

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE GRADUADOS

**METODOLOGÍAS USADAS PARA COMPARAR
TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN DE LOS
CONDUCTOS RADICULARES, UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA.**

**Tesis para optar al Grado de
Magister en Ciencias Odontológicas con
Especialización en Endodoncia**

**Alumno: Dr. Edmundo González T.
Tutor responsable: Dr. Gastón Zamora A.
Tutor asistente: Dr. Sergio Kuttler K.**

**Valparaíso, Chile.
2009.**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ASPECTOS TEÓRICOS:	
Revisiones sistemáticas	2
Aspectos generales de la instrumentación de los conductos radiculares.....	4
Métodos de comparación de técnicas e instrumentos utilizados para la preparación del conducto radicular	6
Formas de evaluación de los parámetros de comparación.....	30
OBJETIVOS	48
MATERIALES Y MÉTODOS:	
Pregunta de investigación	49
Determinación de los criterios de inclusión.....	49
Diseño de una estrategia de búsqueda	53
Análisis de la pertinencia de los artículos.....	54
Aplicación de los criterios de inclusión.....	54
Búsqueda bibliográfica adicional para complementar los artículos.....	54
Determinación de los criterios de validez	55
Extracción de los datos de los artículos seleccionados.....	57
Evaluación de la cantidad de información	57
Evaluación de la calidad de la información	57
RESULTADOS:	
Resultado de la estrategia de búsqueda	58
Resultados de la evaluación de pertinencia de los artículos	59
Resultados de la aplicación de los criterios de inclusión.....	59
Resultados de la búsqueda bibliográfica adicional para complementar artículos.....	60
Artículos seleccionados	60
Plantajes según la evaluación de la cantidad de información.....	62
Plantajes según la evaluación de la calidad de la información	63
DISCUSIÓN	
Análisis de los artículos seleccionados. Fortalezas y debilidades.....	66
Significancia de los resultados de la revisión sistemática. Acuerdos y desacuerdos con estudios similares	74
CONCLUSIONES	78
LIMITACIONES Y SUGERENCIAS	80
RESUMEN	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	98

INTRODUCCIÓN

El tratamiento endodóntico de los conductos radiculares es un procedimiento que se realiza con frecuencia en la Odontología con el objetivo de conservar los dientes. Es una opción de tratamiento que ofrece una alternativa a la extracción dentaria y se lleva a cabo en los dientes con pulpitis irreversible que ha dado lugar a la necrosis (muerte) de la pulpa dentaria (nervio) (Keenan y cols., 2005). El tratamiento de conducto ortógrado implica la perforación hacia la cámara pulpar (interior) del diente que contiene la pulpa dental. La pulpa, que puede estar inflamada o necrótica, se elimina y el conducto radicular se limpia y se prepara. Los objetivos del tratamiento del conducto de la raíz son la eliminación de la infección desde el conducto y la prevención de la reinfección a través del sellado del espacio del conducto radicular (Gagliani y cols., 2005; Ørstavik y Pitt Ford, 1998). Es generalmente admitido que un sistema de conductos radiculares más limpio debe conducir a mejorar los resultados (Gutarts 2005) y que el éxito del tratamiento del conducto radicular puede prolongar la mantención de los dientes como una unidad funcional en la boca.

Berutti (1993) señaló que uno de los argumentos más debatidos en Endodoncia es cómo evaluar la efectividad de las técnicas de instrumentación.

Young y cols. (2007) señalaron que al buscar pruebas de la efectividad de los procedimientos de limpieza del conducto radicular, los clínicos dependen en gran medida de resultados de los estudios *in vitro*. Los clínicos deben reconocer que las recomendaciones basadas en esas pruebas son deductivas y deben interpretarse con precaución (Zehnder, 2006). A pesar de las considerables ventajas que ofrece la instrumentación rotatoria con Níquel-Titanio (NiTi), hay muy pocas pruebas directas de estudios de seguimiento clínico sobre el impacto que tiene la mejora en la forma del conducto sobre los resultados del tratamiento.

