resultados “positivos” (estudios que concluyen en resultados estadísticamente significativos). El análisis de los trabajos sin significación ($n=4$), enfocado a la interpretación de las OR en vez de los valores p , muestra que la “intervención” valorada (llámese “intervención” al material, técnica o variable analizada) hubiera sido clínicamente relevante en uno sólo de los 4 trabajos. De hecho, en ese mismo trabajo, al aplicar el test estadístico correcto, se habían obtenido diferencias estadísticamente significativas ($p=0,021$) entre los grupos de estudio. En los casos restantes, la interpretación de los resultados del estudio en base a los resultados del cálculo de las OR no reflejó efectos relevantes. En cuanto a los 6 trabajos con resultados significativos, las OR mostraron diferencias clínicamente relevantes en 5 de ellos, mientras que en 1 no mostraron tal relevancia.

Finalmente, entre los 127 estudios que habían seleccionado el test apropiado, ninguno aportaba datos suficientes para calcular Intervalos de Confianza y tan sólo 3 trabajos presentaban datos suficientes para calcular OR, dos de los cuáles correspondían a

trabajos con resultados estadísticamente significativos. La interpretación de los resultados de esos dos trabajos en base a la consideración de las OR, mostró que las diferencias encontradas eran, además de significativas, clínicamente relevantes. La interpretación de los resultados del tercer trabajo en base a la magnitud del efecto encontrada (OR) no cambió la tendencia de las conclusiones iniciales de los autores, basadas en la ausencia de significación estadística.

Discusión

El presente trabajo de investigación se ha centrado en el análisis de artículos publicados sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y en Endodoncia.

Para poder recuperar la producción relativa a estos temas, es necesario recurrir a las bases de datos bibliográficas disponibles. Concretamente, en este trabajo se han utilizado las bases de datos del *Institute for Scientific Information* (ISI) a través del motor de búsqueda de la *Web of Science* (WoS). El utilizar WoS en vez de otras bases de datos bibliográficas disponibles (Medline, Scopus...) se basa en las ventajas que esta base ofrece: proporciona acceso a la investigación de la más alta calidad, garantizada por el proceso de revisión por pares (*peer review*) utilizado por las revistas incluidas en la base (todas ellas indexadas en los *Journal Citation Reports*); permite determinar la visibilidad y el impacto de una publicación; es una base de datos multidisciplinar (incluyendo todos los campos científicos y tecnológicos); se pueden realizar búsquedas en lenguaje natural y a texto completo; y presenta un recurso analítico de gran valor, el *Essential Science Indicator* que permite clasificar instituciones, individuos, naciones y publicaciones en relación con una disciplina, con el fin de evaluar labores de investigación científica y proporcionar medidas de rendimiento (Pestaña, 1997; Kawamura y cols., 1999; Solari y Magri, 2000; Gil-Montoya y cols., 2006; Pulgar y cols., 2012).

Una vez seleccionada la base de referencia, se diseñaron las estrategias de búsqueda que permitieran la recuperación de los registros pertinentes para nuestro estudio, una para cada especialidad a analizar. Para la elección de los descriptores, había varias alternativas. Una, la de seleccionar términos MeSH; otra, elegir terminología libre y la tercera, combinar ambas. Dado que muchas revistas no obligan a los autores a utilizar términos MeSH como palabras clave y la terminología libre es muy arbitraria, pensamos que una buena estrategia podría ser la de usar aquellos términos que figuran más frecuentemente asociados a estos trabajos. Para ello, lo primero fue identificarlos en una muestra de 10 trabajos sobre el tema elegidos al azar, tal como se describe en Material y Método. Corroborando nuestras dudas iniciales, los descriptores más usuales eran términos MeSH y otros que no estaban incluidos en este *thesaurus*. El motivo por el que utilizamos esta estrategia fue el intentar conseguir la máxima exhaustividad posible, ya que el uso exclusivo de términos MeSH, según algunos autores, podría limitar dicha exhaustividad (Gil-Montoya y cols., 2006; Pulgar y cols., 2012).

En la estrategia de búsqueda decidimos recuperar la información publicada no sólo en revistas de la categoría "*Dentistry, Oral Surgery and Medicine*" (DOSM), sino también de

la categoría “*Materials Science, Biomaterials*” (MSB). La razón es la comentada como limitación por Gil-Montoya y cols. (2006), en el trabajo que publicaron sobre la producción científica mundial en Odontología en el quinquenio 1999-2003, y que no es otra que el limitar a DOSM el análisis supone no considerar y excluir la producción publicada en revistas no incluidas en esta categoría. Por otra parte, Pulgar y cols. (2012) en un trabajo posterior sobre la producción científica dental mundial en los últimos treinta años trabajando con todas las categorías del JCR, establecieron que más del 11% de la producción dental se publica en revistas no incluidas en DOSM. Por este motivo, y por la relación directa de los estudios de microfiltración con los materiales cuyo comportamiento se evalúa, decidimos incluir en nuestras búsquedas las revistas incluidas en MSB. Finalmente, también comentar que hay revistas dentales con un perfil temático dedicado a los materiales dentales, como son *Dental Materials* y *Dental Materials Journal*, que aparecen tanto en la categoría DOSM como MSB, por lo que consideramos que podría producirse pérdida de información si no se incluían el resto de las revistas de esta categoría, ya que, igualmente, podrían contener trabajos de microfiltración en Odontología. Este planteamiento ha demostrado estar justificado como demuestran nuestros resultados: cuatro revistas de MSB en el caso de microfiltración en Operatoria, (tabla 9); y tres en el caso de la Endodoncia (tabla 14) habían publicado trabajos sobre este tema.

Por lo que se refiere a la condición “tipo de documento”, el circunscribirla a “artículos” está justificado porque el artículo es la forma documental en la que se suelen publicar los trabajos originales sobre un tema. Además, otros tipos documentales, como resúmenes de congresos, también utilizados por los autores para comunicar los resultados de una investigación original, no suelen ofrecer la suficiente información como para poder realizar el análisis de la metodología utilizada. Por motivos obvios, las revisiones, o las cartas al editor, tampoco resultaban de interés para nuestro trabajo.

Centrándonos en nuestros resultados, el número de trabajos que se publican cada año sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental (tabla 7) aumenta hasta 2003, disminuye hasta 2006, luego se estabiliza en torno a los 24 trabajos y vuelve a disminuir en 2010. De diferente forma, en Endodoncia, se aprecian dos periodos; el primero hasta 2005, con una producción en torno a los 17 trabajos por año, y el segundo hasta 2010, en torno a 23 con un pico de 32 en 2007 (tabla 12). Probablemente esta situación se deba al enorme auge que han experimentado las técnicas de instrumentación rotatoria en los últimos años, de forma que cada nuevo instrumental, motor o material de obturación que se lanzaba al mercado motivaba la realización de estudios *in vitro* que valoraban su comportamiento.

En cuanto al número de autores firmantes (tablas 8 y 13), tanto los trabajos de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental como los de Endodoncia, presentan la

misma moda (entendiendo por moda, el número de autores más frecuente en los trabajos que componen cada base de datos) que la descrita por Pulgar y cols. (2012). Como ya hemos comentado, los autores realizan en este estudio un análisis bibliométrico de la producción científica mundial sobre Odontología publicada en revistas de las categorías DOSM y No-DOSM del JCR, es decir, en todo SCI, en tres intervalos temporales. El último intervalo es el comprendido entre 2006 y 2008 y, para este intervalo, concluyen que la moda del número de autores se sitúa entre 4 y 5 firmantes por trabajo (Pulgar y cols., 2012). Nuestros resultados siguen dicha tendencia, situándose el número de autores entre 3 y 4 para los trabajos de Operatoria Dental (en 70 y 71 trabajos respectivamente) y entre 3 y 5 autores para los trabajos de Endodoncia (en 55, 42 y 45 artículos, respectivamente).

La ley de Bradford sirve como guía general para la determinación del número de revistas que constituyen el núcleo de un tema o área de la ciencia (Bradford, 1934). Describe la relación cuantitativa entre las revistas y los artículos científicos publicados en ellas. Concretamente, afirma que la mayoría de los artículos sobre un tema esta concentrado en un pequeño número de revistas, mientras que una pequeña proporción de artículos se encuentra disperso en un gran número de ellas. Así, establece que las revistas de una determinada temática se pueden distribuir en tres grupos y cada grupo contiene el mismo número de artículos: el primero constituye el “núcleo” de la materia, y esta formado por un escaso número de revistas pero que publican aproximadamente un tercio de todos los artículos; un segundo grupo que contiene el mismo número de artículos que la primera, pero recogido en un número mayor de revistas; y un tercer grupo con, aproximadamente, el mismo número de artículos que las anteriores, pero distribuidos en un número mucho mayor de revistas. La relación matemática entre el número de revistas de la primera zona de núcleo, que sería una constante n , y el segundo grupo de revistas, es una relación de n^2 . Las tablas 9 y 14 presentan el listado de revistas que recogen los trabajos incluidos en las bases de datos de Operatoria Dental y Endodoncia, respectivamente. Como se puede observar en ellas, la base de datos de Operatoria Dental se ciñe bastante bien a la distribución Bradford, ya que una sola revista concentra el 37,2% de los trabajos; las siguientes 5 revistas publicaron el 42,6%, y el 20,2% restante se reparte entre 20 publicaciones distintas. Por su parte, la base de datos de Endodoncia sigue un patrón similar, con el 45,9% de los trabajos en una sola revista, el 36,8% en las dos siguientes, y el 17,3% restante repartido entre 17 revistas distintas.

En cuanto al perfil de la revista, en la base de datos de Operatoria Dental, sólo hay una revista de marcado contenido referido a la Odontología Conservadora, *Operative Dentistry*, que concentra el 37,2% de los trabajos mientras que hasta un 42,6% (103 trabajos) se concentran en 4 revistas generalistas (*American Journal of Dentistry*, *Journal of Dentistry*, *Quintessence International* y *Journal of Adhesive Dentistry*) y en una de

contenido enfocado a los materiales dentales (*Dental Materials*). Ésta última, además de pertenecer a la categoría DOSM, se incluye también en la categoría MSB. Esta condición se cumple también para el *Dental Materials Journal*, aunando entre las dos 16 trabajos. Junto a esos 16, otros 8 trabajos aparecen en revistas no pertenecientes a la categoría DOSM, constituyendo un 3,3%; dato que aporta información de la escasa dispersión que rodea a la investigación sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental.

Para los trabajos de la base de datos de Endodoncia, la especialización es mucho más marcada, concentrándose el 65,5% de los trabajos (137) en tres revistas especializadas (*Journal of Endodontics*, *Intenational Endodontic Journal* y *Australian Endodontic Journal*). No obstante, debemos comentar que el peso de este tipo de trabajos en estas tres revistas no es equivalente. Esta última revista, pese a su especialización, solo incluye 4 trabajos lo que podría relacionarse con el hecho de no haber estado incluida en JCR a lo largo de todo el intervalo temporal analizado y con que su factor de impacto sea bajo. Además, otro 19,1% (40 trabajos) aparecía en una revista multidisciplinar con una sección exclusiva para Endodoncia como es la *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. Igualmente, dos revistas (*Dental Materials Journal* y *Dental Materials*) que aparecen tanto en la categoría DOSM como MSB, figuran con 3 trabajos publicados; y tan sólo 4 trabajos están publicados en 3 revistas incluidas exclusivamente en la categoría MSB. Estos datos en conjunto nos llevan a afirmar que tanto la producción sobre microfiltración en Operatoria como en Endodoncia está muy concentrada en revistas del área, ya que exclusivamente un 3,3 y un 1,9% de la producción, respectivamente, se publica en revistas no incluidas en DOSM, muy por debajo del 11,56% comunicado por Pulgar y cols. (2012) para la producción odontológica global.

Beaver (2001) da dieciocho razones por las que los científicos colaboran. Entre ellas se podrían destacar el acceso a nuevas experiencias, equipamiento o recursos; el que las personas podrían desear mayor prestigio, más eficacia y eficiencia; la habilidad de resolver problemas mayores, etc. Además, los científicos podrían buscar extender su red de contactos o sus conocimientos en nuevos temas (Beaver, 2001). Sin embargo, nuestros resultados muestran que las colaboraciones son muy escasas en los trabajos sobre microfiltración, lo que probablemente sea debido a que tanto los objetivos como la metodología de los trabajos son muy específicos del área. Concretamente, las colaboraciones con investigadores ajenos a instituciones dentales en Operatoria Dental sólo aparecen en el 9,5% de los trabajos (23). La colaboración más frecuente se produce con personal adscrito a instituciones relacionadas con las Ciencias de los Materiales o Ingenierías Químicas, probablemente por la intensa labor que se realiza en la investigación de nuevos materiales que sean capaces de minimizar o evitar la contracción de polimerización, que, a su vez, es una de las razones de ser de los

trabajos de filtración (Heintze, 2007). Las colaboraciones externas en los trabajos de Endodoncia son igualmente escasas; concretamente sólo el 8,6% (18 trabajos) contó con la colaboración de algún especialista, vinculado a instituciones relacionadas fundamentalmente con la Microbiología y con Biomateriales. La participación de los primeros se podría justificar por el uso en algunos trabajos de test de crecimiento bacteriano mientras que la de los segundos, al igual que comentamos en relación con los trabajos de Operatoria Dental, estaría justificada ya que, en esencia, este tipo de estudios tienen como objetivo fundamental el análisis del comportamiento de materiales.

Antes de continuar, y dado que es en este punto de la “Discusión” donde hablamos sobre autoría y colaboración, quisiéramos apuntar brevemente algo que luego desarrollaremos, a pesar de que suponga adelantarnos al análisis de nuestros resultados sobre la metodología estadística de estos trabajos. Consideramos que, como ya hemos dicho antes, la colaboración en ciencia siempre resulta enriquecedora y provechosa. El contar con especialistas en una materia suele traducirse en una mejora sustancial de los aspectos del trabajo vinculados a ella. En este sentido, sería interesante que los equipos de investigadores dentales que realizan trabajos de este tipo fomentaran la colaboración con especialistas en estadística para mejorar algunos aspectos relacionados con el diseño experimental y el análisis de los datos de sus estudios.

Por lo que se refiere al análisis geográfico (tablas 10 y 15; figuras 8 y 10), señala como países más productivos en trabajos de microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental a Brasil, Estados Unidos y Turquía y en Endodoncia a Estados Unidos, Brasil y Turquía, en ese orden. Estos datos difieren ligeramente de los publicados recientemente por Pulgar y cols., que señalan como los países más productivos en Odontología entre 2006 y 2008 a Estados Unidos, Reino Unido y Japón (Pulgar y cols., 2012). Sin embargo, estos mismos autores consideran Brasil y Turquía como dos de los países emergentes con mayor potencial a nivel mundial. El hecho de que nuestras bases de datos incluyan trabajos publicados en un periodo de tiempo más amplio podría justificar esta discrepancia con los datos publicados sobre la Odontología en su conjunto. Además, Reino Unido y Japón siguen siendo potencias investigadoras, ocupando el 4º y 6º lugar, respectivamente, del ranking de países más productivos en la base de datos de Operatoria Dental (con 13 y 11 artículos respectivamente). En Endodoncia, sin embargo, su potencial investigador es menor, ocupando el 8º y 16º puestos con 6 y 4 publicaciones, respectivamente.

Para la última parte del análisis bibliométrico, se utilizó, por un lado, la información aportada por el *Journal Citation Report* (JCR), que ofrece el factor de impacto de las revistas más influyentes de cada categoría y, por otro, las citas que recibieron cada uno

de los artículos que recuperamos sobre microfiltración. Ambos bloques de indicadores, factor de impacto y citas directas que recibe cada artículo, pese a sustentarse sobre la misma materia prima tienen un significado bien distinto que no hay que confundir. Para Lee Pao (1991) aquellos basados en el factor de impacto del JCR representarían la calidad, la visibilidad de las revistas donde se está publicando, y los basados en el recuento directo de citas denotarían la influencia e impacto de un investigador sobre el resto de su comunidad científica. No obstante, y antes de seguir, debemos aclarar algo. Las citas no siempre son una mención positiva a los referentes que sustentan una investigación o un reconocimiento de la autoridad científica. En ocasiones son utilizadas por otros motivos como la crítica o la refutación de los trabajos, por lo que no siempre reafirman los aspectos positivos. En este sentido, la concepción de la cita como medida de calidad no se sostiene. Independientemente de si el trabajo ha sido criticado negativamente o afirmado positivamente, el nexo común entre las dos posturas es que éste ha sido consultado y utilizado. Por ello, para algunos autores, las citas representan sobre todo la *utilidad* y los indicadores de citación medirían el uso de los trabajos por otros científicos (Seglen, 1992). En definitiva, es más correcto, o al menos, más cercano a la realidad, hablar de influencia, utilidad o impacto.

Si nos basamos en el ranking del JCR del año en que se publicó cada trabajo de las bases de datos analizadas para comparar ambas series, vemos que el porcentaje de trabajos publicados en revistas de alto impacto (es decir, revistas situadas en el primer cuartil de su categoría JCR) es del 9,1%, en el caso de la Operatoria Dental (22 trabajos, publicados en 6 revistas de ambas categorías, DOSM y MSB, tabla 9), mientras que en Endodoncia, este porcentaje es del 37,3% (78 trabajos, tabla 14) de la producción y se concentra en tres revistas. Teniendo en cuenta la distribución en el resto de los cuartiles, nuestros datos nos permiten afirmar que los trabajos de microfiltración en Endodoncia se publican con mayor frecuencia en revistas de alto impacto que los de Operatoria, ya que si comparamos las cifras, en cuanto al número de artículos publicados en el primer cuartil en ambos grupos, los de Endodoncia casi cuadruplican a los de Operatoria. Es decir, los artículos de Endodoncia se publicaron en revistas que, en principio, tienen mayor factor de impacto, son de mayor calidad que las de Operatoria, ya que esta observación sigue siendo válida si comparamos el resto de los cuartiles. De este modo, en principio, deberían haber tenido una mayor visibilidad y contar con un mayor número de citas que aquellos.

Sin embargo, los datos contenidos en las tablas 11 y 16 nos dibujan una imagen distinta. En ambas podemos observar los datos, en cuanto al número de citas, año de publicación, revista y situación en el JCR del año de publicación de los 10 trabajos más citados de cada serie. Lo primero que llama la atención es que el número medio de citas que recibió la serie de artículos sobre Endodoncia es menor (32,9) que el que recibieron los de Operatoria (41,2) y que la distribución de las revistas por cuartiles en

el año de publicación fue bastante similar aunque ligeramente más favorable en la serie de Operatoria (2, 6 y 2 trabajos, respectivamente, en los tres primeros cuartiles) que en la de Endodoncia (3, 4, 2 y 1, trabajos por cuartil en orden descendente). Es decir, la situación es más favorable para la Operatoria, aunque esto podría ser debido a que, si nos fijamos, los trabajos de Endodoncia más citados fueron publicados en fechas más recientes que los de Operatoria. Es decir, que si consideramos el momento de publicación de los trabajos y el número de citas recibidas, la situación de esta pequeña muestra que suponen los diez artículos más citados era más favorable para la serie de Operatoria, lo que contrasta con lo comentado previamente al considerar la posición de las revistas en el año de publicación de los trabajos. No obstante, existen datos en la bibliografía que explican, al menos en parte, esta observación. Así Pulgar y cols. (2012), afirman en el tercer trienio que analizan (2006-2008) que la Endodoncia como especialidad experimenta un espectacular aumento de citas, de documentos publicados en revistas del primer cuartil y en revistas Top3. Este fenómeno podría deberse a que el 50% de la producción de esta especialidad se concentra en dos revistas (*Journal of Endodontics* e *International Endodontic Journal*) que, en el tercer trienio, se situaban entre las de mayor impacto del área. En este trienio, estos autores afirman que el número de autocitas de *Journal of Endodontics* constituyó el 56% del total de citas de la revista y las de *International Endodontic Journal*, el 21%, que, a su vez, tuvo un 24% de autocitas y un 25% a *Journal of Endodontics*. Las tasas de autocitación pueden estar relacionadas con el carácter sumamente especializado de la publicación en torno a una especialidad concreta que hace que las autocitas y las citas cruzadas entre dos revistas sean la principal fuente de citación (Pulgar y cols., 2012). Nuestra serie, corrobora, al menos parcialmente, estos hallazgos.

En relación al objetivo de este trabajo, la evaluación de la calidad de la metodología estadística de los trabajos de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia, nuestros resultados confirman la tendencia observada previamente en el área de la Biomedicina (Schor y Karten, 1966; Gore y cols., 1977; McGuigan, 1995; Welch y Gabbe, 1996; Welch y Gabbe, 2002; Kuo, 2002), y en otras áreas de la Odontología (Galgut y O'Mullane, 1998; Ambrosano y cols., 2004; Tu y cols., 2004; Tu y cols., 2005; Blance y cols., 2007; Baccaglini y cols., 2010; Kim y cols., 2011), ya que muchos de los artículos revisados contienen errores en la metodología estadística aplicada.

Concretamente, nuestro análisis ha detectado la existencia de al menos un error o inconsistencia estadística en el 99,2% de los trabajos sobre microfiltración en Operatoria Dental y en el 100% de los trabajos sobre microfiltración en Endodoncia. Este porcentaje es considerablemente superior al 51,5% registrado por Kim y cols. (2011) en su revisión de 418 trabajos de investigación publicados en 10 revistas dentales entre 1995 y 2009. El hecho de que la prevalencia de errores estadísticos en nuestro estudio

prácticamente duplique a la referida por Kim y cols. podría deberse a que el número de ítems valorados en nuestra revisión ha sido muy superior al considerado en el citado trabajo, siendo más difícil que un estudio reúna todas los requisitos que hemos establecido como necesarios para que un trabajo de investigación pueda ser catalogado como "de calidad".

La mayoría de los errores detectados afectan a las fases de planificación del estudio y presentación y documentación de los resultados. Aunque pudiera parecer que los errores en el análisis son los que pueden tener mayor repercusión en la validez de un estudio, en realidad, la fase más importante de cualquier investigación es la del **diseño del experimento** (Carley y Lecky, 2003; Strasak y cols., 2007), dado que los errores en esta fase, repercutirán en todos los estadios subsiguientes de la investigación. Además, los errores en la fase de análisis pueden corregirse si el diseño del estudio es sólido y correcto, pero un diseño experimental erróneo conduce a datos experimentales inútiles.

En este sentido, el primer paso en cualquier trabajo de investigación debe ser definir el problema a investigar (Strasak y cols., 2007; Martínez-González y cols., 2008). El método racional de investigación, que ha sido el motor del progreso científico y de la construcción de conocimiento en las áreas más diversas, está basado en el planteamiento de preguntas y el examen crítico de hipótesis.

La pregunta plantea el problema, mientras que la hipótesis propone una respuesta que la investigación trata de verificar. Por tanto, el éxito de cualquier investigación dependerá, en gran medida, del correcto planteamiento de la hipótesis de trabajo. Uno de los errores más habituales en este primer paso, es pretender dar respuesta a muchas preguntas al mismo tiempo. Esta estrategia conduce, en ocasiones, a que el estudio propuesto no sea capaz de responder de forma correcta a ninguna de las cuestiones planteadas. Por tanto, es preferible marcarse un único objetivo con relevancia clínica y, a partir de ahí, formular una hipótesis de trabajo, aplicando la máxima de que *"una respuesta aproximada a un problema bien formulado es mucho más valiosa que una respuesta exacta a un problema aproximado"* (Pascual y cols., 2005). La hipótesis de trabajo ha de ser la respuesta más satisfactoria que se pueda proponer ante la pregunta inicial, habida cuenta del estado del conocimiento y de los vacíos detectados en él. La hipótesis es "de trabajo" porque sólo ofrece una respuesta provisional, y hay que esperar los resultados de la investigación para saber si la hipótesis es o no válida.