Las técnicas de instrumentación y los instrumentos usados en la preparación de los conductos radiculares han sido estudiados y comparados desde mediados del siglo XX (Gutiérrez y García, 1968). A través del tiempo han aparecido diferentes métodos para efectuar las comparaciones, las cuales muchas veces entregan resultados contradictorios para los mismos parámetros según sea el tipo de estudio. Esta controversia puede ser investigada más sistemáticamente con la ayuda de un enfoque basado en la evidencia ya que los resultados de estos estudios sirven de base para la elección de técnicas de instrumentación y de instrumentos para la preparación de los conductos radiculares por parte de profesionales y estudiantes. Además, estos estudios son utilizados por los fabricantes de instrumentos para mejorar o perfeccionar sus diseños. Todo esto evaluado correctamente, permitiría mejorar la calidad técnica de la atención clínica en una forma que maximice los beneficios para la salud oral.

Cada uno de los métodos de comparación poseen ventajas y desventajas pero no siempre los estudios científicos ocupan las mismas definiciones de los parámetros de comparación a pesar de utilizar el mismo método.

El problema de investigación es que la falta de metodologías o diseños uniformes para realizar los estudios de comparación de técnicas e instrumentos utilizados en la preparación de conductos radiculares, impide la comparación entre los estudios para conocer las mejores técnicas e instrumentos y además, les resta evidencia científica.

El objetivo de este estudio será analizar la metodología usada en los estudios de comparación de técnicas e instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares en base a una revisión sistemática de la literatura.

Como los estudios de comparación de técnicas o instrumentos usados para la preparación de los conductos radiculares se realizan mayoritariamente *in vitro*, es necesario señalar que los estudios *in vitro* no pueden entregar resoluciones concluyentes de resultados *in vivo* y la extrapolación directa de los resultados *in vitro* a aplicaciones *in vivo* está cargada de riesgos. Debido a lo anterior, es necesario conocer en detalle los aspectos metodológicos de este tipo de estudios para conocer sus fortalezas y debilidades metodológicas, lo que ayudará al clínico a decidir en base a la calidad de la evidencia científica disponible, qué técnica de instrumentación o instrumento evaluado *in vitro*, es probablemente el más efectivo y eficiente *in vivo*. Esta decisión por el momento es esquiva y la evidencia contradictoria entregada por artículos de débil diseño sumado a un escaso reporte de los patrones metodológicos aumentan la confusión.

DerSimonian y cols. (1982) han enfatizado la dificultad de interpretar la relevancia de los ensayos en ausencia de una información clara y detallada acerca del diseño del estudio.

Existen una serie de factores que pueden motivar a los autores a realizar una revisión sistemática, como por ejemplo en el caso de esta tesis, se utilizará para resolver evidencia científica conflictiva, para abordar las cuestiones en que la práctica clínica es incierta y para explorar las variaciones en la práctica, a fin de confirmar la idoneidad de las prácticas actuales o para resaltar la necesidad de futuras investigaciones.

En base a una revisión sistemática basada en el “Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones”, se presentarán las fortalezas y debilidades metodológicas de los estudios que comparan técnicas e instrumentos utilizados en la preparación de los conductos radiculares. Esto permitirá analizar la calidad de la evidencia científica entregada en este tipo de estudios.

No se ha realizado previamente una revisión sistemática para analizar los estudios que comparen las diferentes técnicas o instrumentos utilizados en la preparación de los conductos radiculares, los que muchas veces sirven de base para la elección de técnicas y de instrumentos por parte de los clínicos para ser usadas en sus pacientes.

ASPECTOS TEÓRICOS

REVISIONES SISTEMÁTICAS

De acuerdo al Centre for Evidenced-Based Medicine, la Medicina basada en la evidencia es el uso concienzudo, explícito y juicioso de la mejor evidencia actual para tomar decisiones acerca del cuidado individual de los pacientes (Sackett y cols., 1996).