El planteamiento de la hipótesis de trabajo, conlleva la formulación de una hipótesis nula bien definida, que establece que no existen diferencias significativas entre los grupos expuestos y los no expuestos a una determinada intervención. La importancia de la hipótesis nula radica en que es de directa comprobación, o sea, se acepta o se rechaza según el resultado de la prueba estadística realizada. Dado que la hipótesis de

trabajo responde a las inferencias que el investigador utilizará para dar una explicación al fenómeno investigado, de algún modo, se contraponen a la hipótesis nula.

Desafortunadamente, es frecuente que los investigadores dediquen mucho tiempo a la realización de sus experimentos, pero apenas pongan atención a la adecuada elaboración de la hipótesis de investigación y al diseño de su estudio. Así, los resultados de nuestra revisión ponen de manifiesto que tan sólo el 24,4% de los artículos científicos incluidos en la base de datos de Operatoria Dental y el 14,8% de los de la base de Endodoncia presentaban una hipótesis nula (H_0). Dadas las características de nuestro estudio es imposible precisar si esta inconsistencia metodológica deriva de que los autores no formularon la hipótesis o, simplemente, de que no la reflejaron en el artículo científico resultante de su investigación. La primera de estas dos posibilidades constituye un error grave, porque, en la práctica, podría significar que el investigador se limitó a recoger datos de un experimento y plantearse, *a posteriori*, qué hipótesis podía probar con ellos. En el segundo caso, es decir, cuando el artículo científico no incluye la hipótesis nula de que se partió, se trataría de una debilidad del trabajo, que dificulta que el lector del mismo, ya sea investigador o clínico, pueda valorar críticamente si el diseño experimental utilizado permite o no, poner a prueba la hipótesis.

Por tanto, los artículos científicos derivados de investigaciones experimentales, deberían especificar con suma claridad la hipótesis de la investigación, dando cuenta de las variables intervinientes, su conexión, las posibles interferencias o elementos de confusión y su incidencia en el fenómeno investigado (McGuigan, 1995; Baccaglioni y cols., 2010). Por otra parte, si no se incluye hipótesis de trabajo porque se trata de una investigación de carácter exploratorio, esta característica debe ser aclarada (Strasak y cols., 2007).

Tras establecer la hipótesis de trabajo *a priori*, los investigadores, elegirán cuidadosamente el diseño experimental y el tipo de análisis estadístico más adecuado para verificar o refutar dicha hipótesis.

Los trabajos de microfiltración *in vitro*, objeto de nuestra revisión metodológica, corresponden desde el punto de vista de su diseño, a investigaciones de carácter experimental inter-grupos. En este diseño, el experimentador define una o más variables independientes (VI) y estudia si las distintas “condiciones” o “tratamientos” que asigna a la/s variable/s independiente/s afectan o no de manera diferente a la variable dependiente (VD).

Las condiciones que ha de reunir el experimento para ser considerado con validez interna y externa pueden resumirse en los distintos ítems que hemos considerado en la revisión metodológica (Tablas 17 y 21).

El primer paso es definir la población y seleccionar una muestra de "sujetos" para estudiar. Para que dicha muestra sea representativa de la población, ha de obtenerse necesariamente al azar. Adicionalmente, el tamaño de la muestra debe ser el idóneo.

El cálculo del tamaño muestral (Anexo 3) constituye una de las materias de estudio clásicas en epidemiología y es considerado un requisito básico del diseño de cualquier estudio de investigación. La utilización de un tamaño muestral adecuado es imprescindible para minimizar el riesgo de error tipo II, es decir, el riesgo de no detectar una diferencia estadísticamente significativa cuando ésta realmente existe (Case y Ambrosius, 2007; Biau y cols., 2008). La conocida máxima de Altman "*la ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia*" (Altman y Bland, 1995) ha sido utilizada durante años para ilustrar cómo la correcta interpretación de resultados supuestamente "negativos" -cuando no se demuestra asociación o efecto- debe hacerse teniendo presente si el tamaño muestral de tales estudios fue adecuado o no.

A pesar de ello, algunos autores advierten que muchos artículos en la literatura médica ignoran la importancia del efecto del tamaño muestral en la interpretación de los resultados del análisis estadístico (Becker y cols., 1995). Otros autores señalan que en muchas investigaciones médicas el tamaño muestral parece estar basado en el tiempo disponible para el estudio (Howell y Guly, 1997) o en la conveniencia del investigador (London y cols., 1996).

En cuanto a la literatura dental, la frecuencia de artículos que realizan una estimación del tamaño muestral también es baja, oscilando entre el 0% y el 28% según las especialidades (Pandis y cols., 2011). En el área concreta de microfiltración en Endodoncia, estudios previos (Schuurs y cols. 1993) ya habían subrayado la escasa validez de estos trabajos debido a la insuficiente potencia del test estadístico aplicado, como resultado de la utilización de muestras injustificablemente pequeñas. El problema no ha mejorado con los años, ya que un estudio reciente que analizó la metodología estadística en 125 trabajos originales de investigación publicados en la revista *Journal of Conservative Dentistry* entre 2008 y 2011, registró una frecuencia de estimación del tamaño muestral de sólo el 2,4% (Krithikadatta y Valarmathi, 2012). Nuestros resultados apoyan estas observaciones, puesto que únicamente en el 0,8% de los trabajos de la base de datos de Operatoria Dental y en el 2% de los trabajos de filtración en Endodoncia, se había calculado *a priori* el tamaño muestral apropiado a las características del estudio.

Podemos entonces concluir, que en la literatura biomédica existe un problema generalizado con el tamaño muestral de los estudios, que determina que muchas investigaciones pueden no estar logrando demostrar asociaciones o efectos estadísticamente significativos, simplemente porque el número de "sujetos" incluidos

fue muy bajo, y que el campo concreto investigado en nuestro estudio no es ajeno a esta tendencia.

Sin embargo, conceptualmente, un tamaño de muestra pequeño no implica necesariamente baja calidad o resultados menos fiables. En muchos casos, simplemente, no es necesaria una muestra grande. Si el evento que se mide es frecuente, y la magnitud de la asociación es relativamente grande, la muestra necesaria puede ser baja. Por ejemplo, para demostrar que una terapia o técnica reduce cierto evento de 50% a 25% bastan alrededor de 60 sujetos por grupo. Para estudiar un factor pronóstico que disminuye la sobrevida, por ejemplo, desde 80% a 50%, bastan 40 por grupo. Y un estudio clínico de casos y controles con un Odds Ratio de 7 -valor bastante frecuente de encontrar- puede requerir menos de 20 pacientes por grupo. Además, la evidencia empírica afirma que cuando se han comparado los resultados de estudios pequeños con los de grandes ensayos, los resultados suelen ser consistentes, y cuando se detectan inconsistencias, éstas parecen estar relacionadas con el "sesgo de publicación" que afecta a los estudios negativos (Cappelleri y cols., 1996; Kjaergard y cols., 2001). Este fenómeno, ampliamente conocido -lo abordaremos posteriormente en detalle-, se refiere a la tendencia a no publicar los estudios con resultados estadísticamente no significativos, aunque sean de buena calidad, y se traduce en que observamos comúnmente los estudios con resultados más llamativos, mientras quedan ocultos y sin publicarse muchos estudios con resultados negativos pero igualmente válidos.

Por otra parte, también se ha aducido que el problema de las muestras pequeñas es que no son representativas. En rigor, esto tampoco es así. La representatividad, que se refiere a cómo de parecidos son los "sujetos" de la muestra a los de la población que se desea investigar, depende más de la forma en que se seleccionan los sujetos -por ejemplo si se utilizó o no un método de selección aleatorio- y de los criterios de inclusión aplicados, que del tamaño de la muestra. Una "gran" muestra puede no ser representativa, si la selección de los "sujetos" se hizo de manera sesgada.

Con el advenimiento de las revisiones sistemáticas algunos autores han llegado, incluso, a cuestionar la necesidad de estimar el tamaño muestral con demasiado énfasis, considerando que los meta-análisis permiten en muchos casos resolver la falta de potencia de los estudios individuales, lo que de hecho es referido como una de las principales virtudes del método (Sackett y Cook, 1993).

En nuestra opinión, los estudios de pequeño tamaño muestral pueden estar justificados, aún cuando carezcan de potencia suficiente, para ampliar la base de conocimiento en la investigación clínica de tratamientos para enfermedades raras, en las que reunir un número alto de pacientes puede ser virtualmente imposible. Sin embargo, en el caso de los trabajos de filtración, que corresponden a estudios *in vitro* y

que, además, se realizan sobre dientes extraídos, es relativamente fácil disponer de un tamaño muestral suficiente, por lo que resulta imprescindible realizar una estimación del tamaño de muestra idóneo, así como una descripción del método de cálculo utilizado para ello.

Como expusimos en el capítulo de Introducción, el tamaño muestral idóneo para un estudio dependerá de la potencia y seguridad que estemos dispuestos a asumir en el procedimiento estadístico (Martínez-González y cols., 2008; Baccaglioni y cols., 2010; Von Fraunhofer, 2010), de la desviación estándar que se espera tendrá la variable que se comparará y de la diferencia mínima relevante que se quiere detectar en la comparación (Martínez-González y cols., 2008; Clark y Mulligan, 2011).

Por su parte, las revistas deberían velar en sus normas de publicación y en sus procesos de revisión por pares (*peer review*) para que el requisito de un tamaño muestral suficiente se cumpla. En este sentido, es importante señalar que la mayoría de los estándares internacionales de publicación, tales como el CONSORT *Statement (Consolidated Standards of Reporting Trials)* (Moher y cols., 2005), establecen que los autores deben especificar en sus manuscritos cómo fue determinado el tamaño muestral de la investigación. No obstante, un estudio reciente de 165 revistas con alto factor de impacto del área de Medicina, reveló que sólo un 37% de ellas tienen incorporadas estas recomendaciones entre sus "instrucciones a los autores", que en apenas un 14% es de cumplimiento obligatorio, y que menos de la mitad reconoce aplicarlas en su proceso de revisión por pares (Hopewell y cols., 2008). Ello explica, en parte, el resultado de nuestro estudio de que un porcentaje importante de los estudios revisados omitan, ya sea el propio cálculo o la descripción del procedimiento de cálculo del tamaño muestral, aún estando publicados en revistas internacionales de alto índice de impacto y con proceso de *peer review* (Charles y cols., 2009).

Dada su relación con el cálculo del tamaño muestral, también es necesario en la fase de diseño del experimento, establecer el valor de significación que se aceptará como adecuado en el contraste de hipótesis. Es decir, el investigador debe decidir desde un principio hasta qué punto está dispuesto a asumir que el resultado encontrado pueda ser debido solamente al azar. El hecho de que se haga así habla en favor de la honestidad de los autores, que se plantearon desde el inicio y en virtud de las características de su investigación, el nivel de error aceptable (Clark y Mulligan, 2011). Es lógico pensar que esa posibilidad de error debería ser mínima. Sin embargo, en nuestra revisión, hemos encontrado que en todos los trabajos que afirman que se estableció el nivel de significación *a priori* (74,4% de los trabajos de la base de datos de Operatoria Dental y 68,4% de los de Endodoncia) se asumió el valor convencional de significación estadística ($p < 0,05$).

Otro de los requisitos fundamentales para garantizar la validez interna de una investigación es el control de las variables experimentales, tanto de la variable independiente que se manipula, como de las variables extrañas o variables de confusión.

En toda investigación hay variables extrañas que pueden influir en los cambios observados en la variable dependiente y que sólo en la medida en que son controladas, permiten que los resultados sean explicados por la manipulación de la variable independiente. En relación a las variables extrañas, una vez identificadas, la mejor forma de controlarlas es eliminarlas de la situación experimental. Cuando esto no sea posible, se deben mantener constantes durante el transcurso del experimento, de forma que afecten por igual a todos los grupos experimentales. No obstante, para aumentar la probabilidad de que algunas variables extrañas no identificadas influyan sobre todos los grupos de estudio en la misma magnitud, es necesario que los sujetos sean asignados a los distintos grupos experimentales de forma aleatoria. En virtud de la aleatoriedad, se asume que todos los grupos de estudio son representativos de la población y que son iguales respecto a todas las variables relevantes desconocidas. Por consiguiente, se les considera estadísticamente equivalentes y, en consecuencia, comparables.

También podemos garantizar que los efectos de la VI sobre la VD queden claramente aislados mediante la introducción en el experimento de un grupo de control, que es aquel que, siendo estadísticamente equivalente a los grupos experimentales, no recibe el tratamiento específico de ningún grupo experimental, constituyendo un término de comparación o referencia. Si los grupos experimentales y control son tratados de la misma manera excepto en lo que respecta a la variable independiente, cualquier diferencia que se constate al comparar los grupos experimentales con el control, ha de ser atribuida al único factor de variación sistemática o variable manipulada (VI).

En relación a estos aspectos metodológicos concretos, hemos de destacar que en la mayoría de los trabajos revisados señalan que se realizó una asignación aleatoria de los sujetos a los distintos grupos experimentales. Así, únicamente encontramos 3 trabajos de la base de datos de Operatoria Dental y 1 de la base de datos de Endodoncia que no especificaban el método de asignación de los especímenes a los diversos grupos de estudio. No obstante, sí que hemos constatado grandes diferencias entre los trabajos de filtración en Endodoncia y en Operatoria Dental, respecto al control de la constancia de las diferentes variables extrañas. Así, en el 92,8% de los trabajos de la base de datos de Endodoncia es posible encontrar una descripción pormenorizada de los criterios considerados para garantizar la igualdad de las muestras entre los distintos grupos de estudio al inicio del experimento. Por el contrario, tan solo el 18,6% de los trabajos de la base de datos de Operatoria Dental hicieron lo propio.

Esta tendencia se repite en relación a la utilización de grupos control, observándose que un 79,4% de los artículos de filtración en Endodoncia incluían en el diseño del experimento grupo de control, frente a tan sólo el 27,3% de los trabajos de Operatoria Dental. En los trabajos de Endodoncia, parece ser que está mucho más arraigado el uso de grupos control positivos (en los que se asegura un 100% de especímenes con una filtración máxima) y negativos (grupo de muestras donde vamos garantizar que ningún espécimen presente filtración); de manera que se puede evaluar tanto el efecto concreto del material o técnica evaluado como la validez del método de filtración utilizado. Dado que en Operatoria Dental no existe técnica o material que asegure un sellado hermético de la cavidad, se suelen comparar los resultados de los grupos experimentales con los proporcionados por un material o técnica ampliamente probados, considerados como “de referencia” (*Gold Standard*).

Respecto a la fase de **análisis de los resultados**, en nuestra revisión hemos encontrado 4 artículos de investigación, todos ellos de Endodoncia, que presentaban únicamente una estadística descriptiva de los resultados, sin realizar análisis estadístico de los mismos. Esta situación ha sido catalogada como un error (Baccaglioni y cols., 2010) por la pérdida de información que supone, ya que en ausencia de test de inferencia estadística, no se puede determinar si las diferencias que se observen entre los grupos experimentales, son atribuibles a la variable manipulada o al azar (Martínez-González y cols., 2008).

Son muchas las herramientas estadísticas disponibles para el análisis de los datos, y van desde procedimientos simples, como *t*-test o análisis de regresión lineal, hasta modelos matemáticos muy complejos. Sin embargo, los métodos estadísticos utilizados en la mayoría de los trabajos incluidos en nuestra revisión, corresponden a métodos estadísticos sencillos. Aún así, el método estadístico más simple puede ser mal utilizado con relativa facilidad. Para aplicar cualquier test estadístico correctamente, en primer lugar, hemos de tener en cuenta las características de las variables involucradas (continua o discreta, bimodal o Gaussiana...) y, en segundo lugar, se precisa un conocimiento sólido de la teoría y requisitos subyacentes a los diferentes métodos estadísticos disponibles (Gardenier y Resnik, 2002).

En consecuencia, el primer requisito que hemos valorado para decidir si el análisis estadístico era o no correcto, fue que el tipo de test utilizado estuviese en concordancia con el tipo de datos analizados. Para verificar este punto, como paso previo, registramos el tipo de escala utilizada para valorar la microfiltración y el tratamiento que se hizo de la variable resultado (*outcome variable*).

La valoración de estos puntos nos ha permitido confirmar la ausencia de estandarización metodológica que el trabajo de Heintze (Heintze, 2007) había señalado

como uno de los mayores inconvenientes de los trabajos de microfiltración. En concreto, hemos constatado que la mayoría de los estudios de filtración en restauraciones directas en Operatoria Dental no utilizaron la escala de valoración que la norma ISO (ISO 11405:2003) específica de este tipo de experimentos propone, y que la variedad de escalas cualitativas utilizadas en la literatura para evaluar la penetración del colorante es amplísima. Resulta paradójico, además, que en algunos de los trabajos revisados, los autores citen la norma ISO 11405/2003, y a continuación, utilicen una escala de valoración de la filtración diferente a la propuesta por dicha norma, o incluso realicen una valoración cuantitativa de este parámetro (Loguercio y cols., 2004; Wattanawongpitak y cols., 2007; Heintze y cols., 2008). Respecto a los trabajos de filtración en Endodoncia, la ausencia de estandarización respecto a la forma de valorar la filtración también es evidente; sin embargo, en este caso, podría estar hasta cierto punto justificada, dado que no existe una ISO específica que pueda utilizarse como referente metodológico.

Nuestra revisión también muestra que si bien el método estadístico seleccionado en todos los trabajos -tanto de la base de datos de Operatoria como de la de Endodoncia-, era concordante con la categoría (cualitativa o cuantitativa) atribuida a la variable resultado, sólo en el 86,4% de los trabajos de Operatoria y en el 57,2% de los de Endodoncia dicho test era el apropiado en función del cumplimiento de las condiciones exigibles para su aplicación. En este sentido, nuestros datos vienen a confirmar que uno de los errores metodológicos más frecuentes presentes en los trabajos de investigación consiste en seleccionar un test estadístico incorrecto (Altman, 1991; Tu y cols., 2004, Tu y cols., 2005; Abt, 2010a; Abt, 2010b).

Resulta llamativo, además, que la metodología estadística utilizada en trabajos con diseños experimentales prácticamente idénticos varíe considerablemente entre revistas, entre autores e incluso entre trabajos publicados en la misma revista y volumen (Owens y cols., 2007; Nagpal y cols., 2007; Idriss y cols., 2007). En concreto, esta gran variabilidad parece indicar que todavía no existe un consenso absoluto sobre cuál es la forma más apropiada de comparar variables ordinales y datos cuantitativos con distribuciones no normales.

Respecto a la primera de estas dos cuestiones, el test de la Chi cuadrado es aplicable al análisis de datos ordinales que aparecen como frecuencias o número de observaciones en cada categoría. Tal como expusimos en la Introducción de esta memoria, la aplicación de este test requiere que las observaciones sean independientes y, además, para asegurar una aproximación razonablemente buena, no más del 20% de las categorías pueden tener una frecuencia esperada menor o igual a 5 (Kim y cols., 2011). Para satisfacer estos requerimientos, obviamente, se requiere un tamaño muestral suficientemente grande. Sin embargo, en 5 trabajos de la base de datos de Operatoria

Dental y en 15 trabajos de la base de Endodoncia, los autores utilizaron este test sin que se cumpliera la última de las condiciones citadas. En esos casos, el test exacto de Fisher o la Chi cuadrado con una corrección de Yates, hubieran sido alternativas más apropiadas. No obstante, para algunos autores la utilización de este tipo de test en el análisis de datos categóricos ordinales conlleva una pérdida de información importante (Fagerland y cols., 2011), especialmente cuando los resultados se combinan en sólo dos categorías y se utilizan métodos de análisis para datos binarios. Con frecuencia ello resulta en una pérdida de potencia y una estimación inexacta (Strömberg, 1996; Sankey y Weissfeld, 1998).

Para evitarlo, la otra opción posible- observada en 182 artículos de filtración en Operatoria y en 19 artículos de filtración en Endodoncia- consiste en generar variables resultado cuantitativas a partir de los resultados de la valoración de la microfiltración y, a continuación, testar estadísticamente los datos bien con pruebas paramétricas o bien con pruebas no paramétricas.

Este procedimiento, aunque frecuente en la literatura dental, no está exento de críticas, hasta el punto de que algunos autores, incluso, lo han catalogado como error estadístico (Baumgardner, 1997). El argumento en que se basan estos autores es que las escalas utilizadas para la valoración de la variable carecen de significado numérico más allá de expresar un rango ordenado. Por tanto, parámetros de la muestra como la media y desviación estándar no representan con exactitud el conjunto de datos, sino que éstos han de presentarse bien como porcentajes de cada puntuación o bien mediante la mediana de los valores (es decir, por el valor por encima y por debajo del cual se concentra el 50% de los datos). En consecuencia, los test más adecuados para testarlos deberían ser los correspondientes a variables ordinales, es decir, los test no paramétricos (Martínez-González y cols., 2008). Sin embargo, para otros autores, estas críticas carecen de fundamento (Anderson, 1961; Gaito, 1980; Armstrong, 1981; Cohen, 2001). Por esta razón, en nuestra revisión, hemos admitido como correcto el uso de test paramétricos para el análisis de estas variables discretas (es decir, de datos que, siendo en esencia categóricos, indudablemente poseen propiedades numéricas), siempre que se den las condiciones específicas necesarias para la aplicación de cada método.

Siguiendo a Cohen (Cohen, 2001) la selección del test estadístico más apropiado para cada situación, debería hacerse sin perder de vista el significado científico de las mediciones realizadas. En este sentido, la diferencia entre medias será apropiada para comparar dos variables numéricas discretas en la medida en que la media de la variable tenga sentido para la intervención o efecto que se está estudiando. Así, en el caso de un estudio de microfiltración en el que se haya valorado este parámetro con una escala 0 a 2, -donde 0=no filtra, 1=filtra sólo esmalte, 2=filtra esmalte y dentina- es evidente que un valor medio de 0.43 carece de significación clínica. En consecuencia, en

este caso concreto, podría ser más adecuado cuantificar la proporción de éxito (no filtra) y fracaso (filtra), calcular la proporción de muestras con éxito/fracaso para cada variable, testar las diferencias entre proporciones y estimar un Intervalo de Confianza para dicha diferencia.

Respecto a la elección entre pruebas paramétricas y no paramétricas, los test paramétricos son usualmente más potentes y siempre más versátiles que sus alternativas no paramétricas (Cohen, 2001; Freund y Perles, 2006), por tanto, siempre que sea posible aplicarlos, serán considerados la opción idónea. De hecho, esta es la razón por la que hemos clasificado como incorrecto (Tabla 23) el artículo que utilizó un test no paramétrico para analizar datos cuantitativos con una distribución normal (Boussetta y cols., 2003).

No obstante, los métodos paramétricos tienen una serie de condiciones para su aplicación. En sentido estricto, el uso apropiado del test de ANOVA, por ejemplo, requiere que las muestras sean independientes, que los datos de las variables sigan una distribución normal y que sus varianzas sean homogéneas. Algunos autores (Cohen, 2001; Lumley y cols., 2002; Fagerland y cols., 2011) consideran que el ANOVA es un método estadístico robusto, es decir, relativamente insensible a las desviaciones ligeras de las condiciones teóricas requeridas para su aplicación. Por otra parte, y en virtud de la aplicación del Teorema Central del Límite, una distribución no normal en una variable no implica, necesariamente, el rechazo de test paramétricos porque aunque las variables no sigan una distribución normal, sus medias sí pueden hacerlo, siempre que las muestras hayan sido obtenidas aleatoriamente de la población y tengan un tamaño muestral suficientemente grande (Cohen, 2001).