Higgins y Green (2008) señalaron que las revisiones sistemáticas tratan de recopilar todas las pruebas antes de que se ajusten a los criterios de elegibilidad especificados, con el fin de hacer frente a una pregunta de investigación. Las revisiones sistemáticas tratan de minimizar

el sesgo mediante el uso de métodos explícitos y sistemáticos.

Los proveedores de servicios de salud, consumidores, investigadores y encargados de formular políticas están inundados con una inmanejable cantidad de información, incluyendo las pruebas de investigación para el cuidado de la salud. Es poco probable que todos tengan el tiempo, las habilidades y los recursos para encontrar, evaluar e interpretar estas pruebas y que las incorporen en las decisiones de la atención médica.

Según Sutton (2000), ha habido un creciente interés internacional en el desarrollo de medidas que ayuden a asegurar que la toma de decisiones clínicas sea mejor informada a través de resultados de investigaciones confiables y relevantes (basadas en la evidencia). Una revisión sistemática es una de estas medidas, a través de ellas, se realiza un esfuerzo concertado para identificar todas las investigaciones primarias relevantes, luego se efectúa una apreciación estandarizada de la calidad de cada estudio y finalmente los estudios de calidad aceptable son sintetizados sistemática y cuantitativamente (Glasziou, 2001).

Cuando los diferentes estudios entregan resultados inconsistentes, un estudio de revisión sistemática puede clarificar los datos contradictorios y el estado actual del conocimiento en relación a un determinado tema.

Peng y cols. (2007a) señalaron que las revisiones sistemáticas son la única forma de entregar sugerencias prácticas y confiables además de información para la práctica clínica cuando existen pocos estudios clínicos, como es el caso de los estudios que comparan técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares.

El grupo "Cochrane Collaboration" es uno de los formatos más conocidos y respetados para realizar revisiones sistemáticas.

Higgins y Green (2008) aconsejaron que las estrategias de búsqueda para cada base de datos deben incluirse completas en un anexo de la revisión para evitar interrumpir el flujo del texto de la revisión. Las estrategias de búsqueda deben ser copiadas y pegadas exactamente en su totalidad tal como se ejecutó y se incluirán los números de línea para cada conjunto de búsqueda. No deben ser re-escritas ya que esto puede introducir errores.

Harrison (1997) señaló que al intentar obtener artículos sobre los métodos del cuidado de la salud basados en la evidencia utilizando encabezados de temas, uno se enfrenta a la dificultad de que no hayan términos MeSH (Medical Subject Heading) evidentes y designados en la materia a estudiar. Para superar este problema, se pueden adoptar dos estrategias. En primer lugar, la función "sugerencia" (que proporciona los términos MeSH más utilizados para una determinada palabra o frase) se utiliza en conjunto con términos comúnmente utilizados para producir encabezados de temas sustitutos. En segundo lugar, los artículos pertinentes son revisados para identificar términos indexados frecuentemente utilizados para esos artículos. Las combinaciones de dichos términos son identificados a fin de aumentar la precisión. La mayoría de los encabezados de temas muestran resultados inadecuados y entregan una alta proporción de referencias irrelevantes. La revisión de los artículos más conocidos sobre el tema es importante para identificar tales combinaciones de términos.

De acuerdo con Higgins y Green (2008), un solo criterio de elegibilidad que no se cumpla, es suficiente para que un estudio sea excluido de la revisión. En la práctica, por lo tanto, los criterios de elegibilidad de cada estudio deben ser evaluados en orden de importancia, de modo que el primer «no» de respuesta pueda ser utilizado como el principal motivo de exclusión del estudio, y el resto de los criterios no necesiten ser evaluados.