A este respecto, la cuestión de qué tamaño ha de tener una muestra para que pueda ser aplicable el Teorema Central del Límite es bastante controvertida. En inferencia estadística, cuando el objetivo es calcular un parámetro, depende de la varianza y del nivel de tolerancia deseable, pero en la inferencia no paramétrica los requisitos no son tan claros. Por lo tanto, la clasificación de una muestra como pequeña o grande es, de hecho, artificial, porque no hay un número exacto que pueda considerarse como punto de corte. Erickson (1973) estableció este punto para tamaños muestrales entre 75 y 100. No obstante, el valor de 30 como punto de corte, adoptado como regla general en nuestra área, deriva del trabajo de Dawson-Saunders y Trapp (1994).

Sin embargo, dado el escaso tamaño muestral que se ha utilizado en los estudios revisados en este trabajo, el Teorema Central del Límite no sería aplicable en virtud de ninguno de los criterios anteriores y, por tanto, las pruebas de normalidad deberían haber sido un requisito indispensable previo a la elección entre pruebas paramétricas o no paramétricas. Una vez comprobada la normalidad de la distribución, hubiera sido

preciso verificar, así mismo, la homocedasticidad de las varianzas antes de aplicar test paramétricos.

En los casos en que no se dieran las anteriores condiciones, podría haberse intentado una transformación de la variable que puede lograr una aproximación a una distribución gaussiana. Como ejemplos de tales transformaciones cabe citar la transformación de raíz cuadrada para datos de Poisson, la transformación Box-Cox para la regresión y la transformación de arcoseno para proporciones.

Otra situación común en la práctica se produce cuando las variables independientes siguen una distribución normal pero una de ellas tiene una varianza diferente. En esta situación, el procedimiento a seguir consiste en realizar, en primer lugar, un análisis de varianza entre el resto de variables y luego aplicar una prueba de hipótesis entre las medias de las dos variables con varianzas diferentes, utilizando el test de Welch para varianzas desiguales.

Sin embargo, tal como se muestra en las tablas 19 y 23, en un 12,3% (28 trabajos de 228) de los artículos de la base de datos de Operatoria Dental y en el 38,3% (75 de 196) de los de la de Endodoncia, se aplicó el test de ANOVA sin que las condiciones anteriores se cumplieran, por lo que hemos considerado que el análisis estadístico utilizado por los correspondientes autores fue incorrecto. En estas situaciones, en que los datos no siguen una distribución normal, el Teorema Central del Límite no es aplicable y no es posible realizar una transformación de la variable que la aproxime a una distribución normal, los test no paramétricos hubieran constituido una herramienta estadística útil y la opción más apropiada.

Autores previos (Cohen, 2001), han afirmado que la selección de test paramétricos o no paramétricos no es excesivamente relevante, ya que ambos conducen a resultados similares. Los resultados de nuestro estudio contradicen tajantemente esta afirmación, demostrando la gran influencia que tiene la selección del test de inferencia estadística sobre los resultados finales en cualquier trabajo de investigación. De esta forma, hemos constatado que la aplicación de un test de inferencia correcto en los artículos catalogados como erróneos, implicó cambios sustanciales en las conclusiones del 15,4% de los trabajos de Operatoria Dental re-analizados y en el 19% de los correspondientes de Endodoncia.

Hemos de señalar que el análisis estadístico alternativo fue posible sólo en una pequeña proporción de los trabajos catalogados como erróneos (29 trabajos), dado que en la gran mayoría de ellos -como discutiremos más adelante- los datos publicados no eran suficientes para permitirlo. Cabe preguntarse, por tanto, cuál hubiera sido el número de trabajos con conclusiones erróneas encontrado, si hubiera sido posible

analizar los 124 artículos que, en conjunto, presentaban un análisis estadístico incorrecto.

Además, aún en el caso de que tanto el test estadístico correcto como el incorrecto conduzcan a las mismas conclusiones, obviamente, los valores de p que se obtienen en ambos casos pueden ser diferentes. Esta circunstancia se ha producido en el 46,1% y en el 50% de los trabajos re-analizados en Operatoria y Endodoncia respectivamente. En el 38,5% y 31% restante, respectivamente, no se ha podido constatar si la aplicación de un test correcto implicaba cambios en los valores de p porque los autores no aportaban los p valores exactos. De lo anterior puede deducirse que un análisis estadístico incorrecto de los datos de una investigación puede dar lugar a conclusiones erróneas, dificulta que los resultados puedan ser verificados en experimentos similares, y que contribuyan de forma real al conocimiento de un tema o área.

Si pensamos en la estadística como un instrumento que permite distinguir entre el "ruido" del azar y la "señal" de lo real, entonces sólo una utilización correcta de la estadística, será capaz de ampliar y clarificar la señal sin distorsionarla (DeMets, 1999).

Por otra parte, podemos encontrar trabajos inconsistentes o débiles desde el punto de vista de la metodología estadística, aún en ausencia de resultados erróneos o distorsionados. Así un mal uso de la estadística puede darse cuando el investigador priva a la comunidad científica de información relevante sobre el diseño experimental utilizado o los métodos estadísticos aplicados. De ahí la importancia de la **fase de documentación** del experimento.

En este sentido, una de las inconsistencias metodológicas más frecuentes en investigación, es el sesgo ligado al incorrecto tratamiento que se da a los "sujetos" que se pierden en el experimento. Este sesgo es especialmente relevante en los ensayos clínicos, correspondiendo a las tasas de pérdidas y abandonos. No obstante, también se introduce en las investigaciones experimentales cuando no se tiene en cuenta ni los "sujetos" perdidos en el transcurso del experimento-en el caso de los estudios de microfiltración, las muestras- ni las razones, similares o diferentes, por las que estas pérdidas se han producido.

La presencia de valores perdidos, es un problema común a cualquier investigación y no puede ser ignorado en el análisis de datos por las graves repercusiones que puede tener, que van, desde la pérdida de potencia del estudio hasta la aparición de sesgos inaceptables. Evaluar el número de pérdidas y especificar las circunstancias en las que éstas se han producido evitará la sobrevaloración o infraestimación de los beneficios de una intervención y, en consecuencia, la invalidación de los resultados (Pascual y cols., 2005).

Es importante, por tanto, registrar el número de muestras perdidas en el transcurso de un experimento, pero es mucho más informativo, especificar la causa por la que determinados datos no pudieron contabilizarse (DeMets, 2004).

Las razones para la ausencia de datos pueden ser diversas, pero en términos generales, nos interesa saber si los datos perdidos lo fueron totalmente al azar, es decir, si las observaciones con datos perdidos son una muestra aleatoria del conjunto de observaciones (por ejemplo, por un fallo en los instrumentos de medida), o por el contrario, si la probabilidad de que se produzca la ausencia de una observación, depende de los valores de una variable de confusión o, incluso, de la variable independiente. En estos casos, los datos se deben registrar como datos perdidos no ignorables o no debidos al azar.

Así, una pérdida no ignorable, puede darse cuando todos los sujetos perdidos en un experimento corresponden a muestras con características especiales. Por ejemplo, supongamos un estudio de microfiltración que evalúe la capacidad de sellado de un nuevo cemento sellador, en el que todas las muestras que no pueden contabilizarse correspondan al grupo de dientes con mayor curvatura radicular. En este caso, la pérdida limitaría, claramente, la representatividad o validez externa de los resultados del estudio, puesto que los resultados serían aplicables sólo a dientes con conductos rectos.

Adicionalmente, según Baccaglini (Baccaglini y cols., 2010), tanto los parámetros de estimación (media, mediana...) como la propia inferencia estadística (valores p , Intervalos de Confianza...) pueden verse afectados por la forma en que se manejen los datos perdidos en el estudio. Pese a todo lo anterior, nuestra revisión pone de manifiesto que únicamente 4 trabajos de la base de datos de Operatoria Dental (1,7%) y 11 de los trabajos de la base de datos de Endodoncia (5,3%) habían documentado el número de datos no contabilizables y las causas de pérdida de dichos datos.

Así mismo, los investigadores deben abordar con transparencia en el artículo científico resultante de su investigación, otros aspectos metodológicos tan importantes como, por ejemplo, el tratamiento que se hizo de los valores extremos (outliers), es decir, de aquellos valores aislados de la variable independiente que quedan muy por fuera del rango esperado. Tras identificar las observaciones problemáticas, el investigador debe decidir qué hacer con ellas, dado que en estudios pequeños, un único valor extremo puede distorsionar gravemente los resultados. Las opciones se limitan a corregir (establecer una estimación del valor puntual), eliminar o dejar el valor dentro de la serie (DeMets, 1999). Si el investigador optó por corregir o eliminar esos datos -práctica frecuente y a menudo necesaria- es importante discutir esa opción abierta y

honestamente cuando se documentan los resultados del experimento (Resnik, 2000). Sin embargo, y como dato meramente informativo, ya que no está recogido en el capítulo de Resultados de esta memoria, hemos de señalar que en ninguno de los trabajos revisados se comentaron estos aspectos metodológicos.

Por otra parte, es fundamental que un trabajo de investigación recoja, resuma y presente de manera detallada y lo más exacta posible los resultados del experimento. En relación a este punto hemos encontrado en nuestra revisión graves errores. Por ejemplo, un 7,2% de los trabajos de la base de datos de Operatoria Dental y un 8,8% de los de Endodoncia en que era aplicable este ítem, presentaban como medida de tendencia central el valor de la media aritmética pero sin la desviación estándar de la media. Un 40,2% y un 55,9% de los trabajos de Operatoria y Endodoncia revisados presentaron como resumen de los test de inferencia estadística simplemente si los resultados fueron o no estadísticamente significativos, pero no documentaron el p valor exacto, lo que impide, caso de que exista, apreciar la fuerza de la asociación. Por otro lado, no es lo mismo obtener un p valor de 0.58 que de 0.054. Ambos resultados son no significativos, pero la interpretación en el segundo caso de ese p valor debe hacerse cautelosamente y considerando el tamaño de la muestra que se estudió.

A ese respecto, cabe señalar que ninguno de los trabajos revisados con resultados negativos (estadísticamente no significativos) había discutido este aspecto. Así hemos encontrados algunos estudios con p valores incluso de 0.055 (Tzanetakis y cols., 2010) o de 0.059 (Kececi y cols., 2009), que concluyen que no existían diferencias entre los grupos expuesto/ no expuesto a la intervención. En sentido estricto, los autores podrían haber señalado más apropiadamente que, en base a los resultados de su estudio, no había suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Merece un comentario especial el hecho de que sólo el 54,6% de los artículos de Operatoria Dental y, aún peor, el 13,9% de los trabajos de Endodoncia revisados incluyan los resultados completos (*raw data*) del estudio. Para ser rigurosos, este aspecto debe ser considerado, no como un error estadístico, sino como una inconsistencia de la documentación incluida en el artículo, ya que ninguna de las revistas en que aparecen publicados estos trabajos (tablas 20 y 24) exige la inclusión de los *raw data*. Aún así, hay que precisar que dos de ellas (*Journal of Dentistry* y *Caries Research*) especifican en sus "Guidelines for authors" que: "*Statistical methods should be described with enough detail to enable a knowledgeable reader with access to the original data to verify the reported results*". Dado que en la gran mayoría de los casos la verificación de los resultados de un método estadístico no es posible sin tener acceso a los datos completos del experimento, sería aconsejable que éstos se presentaran al menos durante el proceso de revisión editorial de los artículos de investigación. De esta forma, la decisión final para publicar un trabajo podría adoptarse después que un revisor con

experiencia y formación en estadística supervisara el estudio. Otra posibilidad es que las editoriales publiquen versiones online más completas de los artículos, que incluyan el conjunto de resultados del trabajo, bien como anexo al mismo o como información de apoyo. Ello permitiría al lector realizar una revisión crítica, en profundidad, de la metodología estadística aplicada en el mismo.

Nuestra revisión ha arrojado algunos datos bastante llamativos; por ejemplo, hemos podido comprobar que prácticamente en la totalidad de los trabajos revisados (99,6% y 98,6% de los trabajos de Operatoria Dental y de Endodoncia, respectivamente) las conclusiones finales del artículo en cuanto a la efectividad de la intervención, se fundamentaron únicamente en los resultados del test de inferencia estadística, y más concretamente en los p valores obtenidos en los mismos. Sin embargo, está suficientemente documentado que confiar en exceso en el valor de p puede ser un error (Pandis y cols., 2011). Una intervención puede resultar no significativa por un tamaño muestral insuficiente, mientras que si la aplicamos a la población puede tener un importante efecto clínico. También puede suceder lo contrario, de forma que un efecto estadísticamente significativo puede ser tan pequeño, que su relevancia clínica sea escasa o nula (Petrie y cols., 2002).

Estos datos parecen revelar un cierto abuso de confianza en los resultados de la inferencia estadística. Esta confianza excesiva que los investigadores experimentan en los contrastes estadísticos puede ser debida a la sofisticación de los términos y fórmulas matemáticas que estos métodos emplean, que contribuyen a fomentar la sensación de que la significación estadística es una garantía de objetividad (Batanero y Díaz, 2005). Falk y Greenbaum (1995) sugieren la existencia de mecanismos psicológicos fuertemente arraigados que llevan a las personas a creer que eliminan el azar y minimizan su incertidumbre cuando obtienen un resultado significativo en los contrastes de hipótesis.

Otra de las razones que podrían justificar la actitud de sobre-confianza en la significación estadística es la tendencia que existe en determinadas áreas de investigación a publicar predominante o exclusivamente investigaciones con resultados positivos (con p valores de ≤ 0.05). Esto ha conducido incluso a que algunos autores movidos por la presión "por publicar" decidan maquillar o manipular datos, en aras de lograr resultados significativos (Gardenier y Resnik, 2002).

De hecho, estamos asistiendo a un cuerpo de literatura en expansión que trata sobre el sesgo de publicación en investigación (Easterbrook y cols., 1991; Ioannidis, 1998), entendiéndose por tal la existencia de discrepancias entre los resultados que derivan de la investigación publicada (visible a la comunidad científica) y los que derivan de toda

la investigación, es decir, la que incluye también estudios con resultados negativos, pero igualmente válidos, que persisten sin publicarse y, por tanto, ocultos.

Para intentar solucionar este problema, los investigadores deben saber que el p -valor de 0.05 no es "sacrosanto", sino que se trata de un número elegido arbitrariamente: no hay un sólo argumento estadístico-filosófico que justifique que un p valor de 0.051 sea, en esencia, diferente de uno de 0.049. Por tanto, los resultados de un experimento han de valorarse cuidadosamente, y no sólo desde el punto de vista de la significación estadística, sino desde la perspectiva de la experiencia clínica también. Como se señaló anteriormente, ni uno sólo de los trabajos analizados con p valores muy cercanos a la significación, discutió esta circunstancia.

En segundo lugar, y como hemos demostrado con los resultados de nuestro análisis estadístico paralelo, hay que recordar que los test de inferencia estadística son sensibles a las condiciones teóricas de aplicación, y pueden originar resultados distorsionados cuando éstas no se cumplen, o en función de otros artefactos, como puede ser, simplemente, un tamaño muestral inapropiado.

Finalmente, las revistas deben estar dispuestas a publicar resultados que supongan contribuciones sustanciales al conocimiento en ese campo, aunque sus resultados hayan sido negativos (carentes de significación). Así un estudio bien diseñado que obtenga resultados no significativos puede ser de gran interés para evitar que otros investigadores inviertan tiempo y recursos en testar la misma hipótesis que no pudo ser probada con anterioridad (Rennie, 1999).

En este contexto, la presentación de los resultados de un experimento sería mucho más adecuada si además del valor exacto de p incluyese sus Intervalos de Confianza asociados (ICs) u otras medidas de la magnitud del efecto (Odds Ratio, OR). De ese modo, el lector podría tener la oportunidad de interpretar los resultados desde una perspectiva más amplia (Gardner y Altman, 1986; Goodman, 1999; Abt, 2011b; Pandis y cols., 2011). Sin embargo, coincidiendo con trabajos previos (Pandis y cols., 2011; Krithikadatta y Valarmathi, 2012), hemos podido comprobar el escasísimo número de trabajos que aportan ICs u ORs (1 trabajo de la base de datos de Operatoria Dental y 3 trabajos de la base de datos de Endodoncia).

En nuestra opinión, hay información adicional a la significación estadística que puede obtenerse a partir de un Intervalo de Confianza y que no debería desperdiciarse. Los Intervalos de Confianza son intervalos en los que se encuentra el verdadero valor del parámetro en un porcentaje dado de muestras, aunque no aseguran en qué intervalo estará el parámetro en nuestro experimento particular. Por tanto, su función es la de complementar los contrastes de hipótesis, a pesar de que también están sujetos a las

mismas controversias e interpretaciones incorrectas que aquellos. Por otra parte, aunque el p valor proporciona una idea de la fuerza de una asociación, no tiene unidades, mientras que el IC sí (las de la variable dependiente o efecto). Por tanto, creemos que presentar el IC asociado al t -test o al ANOVA debería ser una exigencia de la política editorial de las revistas, tanto para los estudios clínicos como para los de laboratorio.

En este sentido, uno de nuestros objetivos iniciales fue realizar una estimación de la magnitud del efecto mediante el cálculo de Intervalos de Confianza o, en su caso, de Odds Ratio. Desafortunadamente, ninguno de los artículos con valoraciones cuantitativas de la filtración incluidos en ambas bases de datos proporcionaba datos suficientes para permitir el cálculo de estos Intervalos de Confianza. Respecto al cálculo de Odds Ratio, sólo fue posible en trece trabajos (tres de ellos pertenecientes a la base de datos de Operatoria Dental y 10 a la base de datos de Endodoncia). La interpretación de los resultados en base a los OR cambió la tendencia de las conclusiones originales de los autores sólo en uno de estos artículos. Resulta llamativo que, en este caso, los datos hubieran sido analizados originalmente con un test de inferencia incorrecto que no había indicado significación estadística. Al menos en este caso, si los autores hubieran estimado la magnitud del efecto, habrían encontrado que la intervención era clínicamente de relevancia.

Quizás, una de las limitaciones de nuestro trabajo sea que sólo se han incluido en ella estudios experimentales sobre un tema muy concreto (microfiltración), lo que podría limitar la validez externa de nuestros resultados. No obstante, se han examinado artículos publicados en 32 revistas distintas y es poco probable que la introducción de otras temáticas suponga una alteración sustancial de las conclusiones a las que hemos llegado.

A la vista de los resultados de nuestro estudio cabe plantearse cuáles son las causas que contribuyen a la alta prevalencia de errores que hemos registrado en esta revisión. Probablemente, la disponibilidad de programas informáticos de análisis estadístico sencillos, y la ausencia de un sistema que valide la competencia de las personas que llevan a cabo análisis estadísticos sean las dos razones principales que lo justifiquen (Macrina, 2000; Altman y cols., 2002; Kim y cols., 2011).

Los programas informáticos de análisis de datos son accesibles a la comunidad científica y relativamente fáciles de usar. Basta con crear la base de datos, cargarla en el programa y seleccionar el test de inferencia estadística para obtener resultados. Aunque indudablemente estos paquetes estadísticos ahorran tiempo y esfuerzo, pueden contribuir al mal uso de la estadística, en la medida que se utilicen sin el

conocimiento de los fundamentos teóricos necesarios para la aplicación de un determinado método.

Así, en el curso de la revisión realizada, hemos detectado artículos que incluyen los mismos métodos erróneos, firmados por los mismos autores en las mismas revistas (Besnault y Attal, 2003; Pradelle-Plasse y cols., 2003; Wuerch y cols., 2004; Biggs y cols., 2006; Brackett y cols., 2006; Raina y cols., 2007), lo que parece indicar una vinculación clara entre el equipo de investigadores que firma los trabajos y la presencia/ausencia de errores metodológicos estadísticos. En consecuencia, la primera clave para solucionar este problema es mejorar la formación en estadística aplicada a la investigación tanto de los estudiantes como de los investigadores.

Por otra parte, hemos de considerar la tendencia, tanto de investigadores como de clínicos, a validar directamente todas las metodologías incluidas en artículos publicados en revistas con alto índice de impacto. En consecuencia, cuando un método inapropiado o incorrecto se publica es difícil evitar que se consolide e incluso que se perpetúe en la literatura posterior "*como una mutación genética*" (Altman 2002).

Por esta razón, y aún partiendo de la base de que los errores en los métodos de investigación son responsabilidad fundamentalmente de sus autores, hay que señalar que el otro gran garante de la calidad metodológica de un artículo de investigación es el equipo editorial de la revista que lo publica. Una vez que un manuscrito que contiene errores es remitido a una revista, el criterio y formación del editor y de los expertos asignados a su evaluación, determinarán que los posibles errores sean o no detectados.

Por lo tanto, y en definitiva, los errores en los trabajos de investigación publicados en revistas de alto índice de impacto vienen a reflejar investigación de baja calidad que ha sobrevivido al proceso de revisión por pares.

Autores y editoriales deberían tener el mismo objetivo: perseguir los más altos estándares en la ciencia. Por ello, los investigadores se beneficiarían enormemente si incluyeran en los equipos de investigación a expertos en estadística que colaboraran en todas las etapas del estudio en lugar de en la fase final de análisis de los datos. Por su parte, los equipos editoriales podrían contribuir creando guías para los autores más detalladas, así como implementando políticas de revisión estadística más duras, e insistiendo en la publicación de resultados más completos y transparentes (Altman, 2002).

Con respecto a las posibles consecuencias de los errores estadísticos, dado que suelen pasar desapercibidos por un largo espacio de tiempo, su impacto es muy difícil de

cuantificar pero, en cualquier caso, pueden suponer un desperdicio de los escasos recursos disponibles para investigación. En este sentido, conviene recordar, a modo de reflexión, los párrafos incluidos en el preámbulo de la "Ethical Guidelines for Statistical Practice" de la Sociedad Americana de Estadística:

"The professional performance of statistical analyses is essential to many aspects of society. The use of statistics in medical diagnoses and biomedical research may affect whether individuals live or die, whether their health is protected or jeopardized, and whether medical science advances or gets sidetracked....."

"....Because society depends on sound statistical practice, all practitioners of statistics, whatever their training and occupation, have social obligations to perform their work in a professional, competent, and ethical manner" (American Statistical Association, 1999).

Conclusiones

Tras analizar los datos presentados en esta memoria, y después de contrastarlos con el estado actual del tema, podemos concluir que:

1°. La producción sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental entre 2001 y 2010 la constituyen 242 trabajos, siendo los países más productivos Brasil, Estados Unidos y Turquía. El 37,2% de los trabajos fueron publicados en una revista propia del área y destacan los bajos niveles de colaboración, es decir, la presencia de investigadores ajenos a la Odontología en los grupos firmantes de los trabajos (9,1%).

2°. La producción sobre microfiltración en Endodoncia entre 2001 y 2010 la constituyen 209 trabajos, siendo los países más productivos Estados Unidos, Brasil y Turquía. El 65,5% de los trabajos fueron publicados en revistas propias del área y destacan los bajos niveles de colaboración, es decir, la presencia de investigadores ajenos a la Odontología en los grupos firmantes de los trabajos (8,6%).

3°. Existe una elevada prevalencia de errores, deficiencias y debilidades en la metodología estadística de los trabajos de microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y Endodoncia. En concreto, el 99,2% de los trabajos sobre microfiltración en restauraciones directas en Operatoria Dental y el 100% de los trabajos sobre microfiltración en Endodoncia presenta, al menos, uno de estos errores o deficiencias.

4°. Los errores detectados afectan a todas las fases del experimento, desde el diseño del mismo, hasta el análisis de los resultados; siendo el error más prevalente la ausencia de estimación *a priori* del tamaño muestral (98,7% del total de trabajos analizados).

5°. La prevalencia de determinados errores varía considerablemente en función del área concreta de investigación considerada. Así, tanto la ausencia de grupos control como la no demostración de la equiparabilidad de los grupos de estudio al inicio del experimento, son mucho más frecuentes en los trabajos de Operatoria Dental (72,7% y 81,4%, respectivamente) que en los de Endodoncia (20,6% y 7,2% respectivamente).

6°. Del total de artículos revisados, en el 13,6% de los trabajos de Operatoria y en el 41% de los de Endodoncia, se habían aplicado test de inferencia estadística incorrectos. Dentro de este grupo de trabajos, la aplicación del test estadístico correcto en los casos que fue posible, supuso un cambio sustancial de las conclusiones originales de los autores en el 15% de los trabajos de Operatoria y en el 19% de los de Endodoncia.

7°. Los hallazgos descritos hasta ahora, podrían justificar, en alguna medida, la gran variabilidad, la falta de concordancia y la inconsistencia de los resultados de los estudios publicados sobre microfiltración. Así mismo, podrían ser una de las causas de la aparente incapacidad de este tipo de test para predecir el comportamiento clínico de los materiales, tal y como se expuso en los antecedentes de esta memoria.

8°. En este tipo de trabajos es necesaria una mayor estandarización metodológica del diseño experimental, en general, y de la metodología estadística en particular. Los autores, por un lado, y los comités de revisión editorial por otro, deberían aunar esfuerzos para conseguir los más altos estándares de calidad en ellos, aprovechando así su potencial como paso previo al planteamiento de estudios clínicos.

Bibliografía

- Abt E. Understanding statistics 1. *Evid Based Dent.* 2010a; 11: 60-1.
- Abt E. Understanding statistics 2. *Evid Based Dent.* 2010b; 11: 93-4.
- Abt E. Understanding statistics 3. *Evid Based Dent.* 2010c; 11: 118.
- Abt E. Understanding statistics 4. *Evid Based Dent.* 2011a; 12: 25-7.
- Abt E. Understanding statistics 5. *Evid Based Dent.* 2011b; 12: 57-8.
- Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent.* 1997; 22: 173-85.
- Altman DG. *Practical statistics for medical research.* 1^a ed. London: Chapman and Hall; 1991.
- Altman DG, Bland JM. Statistics notes: Absence of evidence is not evidence of absence. *Br Med J.* 1995; 311: 485.
- Altman DG. Poor-quality medical research. What can journals do? *J Am Med Assoc.* 2002; 287: 2765-7.
- Altman DG, Goodman SN, Schroter S. How statistical expertise is used in medical research. *J Am Med Assoc.* 2002; 287: 2817-20.
- Ambrosano GMB, Reis AF, Giannini M, Pereira AC. Use of statistical procedures in brazilian and international dental journals. *Braz Dent J.* 2004; 15: 231-7.
- American Dental Association. ADA policy on evidence-based dentistry. 2003.
- American Statistical Association. *Ethical guidelines for statistical practice.* Alexandria, VA: American Statistical Association; 1999.
- Anderson NH. Scales and statistics: parametric and nonparametric. *Psych Bull.* 1961; 58: 305-16.
- Armitage P, Berry G. *Statistical methods in medical research.* 3^a ed. London: Harcourt Brace; 1997.
- Armstrong GD. Parametric statistics and ordinal data: a pervasive misconception. *Nurs Res.* 1981; 30: 60-2.
- Bader J, Ismaili A, Clarkson J. Evidence-based dentistry and the dental research community. *J Dent Res.* 1999; 78: 1480-3.

Baccaglioni L, Shuster JJ, Cheng J, Theriaque DV, Schoenbach VJ, Tomar SL, Poole C. Design and statistical analysis of oral medicine studies: common pitfalls. *Oral Dis.* 2010; 16: 223-41.

Ballini A, Capodiferro S, Toia M, Cantore S, Favia G, De Frenza G, Grassi FR. Evidence-based dentistry: What's new? *Int J Med Sci.* 2007; 4: 174-8.

Barbero I, Llena MC, Forner L, Miñana R. Aportación metodológica al estudio del sellado apical. *Endodoncia.* 1999; 17: 83-9.

Barthel CR, Lösche GM, Zimmer S, Roulet JF. Dye penetration in root canals filled with AH26 in different consistencies. *J Endod.* 1994; 20: 436-9.

Batanero C, Díaz C. Análisis del proceso de construcción de un cuestionario sobre probabilidad condicional. Reflexiones desde el marco de la TFS. En: Contreras A, Ordóñez L, Batanero C (Eds.). *Investigación en Didáctica de las Matemáticas. I Congreso Internacional sobre Aplicaciones y Desarrollos de la Teoría de las Funciones Semióticas.* Jaén: Universidad de Jaén; 2005.

Baumgardner KR. A review of key research design and statistical analysis issues. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 84: 550-6.

Beaver D. Reflections on scientific collaboration (and its study): Past, present, and future. *Scientometrics.* 2001; 52: 365-77.

Becker PJ, Viljoen E, Wolmarans L, IJsselmuiden CB. An assessment of the statistical procedures used in original papers published in the SAMJ during 1992. *S Afr Med J.* 1995; 85: 881-4.

Besnault C, Attal JP. Simulated Oral Environment and Microleakage of Class II Resin-Based Composite and Sandwich Restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 186-90.

Biau DJ, Kernéis S, Porcher R. Statistics in brief: the importance of sample size in the planning and interpretation of medical research. *Clin Orthop Relat Res.* 2008; 466: 2282-8.

Biggs SG, Knowles KI, Ibarrola JL, Pashley DH. An in vitro assessment of the sealing ability of Resilon/Epiphany using fluid filtration. *J Endod.* 2006; 32: 759-61.

Blance A, Tu Y-K, Baelum V, Gilthorpe MS. Statistical issues on the analysis of change in follow-up studies in dental research. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2007; 35: 412-20.

Boussetta F, Bal S, Romeas A, Boivin G, Magloire H, Farge P. In vitro evaluation of apical microleakage following canal filling with a coated carrier system compared

with lateral and thermomechanical gutta-percha condensation techniques. *Int Endod J*. 2003; 36: 367-71.

Brackett MG, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeberg FA, Tay FR, Pashley DH. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. *J Endod*. 2006; 32: 1188-90.

Bradford SC. Sources of information on specific subjects. *Engineering*. 1934; 137: 85-6.

Burgos-Rodríguez R. *Metodología en Investigación y Escritura Científica en Clínica*. 3ª ed. Granada: Escuela Andaluza de Salud Pública; 1998.

Calatayud J, Martín G. *Bioestadística en la investigación odontológica*. 1ª ed. Madrid: Pues; 2003.

Camps J, Pashley D. Reliability of the Dye Penetration Studies. *J Endod*. 2003; 29: 592-4.

Cappelleri JC, Ioannidis JP, Schmid CH, de Ferranti SD, Aubert M, Chalmers TC, Lau J. Large trials *vs* meta-analysis of smaller trials: how do their results compare? *J Am Med Assoc*. 1996; 276: 1332-8.

Carley S, Lecky F. Statistical consideration for research. *Emerg Med J*. 2003; 20: 258-62.

Case LD, Ambrosius WT. Power and sample size. *Methods Mol Biol*. 2007; 404: 377-408.

Chailertvanikul P, Saunders WP, Mackenzie D. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. *Int Endod J*. 1996; 29: 387-92.

Charles P, Giraudeau B, Dechartres A, Baron G, Ravaud P. Reporting of sample size calculation in randomised controlled trials: review. *Br Med J*. 2009; 338:b1732.

Clark GT, Mulligan R. Fifteen common mistakes encountered in clinical research. *J Prosthodont Res*. 2011; 55: 1-6.

Cochrane A. *Effectiveness and efficiency: Random reflections on health services*. London: Nuffield Provincial Hospitals Trust; 1972.

Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2º ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1988.

Cohen ME. Analysis of ordinal dental data: evaluation of conflicting recommendations. *J Dent Res.* 2001; 80: 309-13.

Cook DJ, Guyatt GH, Laupacis A, Sackett DL. Rules of evidence and clinical recommendations on the use of antithrombotic agents. *Chest.* 1992; 102: 305S-11S.

Cook DJ, Mulrow CD, Haynes RB. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Ann Intern Med.* 1997; 126: 376-80.

Davidson CL, Abdalla AI. Effect of thermal and mechanical load cycling on the marginal integrity of Class II resin composite restorations. *Am J Dent.* 1993; 6: 39-42.

Davidson CL, Abdalla AI. Effect of occlusal load cycling on the marginal integrity of adhesive Class V restorations. *Am J Dent.* 1994; 7: 111-4.

Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Bioestadística básica y clínica.* 2ª ed. Norwalk, CT: Appleton y Lange; 1994.

De-Deus G. New directions in old leakage methods. *Int Endod J.* 2008; 41: 720-3.

Dennison JB, Sarrett DC. Prediction and diagnosis of clinical outcomes affecting restoration margins. *J Oral Rehab.* 2012; 39: 301-18.

DeMets D. Statistics and ethics in medical research. *Sci Eng Ethics.* 1999; 5: 97-117.

DeMets DL. Statistical issues in interpreting clinical trials. *J Intern Med.* 2004; 255: 529-37.

Easterbrook PJ, Berlin JA, Gopalan R, Matthews DR. Publication bias in clinical research. *Lancet.* 1991; 337: 867-72.

Editorial Board of the Journal of Endodontics. Wanted: A base of evidence. *J Endod.* 2007; 33: 1401-2.

Erickson JD. Statistical tests for the OHI-S and PI: a commentary. *J Dent Res.* 1973; 52: 36-9.

Fagerland MW, Sandvik L, Mowinckel P. Parametric methods outperformed non-parametric methods in comparisons of discrete numerical variables. *BMC Med Res Methodol.* 2011; 11: 44-51.

Falk R, Greenbaum CW. Significance tests die hard: The amazing persistence of a probabilistic misconception. *Theory Psychol.* 1995; 5: 75- 98.

Fardi A, Kodonas K, Gogos C, Economides N. Top-cited articles in endodontic journals. *J Endod* 2011; 37: 1183-90.

Field M, Lohr K. Clinical practice guidelines: Directions for a new program. Institute of Medicine. Washington, DC: National Academy Press; 1990.

Fisher RA, Yates F. Statistical tables for biological, agricultural and medical research. 6^o ed. Edinburgh: Oliver and Boyd; 1963.

Forrest JL, Miller SA. Evidence-based decision making in action. Part 1 - Finding the best clinical evidence. *J Contemp Dent Pract*. 2002; 3: 10-26.

Freund JE, Perles BM. Non parametric tests. Modern elementary statistics. 12^o ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall; 2006.

Friedman M. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *J Am Stat Assoc*. 1937; 32: 675-701.

Gaito J. Measurement scales and statistics: resurgence of an old misconception. *Psych Bull*. 1980; 87: 564-7.

Galgut PN, O'Mullane D. Statistical analysis of data derived from clinical variables of plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol*. 1998; 25: 549-53.

Gardenier JS, Resnik DB. The misuse of statistics: Concepts, tools, and a research agenda. *Account Res*. 2002; 9: 65-74.

Gardner MJ, Altman DG. Confidence intervals rather than P values: estimation rather than hypothesis testing. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1986; 292: 746-50.

Gil-Montoya JA, Navarrete-Cortés J, Pulgar R, Santa S, Moya-Anegón F. World dental research production: an ISI database approach (1999-2003). *Eur J Oral Sci*. 2006; 114: 102-8.

Gómez S, Miguel A, De la Macorra JC. Estudio de la microfiltración: modificación de un método. *Av Odontoestomatol*. 1997; 13: 265-71.

Goodman N. Not empirical, but observational or experimental. *J Med Ethics*. 1999; 25: 549.

Gore S, Jones I, Rytter E. Misuse of statistical methods: critical assessment of articles in *BMJ* from January to March 1976. *Br Med J*. 1977; 278: 85-7.

Greenhalgh T. Statistics for the non-statisticians. I: Different types of data need different statistical tests. *Br Med J*. 1997; 315: 364-6.

Haikel Y, Wittenmeyer W, Bateman G, Bentaleb A, Allemann C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. *J Endod.* 1999; 25: 172-7.

Harrison JW, Todd MJ. The effect of root resection on the sealing property of root canal obturations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980; 50: 264-72.

Heintze SD. Systematic Reviews: I. Correlation between laboratory test on marginal quality and bond strength. II. The correlation between marginal quality and clinical outcome. *J Adhes Dent.* 2007; 9: 77-106.

Heintze S, Forjanic M, Cavalleri A. Microleakage of class II restorations with different tracers-comparison with SEM quantitative analysis. *J Adhes Dent.* 2008; 10: 259-67.

Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? *In vitro* investigations. Part 2. *Am J Dent.* 2002; 15: 279-89.

Hopewell S, Altman DG, Moher D, Schulz KF. Endorsement of the CONSORT Statement by high impact factor medical journals: a survey of journal editors and journal 'Instructions to Authors'. *Trials.* 2008; 9: 20.

Howell MA, Guly HR. A comparison of glucagon and glucose in prehospital hypoglycaemia. *J Accid Emerg Med.* 1997; 14: 30-2.

Idriss S, Abduljabbar T, Habib C, Omar R. Factors associated with microleakage in class II resin composite restorations. *Oper Dent.* 2007; 32: 60-6.

Ioannidis J. Effect of the statistical significance of results on the time to completion and publication of randomized efficacy trials. *J Am Med Assoc.* 1998; 79: 281-6.

ISO. Dental materials--Testing of adhesion to tooth structure. Technical Specification; 2003. No. 11405.

Jacob RF, Carr AB. Hierarchy of research design used to categorize the "strength of evidence" in answering clinical dental questions. *J Prosthet Dent.* 2000; 83: 137-52.

Jadad A. From individual trials to groups of trials: reviews, meta-analyses and guidelines. *Randomized controlled trials.* London: BMJ Books; 1998.

Karagenç B, Gençoğlu N, Ersoy M, Cansever G, Külekçi G. A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 110-3.

Kawamura M, Thomas CDL, Kawaguchi Y, Sasahara H. Lotka's law and the pattern of scientific productivity in the dental literature. *Med Inform.* 1999; 24: 309-15.

Kececi AD, Kaya BU, Belli S. Corono-apical leakage of various root filling materials using two different penetration models-a 3-month study. *J Biomed Mat Res Part B-Appl Biomat.* 2010; 92B: 261-7.

Kjaergard LL, Villumsen J, Gluud C. Reported methodologic quality and discrepancies between large and small randomized trials in meta-analyses. *Ann Intern Med.* 2001; 135: 982-9.

Kidd E. Microleakage: A review. *J Dent.* 1976; 4: 199-206.

Kim JS, Kim DK, Hong SJ. Assessment of errors and misused statistics in dental research. *Int Dent J.* 2011; 61: 163-7.

Koch GG, Beck JD. Statistical methodologies useful for the analysis of data from risk-assessment studies. *J Public Health Dent.* 1992; 52: 146-67.

Krithikadatta J, Valarmathi S. Research methodology in dentistry: Part II- The relevance of statistics in research. *J Conserv Dent.* 2012; 15: 206-13.

Kruskal WH, Wallis WA. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J Am Stat Assoc.* 1952; 47: 583-621.

Kuo Y. Extrapolation of correlation between 2 variables in 4 general medical journals. *J Am Med Assoc.* 2002; 287: 2815-7.

Lawrence A. Welcome to evidence-based dentistry. *Evid Based Dent.* 1998; 1: 2-3.

Lee-Pao M. On the relationship of funding and research publications. *Scientometrics.* 1991; 20: 257-81.

Levene H. Robust tests for equality of variances. En: *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling.* Stanford: Stanford University Press; 1960.

Loguercio AD, Bauer JRD, Reis A, Grande RHM. In vitro microleakage of packable composites in Class II restorations. *Quintessence Int.* 2004; 35: 29-34.

London NJ, Osman FA, Ramagopal K, Journeaux SF. Hyaluronidase (Hyalse): a useful addition in haematoma block? *J Accid Emerg Med.* 1996; 13: 337-8.

Lucena-Martín C, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Robles-Gijón V, Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal. *J Endod.* 2002; 28: 423-6.

Lumley T, Diehr P, Emerson S, Chen L. The importance of the normality assumption in large public health data sets. *Annu Rev Public Health.* 2002; 23: 151-69.

Macrina F. *Scientific integrity.* 1^a ed. Washington DC: American Society for Microbiology Press; 2000.

Mann HB, Whitney DR. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Ann Math Stat.* 1947; 18: 50-60.

Manual de la Colaboración Cochrane (versión española de "*The Cochrane Collaboration Handbook*") [actualización de Septiembre 1997]. Sabadell: Centro Cochrane Español; 1998.

Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A, Faulín-Fajardo J. *Bioestadística amigable.* 2^a ed. Madrid: Diaz de Santos; 2008.

McGuigan S. The use of statistics in the *British Journal of Psychiatry.* *Br J Psychiatry.* 1995; 167: 683-8.

Meehl PE. Theoretical risks and tabular asterisks. Sir Karl, Sir Ronald, and the slow progress of Soft-Psychology. *J Consult Clin Psychol.* 1978; 46: 806-34.

Mjör IA, Gordan VV, Abu-Hanna A, Gilbert GH. Research in general dental practice. *Acta Odontol Scand.* 2005; 63: 1-9.

Moher D, Schulz KF, Altman D; CONSORT Group. The CONSORT Statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials 2001. *Explore (NY).* 2005; 1: 40-5.

Nagpal R, Tewari S, Gupta R. Effect of various surface treatments on the microleakage and ultrastructure of resin-tooth interface. *Oper Dent.* 2007; 32: 16-23.

Niederman R, Chen L, Murzyn L, Conway S. Benchmarking the dental randomised controlled literature on MEDLINE. *Evid Based Dent.* 2002; 3: 5-9.

Nortes-Checa A. *Estadística teórica y aplicada.* 2^a ed. Barcelona: DM-PPU; 1993.

Oliver CM, Abbott PV. Correlation between clinical success and apical dye penetration. *Int Endod J.* 2001; 34: 637-44.

Owens BM, Johnson WW. Effect of single step adhesives on the marginal permeability of class V resin composites. *Oper Dent.* 2007; 32: 67-72.

Palmer AJ, Sendi PT. Meta-analysis in oral health care. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999; 87: 135-41.

Pandis N, Polychronopoulou A, Madianos P, Makou M, Eliades T. Reporting of Research Quality Characteristics of Studies Published in 6 Major Clinical Dental Specialty Journals. *J Evid Based Dent Pract.* 2011; 11: 75-83.

Pascual J, de Pablo I, Gálvez MA, Hernández D. El ensayo clínico (I): conceptos generales. *Nefrología.* 2005; 25: 493-9.

Pestaña A. El MEDLINE como fuente de información bibliométrica de la producción española en Biomedicina y Ciencias Médicas. Comparación con el Science Citation Index. *Med Clin.* 1997; 109: 506-11.

Peters LB, Wesselink PR, Moorer WR. The fate and role of bacteria left in root dentinal tubules. *Int Endod J.* 1995; 28: 95-9.

Petrie A, Bulman JS, Osborn JF. Further statistics in dentistry Part 1: Research designs 1. *Br Dent J.* 2002; 193: 377-80.

Polychronopoulou A, Pandis N, Eliades T. Appropriateness of reporting statistical results in orthodontics: the dominance of *P* values over confidence intervals. *Eur J Orthod.* 2011; 33: 22-5.

Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *J Endod.* 2001; 27: 256-8.

Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *J Endod.* 2001; 27: 347-50.

Pozo F. La medicina basada en la evidencia. Una perspectiva desde la clínica. *Med Clin.* 1999; 112(Supl. 1): 12-6.

Pradelle-Plasse N, Besnault C, Souad N, Colon P. Influence of new light curing units and bonding agents on the microleakage of class V composite resin restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 409-13.

Prati C, Tao L, Simpson M, Pashley DH. Permeability and microleakage of Class II resin composite restorations. *J Dent.* 1994; 22: 49-56.

Pulgar R, Jiménez-Fernández I, Jiménez-Contreras E, Torres-Salinas D, Lucena-Martín C. Trends in world dental research: an overview of the last three decades using the Web of Science. *Clin Oral Invest.* 2012 Oct 26. [Epub ahead of print].

Raina R, Loushine RJ, Weller RN, Tay FR, Pashley DH. Evaluation of the quality of the apical seal in Resilon/Epiphany and gutta-percha/Ah Plus-filled root canals by using a fluid filtration approach. *J Endod.* 2007; 33: 944-7.

Raskin A, D'Hoore W, Gonthier S, Degrange M, Dejou J. Reliability of in vitro microleakage tests: a literature review. *J Adhes Dent.* 2001; 3: 295-308.

Rechenberg DK, De-Deus G, Zehnder M. Potential systematic error in laboratory experiments on microbial leakage through filled root canals: review of published articles. *Int Endod J.* 2011; 44: 183-94.

Reekie D. The future of dentistry--the evidence revolution. *Br Dent J.* 1998; 184: 262-3.

Reenie D. Fair conduct and fair reporting of clinical trials. *J Am Med Assoc.* 1999; 282: 1766-8.

Resnik D. Statistics, ethics, and research: an agenda for education and reform. *Account Res.* 2000; 8: 163-88.

Richards D, Lawrence A. Evidence-based dentistry. *Br Dent J.* 1995; 179: 270-3.

Robbins JW, Neilson P, Grace M, Newman MG, Niederman R. Evidence-based dentistry: What is it, and what does it have to do with practice? *Quintessence Int.* 1998; 29: 796-9.

Sackett DL. Rules of evidence and clinical recommendations for the management of patients. *Can J Cardiol.* 1993; 9: 487-9.

Sackett DL, Cook DJ. Can we learn anything from small trials? *Ann N Y Acad Sci.* 1993; 703: 25-31; discussion 31-2.

Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, Haynes RB, Richardson WS. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *Br Med J.* 1996; 312: 71-2.

Sánchez-Crespo G, Manzano V. Sobre la definición de Estadística. *Boletín de la International Association of Statistical Education para América Latina*, Oct. 2002.

Sankey SS, Weissfeld LA. A study of the effect of dichotomizing ordinal data upon modeling. *Commun Stat Simul Comput.* 1998; 27: 871-87.

Schor S, Karten I. Statistical evaluation of medical journal manuscripts. *J Am Med Assoc.* 1966; 195: 1123-8.

Schuurs AHB, Wu MK, Wesselink PR, Duivenvoorden HJ. Endodontic leakage studies reconsidered. Part II. Statistical aspects. *Int Endod J.* 1993; 26: 44-52.

Seglen PO. The Skewness of science. *J Am Soc Inf Sci.* 1992; 43: 628-38.

Siqueira JF, Araújo MCP, García PF, Fraga RC, Sabóia Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod.* 1997; 23: 499-502.

Snyder P, Lawson S. Evaluating results using corrected and uncorrected effect size estimates. *J Exp Educ.* 1993; 61: 334-49.

Solari A, Magri MH. A new approach to the SCI Journal Citation Reports, a system for evaluating scientific journals. *Scientometrics.* 2000; 47: 605-25.

Strasak AM, Zaman Q, Pfeiffer KP, Göbel G, Ulmer H. Statistical errors in medical research –a review of common pitfalls. *Swiss Med Wkly.* 2007; 137: 44-9.

Strömberg U. Collapsing ordered outcome categories: a note of concern. *Am J Epidemiol.* 1996; 144: 421-4.

Susini G, Pommel L, About I, Camps J. Lack of correlation between ex vivo apical dye penetration and presence of apical radiolucencies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: e19-e23.

Sutherland SE. The building blocks of Evidence-based Dentistry. *J Can Dent Assoc.* 2000; 66: 241-4.