ASPECTOS GENERALES DE LA INSTRUMENTACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

El tallado y limpieza de los conductos radiculares ha sido reconocida como una fase importante de la terapia endodóntica (Schilder, 1974). Varios autores coinciden que el debridamiento del sistema de conductos radiculares es el aspecto clave del tratamiento endodóntico (Weine y cols., 1975; Heuer 1963; Lilley, 1979; Ruddle 2002; Hülsmann y cols., 2005).

La preparación del sistema de conductos incluye la eliminación de los tejidos vitales y necróticos del sistema de conductos, junto con la dentina radicular infectada y en casos de retratamiento, la eliminación de obstáculos metálicos y no metálicos. Su objetivo es preparar el espacio del conducto para facilitar la desinfección a través de sustancias irrigadoras y medicamentos. Por lo tanto, es la preparación del conducto, la fase esencial que elimina la infección. La prevención de la reinfección se logra mediante un relleno radicular hermético y una restauración coronal. La preparación mecánica y la desinfección química no pueden considerarse por separado y se denominan comúnmente como la preparación quimiomecánica o biomecánica.

Debido a la anatomía irregular del sistema de conductos radiculares, la instrumentación de los conductos puede consumir una gran cantidad de tiempo y trabajo.

Schilder (1974) hizo hincapié en la necesidad de una profunda limpieza del sistema de conductos, es decir, la eliminación de todo el contenido orgánico del espacio completo del conducto radicular con instrumentos y abundante irrigación y acuñó el axioma "lo que sale es tan importante como lo que entra". Recomendó que cuando se utilizaran las técnicas de relleno con gutapercha, la forma básica debe ser una continua disminución de un embudo siguiendo la forma original del conducto, lo que denominó como "concepto de fluidez" que permite tanto la eliminación de tejidos como dar el espacio adecuado para el relleno.

Schilder describe cinco objetivos de diseño para la instrumentación:

- Conicidad continua desde el ápice a la cavidad de acceso.
- El diámetro de la sección transversal debe ser más estrecho en cada punto apicalmente.
- La preparación del conducto radicular debe fluir con la forma original del conducto.
- El foramen apical debe permanecer en su posición original.
- La apertura apical debe permanecer lo más pequeña posible.

Además, Schilder describe cuatro objetivos biológicos:

- Confinamiento de la instrumentación a la raíz.
- No forzar los desechos necróticos más allá del foramen.
- Eliminar todos los tejidos del espacio del conducto.
- Crear el espacio intraconducto suficiente para los medicamentos.

Coincidiendo con Schilder, Hülsmann y cols. (2005) señalaron que los principales objetivos de la preparación del conducto radicular son la prevención de las enfermedades perirradiculares y/o la promoción de la curación en los casos en que la enfermedad ya exista, a través de:

- La eliminación del tejido necrótico y vital de los conductos radiculares principales.
- La creación de un espacio suficiente para la irrigación y medicación.

- La preservación de la integridad en la ubicación de la anatomía apical del conducto.
- Evitar los daños iatrogénicos al sistema de conductos y a la estructura de la raíz.
- Facilitar la obturación del conducto.
- Evitar una mayor irritación y/o infección de los tejidos perirradiculares.
- La preservación de la dentina radicular sana para permitir la función del diente a largo plazo.

Debido a la gran cantidad de diferencias encontradas en los artículos científicos al momento de ser citados los autores de las técnicas de instrumentación manuales, se ha hecho un esfuerzo por ubicar en la literatura científica a los autores que describieron por primera vez las principales técnicas de instrumentación manuales, las cuales se enumeran a continuación:

- Técnica del limado seriado (Stewart, 1955).
- Técnica de escariado y limado estandarizada (Ingle, 1965).
- Técnica step o dual (Clem, 1969).
- Instrumentación incremental y precurvado de limas (Weine y cols., 1970).
- Técnica step-back (Mullaney, 1979).
- Método de limado anticurvatura (Abou-Rass y cols., 1980).
- Técnica corona abajo sin presión (Marshall y Pappin, 1980; Morgan y Montgomery, 1984).
- Técnica step-down (Goerig y cols., 1982).
- Técnica del doble ensanchamiento (Fava, 1983).
- Técnica de fuerzas balanceadas (Roane y cols., 1985).
- Técnica circunferencial (Lim y Webber, 1985a).
- Técnica del despeje apical (Buchanan, 1989).