Sutherland SE. Evidence-based dentistry: Part IV. Research design and levels of evidence. *J Can Dent Assoc.* 2001; 67: 375-8.

Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent.* 1992; 20: 3-10.

Tu YK, Clerehugh V, Gilthorpe MS. Collinearity in linear regression is a serious problem in oral health research. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 389-97.

Tu YK, Kellet M, Clerehugh V, Gilthorpe MS. Problems of correlations between explanatory variables in multiple regression analyses in the dental literature. *Br Dent J.* 2005; 199: 457-61.

Tzanetakis GN, Kakavetsos VD, Kontakiotis EG. Impact of smear layer on sealing property of root canal obturation using 3 different techniques and sealers. Part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: e145-e53.

Von Fraunhofer JA, Fagundes DK, McDonald NJ, Dumsha TC. The effect of root canal preparation on microleakage within endodontically treated teeth: an in vitro study. *Int Endod J.* 2000; 33: 355-60.

Von Fraunhofer JA. *Research writing in dentistry.* 1^a ed. Iowa: Wiley-Blackwell; 2010.

Wattanawongpitak N, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. The effect of thermal stress on bonding durability of resin composite adaptation to the cavity wall. *Dent Mater J.* 2007; 26: 445-50.

Welch BL. On the comparison of several mean values: an alternative approach. *Biometrika.* 1951; 38: 330-6.

Welch GE, Gabbe SG: Review of statistics usage in the American Journal of Obstetrics and Gynecology. *Am J Obstet Gynecol.* 1996; 175: 1138-41.

Welch GE, Gabbe SG. Statistics usage in the American Journal of Obstetrics and Gynecology: has anything changed? *Am J Obstet Gynecol.* 2002; 186: 584-6.

Wendt SL, McInnes PM, Dickinson GL. The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mater.* 1992; 8: 181-4.

Weston GD, Moule AJ, Bartold PM. A scanning electron microscopic evaluation of root surfaces and the gutta-percha interface following root-end resection in vitro. *Int Endod J.* 1999; 32: 450-8.

Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bull.* 1945; 1: 80-3.

Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* 1993; 26: 37-43.

Wu MK. Discussion: New directions in old leakage models. *Int Endod J.* 2008; 41: 721-3.

Wuerch RMW, Apicella MJ, Mines P, Yancich PJ, Pashley DH. Effect of 2% chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system. *J Endod.* 2004; 30: 788-91.

Yates F. Contingency tables involving small numbers and the χ^2 test. J R Stat Soc. 1934; suppl. 1: 217-35.

Xu Q, Fan MW, Fan B, Cheung GS, Hu HL. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod. 2005; 99: 107-11.

Anexos

8.1. ANEXO 1: Listado de referencias de la base de datos de Operatoria Dental.

1. Fahmy AE, Farrag NM. Microleakage and shear punch bond strength in class II primary molars cavities restored with low shrink silorane based versus methacrylate based composite using three different techniques. *J Clin Pediatric Dent.* 2010; 35: 173-81.
2. Yu H, Li Q, Attin T, Wang Y. Protective effect of resin coating on the microleakage of class V restorations following treatment with carbamide peroxide in vitro. *Oper Dent.* 2010; 35: 634-40.
3. Alptekin T, Ozer F, Unlu N, Cobanoglu N, Blatz MB. In vivo and in vitro evaluations of microleakage around class I amalgam and composite restorations. *Oper Dent.* 2010; 35: 641-8.
4. Shafiei F, Motamedi M, Alavi AA, Namvar B. The effect of oxalate desensitizers on the microleakage of resin composite restorations bonded by etch and rinse adhesive systems. *Oper Dent.* 2010; 35: 682-8.
5. Piemjai M, Thaveeratana A, Nakabayashi N. Marginal integrity between a prefabricated composite block and enamel, DEJ, and dentin. *Am J Dent.* 2010; 23: 285-91.
6. Al-Saleh M, El-Mowafy O, Tam L, Fenton A. Microleakage of posterior composite restorations lined with self-adhesive resin cements. *Oper Dent.* 2010; 35: 556-63.
7. Al-Maqtari AAA, Lui JL. Effect of aging on coronal microleakage in access cavities through metal ceramic crowns restored with resin composites. *Int J Prosthodont.* 2010; 19: 347-56.
8. Atoui JA, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG, Corona SAM. Microleakage in conservative cavities varying the preparation method and surface treatment. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18: 421-5.

9. Fabianelli A, Sgarr A, Goracci C, Cantoro A, Pollington S, Ferrari M. Microleakage in class II restorations: open vs closed centripetal build-up technique. *Oper Dent*. 2010; 35: 308-13.
10. Çehreli SB, Arhun N, Celik C. Amalgam repair: quantitative evaluation of amalgam-resin and resin-tooth interfaces with different surface treatments. *Oper Dent*. 2010; 35: 337-44.
11. Senawongse P, Pongprueksa P, Tagami J. The effect of the elastic modulus of low-viscosity resins on the microleakage of class V resin composite restorations under occlusal loading. *Dent Mater J*. 2010; 29: 324-9.
12. Koubi S, Raskin A, Dejou J. Effect of dual cure composite as dentin substitute on the marginal integrity of class II open-sandwich restorations. *Oper Dent*. 2010; 35: 165-71.
13. Rahimi S, Shahi S, Kimyai S, Khayyam L, Abdolrahimi M. Effect of calcium hydroxide dressing on microleakage of composite restorations in endodontically treated teeth subsequent to bleaching. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010; 15: E413-6.
14. Boaro LC, Gonçalves F, Braga RR. Influence of the bonding substrate in dental composite polymerization stress testing. *Acta Biomater*. 2010; 6: 547-51.
15. Yazici AR, Keles A, Tuncer D, Baseren M. Effect of prerestorative home-bleaching on microleakage of self-etch adhesives. *J Esthet Restor Dent*. 2010; 22: 186-92.
16. Rodrigues Junior SA, Pin LFS, Machado G, Della Bona A, Demarco FF. Influence of different restorative techniques on marginal seal of class II composite restorations. *J Appl Oral Sci*. 2010; 18: 37-43.
17. Santana SVS, Bombana AC, Florio FM, Basting RT. Effect of surface sealants on marginal microleakage in class V resin composite restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2009; 21: 397-404.
18. Shahidi SH, Bronoosh P, Alavi AA, Zamiri B, Sadeghi AR, Bagheri MH, Javadpour S. Effect of magnetic resonance imaging on microleakage of amalgam restorations: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009; 38: 470-4.
19. Khosravi K, Ataei E, Mousavi M, Khodaeian N. Effect of phosphoric acid etching of enamel margins on the microleakage of a simplified all-in-one and a self-etch adhesive system. *Oper Dent*. 2009; 34: 531-6.

20. Khoroushi M, Fardashtaki SR. Effect of light-activated bleaching on the microleakage of class V tooth-colored restorations. *Oper Dent.* 2009; 34: 565-70.
21. Baseggio W, Consolmagno EC, De Carvalho FLN, Ueda JK, Schmitt VL, Formighieri LA, Naufel FS. Effect of deproteinization and tubular occlusion on microtensile bond strength and marginal microleakage of resin composite restorations. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17: 462-6.
22. Bagis YH, Baltacioglu IH, Kahyaogullari S. Comparing microleakage and the layering methods of silorane-based resin composite in wide class II MOD cavities. *Oper Dent.* 2009; 34: 578-85.
23. Taha NA, Palamara JEA, Messer HH. Cuspal deflection, strain and microleakage of endodontically treated premolar teeth restored with direct resin composites. *J Dent.* 2009; 37: 724-30.
24. Sun JR, Fang R, Lin N, Eidelman N, Lin-Gibson S. Nondestructive quantification of leakage at the tooth-composite interface and its correlation with material performance parameters. *Biomaterials.* 2009; 30: 4457-62.
25. Ebert J, Loffler C, Roggendorf MJ, Petschelt A, Frankenberger R. Clinical adhesive sealing of the pulp chamber following endodontic treatment: influence of thermomechanical loading on microleakage. *J Adhes Dent.* 2009; 11: 311-7.
26. Bulucu B, Avsar A, Demiryurek EO, Yesilyurt C. Effect of radiotherapy on the microleakage of adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2009; 11: 305-9.
27. Froes-Salgado NRG, Pfeifer CSC, Francci CE, Kawano Y. Influence of photoactivation protocol and light guide distance on conversion and microleakage of composite restorations. *Oper Dent.* 2009; 34: 408-14.
28. Moldes VL, Capp CI, Navarro RS, Matos AB, Youssef MN, Cassoni A. In vitro microleakage of composite restorations prepared by Er:Yag/Er,Cr:Ysgg lasers and conventional drills associated with two adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2009; 11: 221-9.
29. Atlas AM, Raman P, Dworak M, Mante F, Blatz MB. Effect of delayed light polymerization of a dual-cured composite base on microleakage of class 2 posterior composite open-sandwich restorations. *Quintessence Int.* 2009; 40: 471-7.

30. Siso HS, Kustarci A, Goktolga EG. Microleakage in resin composite restorations after antimicrobial pre-treatments: effect of KTP laser, chlorhexidine gluconate and Clearfil Protect Bond. *Oper Dent.* 2009; 34: 321-7.
31. Sadeghi M, Lynch CD. The effect of flowable materials on the microleakage of class II composite restorations that extend apical to the cemento-enamel junction. *Oper Dent.* 2009; 34: 306-11.
32. Rominu M, Florita Z, Lakatos S, Rominu RO. Cervical microleakage in class II cavities restored with the Sonicsys Approx System. *Quintessence Int.* 2009; 40: E7-E12.
33. Schneider H, Busch I, Busch M, Jentsch H, Hafer M. Effect of operator-specific handling on tooth-composite interface and microleakage formation. *Oper Dent.* 2009; 34: 200-10.
34. Ozel E, Soyman M. Effect of fiber nets, application techniques and flowable composites on microleakage and the effect of fiber nets on polymerization shrinkage in class II MOD cavities. *Oper Dent.* 2009; 34: 174-80.
35. Koubi S, Raskin A, Dejou J, About I, Tassery H, Camps J, Proust JP. Effect of dual cure composite as dentin substitute on marginal integrity of class II open-sandwich restorations. *Oper Dent.* 2009; 34: 150-6.
36. Almeida KGB, Scheibe K, Oliveira AEF, Alves CMC, Costa JF. Influence of human and bovine substrate on the microleakage of two adhesive systems. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17: 92-6.
37. Perdigao J, Monteiro P, Gomes G. In vitro enamel sealing of self-etch adhesives. *Quintessence Int.* 2009; 40: 225-33.
38. Kanca J, Greitzer G. Class II restorations with margins below the CEJ. *J Esthet Restor Dent.* 2009; 21: 193-201.
39. Xie H, Zhang F, Wu Y, Chen C, Liu W. Dentine bond strength and microleakage of flowable composite, compomer and glass ionomer cement. *Aust Dent J.* 2008; 53: 325-31.
40. Schmidlin PR, Huber T, Gohring TN, Attin T, Bindl A. Effects of total and selective bonding on marginal adaptation and microleakage of class I resin composite restorations in vitro. *Oper Dent.* 2008; 33: 629-35.

41. Magni E, Zhang L, Hickel R, Bossu M, Polimeni A, Ferrari M. SEM and microleakage evaluation of the marginal integrity of two types of class V restorations with or without the use of a light-curable coating material and of polishing. *J Dent.* 2008; 36: 885-91.
42. Esteves-Oliveira M, Carvalho WL, Eduardo CD, Zezell DM. Influence of the additional Er:Yag laser conditioning step on the microleakage of class V restorations. *J Biomed Mat Res Part B-Appl Biomater.* 2008; 87B: 538-43.
43. Heintze S, Forjanic M, Cavalleri A. Microleakage of class II restorations with different tracers - comparison with SEM quantitative analysis. *J Adhes Dent.* 2008; 10: 259-67.
44. Lloret PR, Turbino ML, Kawano Y, Aguilera FS, Osorio R, Toledano M. Flexural properties, microleakage, and degree of conversion of a resin polymerized with conventional light and argon laser. *Quintessence Int.* 2008; 39: 581-6.
45. Yamazaki PCV, Bedran-Russo AKB, Pereira PNR. The effect of load cycling on nanoleakage of deproteinized resin/dentin interfaces as a function of time. *Dent Mater.* 2008; 24: 867-73.
46. Bulucu B, Ozsezer E, Ertas E, Yuksel G. The effect of different light sources on microleakage of bleached enamel. *Dent Mater J.* 2008; 27: 598-604.
47. Shahabi S, Ebrahimpour L, Walsh LJ. Microleakage of composite resin restorations in cervical cavities prepared by Er,Cr : Ysgg laser radiation. *Aust Dent J.* 2008; 53: 172-5.
48. Monticelli F, Toledano M, Silva AS, Osorio E, Osorio R. Sealing effectiveness of etch-and-rinse vs self-etching adhesives after water aging: influence of acid etching and NaOCl dentin pretreatment. *J Adhes Dent.* 2008; 10: 183-8.
49. Ferreira MC, Vieira RS. Marginal leakage in direct and indirect composite resin restorations in primary teeth: an in vitro study. *J Dent.* 2008; 36: 322-5.
50. Duarte S, Saad JRC. Marginal adaptation of class 2 adhesive restorations. *Quintessence Int.* 2008; 39: 413-9.
51. Cenci MS, Venturini D, Pereira-Cenci T, Piva E, Demarco FF. The effect of polishing techniques and time on the surface characteristics and sealing ability of resin composite restorations after one-year storage. *Oper Dent.* 2008; 33: 169-76.

52. Cenci MS, Pereira-Cenci T, Donassollo TA, Sommer L, Strapasson A, Demarco FF. Influence of thermal stress on marginal integrity of restorative materials. *J Appl Oral Sci.* 2008; 16: 106-10.
53. Arisu HD, Uctasli MB, Eliguzeloglu E, Ozcan S, Omuerlu H. The effect of occlusal loading on the microleakage of class V restorations. *Oper Dent.* 2008; 33: 135-41.
54. Ernst CP, Galler P, Willershausen B, Haller B. Marginal integrity of class V restorations: SEM versus dye penetration. *Dent Mater.* 2008; 24: 319-27.
55. Garoushi S, Vallittu PK, Watts DC, Lassila LVJ. Polymerization shrinkage of experimental short glass fiber-reinforced composite with semi-inter penetrating polymer network matrix. *Dent Mater.* 2008; 24: 211-5.
56. Wagner WC, Asku MN, Neme AL, Linger JB, Pink FE, Walker S. Effect of pre-heating resin composite on restoration microleakage. *Oper Dent.* 2008; 33: 72-8.
57. Pega C, Barceleiro MO, Sampaio HR, Martins LRM. Evaluation of the cervical integrity during occlusal loading of class II restorations. *Oper Dent.* 2008; 33: 59-64.
58. Awliya WY, El-Sahn AM. Leakage pathway of class V cavities restored with different flowable resin composite restorations. *Oper Dent.* 2008; 33: 31-6.
59. Giachetti L, Russo DS, Bambi C, Nieri M, Bertini F. Influence of operator skill on microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent.* 2008; 36: 49-53.
60. Cenci MS, Tenuta LMA, Pereira-Cenci T, Cury Aadb, Ten Cate JM, Cury JA. Effect of microleakage and fluoride on enamel-dentine demineralization around restorations. *Caries Res.* 2008; 42: 369-79.
61. Delfino CS, Duarte S. Effect of the composite surface sealant application moment on marginal sealing of compactable composite resin restoration. *J Mat Sci-Mat Med.* 2007; 18: 2257-61.
62. Calheiros FC, Sadek FT, Boaro LCC, Braga RR. Polymerization stress related to radiant exposure and its effect on microleakage of composite restorations. *J Dent.* 2007; 35: 946-52.

63. Pongprueksa P, Kuphasuk W, Senawongse P. Effect of elastic cavity wall and occlusal loading on microleakage and dentin bond strength. *Oper Dent.* 2007; 32: 466-75.
64. Nalcaci A, Ulusoy N. Effect of thermocycling on microleakage of resin composites polymerized with led curing techniques. *Quintessence Int.* 2007; 38: E433-9.
65. Gharizadeh N, Moradi K, Haghizadeh MH. A study of microleakage in class II composite restorations using four different curing techniques. *Oper Dent.* 2007; 32: 336-40.
66. Yazici AR, Tuncer D, Dayangac B, Ogunaltay G, Onen A. The effect of saliva contamination on microleakage of an etch-and-rinse and a self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2007; 9: 305-9.
67. Grobler SR, Rossouw RJ, Oberholzer TG. Microleakage and confocal laser studies of 2 single-step self-etching bonding agents/systems. *Quintessence Int.* 2007; 38: E334-41.
68. Cara RR, Fleming GJP, Palin WM, Walmsley AD, Burke FJT. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with resin-based composites with and without an intermediary flowable layer. *J Dent.* 2007; 35: 482-9.
69. Rosales-Leal JI, De La Torre-Moreno FJ, Bravo M. Effect of pulp pressure on the micropermeability and sealing ability of etch & rinse and self-etching adhesives. *Oper Dent.* 2007; 32: 242-50.
70. Maior JRS, Figueira MAS, Netto Abab, Souza FB, Silva CHV, Edwin CJ. The importance of dentin collagen fibrils on the marginal sealing of adhesive restorations. *Oper Dent.* 2007; 32: 261-5.
71. El-Mowafy O, El-Badrawy W, Eltanty A, Abbasi K, Habib N. Gingival microleakage of class II resin composite restorations with fiber inserts. *Oper Dent.* 2007; 32: 298-305.
72. Della Bona A, Pinzetta C, Rosa V. Effect of acid etching of glass ionomer cement surface on the microleakage of sandwich restorations. *J Appl Oral Sci.* 2007; 15: 230-4.
73. Wattanawongpitak N, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. The effect of thermal stress on bonding durability of resin composite adaptation to the cavity wall. *Dent Mater J.* 2007; 26: 445-50.

74. Korasli D, Ziraman F, Ozyurt P, Cehreli SB. Microleakage of self-etch primer/adhesives in endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc.* 2007; 138: 634-40.
75. Fleming GJP, Cara RR, Palin WM, Burke FJT. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with resin-based filling materials cured using a 'soft-start' polymerisation protocol. *Dent Mater.* 2007; 23: 637-43.
76. Stockton LW, Tsang ST. Microleakage of class II posterior composite restorations with gingival margins placed entirely within dentin. *J Can Dent Assoc.* 2007; 73: 255-255f.
77. Giachetti L, Russo DS, Bertini F, Pierleoni F, Nieri M. Effect of operator skill in relation to microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent.* 2007; 35: 289-93.
78. Deliperi S, Bardwell DN, Wegley C. Restoration interface microleakage using one total-etch and three self-etch adhesives. *Oper Dent.* 2007; 32: 179-84.
79. Stoll R, Gente M, Palichleb M, Stachniss V. On the effect of an internal light conductor on the marginal integrity of class-II composite fillings. *Dent Mater.* 2007; 23: 145-52.
80. Fleming GJP, Khan S, Afzal O, Palin WM, Burke FJT. Investigation of polymerisation shrinkage strain, associated cuspal movement and microleakage of MOD cavities restored incrementally with resin-based composite using a led light curing unit. *J Dent.* 2007; 35: 97-103.
81. Owens BM, Johnson WW. Effect of single step adhesives on the marginal permeability of class V resin composites. *Oper Dent.* 2007; 32: 67-72.
82. Nagpal R, Tewari S, Gupta R. Effect of various surface treatments on the microleakage and ultrastructure of resin-tooth interface. *Oper Dent.* 2007; 32: 16-23.
83. Idriss S, Abduljabbar T, Habib C, Omar R. Factors associated with microleakage in class II resin composite restorations. *Oper Dent.* 2007; 32: 60-6.
84. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Adhes Dent.* 2007; 9: 189-94.

85. Belli S, Orucoglu H, Yildirim C, Eskitascioglu G. The effect of fiber placement or flowable resin lining on microleakage in class II adhesive restorations. *J Adhes Dent.* 2007; 9: 175-81.
86. De Camargo DAA, Sinhoretini MAC, Correr L, Neto MDD, Consani S. Influence of the methodology and evaluation criteria on determining microleakage in dentin-restorative interfaces. *Clin Oral Investig.* 2006; 10: 317-23.
87. Yamazaki PCV, Bedran-Russo AKB, Pereira PNR, Swift EJ. Microleakage evaluation of a new low-shrinkage composite restorative material. *Oper Dent.* 2006; 31: 670-6.
88. Kimyai S, Oskoe SS. Effect of 1-bottle light-cured adhesive acidity on microleakage of a self-cured composite. *Oper Dent.* 2006; 31: 694-8.
89. Fruits TJ, Knapp JA, Khajotia SS. Microleakage in the proximal walls of direct and indirect posterior resin slot restorations. *Oper Dent.* 2006; 31: 719-27.
90. Duquia RCS, Osinaga PWR, Demarco FF, Habekost LV, Conceicao EN. Cervical microleakage in MOD restorations: in vitro comparison of indirect and direct composite. *Oper Dent.* 2006; 31: 682-7.
91. Araujo FO, Vieira LCC, Monteiro S. Influence of resin composite shade and location of the gingival margin on the microleakage of posterior restorations. *Oper Dent.* 2006; 31: 556-61.
92. Braga RR, Boaro LCC, Kuroe T, Azevedo CLN, Singer JM. Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and 'c' factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. *Dent Mater.* 2006; 22: 818-23.
93. Ritter AV, Cavalcante LM, Swift EJ, Thompson JY, Pimenta LA. Effect of light-curing method on marginal adaptation, microleakage, and microhardness of composite restorations. *J Biomed Mat Res Part B-Appl Biomater.* 2006; 78B: 302-11.
94. Owens BM, Johnson WW. Effect of new generation surface sealants on the marginal permeability of class V resin composite restorations. *Oper Dent.* 2006; 31: 481-8.
95. Guéders AM, Charpentier JF, Albert AI, Geerts SO. Microleakage after thermocycling of 4 etch and rinse and 3 self-etch adhesives with and without a flowable composite lining. *Oper Dent.* 2006; 31: 450-5.

96. Silva AF, Piva E, Demarco FF, Sobrinho LC, Osinaga PWR. Microleakage in conventional and bonded amalgam restorations: influence of cavity volume. *Oper Dent.* 2006; 31: 377-83.
97. Deliperi S, Bardwell DN, Wegley C, Congiu MD. In vitro evaluation of giomers microleakage after exposure to 33% hydrogen peroxide: self-etch vs total-etch adhesives. *Oper Dent.* 2006; 31: 227-32.
98. Pfeifer CSC, Braga RR, Cardoso PEC. Influence of cavity dimensions, insertion technique and adhesive system on microleakage of class V restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137: 197-202.
99. Brackett MG, Brackett WW, Haisch LD. Microleakage of class V resin composites placed using self-etching resins: effect of prior enamel etching. *Quintessence Int.* 2006; 37: 109-13.
100. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent.* 2006; 31: 11-7.
101. Owens BM, Johnson WW, Harris EF. Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems. *Oper Dent.* 2006; 31: 60-7.
102. Owens BM, Johnson WW. Effect of insertion technique and adhesive system on microleakage of class V resin composite restorations. *J Adhes Dent.* 2005; 7: 303-8.
103. Nalcaci A, Salbas M, Ulusoy N. The effects of soft-start vs continuous-light polymerization on microleakage in class II resin composite restorations. *J Adhes Dent.* 2005; 7: 309-14.
104. Pega C, Sampaio HR, Barceleiro MO. Occlusal loading evaluation in the cervical integrity of class II cavities filled with composite. *Oper Dent.* 2005; 30: 727-32.
105. Delme KIM, Deman PJ, De Moor RJG. Microleakage of class V resin composite restorations after conventional and Er: Yag laser preparation. *J Oral Rehabil.* 2005; 32: 676-85.
106. Casagrande L, Brayner R, Barata JS, De Araujo FB. Cervical microleakage in composite restorations of primary teeth - in vitro study. *J Dent.* 2005; 33: 627-32.

107. Cenci MS, Demarco FF, De Carvalho RM. Class II composite resin restorations with two polymerization techniques: relationship between microtensile bond strength and marginal leakage. *J Dent.* 2005; 33: 603-10.

108. Oberholzer TG, Du Preez IC, Kidd M. Effect of led curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. *Biomaterials.* 2005; 26: 3981-6.

109. Gallato A, Angnes G, Reis A, Loguercio AD. Long-term monitoring of microleakage of different amalgams with different liners. *J Prosthet Dent.* 2005; 93: 571-6.

110. Svizero NR, D'alpino PHP, Souza MHS, Carvalho RM. Liner and light exposure: effect on in-vitro class V microleakage. *Oper Dent.* 2005; 30: 325-30.

111. Pamir T, Turkun M. Factors affecting microleakage of a packable resin composite: an in vitro study. *Oper Dent.* 2005; 30: 338-45.

112. Mahmood SA, Wood DJ, Boyle EL, Jarad FD, Youngson CC. Microleakage of glass-ionomer cement placed in association with non-setting calcium hydroxide. *J Oral Rehabil.* 2005; 32: 375-81.

113. Palin WM, Fleming GJP, Nathwani H, Burke FJT, Randall RC. In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites. *Dent Mater.* 2005; 21: 324-35.

114. Muniz M, Quioca J, Doici GS, Reis A, Loguercio AD. Bonded amalgam restorations: microleakage and tensile bond strength evaluation. *Oper Dent.* 2005; 30: 228-33.

115. Minakuchi S, Munoz CA, Jessop N. Effect of flexural load cycling on microleakage of extended root caries restorations. *Oper Dent.* 2005; 30: 234-8.

116. Aysegul O, Nurhan O, Haluk B, Dilek T. Microleakage of compomer restorations in primary teeth after preparation with bur or air abrasion. *Oper Dent.* 2005; 30: 164-9.

117. Owens BM, Lim DY, Arheart KL. Effect of residual caries-disclosing solutions on microleakage of a dental adhesive system. *Quintessence Int.* 2005; 36: 169-76.

118. Kosaka S, Kajihara H, Kurashige H, Tanaka T. Effect of resin coating as a means of preventing marginal leakage beneath full cast crowns. *Dent Mater J.* 2005; 24: 117-22.

119. Ben-Amar A, Pilo R, Shapinko E, Lewinstein I. A microleakage study of single-bottle adhesives applied to enamel and cementum and aged by both occlusal loading and thermocycling. *Quintessence Int.* 2005; 36: 177-82.

120. Fleming GJP, Hall DP, Shortall ACC, Burke FJT. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with posterior fitting materials of varying reported volumetric shrinkage values. *J Dent.* 2005; 33: 139-46.

121. Yilmaz Y, Gurbuz T, Kocogullari ME. The influence of various conditioner agents on the interdiffusion zone and microleakage of a glass ionomer cement with a high viscosity in primary teeth. *Oper Dent.* 2005; 30: 105-12.

122. Tredwin CJ, Stokes A, Moles DR. Influence of flowable liner and margin location on microleakage of conventional and packable class II resin composites. *Oper Dent.* 2005; 30: 32-8.

123. Cavalcanti AN, Lobo MM, Fontes CM, Liporoni P, Mathias P. Microleakage at the composite-repair interface: effect of different surface treatment methods. *Oper Dent.* 2005; 30: 113-7.

124. Yazici AR, Celik C, Ozgunaltay G. Microleakage of different resin composite types. *Quintessence Int.* 2004; 35: 790-4.

125. Olmez A, Oztas N, Bodur H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent.* 2004; 29: 713-9.

126. Reis LD, Chinelatti MA, Corona SAM, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Influence of air abrasion preparation on microleakage in glass ionomer cement restorations. *J Mat Sci-Mat Med.* 2004; 15: 1213-6.

127. Uno S, Abo T, Tanaka T, Sano H. In vitro sealing performance of two one-step adhesive systems in cervical cavities. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 211-9.

128. Poskus LT, Placido E, Cardoso PEC. Influence of adhesive system and placement technique on microleakage of resin-based composite restorations. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 227-32.

129. Bedran-De-Castro AKB, Pereira PNR, Pimenta LAF, Thompson JY. Effect of thermal and mechanical load cycling on nanoleakage of class II restorations. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 221-6.
130. Santini A, Ivanovic V, Ibbetson R, Milia E. Influence of marginal bevels on microleakage around class V cavities bonded with seven self-etching agents. *Am J Dent.* 2004; 17: 257-61.
131. Piemjai M, Watanabe A, Iwasaki Y, Nakabayashi N. Effect of remaining demineralised dentine on dental microleakage accessed by a dye penetration: how to inhibit microleakage? *J Dent.* 2004; 32: 495-501.
132. Chinelatti MA, Ramos RP, Chimello DT, Borsatto MC, Pecora JD, Palma-Dibb RG. Influence of the use of Er : Yag laser for cavity preparation and surface treatment in microleakage of resin-modified glass ionomer restorations. *Oper Dent.* 2004; 29: 430-6.
133. Calheiros FC, Sadek FT, Braga RR, Cardoso PEC. Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in class V restorations. *J Dent.* 2004; 32: 407-12.
134. Shinohara MS, Bedran-De-Castro AKB, Amaral CM, Pimenta LAF. The effect of sodium hypochlorite on microleakage of composite resin restorations using three adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 123-7.
135. Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A, Kastali S, Garcia-Godoy F. Microleakage of a microhybrid composite resin using three different adhesive placement techniques. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 135-9.
136. Turkun M, Turkun LS, Kalender A. Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins. *Quintessence Int.* 2004; 35: 469-76.
137. Amaral CM, Peris AR, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Microleakage and gap formation of resin composite restorations polymerized with different techniques. *Am J Dent.* 2004; 17: 156-60.
138. Abo T, Uno S, Sano H. Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 286-92.

139. Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on class II composite restorations. *Oper Dent.* 2004; 29: 301-8.
140. Ozturk AN, Usumez A, Ozturk B, Usumez S. Influence of different light sources on microleakage of class V composite resin restorations. *J Oral Rehabil.* 2004; 31: 500-4.
141. Santini A, Milia E. Microleakage around a low-shrinkage composite cured with a high-performance light. *Am J Dent.* 2004; 17: 118-22.
142. Aranha ACC, Pimenta LAF. Effect of two different restorative techniques using resin-based composites on microleakage. *Am J Dent.* 2004; 17: 99-103.
143. Torres CRG, De Araujo MAM, Torres ACD. Effects of dentin collagen removal on microleakage of bonded restorations. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 33-42.
144. Ernst CP, Kotter T, Victor A, Canbek K, Brandenbusch M, Willershausen B. Marginal integrity of self- and total-etching adhesives in two different application protocols. *J Adhes Dent.* 2004; 6: 25-32.
145. Attar N, Turgut MD, Gungor HC. The effect of flowable resin composites as gingival increments on the microleakage of posterior resin composites. *Oper Dent.* 2004; 29: 162-7.
146. Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. The effect of light-curing modes on the microleakage of cervical resin composite restorations. *J Dent.* 2004; 32: 247-54.
147. Oberholzer TG, Schunemann M, Kidd M. Effect of led curing on microleakage and microhardness of class V resin-based composite restorations. *Int Dent J.* 2004; 54: 15-20.
148. Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. Microleakage of cervical cavities restored with flowable composites. *Am J Dent.* 2004; 17: 33-7.
149. Brunton PA, Kassir A, Dashti M, Setcos JC. Effect of different application and polymerization techniques on the microleakage of proximal resin composite restorations in vitro. *Oper Dent.* 2004; 29: 54-9.
150. Bedran-De-Castro AKB, Cardoso PEC, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. *Oper Dent.* 2004; 29: 42-8.

151. Loguercio AD, Bauer JRD, Reis A, Grande RHM. In vitro microleakage of packable composites in class II restorations. *Quintessence Int.* 2004; 35: 29-34.
152. Brackett WW, Haisch LD, Pearce MG, Brackett MG. Microleakage of class V resin composite restorations placed with self-etching adhesives. *J Prosthet Dent.* 2004; 91: 42-5.
153. Pradelle-Plasse N, Besnault C, Souad N, Colon P. Influence of new light curing units and bonding agents on the microleakage of class V composite resin restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 409-13.
154. Yazici AR, Ozgunaltay G, Dayangac B. The Effect of different types of flowable restorative resins on microleakage of class V cavities. *Oper Dent.* 2003; 28: 773-8.
155. Shook LW, Turner EW, Ross J, Scarbecz M. Effect of surface roughness of cavity preparations on the microleakage of class V resin composite restorations. *Oper Dent.* 2003; 28: 779-85.
156. Aguiar FHB, Santos AJS, Franca FMG, Lams P, Lovadino JR. A quantitative method of measuring the microleakage of thermocycled or non-thermocycled posterior tooth restorations. *Oper Dent.* 2003; 28: 793-9.
157. Teixeira ECN, Hara AT, Turssi CP, Serra MC. Effect of non-vital tooth bleaching on microleakage of coronal access restorations. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 1123-7.
158. Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A, Perry R. Microleakage of resin-based liner materials and condensable composites using filled and unfilled adhesives. *Am J Dent.* 2003; 16: 351-5.
159. Corona SAM, Borsatto MC, Pecora JD, Rasd R, Ramos TS, Palma-Dibb RG. Assessing microleakage of different class V restorations after Er : Yag laser and bur preparation. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 1008-14.
160. Mitsui FHO, Bedran-De-Castro AKB, Ritter AV, Cardoso PEC, Pimenta LAF. Influence of load cycling on marginal microleakage with two self-etching and two one-bottle dentin adhesive systems in dentin. *J Adhes Dent.* 2003; 5: 209-16.
161. Fabianelli A, Goracci C, Ferrari M. Sealing ability of packable resin composites in class II restorations. *J Adhes Dent.* 2003; 5: 217-23.

162. Civelek A, Ersoy M, L'hotelier E, Soyman M, Say EC. Polymerization shrinkage and microleakage in class II cavities of various resin composites. *Oper Dent.* 2003; 28: 635-41.
163. Ziskind D, Venezia E, Kreisman I, Mass E. Amalgam type, adhesive system, and storage period as influencing factors on microleakage of amalgam restorations. *J Prosthet Dent.* 2003; 90: 255-60.
164. Wahab FK, Shaini FJ. Evaluation of the microleakage at the proximal walls of class II cavities restored using resin composite and precured composite inserts. *Quintessence Int.* 2003; 34: 600-6.
165. Jain P, Pershing A. Depth of cure and microleakage with high-intensity and ramped resin-based composite curing lights. *J Am Dent Assoc.* 2003; 134: 1215-23.
166. Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A. Effect of different polymerization methods on composite microleakage. *Am J Dent.* 2003; 16: 73A-6A.
167. Wahab FK, Shaini FJ, Morgano SM. The effect of thermocycling on microleakage of several commercially available composite class V restorations in vitro. *J Prosthet Dent.* 2003; 90: 168-74.
168. Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. Effect of low-viscosity resin-based composite on the microleakage of cervical restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 244-8.
169. Ferracane JL, Mitchem JC. Relationship between composite contraction stress and leakage in class V cavities. *Am J Dent.* 2003; 16: 239-43.
170. Abbas G, Fleming GJP, Harrington E, Shortall ACC, Burke FJT. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent.* 2003; 31: 437-44.
171. Osorio R, Toledano M, De Leonardi G, Tay F. Microleakage and interfacial morphology of self-etching adhesives in class V resin composite restorations. *J Biomed Mat Res Part B-Appl Biomat.* 2003; 66B: 399-409.
172. Almeida JB, Platt JA, Oshida Y, Moore BK, Cochran MA, Eckert GJ. Three different methods to evaluate microleakage of packable composites in class II restorations. *Oper Dent.* 2003; 28: 453-60.

173. Raskin A, Tassery H, D'Hoore W, Gonthier S, Vreven J, Degrance M, Déjou J. Influence of the number of sections on reliability of in vitro microleakage evaluations. *Am J Dent.* 2003; 16: 207-10.

174. Franco EB, Lopes LG, Mondelli RFL, Souza M, Lauris JRP. Effect of the cavity configuration factor on the marginal microleakage of esthetic restorative materials. *Am J Dent.* 2003; 16: 211-4.

175. Besnault C, Attal JP. Simulated oral environment and microleakage of class II resin-based composite and sandwich restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 186-90.

176. De La Torre-Moreno FJ, Rosales-Leal JL, Bravo M. Effect of cooled composite inserts in the sealing ability of resin composite restorations placed at intraoral temperatures: an in vitro study. *Oper Dent.* 2003; 28: 297-302.

177. Muangmingsuk A, Senawongse P, Yudhasaraprashithi S. Influence of different softstart polymerization techniques on marginal adaptation of class V restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 117-9.

178. Chuang SF, Jin YT, Lin TS, Chang CH, Garcia-Godoy F. Effects of lining materials on microleakage and internal voids of class II resin-based composite restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 84-90.

179. Hofmann N, Siebrecht C, Hugo B, Klaiber B. Influence of curing methods and materials on the marginal seal of class V composite restorations in vitro. *Oper Dent.* 2003; 28: 160-7.

180. Cavalcante LMA, Peris AR, Amaral CM, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Influence of polymerization technique on microleakage and microhardness of resin composite restorations. *Oper Dent.* 2003; 28: 200-6.

181. Szep S, Langner N, Bayer S, Börnichen D, Schulz C, Gerhardt T, Schriever A, Becker J, Heidemann D. Comparison of microleakage on one composite etched with phosphoric acid or a combination of phosphoric and hydrofluoric acids and bonded with several different systems. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 161-9.

182. Peris AR, Duarte S, De Andrade MF. Evaluation of marginal microleakage in class II cavities: effect of microhytolrid, flowable, and compactable resins. *Quintessence Int.* 2003; 34: 93-8.

183. Fabianelli A, Kugel G, Ferrari M. Efficacy of self-etching primer on sealing margins of class II restorations. *Am J Dent.* 2003; 16: 37-41.
184. Yazici AR, Baseren M, Dayangac B. The effect of flowable resin composite on microleakage in class V cavities. *Oper Dent.* 2003; 28: 42-6.
185. Yap AUJ, Yeo EJC, Yap WY, Ong DSB, Tan JWS. Effects of instrumentation time on microleakage of resin-modified glass ionomer cements. *Oper Dent.* 2003; 28: 47-52.
186. Yap AUJ, Yap WY, Yeo EJC, Tan JWS, Ong DSB. Effects of finishing/polishing techniques on microleakage of resin-modified glass ionomer cement restorations. *Oper Dent.* 2003; 28: 36-41.
187. Piemjai M, Miyasaka K, Iwasaki Y, Nkaabayashi N. Comparison of microleakage of three acid-base luting cements versus one resin-bonded cement for class V direct composite inlays. *J Prosthet Dent.* 2002; 88: 598-603.
188. Guelmann M, Bonnin S, Primosch RE, Soderholm KJ. Microleakage and wall adaptation of conservative restorations. *Am J Dent.* 2002; 15: 407-11.
189. Yazici AR, Baseren M, Dayangac B. The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence Int.* 2002; 33: 763-9.
190. Williams PT, Schramke D, Stockton L. Comparison of two methods of measuring dye penetration in restoration microleakage studies. *Oper Dent.* 2002; 27: 628-35.
191. Peutzfeldt A, Asmussen E. Composite restorations: influence of flowable and self-curing resin composite linings on microleakage in vitro. *Oper Dent.* 2002; 27: 569-75.
192. Neme AL, Maxson BB, Pink FE, Aksu MN. Microleakage of class II packable resin composites lined with flowables: an in vitro study. *Oper Dent.* 2002; 27: 600-5.
193. Morrow LA, Wilson NHF. The effectiveness of four-cavity treatment systems in sealing amalgam restorations. *Oper Dent.* 2002; 27: 549-56.
194. Gagliardi RM, Avelar RP. Evaluation of microleakage using different bonding agents. *Oper Dent.* 2002; 27: 582-6.

195. Aguiar FHB, Ajudarte KF, Lovadino JR. Effect of light curing modes and filling techniques on microleakage of posterior resin composite restorations. *Oper Dent.* 2002; 27: 557-62.
196. Rosin M, Urban AD, Gartner C, Bernhardt O, Splieth C, Meyer G. Polymerization shrinkage-strain and microleakage in dentin-bordered cavities of chemically and light-cured restorative materials. *Dent Mater.* 2002; 18: 521-8.
197. Opdam NJM, Roeters JJM, Van Berghem E, Eijsvogels E, Bronkhorst E. Microleakage and damage to adjacent teeth when finishing class II adhesive preparations using either a sonic device or bur. *Am J Dent.* 2002; 15: 317-20.
198. Amaral CM, De Castro Akbb, Pimenta LAF, Ambrosano GMB. Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. *Quintessence Int.* 2002; 33: 685-9.
199. St-Georges AJ, Wilder AD, Perdigao J, Swift EJ. Microleakage of class V composites using different placement and curing techniques: an in vitro study. *Am J Dent.* 2002; 15: 244-7.
200. Morrow LA, Wilson NHF, Setcos JC, Watts DC. Microleakage of amalgam cavity treatment systems: an in vitro evaluation. *Am J Dent.* 2002; 15: 262-7.
201. Malmstrom H, Schlueter M, Roach T, Moss ME. Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in class II composite restorations. *Oper Dent.* 2002; 27: 373-80.
202. Erhardt MCG, Magalhaes CS, Serra MC. The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. *Oper Dent.* 2002; 27: 396-402.
203. Uctasli S, Shortall AC, Burke FJT. Effect of accelerated restorative techniques on the microleakage of class II composites. *Am J Dent.* 2002; 15: 153-8.
204. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Dibb RGP. Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quintessence Int.* 2002; 33: 450-6.
205. Ernst CP, Cortain G, Spohn M, Rippin G, Willershausen B. Marginal integrity of different resin-based composites for posterior teeth: an in vitro dye-penetration study on eight resin-composite and compomer-/adhesive combinations with a particular look at the additional use of flow-composites. *Dent Mater.* 2002; 18: 351-8.

206. Cardoso PEC, Placido E, Moura SK. Microleakage of four simplified adhesive systems under thermal and mechanical stresses. *Am J Dent.* 2002; 15: 164-8.
207. Briso ALF, Campos IT, Sundfeld RH, Rodrigues AL, Pimenta LAF. Microleakage of adhesively bonded cervical amalgam restorations. *Am J Dent.* 2002; 15: 173-6.
208. Quo BC, Drummond JL, Koerber A, Fadavi S, Punwani I. Glass ionomer microleakage from preparations by an Er/Yag laser or a high-speed handpiece. *J Dent.* 2002; 30: 141-6.
209. Li HP, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of thermocycling regimens on the nanoleakage of dentin bonding systems. *Dent Mater.* 2002; 18: 189-96.
210. Ozer F, Unlu N, Ozturk B, Sengun A. Amalgam repair: evaluation of bond strength and microleakage. *Oper Dent.* 2002; 27: 199-203.
211. Li HP, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of load cycling on the nanoleakage of dentin bonding systems. *Dent Mater.* 2002; 18: 111-9.
212. Fruits TJ, Vanbrunt CL, Khajotia SS, Duncanson MG. Effect of cyclical lateral forces on microleakage in cervical resin composite restorations. *Quintessence Int.* 2002; 33: 205-12.
213. Guzman-Armstrong S, Mitchell RJ. Surface coating and leakage of dentin-bonded resin composite restorations. *J Dent.* 2002; 30: 113-8.
214. Pontes DG, De Melo AT, Monnerat AF. Microleakage of new all-in-one adhesive systems on dentinal and enamel margins. *Quintessence Int.* 2002; 33: 136-9.
215. Saboia VDA, Pimenta LAF, Ambrosano GMB. Effect of collagen removal on microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent.* 2002; 27: 38-43.
216. Alavi AA, Kianimanesh N. Microleakage of direct and indirect composite restorations with three dentin bonding agents. *Oper Dent.* 2002; 27: 19-24.
217. Besnault C, Attal JP. Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in class II composite restorations. *J Dent.* 2002; 30: 1-6.

218. Pradelle-Plasse N, Nechad S, Tavernier B, Colon P. Effect of dentin adhesives on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage. *Am J Dent.* 2001; 14: 344-8.

219. Jang KT, Chung DH, Shin D, Garcia-Godoy F. Effect of eccentric load cycling on microleakage of class V flowable and packable composite resin restorations. *Oper Dent.* 2001; 26: 603-8.

220. Santini A, Plasschaert AJM, Mitchell S. Microleakage of Tetric Ceram/Excite and Ariston Phc/Ariston liner. *Am J Dent.* 2001; 14: 309-13.

221. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. The effect of flexural load cycling on the microleakage of cervical resin composites. *Oper Dent.* 2001; 26: 451-9.

222. Corona SAM, Borsatto MC, Dibb RGP, Ramos RP, Brugnera A, Pecora JD. Microleakage of class V resin composite restorations after bur, air-abrasion or Er : Yag laser preparation. *Oper Dent.* 2001; 26: 491-7.

223. Chuang SF, Jin YT, Tsai PF, Wong TY. Effect of various surface protections on the margin microleakage of resin-modified glass ionomer cements. *J Prosthet Dent.* 2001; 86: 309-14.

224. Piva E, Martos J, Demarco FF. Microleakage in amalgam restorations: influence of cavity cleanser solutions and anticariogenic agents. *Oper Dent.* 2001; 26: 383-8.

225. Yazici AR, Frentzen M, Dayangac B. In vitro analysis of the effects of acid or laser etching on microleakage around composite resin restorations. *J Dent.* 2001; 29: 355-61.

226. Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Marshall GW. Microleakage of composite restorations after acid or Er-Yag laser cavity treatments. *Dent Mater.* 2001; 17: 340-6.

227. Wibowo G, Stockton L. Microleakage of class II composite restorations. *Am J Dent.* 2001; 14: 177-85.

228. Setien VJ, Cobb DS, Denehy GE, Vargas MA. Cavity preparation devices: effect on microleakage of class V resin-based composite restorations. *Am J Dent.* 2001; 14: 157-62.

229. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling. *Am J Dent.* 2001; 14: 163-9.

230. Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Microleakage of adhesive restorative materials. *Am J Dent.* 2001; 14: 170-6.

231. Leevailoj C, Cochran MA, Matsi BA, Moore BK, Platt JA. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. *Oper Dent.* 2001; 26: 302-7.

232. Demarco FF, Ramos OLV, Mota CS, Formolo E, Justino LM. Influence of different restorative techniques on microleakage in class II cavities with gingival wall in cementum. *Oper Dent.* 2001; 26: 253-9.

233. Shinohara MS, Rodrigues JA, Pimenta LAF. In vitro microleakage of composite restorations after nonvital bleaching. *Quintessence Int.* 2001; 32: 413-7.

234. Belli S, Unlu N, Ozer F. Effect of cavity varnish, amalgam liner or dentin bonding agents on the marginal leakage of amalgam restorations. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 492-6.

235. Meiers JC, Kazemi R, Meier CD. Microleakage of packable composite resins. *Oper Dent.* 2001; 26: 121-6.

236. Chuang SF, Liu JK, Jin YT. Microleakage and internal voids in class II composite restorations with flowable composite linings. *Oper Dent.* 2001; 26: 193-200.

237. Al-Ehaideb AA, Mohammed H. Microleakage of "one bottle" dentin adhesives. *Oper Dent.* 2001; 26: 172-5.

238. Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *J Dent.* 2001; 29: 123-30.

239. Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YHM. Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Prosthet Dent.* 2001; 85: 177-83.

240. Amaral CM, Hara AT, Pimenta LAF, Rodrigues AL. Microleakage of hydrophilic adhesive systems in class V composite restorations. *Am J Dent.* 2001; 14: 31-3.

241. Beznos C. Microleakage at the cervical margin of composite class II cavities with different restorative techniques. *Oper Dent.* 2001; 26: 60-9.

242. Mathew M, Nair EKP, Krishnan K. Bonding agent is a decisive factor in determining the marginal leakage of dental composites subjected to thermal cycling: an in vitro study. J Oral Rehabil. 2001; 28: 68-77.

8.2. ANEXO 2: Listado de referencias de la base de datos de Endodoncia.

1. Ghoddusi J, Dibaji F, Marandi S. Correlation between sealer penetration and microleakage following the use of MTAD as a final irrigant. *Aust Endod J.* 2010; 36: 109-13.
2. Savariz A, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM. Long-term sealing ability of Guttaflow versus Ah Plus using different obturation techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010; 15: E936-41.
3. Onay EO, Orucoglu H, Kiremitci A, Korkmaz Y, Berk G. Effect of Er,Cr:Ysgg laser irradiation on the apical sealing ability of Ah Plus/Gutta-Percha and hybrid Root Seal/Resilon combinations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110: 657-64.
4. Mohn D, Bruhin C, Luechinger NA, Stark WJ, Imfeld T, Zehnder M. Composites made of flame-sprayed bioactive glass 45s5 and polymers: bioactivity and immediate sealing properties. *Int Endod J.* 2010; 43: 1037-46.
5. Gandolfi MG, Prati C. MTA and F-Doped MTA cements used as sealers with warm gutta-percha. long-term study of sealing ability. *Int Endod J.* 2010; 43: 889-901.
6. Imamura Y, Tanaka Y, Nagai A, Yamashita K, Takagi Y. Self-sealing ability of ocp-mediated cement as a deciduous root canal filling material. *Dent Mater J.* 2010; 29: 582-8.
7. Bottcher DE, Hirai VH, Neto UXD, Grecca FS. Effect of calcium hydroxide dressing on the long-term sealing ability of two different endodontic sealers: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110: 386-9.
8. Farea M, Masudi S, Bakar WZW. Apical microleakage evaluation of System B compared with cold lateral technique: in vitro Study. *Aust Endod J.* 2010; 36: 48-53.
9. Shokouhinejad N, Sharifian MR, Aligholi M, Assadian H, Tabor RK, Nekoofar MH. The sealing ability of resilon and gutta-percha following different smear layer removal methods: an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110: E45-9.

10. Monticelli F, Osorio R, Toledano M, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. Sealing properties of one-step root-filling fibre post-obturators vs. two-step delayed fibre post-placement. *J Dent.* 2010; 38: 547-52.
11. Santos J, Tjaderhane L, Ferraz C, Zaia A, Alves M, De Goes M, Carrilho M. Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings. *Int Endod J.* 2010; 43: 455-60.
12. Karapinar-Kazandag M, Tanalp J, Bayrak OF, Sunay H, Bayirli G. Microleakage of various root filling systems by glucose filtration analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: E96-102.
13. Ari H, Belli S, Gunes B. Sealing ability of hybrid root seal (Metaseal) in conjunction with different obturation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: E113-6.
14. Vasiliadis L, Kodonas K, Economides N, Gogos C, Stavrianos C. Short- and long-term sealing ability of Gutta-Flow and Ah-Plus using an ex vivo fluid transport model. *Int Endod J.* 2010; 43: 377-81.
15. Brosco VH, Bernardineli N, Torres SA, Consolaro A, Bramante CM, De Moraes IG, Ordinola-Zapata R, Garcia RB. Bacterial leakage in obturated root canals-part 2: a comparative histologic and microbiologic analyses. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: 788-94.
16. Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA. Effect of immediate and delayed post space preparation on coronal bacterial microleakage in teeth obturated with a methacrylate-based sealer with and without accelerator. *Am J Dent.* 2010; 23: 116-20.
17. Moon YM, Shon WJ, Baek SH, Bae KS, Kum KY, Lee W. Effect of final irrigation regimen on sealer penetration in curved root canals. *J Endod.* 2010; 36: 732-6.
18. Orosco FA, Bramante CM, Garcia RB, Bernardineli N, De Moraes IG. Sealing ability, marginal adaptation and their correlation using three root-end filling materials as apical plugs. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18: 127-34.
19. Ballal NV, Kundabala M, Bhat KS. A comparative evaluation of postobturation apical seal following intracanal irrigation with maleic acid and EDTA: a dye leakage under vacuum study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: E126-30.

20. Tzanetakakis GN, Kakavetsos VD, Kontakiotis EG. Impact of smear layer on sealing property of root canal obturation using 3 different techniques and sealers. Part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: E145-53.
21. Hirai VH, Neto UXD, Westphalen VPD, Perin CP, Cameiro E, Fariniuk LF. Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with Ah Plus and Epiphany sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: E131-5.
22. Yildirim T, Er K, Tasdemir T, Tahan E, Buruk K, Serper A. Effect of smear layer and root-end cavity thickness on apical sealing ability of MTA as a root-end filling material: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: E67-72.
23. Kececi AD, Kaya BU, Belli S. Corono-apical leakage of various root filling materials using two different penetration models-a 3-month study. *J Biomed Mat Res Part B-Appl Biomat.* 2010; 92B: 261-7.
24. Yilmaz Z, Deniz D, Ozcelik B, Sahin C, Cimilli H, Cehreli ZC, Kartal N. Sealing efficiency of Beefill 2in1 and System B/Obtura II versus single-cone and cold lateral compaction techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: E51-5.
25. Wu MK, Bud MG, Wesselink PR. The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 946-51.
26. Souza EM, Pappen FG, Shemesh H, Bonanato-Estrela C, Bonetti I. Reliability of assessing dye penetration along root canal fillings using methylene blue. *Aust Endod J.* 2009; 35: 158-63.
27. Pinheiro CR, Guinesi AS, De Camargo EJ, Pizzolitto AC, Bonetti I. Bacterial leakage evaluation of root canals filled with different endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: E56-60.
28. Mahera F, Economides N, Gogos C, Beltes P. Fluid-transport evaluation of lateral condensation, protaper gutta-percha and warm vertical condensation obturation techniques. *Aust Endod J.* 2009; 35: 169-73.

29. Pinna L, Loushine RJ, Bishop FD, Cotti E, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. Hybrid root seal (Metaseal) creates hybrid layers in radicular dentin only when EDTA is used as the final rinse. *Am J Dent.* 2009; 22: 299-303.
30. Grecca FS, Rosa ARG, Gomes MS, Parolo CF, Bemfica JRD, Frasca LCD, Maltz M. Effect of timing and method of post space preparation on sealing ability of remaining root filling material: in vitro microbiological study. *J Can Dent Assoc.* 2009; 75: 583-583e.
31. De Bruyne MAA, De Moor RJG. Long-term sealing ability of Resilon apical root-end fillings. *Int Endod J.* 2009; 42: 884-92.
32. Yildirim T, Tasdemir T, Orucoglu H. The evaluation of the influence of using MTA in teeth with post indication on the apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 471-4.
33. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Buruk K, Celik D, Cora S, Tahan E, Tuncel B, Serper A. Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: E129-34.
34. Williamson AE, Marker KL, Drake DR, Dawson DV, Walton RE. Resin-based versus gutta-percha-based root canal obturation: influence on bacterial leakage in an in vitro model system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 292-6.
35. Onay EO, Ungor M, Unver S, Ari H, Belli S. An in vitro evaluation of the apical sealing ability of new polymeric endodontic filling systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: E49-54.
36. Yilmaz Z, Tuncel B, Ozdemir HO, Serper A. microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 124-8.
37. Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107: E79-82.
38. Kokorikos I, Kolokouris I, Economides N, Gogos C, Helvatjoglu-Antoniades M. Long-term evaluation of the sealing ability of two root canal sealers in combination with self-etching bonding agents. *J Adhes Dent.* 2009; 11: 239-46.

39. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *J Endod.* 2009; 35: 541-4.
40. Eldeniz AU, Orstavik D. A laboratory assessment of coronal bacterial leakage in root canals filled with new and conventional sealers. *Int Endod J.* 2009; 42: 303-12.
41. Lyons WW, Hartwell GR, Stewart JT, Reavley B, Appelstein C, Lafkowitz S. Comparison of coronal bacterial leakage between immediate versus delayed post-space preparation in root canals filled with Resilon/Epiphany. *Int Endod J.* 2009; 42:203-7.
42. Inan U, Aydin C, Tunca YM, Basak F. In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *J Can Dent Assoc.* 2009; 75: 123-123c.
43. Bodrumlu E, Avsar A, Meydan AD, Tuloglu N. Can radiotherapy affect the apical sealing ability of resin-based root canal sealers? *J Am Dent Assoc.* 2009; 140: 326-30.
44. Alani A, Knowles JC, Chrzanowski W, Ng YL, Gulabivala K. Ion release characteristics, precipitate formation and sealing ability of a phosphate glass-polycaprolactone-based composite for use as a root canal obturation material. *Dent Mater.* 2009; 25: 400-10.
45. Herbert J, Bruder M, Braunsteiner J, Altenburger MJ, Wrbas KT. Apical quality and adaptation of Resilon, Endorez, and Guttaflow root canal fillings in combination with a noncompaction technique. *J Endod.* 2009; 35:261-4.
46. Nagas E, Altundasar E, Serper A. The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107: E61-4.
47. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M. Sealing ability of a novel endodontic cement as a root-end filling material. *J Biomed Mat Res Part A.* 2008; 87A: 706-9.
48. Yildirim T, Orucoglu H, Cobankara FK. Long-term evaluation of the influence of smear layer on the apical sealing ability of MTA. *J Endod.* 2008; 34: 1537-40.
49. Thaler A, Ebert J, Petschelt A, Pelka M. Influence of tooth age and root section on root dentine dye penetration. *Int Endod J.* 2008; 41: 1115-22.

50. De-Deus G, Audi C, Murad C, Fidel S, Fidel R. Similar expression of through-and-through fluid movement along orthograde apical plugs of MTA Bio (Tm) and white portland cement. *Int Endod J.* 2008; 41: 1047-53.
51. Cobankara FK, Orucoglu H, Ozkan HB, Yildirim C. Effect of immediate and delayed post preparation on apical microleakage by using methacrylate-based Endorez sealer with or without accelerator. *J Endod.* 2008; 34: 1504-7.
52. Belli S, Ozcan E, Derinbay O, Eldeniz AU. A comparative evaluation of sealing ability of a new, self-etching, dual-curable sealer: hybrid root seal (Metaseal). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: E45-52.
53. Weller RN, Tay KCY, Garrett LV, Mai S, Primus CM, Gutmann JL, Pashley DH, Tay FR. Microscopic appearance and apical seal of root canals filled with gutta-percha and Proroot endo sealer after immersion in a phosphate-containing fluid. *Int Endod J.* 2008; 41: 977-86.
54. Nagas E, Uyanik MO, Sabin C, Durmaz V, Cebreli ZC. Effects of different light-curing units and obturation techniques on the seal of the Resilon/Epiphany system. *J Endod.* 2008; 34: 1230-2.
55. Gomes JE, Hopp RN, Bernabe PFE, Nery MJ, Otoboni JA, Dezan E. Evaluation of the apical infiltration after root canal disruption and obturation. *J Appl Oral Sci.* 2008; 16: 345-9.
56. De-Deus G, Leal F, Soares J, Luna AS, Murad C, Fidel S, Fidel RAS. Dye extraction results on bacterial leakproof root fillings. *J Endod.* 2008; 34: 1093-5.
57. De Bruyne MAA, De Moor RJG. Influence of cracks on leakage and obturation efficiency of root-end filling materials after ultrasonic preparation: an in vitro evaluation. *Quintessence Int.* 2008; 39: 685-92.
58. Souza EM, Wu MK, Shemesh H, Bonetti I, Wesselink PR. Comparability of results from two leakage models. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: 309-13.
59. Kontakiotis EG, Tsatsoulis IN, Papanakou SI, Tzanetakis GN. Effect of 2% chlorhexidine gel mixed with calcium hydroxide as an intracanal medication on sealing ability of permanent root canal filling: a 6-month follow-up. *J Endod.* 2008; 34: 866-70.

60. Jack RM, Goodell GG. In vitro comparison of coronal microleakage between Resilon alone and gutta-percha with a glass-ionomer intraorifice barrier using a fluid filtration model. *J Endod.* 2008; 34: 718-20.
61. Fransen JN, He JN, Glickman GN, Rios A, Shulman JD, Honeyman A. Comparative assessment of Activ Gp/Glass Monomer Sealer, Resilon/Epiphany, and Gutta-Percha/Ah Plus obturation: a bacterial leakage study. *J Endod.* 2008; 34: 725-7.
62. De-Deus G, Soares J, Leal T, Luna AS, Fidel S, Fidel RAS. Similar glucose leakage pattern on smear-covered, EDTA-treated and Biopure MTAD-treated dentin. *J Endod.* 2008; 34: 459-62.
63. De-Deus G, Namen F, Galan J. Reduced long-term sealing ability of adhesive root fillings after water-storage stress. *J Endod.* 2008; 34: 322-5.
64. De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis CM, Coutinho T. the effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2008; 41: 183-90.
65. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of pulp canal sealer, Ah-Plus, Gutttaflow and Epiphany. *Int Endod J.* 2008; 41: 219-26.
66. Ozok AR, Van Der Sluis LWM, Wu MK, Wesselink PR. Sealing ability of a new polydimethylsiloxane-based root canal filling material. *J Endod.* 2008; 34: 204-7.
67. Luketic SF, Malcic A, Jukic S, Anic I, Segovic S, Kalenic S. Coronal microleakage of two root-end filling materials using a polymicrobial marker. *J Endod.* 2008; 34: 201-3.
68. Altundasar E, Sahin C, Ozcelik B, Cebrelil ZC. Sealing properties of different obturation systems applied over apically fractured rotary nickel-titanium files. *J Endod.* 2008; 34: 194-7.
69. Orosco FA, Bramante CM, Garcia RB, Bernardineli N, De Moraes IG. Sealing ability of gray MTA Angelus (Tm), CPM (Tm) and MBPC used as apical plugs. *J Appl Oral Sci.* 2008; 16: 50-4.
70. Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Vidueira M, Macchi RL. Significance of moist root canal dentin with the use of methacrylate-based endodontic sealers: an in vitro coronal dye leakage study. *J Endod.* 2008; 34: 76-9.

71. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int Endod J.* 2008; 41: 32-40.
72. Pasqualini D, Scotti N, Mollo L, Berutti E, Angelini E, Migliaretti G, Cuffini A, Adlerstein D. Microbial leakage of Gutta-Percha and Resilon (Tm) root canal filling material: a comparative study using a new homogeneous assay for sequence detection. *J Biomat Appl.* 2008; 22: 337-52.
73. Wedding JR, Brown CE, Legan JJ, Moore BK, Vail MM. An in vitro comparison of microleakage between Resilon and gutta-percha with a fluid filtration model. *J Endod.* 2007; 33: 1447-9.
74. Tay KCY, Loushine BA, Oxford C, Kapur R, Primus CM, Gutmann JL, Loushine RJ, Pashley DH, Tay FR. In vitro evaluation of a ceramicrete-based root-end filling material. *J Endod.* 2007; 33: 1438-43.
75. Shahi S, Rahimi S, Yavari HR, Shakouie S, Nezafati S, Abdolrahimi M. Sealing ability of white and gray mineral trioxide aggregate mixed with distilled water and 0.12% chlorhexidine gluconate when used as root-end filling materials. *J Endod.* 2007; 33: 1429-32.
76. Nagas E, Cehreli ZC, Durmaz V, Vallittu PK, Lassila LVJ. Regional push-out bond strength and coronal microleakage of resilon after different light-curing methods. *J Endod.* 2007; 33: 1464-8.
77. Lin ZM, Jhugroo A, Ling J. Q. An evaluation of the sealing ability of a polycaprolactone-based root canal filling material (Resilon) after retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104: 846-51.
78. Shemesh H, Van Den Bos M, Wu MK, Wesselink PR. Glucose penetration and fluid transport through coronal root structure and filled root canals. *Int Endod J.* 2007; 40: 866-72.
79. Xu Q, Ling JQ, Cheung GSP, Hu Y. A quantitative evaluation of sealing ability of 4 obturation techniques by using a glucose leakage test. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104: E109-13.
80. De-Deus G, Brandao MC, Fidel RAS, Fidel SR. The sealing ability of Guttaflow (Tm) in oval-shaped canals: an ex vivo study using a polymicrobial leakage model. *Int Endod J.* 2007; 40: 794-9.

81. De-Deus G, Audi C, Murad C, Fidel S, Fidel RAS. Sealing ability of oval-shaped canals filled using the System B heat source with either gutta-percha or Resilon: an *in vivo* study using a polymicrobial leakage model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104: E114-9.
82. Bodrumlu E, Tunga U. The apical sealing ability of a new root canal filling material. *Am J Dent.* 2007; 20: 295-8.
83. Pelliccioni GA, Vellani CP, Gatto MRA, Gandolfi MG, Marchetti C, Prati C. Proroot mineral trioxide aggregate cement used as a retrograde filling without addition of water: an *in vitro* evaluation of its microleakage. *J Endod.* 2007; 33: 1082-5.
84. Paque F, Sirtes G. Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/Ah Plus: immediate and 16-months leakage. *Int Endod J.* 2007; 40:722-9.
85. Bodrumlu E, Tunga U. Coronal sealing ability of a new root canal filling material. *J Can Dent Assoc.* 2007; 73: 623-623c.
86. Almeida JFA, Gomes B, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J.* 2007; 40: 692-9.
87. Yang SE, Baek SH, Lee W, Kum KY, Bae KS. *In vitro* evaluation of the sealing ability of newly developed calcium phosphate-based root canal sealer. *J Endod.* 2007; 33: 978-81.
88. Raina R, Loushine RJ, Weller RN, Tay FR, Pashley DH. Evaluation of the quality of the apical seal in Resilon/Epiphany and gutta-percha/Ah Plus-filled root canals by using a fluid filtration approach. *J Endod.* 2007; 33: 944-7.
89. Neto UXD, De Moraes IG, Westphalen VPD, Menezes R, Carneiro E, Fariniuk LF. Leakage of 4 resin-based root-canal sealers used with a single-cone technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104: E53-7.
90. Kontakiotis E, Chaniotis A, Georgopoulou M. Fluid filtration evaluation of 3 obturation techniques. *Quintessence Int.* 2007; 38: E410-6.
91. Kontakiotis EG, Tzanetakis GN, Loizides AL. A 12-month longitudinal *in vitro* leakage study on a new silicon-based root canal filling material (Gutta-Flow). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103: 854-9.

92. Gandolfi MG, Sauro S, Mannocci F, Watson TF, Zanna S, Capoferri M, Prati C, Mongiorgi R. New tetrasilicate cements as retrograde filling material: an in vitro study on fluid penetration. *J Endod.* 2007; 33: 742-5.
93. Bodrumlu E, Tunga U, Alacam T. Influence of immediate and delayed post space preparation on sealing ability of Resilon. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103: E61-4.
94. Coneglian PZA, Orosco FA, Bramante CM, De Moraes IG, Garcia RB, Bernardineli N. In vitro sealing ability of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) and white portland cement used as apical plugs. *J Appl Oral Sci.* 2007; 15: 181-5.
95. Van Der Sluis LWM, Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. An evaluation of the influence of passive ultrasonic irrigation on the seal of root canal fillings. *Int Endod J.* 2007; 40: 356-61.
96. Monticelli F, Sword J, Martin RL, Schuster GS, Weller RN, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int Endod J.* 2007; 40: 374-85.
97. Verissimo DM, Do Vale MS, Monteiro AJ. Comparison of apical leakage between canals filled with gutta-percha/Ah-Plus and the Resilon/Epiphany system, when submitted to two filling techniques. *J Endod.* 2007; 33: 291-4.
98. Monticelli F, Sadek FT, Schuster GS, Volkmann KR, Looney SW, Ferrari M, Toledano M, Pashley DH, Tay FR. Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. *J Endod.* 2007; 33: 310-3.
99. Mente J, Werner S, Koch MJ, Henschel V, Legner M, Staehle HJ, Friedman S. In vitro leakage associated with three root-filling techniques in large and extremely large root canals. *J Endod.* 2007; 33: 306-9.
100. Martin RL, Monticelli F, Brackett WW, Loushine RJ, Rockman RA, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. Sealing properties of mineral trioxide aggregate orthograde apical plugs and root fillings in an in vitro apexification model. *J Endod.* 2007; 33: 272-5.
101. Ishimura H, Yoshioka T, Suda H. Sealing ability of new adhesive root canal filling materials measured by new dye penetration method. *Dent Mater J.* 2007; 26: 290-5.

102. Gernhardt CR, Kruger T, Bekes K, Schaller HG. Apical sealing ability of 2 epoxy resin-based sealers used with root canal obturation techniques based on warm gutta-percha compared to cold lateral condensation. *Quintessence Int.* 2007; 38: 229-34.
103. Ghoddusi J, Robani A, Rasbed T, Ghaziani P, Akbari M. An evaluation of microbial leakage after using MTAD as a final irrigation. *J Endod.* 2007; 33: 173-6.
104. Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R. Influence of moisture on the apical seal of root canal fillings with five different types of sealer. *J Endod.* 2007; 33: 31-3.
105. Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal *ex vivo* study. *Int Endod J.* 2006; 39: 968-76.
106. Sagsen B, Er O, Kahraman Y, Orucoglu H. Evaluation of microleakage of roots filled with different techniques with a computerized fluid filtration technique. *J Endod.* 2006; 32: 1168-70.
107. Brackett MG, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeberg FA, Tay FR, Pashley DH. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. *J Endod.* 2006; 32: 1188-90.
108. Pichardo MR, George SW, Bergeron BE, Jeansonne BG, Rutledge R. Apical leakage of root-end placed Supereba, MTA, and Geristore restorations in human teeth previously stored in 10% formalin. *J Endod.* 2006; 32: 956-9.
109. Onay EO, Ungor M, Orucoglu H. An *in vitro* evaluation of the apical sealing ability of a new resin-based root canal obturation system. *J Endod.* 2006; 32: 976-8.
110. De-Deus G, Coutinho T, Reis C, Murad C, Paciornik S. Polymicrobial leakage of four root canal sealers at two different thicknesses. *J Endod.* 2006; 32: 998-1001.
111. Yucel AC, Guler E, Guler AU, Ertas E. Bacterial penetration after obturation with four different root canal sealers. *J Endod.* 2006; 32: 890-3.
112. Tunga U, Bodrumlu E. Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *J Endod.* 2006; 32: 876-8.
113. Pitout E, Oberholzer TG, Blignaut E, Molepo J. coronal leakage of teeth root-filled with gutta-percha or Resilon root canal filling material. *J Endod.* 2006; 32: 879-81.