Además de las técnicas aquí enumeradas, han aparecido en la literatura científica otras técnicas que han aportado como técnicas híbridas ya sea modificando o mezclando las etapas de las técnicas ya descritas pero utilizando los mismos conceptos. Algunos ejemplos son la Técnica Canal Master (Willey y Senia, 1989), la Técnica del ampliado progresivo (Backman y cols., 1992), la Técnica del doble ensanchamiento modificada (Saunders y Sunders, 1992), la Técnica Step-back pasiva (Torabinejad, 1994) y la Técnica de movimientos rotatorios alternados (Siqueira y cols., 2002).

A principios de los años 90 comienzan a aparecer las técnicas rotatorias en base a instrumentos de Níquel-Titanio (NiTi), una aleación con muy bajo módulo elástico y mayor flexibilidad que el acero, una importante característica que buscaba disminuir los errores producidos con las técnicas manuales.

En la actualidad existe una gran variedad de sistemas rotatorios disponibles en el mercado en base a NiTi para la preparación de los conductos radiculares, los que son a menudo comparados en la literatura científica tanto con instrumentos manuales como con otras técnicas de preparación.

MÉTODOS DE COMPARACIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA PREPARACIÓN DE LOS CONDUCTOS.

Los métodos para evaluar la preparación del conducto radicular han incluido investigaciones con microscopio no de barrido (Gutiérrez y García 1968), el análisis de secciones transversales (Vessey, 1969; Schneider 1971), modelos de silicona de los conductos instrumentados (Davis y cols., 1972; Abou-Rass y Jastrab 1982), estudios con microscopio electrónico de barrido (Mizrahi y cols., 1975), el uso de conductos radiculares simulados (Weine y cols., 1975), el uso de dispositivos para almacenar detritus apical extruído (Vande Visse y Brilliant, 1975; Martin y Cunningham, 1982; Faibourn y cols., 1987), análisis histológicos al preparar un diente in vivo (Walton, 1976), el uso de un medio radiopaco (Littman, 1977), clareamiento químico del diente (Robertson y Leeb, 1980), sistemas de muelas o de secciones dentarias reensambladas (Bramante y cols., 1987; Hülsmann y cols., 1999; Kuttler y cols., 2001), radiografías (Southard y cols., 1987) y últimamente a través de imágenes en tres dimensiones del conducto (Mayo y cols., 1986; Berutti, 1993) y el uso de tomógrafos (Nielsen y cols., 1995; Gambill y cols., 1996). Además, se han comparado las técnicas de instrumentación determinando la cantidad de bacterias extruídas apicalmente (Er y cols., 2005).

Los autores citados fueron los primeros en describir cada método de comparación y se detallan a continuación complementándolos con otros autores cuando la información fue insuficiente para comprender la técnica.

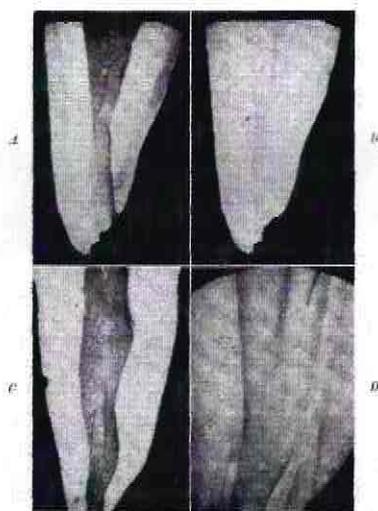
COMPARACIÓN A TRAVÉS DE MICROSCOPIOS NO DE BARRIDO

Tal vez el primer estudio en evaluar la efectividad de los instrumentos usados para la preparación de los conductos radiculares fue el de Gutiérrez y García (1968). Los objetivos de este estudio fueron:

- 1 - Determinar la forma de las paredes del conducto luego de un ensanche clínico aceptable.
- 2 - Evaluar la diferencia, si es que la hay, en el trabajo mecánico realizado sólo con escariadores y aquel realizado con limas y escariadores de tamaño correlativo.
- 3 - Evaluar la influencia de las soluciones de irrigación en las paredes del conducto.