114. George SW, Pichardo MR, Bergeron BE, Jeansonne BG. The effect of formalin storage on the apical microleakage of obturated canals. *J Endod.* 2006; 32: 869-71.
115. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, De Moraes IG, Bernardineli N. Sealing ability of MTA and radiopaque portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. *J Endod.* 2006; 32: 897-900.
116. Stevens RW, Strother JM, Mcclanahan SB. Leakage and sealer penetration in smear-free dentin after a final rinse with 95% ethanol. *J Endod.* 2006; 32: 785-8.
117. Gillespie WT, Loushine RJ, Weller RN, Mazzoni A, Doyle MD, Waller JL, Pashley DH, Tay FR. Improving the performance of Endorez root canal sealer with a dual-cured two-step self-etch adhesive. II. Apical and coronal seal. *J Endod.* 2006; 32: 771-5.
118. Biggs SG, Knowles KI, Ibarrola JL, Pashley DH. An in vitro assessment of the sealing ability of Resilon/Epiphany using fluid filtration. *J Endod.* 2006; 32: 759-61.
119. Stratton RK, Apicella MJ, Mines P. A fluid filtration comparison of gutta-percha versus Resilon, a new soft resin endodontic obturation system. *J Endod.* 2006; 32: 642-5.
120. Karagenc B, Gencoglu N, Ersoy M, Cansever G, Kulekci G. A comparison of four different microleakage tests for assessment of leakage of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 110-3.
121. Wang CS, Debelian GJ, Teixeira FB. Effect of intracanal medicament on the sealing ability of root canals filled with Resilon. *J Endod.* 2006; 32: 532-6.
122. Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. A 1-year follow-up study on leakage of single-cone fillings with Roekorsa sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101: 662-7.
123. Malcic A, Jukic S, Brzovic V, Miletic I, Anic I. Leakage of bovine serum albumin in root canals obturated with Super-Eba and IRM. *J Endod.* 2006; 32: 368-71.
124. Juhasz A, Verdes E, Tokes L, Kobor A, Dobo-Nagy C. The influence of root canal shape on the sealing ability of two root canal sealers. *Int Endod J.* 2006; 39: 282-6.

125. Aptekar A, Ginnan K. Comparative analysis of microleakage and seal for 2 obturation materials: Resilon/Epiphany and gutta-percha. *J Can Dent Assoc.* 2006; 72: 245-245d.
126. Adanir N, Cobankara FK, Belli S. Sealing properties of different resin-based root canal sealers. *J Biomed Mater Res Part B-Appl Biomater.* 2006; 77B: 1-4.
127. Cobankara FK, Orucoglu H, Sengun A, Belli S. The quantitative evaluation of apical sealing of four endodontic sealers. *J Endod.* 2006; 32: 66-8.
128. Orucoglu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J Endod.* 2005; 31: 886-90.
129. Solano F, Hartwell G, Appelstein C. Comparison of apical leakage between immediate versus delayed post space preparation using Ah Plus sealer. *J Endod* 2005; 31:752-754.
130. Tay FR, Loushine RJ, Monticelli F, Weller RN, Breschi L, Ferrari M, Pashley DH. Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. *J Endod.* 2005; 31: 659-64.
131. Pappen AF, Bravo M, Gonzalez-Lopez S, Gonzalez-Rodriguez MP. An in vitro study of coronal leakage after intraradicular preparation of cast-dowel space. *J Prosthet Dent.* 2005; 94: 214-8.
132. Williamson AE, Dawson DV, Drake DR, Walton RE, Rivera EM. Effect of root canal filling/sealer systems on apical endotoxin penetration: a coronal leakage evaluation. *J Endod.* 2005; 31: 599-604.
133. Engel GT, Goodell GG, Mcclanahan SB. Sealer penetration and apical microleakage in smear-free dentin after a final rinse with either 70% isopropyl alcohol or Peridex. *J Endod.* 2005; 31: 620-3.
134. Xavier CB, Weismann R, De Oliveira MG, Demarco FF, Pozza DH. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. *J Endod.* 2005; 31: 539-42.
135. Gondim E, Kim S, De Souza FJ. An investigation of microleakage from root-end fillings in ultrasonic retrograde cavities with or without finishing: a quantitative analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99: 755-60.

136. Al-Hezaimi K, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JHS, Rotstein I. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *J Endod.* 2005; 31: 453-6.
137. Zmener O, Pameijer CH, Macri E. Evaluation of the apical seal in root canals prepared with a new rotary system and obturated with a methacrylate based endodontic sealer: an in vitro study. *J Endod.* 2005; 31: 392-5.
138. Depraet F, De Bruyne MAA, De Moor RJG. The sealing ability of an epoxy resin root canal sealer after Nd : Yag laser irradiation of the root canal. *Int Endod J.* 2005; 38: 302-9.
139. Whitworth JM, Baco L. Coronal leakage of sealer-only backfill: an in vitro evaluation. *J Endod.* 2005; 31: 280-2.
140. Dandakis C, Kaliva M, Lambrianidis T, Kosti E. An in vitro comparison of the sealing ability of three endodontic sealers used in canals with iatrogenic enlargement of the apical constriction. *J Endod.* 2005; 31: 190-3.
141. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J Oral Rehab.* 2005; 32: 105-10.
142. Al-Kahtani A, Shostad S, Schifferle R, Bhambhani S. In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. *J Endod.* 2005; 31: 117-9.
143. Xu Q, Fan MW, Fan B, Cheung GSP, Hu HL. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99: 107-11.
144. De Souza FD, Pecora JD, Silva RG. The effect on coronal leakage of liquid adhesive application over root fillings after smear layer removal with EDTA or Er : Yag laser. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99: 125-8.
145. Park DS, Torabinejad M, Shabahang S. The effect of MTAD on the coronal leakage of obturated root canals. *J Endod.* 2004; 30: 890-2.
146. Matt GD, Thorpe JR, Strother JM, Mcclanahan SB. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. *J Endod.* 2004; 30: 876-9.

147. Wuerch RMW, Apicella MJ, Mines P, Yancich PJ, Pashley DH. Effect of 2% chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system. *J Endod.* 2004; 30: 788-91.
148. Esen E, Yoldas O, Kurkcu M, Dogan MC, Seydaoglu G. Apical microleakage of root-end cavities prepared by CO2 laser. *J Endod.* 2004; 30: 662-4.
149. Taschieri S, Del Fabbro M, Francetti L, Testori T. Effect of root-end resection and root-end filling on apical leakage in the presence of core-carrier root canal obturation. *Int Endod J.* 2004; 37: 477-82.
150. Venturi M, Breschi L. Evaluation of apical filling after warm vertical gutta-percha compaction using different procedures. *J Endod.* 2004; 30: 436-40.
151. Kontakiotis EG, Lagoudakos TA, Georgopoulou MK. The influence of root-end resection and root-end cavity preparation on microleakage of root filled teeth in vitro. *Int Endod J.* 2004; 37: 403-7.
152. Economides N, Kokorikos I, Kolokouris I, Panagiotis B, Gogos C. Comparative study of apical sealing ability of a new resin-based root canal sealer. *J Endod.* 2004; 30: 403-5.
153. Cobankara FK, Adanir N, Belli S. Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers. *J Endod.* 2004; 30: 406-9.
154. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod.* 2004; 30: 342-7.
155. De Moor RJG, De Bruyne MAA. The long-term sealing ability of Ah 26 and Ah Plus used with three gutta-percha obturation techniques. *Quintessence Int.* 2004; 35: 326-31.
156. Bouillaguet S, Wataha JC, Lockwood PE, Galgano C, Golay A, Krejci I. Cytotoxicity and sealing properties of four classes of endodontic sealers evaluated by succinic dehydrogenase activity and confocal laser scanning microscopy. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 182-7.
157. Sevimay S, Oztan MD, Dalat D. Effects of calcium hydroxide paste medication on coronal leakage. *J Oral Rehab.* 2004; 31: 240-4.

158. Saunders JL, Eleazer PD, Zhang P, Michalek S. Effect of a separated instrument on bacterial penetration of obturated root canals. *J Endod.* 2004; 30: 177-9.
159. Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J.* 2004; 37: 178-84.
160. Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. Fluid transport along gutta-percha backfills with and without sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 97: 257-62.
161. Vizgirda PJ, Liewehr FR, Patton WR, Mcpherson JC, Buxton TB. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *J Endod.* 2004; 30: 103-6.
162. Valois CRA, Costa ED. Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 97: 108-11.
163. Kopper PMP, Figueiredo JAP, Della Bona A, Vanni JR, Bier CA, Bopp S. Comparative in vivo analysis of the sealing ability of three endodontic sealers in post-prepared root canals. *Int Endod J.* 2003; 36: 857-63.
164. Kardon BP, Kuttler S, Hardigan P, Dorn SO. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. *J Endod.* 2003; 29: 658-61.
165. Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 2003; 29: 592-4.
166. Wu MK, Van Der Sluis LWM, Ardila CN, Wesselink PR. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Int Endod J.* 2003; 36: 533-40.
167. Michalesco P, Boudeville P. Calibrated latex microspheres percolation: a possible route to model endodontic bacterial leakage. *J Endod.* 2003; 29: 456-62.
168. Lamb EL, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley D. H. Effect of root resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 95: 732-5.

169. Clark-Holke D, Drake D, Walton R, Rivera E, Guthmiller JM. Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent.* 2003; 31: 275-81.

170. Boussetta F, Bal S, Romeas A, Boivin G, Magloire H, Farge P. In vitro evaluation of apical microleakage following canal filling with a coated carrier system compared with lateral and thermomechanical gutta-percha condensation techniques. *Int Endod J.* 2003; 36: 367-71.

171. Pommel L, About I, Pashley D, Camps J. Apical leakage of four endodontic sealers. *J Endod.* 2003; 29: 208-10.

172. Ferguson DB, Marley JT, Hartwell GR. The effect of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: long-term results. *J Endod.* 2003; 29: 91-4.

173. Imai Y, Komabayashi T. Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin. *J Endod.* 2003; 29: 20-3.

174. Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. *Int Endod J.* 2002; 35: 979-84.

175. Wu MK, Tigos E, Wesselink PR. An 18-month longitudinal study on a new silicon-based sealer, Rsa Roekoseal: a leakage study in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 94: 499-502.

176. Britto LR, Borer RE, Vertucci FJ, Haddix JE, Gordan VV. Comparison of the apical seal obtained by a dual-cure resin based cement or an epoxy resin sealer with or without the use of an acidic primer. *J Endod.* 2002; 28: 721-3.

177. Vivacqua-Gomes N, Ferraz CCR, Gomes B, Zaia AA, Teixeira FB, Souza FJ. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J.* 2002; 35: 791-5.

178. Schafer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both Thermafil obturators and cold laterally compacted gutta-percha. *J Endod.* 2002; 28: 638-42.

179. Andelin WE, Browning DF, Hsu GHR, Roland DD, Torabinejad M. Microleakage of resected MTA. *J Endod.* 2002; 28: 573-4.

180. Reeh ES, Combe EC. New core and sealer materials for root canal obturation and retrofilling. *J Endod.* 2002; 28: 520-3.
181. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J.* 2002; 35: 623-8.
182. Miletic L, Ribaric SP, Karlovic Z, Jukic S, Bosnjak A, Anic I. Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. *J Endod.* 2002; 28: 431-2.
183. Lucena-Martin C, Ferrer-Luque CM, Gonzalez-Rodriguez MP, Robles-Gijon V, De Mondelo JMNR. A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Top Seal, and Roeko Seal sealer cements. *J Endod.* 2002; 28: 423-6.
184. Miletic I, Prpic-Mehicic G, Marsan T, Tambic-Andrasevic A, Plesko S, Karlovic Z, Anic I. Bacterial and fungal microleakage of Ah26 and Ah Plus root canal sealers. *Int Endod J.* 2002; 35: 428-32.
185. Gencoglu N, Garip Y, Bas M, Samani S. Comparison of different gutta-percha root filling techniques: Thermafil, Quick-Fill, System B, and lateral condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 93: 333-6.
186. De Moor RJG, Hommeez GMG. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. *Int Endod J.* 2002; 35: 275-82.
187. Wimonchit S, Timpawat S, Vongsavan N. A comparison of techniques for assessment of coronal dye leakage. *J Endod.* 2002; 28: 1-4.
188. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod.* 2002; 28: 5-7.
189. Roux D, Domejean-Orliaguet S, Saade M. Leakage associated with intermediate restorative material and glass-ionomer cement retrograde fillings: a human and sheep teeth comparison with 2 different aging procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 93: 81-7.
190. Martell B, Chandler NP. Electrical and dye leakage comparison of three root-end restorative materials. *Quintessence Int.* 2002; 33: 30-4.
191. Oliver CM, Abbott PV. Correlation between clinical success and apical dye penetration. *Int Endod J.* 2001; 34: 637-44.

192. Marley JT, Ferguson DB, Hartwell GR. Effects of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: short-term results. *J Endod.* 2001; 27: 775-8.
193. Bal AS, Hicks ML, Barnett F. Comparison of laterally condensed .06 and .02 tapered gutta-percha and sealer in vitro. *J Endod.* 2001; 27: 786-8.
194. Siqueira JF, Rocas IN, Abad EC, Castro AJR, Gahyva SM, Favieri A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. *J Endod.* 2001; 27: 673-5.
195. Abarca AM, Bustos A, Navia MA. Comparison of apical sealing and extrusion between Thermafil and lateral condensation techniques. *J Endod.* 2001; 27: 670-2.
196. Cherng AM, Chow LC, Takagi S. In vitro evaluation of a calcium phosphate cement root canal filler/sealer. *J Endod.* 2001; 27: 613-5.
197. Wu MK, Kast'akova A, Wesselink PR. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *Int Endod J.* 2001; 34: 485-91.
198. Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of system b compared with other filling techniques. *J Endod.* 2001; 27: 449-51.
199. Greer BD, West LA, Liewehr FR, Pashley DH. Sealing ability of Dyract, Geristore, IRM, and Super-Eba as root-end filling materials. *J Endod.* 2001; 27: 441-3.
200. Fogel HM, Peikoff MD. Microleakage of root-end filling materials. *J Endod.* 2001; 27: 456-8.
201. Park DS, Lee HJ, Yoo HM, Oh TS. Effect of Nd : Yag laser irradiation on the apical leakage of obturated root canals: an electrochemical study. *Int Endod J.* 2001; 34: 318-21.
202. Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW. Coronal leakage following three obturation techniques. *Int Endod J.* 2001; 34: 293-9.
203. Wolanek GA, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Volkmann KR. In vitro bacterial penetration of endodontically treated teeth coronally sealed with a dentin bonding agent. *J Endod.* 2001; 27: 354-7.
204. Timpawat S, Vongsavan N, Messer HH. Effect of removal of the smear layer on apical microleakage. *J Endod.* 2001; 27: 351-3.

205. Pommel L, Jacquot B, Camps J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. *J Endod.* 2001; 27: 347-50.

206. Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *J Endod.* 2001; 27: 256-8.

207. Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan WR. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod.* 2001; 27: 36-9.

208. Roy CO, Jeansonne BG, Gerrets TF. Effect of an acid environment on leakage of root-end filling materials. *J Endod.* 2001; 27: 7-8.

209. Gilhooly RMP, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. H. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 91: 89-94.

8.3. ANEXO 3: Fórmulas matemáticas para el cálculo del tamaño muestral necesario.

Comparación de dos medias:

$$n = \frac{2S^2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2}{d^2}$$

Dónde:

- n = Tamaño muestral estimado para cada grupo de estudio.
- S^2 = Varianza de los grupos a comparar
- $Z_{\alpha/2}$ = Valor z correspondiente al error α asumido.
- Z_{β} = Valor z correspondiente al error β asumido.
- d = Diferencia mínima relevante que se desea detectar.

Comparación de dos proporciones:

$$n = \frac{2p_M q_M (z_{\alpha/2} + z_{\beta})^2}{(p_A - p_B)^2}$$

Dónde:

- n = Tamaño muestral estimado para cada grupo de estudio.
- p_M = Proporción media de las proporciones muestrales esperadas.
- $q_M = 1 - p_M$
- $z_{\alpha/2}$ = Valor z correspondiente al error α asumido.
- z_{β} = Valor z correspondiente al error β asumido.
- p_A = Proporción esperada en el grupo A.
- p_B = Proporción esperada en el grupo B.

*Transmisión de
resultados de
investigación*

9.1. Póster: Análisis de la metodología estadística en estudios de microfiltración en Operatoria Dental

Rumbo a la excelencia **SECC**

XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Odontología Conservadora **Barcelona** Del 13 al 15 de Mayo de 2010

POSTER **UIC** Universitat Internacional de Catalunya

“Análisis de la metodología estadística utilizada en estudios de microfiltración en operatoria dental”

Autores: María del Mar Torres Nieto, Virginia Robles Gijón, José Miguel López García, Cristina Marín
Corencia, Rosa Mª Pulgar Encinas
Presentado en

“XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Odontología Conservadora”
“VIIª Jornada de la Asociación Universitaria Valenciana de Blanqueamiento Dental”
Celebrado en la “Universidad Internacional de Catalunya”, los días 13, 14 y 15 de mayo de 2010

Doctor Miguel Roig Cayón
Presidente del congreso XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Odontología Conservadora

Doctor Luis Jané Noblom
Vicepresidente del congreso XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Odontología Conservadora

9.2. Publicación 1: Statistical errors in microleakage studies in operative dentistry. A survey of the literature 2001–2009



Statistical errors in microleakage studies in operative dentistry. A survey of the literature 2001–2009

Cristina Lucena¹, José M. López¹, Camilo Abalos², Virginia Robles¹, Rosa Pulgar¹

¹Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, University of Granada, Granada, Spain; ²Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, University of Seville, Seville, Spain

Lucena C, López JM, Abalos C, Robles V, Pulgar R. Statistical errors in microleakage studies in operative dentistry. A survey of the literature 2001–2009. *Eur J Oral Sci* 2011; 119: 504–510. © 2011 Eur J Oral Sci

The aim of this study was to assess the literature on microleakage of direct restorations in operative dentistry indexed in the ISI Web of Science, in order to assess the robustness of the statistical methodology used. Our database included 226 scientific papers (published between 2001 and 2009 in 22 journals) from the journal citation report categories 'Dentistry, Oral Surgery and Medicine' and 'Materials Science, Biomaterials'. We reviewed all articles to find potential mistakes that are commonly made at different stages in the scientific research process. Microleakage was assessed quantitatively in 50 (22.2%) studies and qualitatively in 176 (77.8%) studies. In all studies reviewed the statistical methods used were appropriate for the category attributed to the outcome variable, but in 13% of the total, the chi-square test or parametric methods were inappropriately used afterwards. When the appropriate statistical methods were applied in studies that had originally employed inappropriate methods to analyse their data, and in which the authors provided raw data, an alteration of the conclusions was necessary in 15.4% of these re-analysed studies. This survey also showed that the statistical methodology applied varies considerably for similar experimental designs. This could have an effect on statistical results; hence, a more standardized methodology should be implemented.

Cristina Lucena, Facultad de Odontología, Campus de Cartuja s/n, University of Granada, E-18071 Granada, Spain

Telefax: +34-958-240908
E-mail: clucena@ugr.es

Key words: confidence intervals; dental leakage; dentistry; non-parametric statistics; statistical bias

Accepted for publication September 2011

The quality of the bond between the restorative material and the tooth is considered a key factor in determining the longevity of a restoration. Deficient marginal adaptation may cause postoperative hypersensitivity, marginal discoloration, secondary caries, and pulpal inflammation (1–3).

Although long-term clinical studies offer the most relevant way to judge the performance of restorative materials, the main problem with clinical trials is that they require observations based on several years of clinical service of the restorations. At the end of the study, the restorative material under investigation is often no longer on the market, and the study results become obsolete. Therefore, it is customary to use different laboratory methods as an alternative to the more costly and time-consuming clinical study approach. Specifically, to evaluate the quality of the interface between the tooth and the restoration materials, different *in vitro* tests have been proposed, including assays on bond strength (shear and flexural), microleakage, and gap measurement (4).

Microleakage laboratory tests have been used extensively to evaluate restorative materials or adhesive systems, but the results have often been contradictory, probably because of the great variability of the methodological parameters (1). Therefore, the use of

internationally validated and standardized methods, which enable comparisons between different studies, are indispensable for compiling adequate scientific evidence regarding any adhesive or filling material, or restoration technique. The International Organization for Standardization (ISO) has established guidelines for studying specific physical properties of dental materials, such as flexural strength, water sorption, or solubility. Thus, the ISO/TS 11405: 2003 'Dental Materials. Testing of Adhesion to Tooth Structure' constitutes a guide for testing the adhesion of the materials to dental tissues by specifying concrete aspects that should be taken into account in these laboratory procedures (5).

For microleakage tests, the guideline emphasizes the need to standardize tooth quality, the type of cavity preparation, and the way of evaluating the microleakage at the margin. Specifically, for the evaluation of this parameter, an ordinal scale is proposed with a range of values from 0 (absence of microleakage) to 3 (microleakage reaching the axial wall of the cavity).

As statistics constitute a powerful and indispensable tool in scientific research for assessing whether differences can be attributed to the experimental conditions or to random error, appropriate statistical methods are fundamental for drawing valid conclusions from a scientific experiment (6). However, at least in the area of

9.3. Ponencia: ¿Puede la estadística arruinar nuestra investigación endodóncica?



9.4. Publicación 2: Potential errors and misuse of statistics in studies on leakage in endodontics

International Endodontic Journal

doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02118.x

Potential errors and misuse of statistics in studies on leakage in endodontics

C. Lucena¹, J. M. Lopez¹, R. Pulgar¹, C. Abalos² & M. J. Valderrama³

¹Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, University of Granada, Granada; ²Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, University of Seville, Seville; and ³Department of Statistics and Operations Research, Faculty of Pharmacy, University of Granada, Granada, Spain

Abstract

Lucena C, Lopez JM, Pulgar R, Abalos C, Valderrama MJ. Potential errors and misuse of statistics in studies on leakage in endodontics. *International Endodontic Journal*.

Aim To assess the quality of the statistical methodology used in studies of leakage in Endodontics, and to compare the results found using appropriate versus inappropriate inferential statistical methods.

Methodology The search strategy used the descriptors 'root filling', 'microleakage', 'dye penetration', 'dye leakage', 'polymicrobial leakage' and 'fluid filtration' for the time interval 2001–2010 in journals within the categories 'Dentistry, Oral Surgery and Medicine' and 'Materials Science, Biomaterials' of the Journal Citation Report. All retrieved articles were reviewed to find potential pitfalls in statistical methodology that may be encountered during study design, data management or data analysis.

Results The database included 209 papers. In all the studies reviewed, the statistical methods used

were appropriate for the category attributed to the outcome variable, but in 41% of the cases, the chi-square test or parametric methods were inappropriately selected subsequently. In 2% of the papers, no statistical test was used. In 99% of cases, a statistically 'significant' or 'not significant' effect was reported as a main finding, whilst only 1% also presented an estimation of the magnitude of the effect. When the appropriate statistical methods were applied in the studies with originally inappropriate data analysis, the conclusions changed in 19% of the cases.

Conclusions Statistical deficiencies in leakage studies may affect their results and interpretation and might be one of the reasons for the poor agreement amongst the reported findings. Therefore, more effort should be made to standardize statistical methodology.

Keywords: confidence intervals, endodontics, leakage, statistical bias.

Received 17 April 2012; accepted 18 July 2012

Introduction

The practice of Endodontics involves decision-making on materials, techniques, procedures and treatment options. Today, in the era of evidence-based dentistry, many of these decisions are based on the review of

scientific information available on a given topic. One of the main considerations in this process is that the scientific literature should be sound, reliable and unbiased (Eckert *et al.* 2003). The standardization and quality of reporting of biomedical research is, therefore, an important obligation of the healthcare community.

However, a growing number of articles are emerging in the dental and statistical literature warning of flaws in research reports (Baccaglini *et al.* 2010). According to Kim *et al.* (2011), 51.5% of 307 articles published in 10 dental journals between 1995 and 2009 contained at least one statistical error. Most of

Correspondence: Cristina Lucena, Facultad de Odontología, Campus de Cartuja s/n, University of Granada, E-18071 Granada, Spain (Tel: ++34 958 242949; fax: +34 958 240908; e-mail: clucena@ugr.es).

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.