Se prepararon 60 caninos extraídos y 60 incisivos inferiores, a los cuales se les tomaron dos radiografías antes y después de la preparación mecánica. Ocho conductos fueron rellenados con amalgama de plata y el resto (112 conductos) con una pasta de impresión gomosa radiopaca en base a mercaptano. Para realizar la evaluación macroscópica se utilizaron las radiografías de pre y post instrumentación y el examen de los modelos de los conductos realizados con la pasta de impresión. Para la evaluación microscópica se usaron discos de carborundum para realizar dos surcos profundos y longitudinales en las superficies bucal y lingual de todos los dientes. Luego se aplicó una fuerza mecánica a cada diente, fracturándolos en dos partes; una cara mesial y una cara distal. Ambas caras fueron examinadas bajo un microscopio binocular con un aumento de 40x.

FIGURA N°1 Modelos con la pasta de impresión in situ (Gutiérrez y García, 1968: 110).



Nótese la forma del conducto radicular en reloj de arena (A y B). Nótese también la forma irregular del conducto radicular del canino con una trayectoria marcada en el centro de la pared del conducto cortada con escariadores (C y D).

COMPARACIÓN A TRAVÉS DE SECCIONES TRANSVERSALES

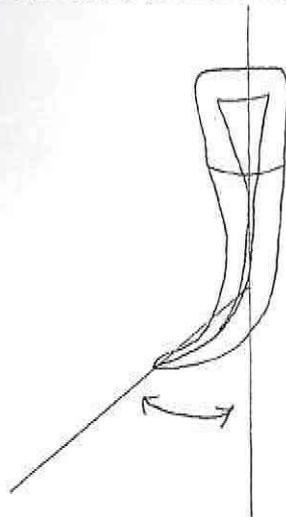
Unos de los primeros estudios en utilizar secciones transversales del conducto observadas al microscopio para evaluar la preparación del conducto radicular fueron los artículos de Vessey (1969) y Schneider (1971).

El objetivo del estudio de Vessey (1969) fue determinar si es que había alguna diferencia en las preparaciones intraconducto producidas por diferentes técnicas usando limas y escariadores. Un objetivo adicional fue averiguar si las limas usadas con una acción de limado producían el mismo tipo de preparación que las limas usadas con una acción de escariado. Los dientes fueron seccionados con una máquina seccionadora de tejidos duros que poseía una sierra circular de 3 pulgadas y 250 micrones de grosor que rotaba a 600 rpm. Se cortaron secciones de 750 micrones de grosor separadas por 1 mm. Luego de que cada diente fuera seccionado, la sección de 1 mm. apical fue descartada, así la primera sección examinada representaba la porción de la raíz a 2 mm. del ápice. Se realizaron fotografías compuestas de al menos ocho secciones de cada diente en una película de 35 mm. Para facilitar la medición las imágenes, se aumentaron uniformemente proyectándolas en una pantalla a una distancia fija de 14 pies. Las secciones transversales de cada conducto a las distancias de 2, 3, 4 y 5 mm. desde el ápice fueron medidas en las direcciones bucolingual (BL) y mesiodistal (MD). La razón de la dimensión BL a la MD fue finalmente calculado para estas medidas. Si la razón BL/MD era menor a uno indicaba que el ensanchamiento fue en una dirección MD y si era mayor a uno, el ensanchamiento fue en sentido BL. Si la razón era igual a uno, entonces no había desviación.

El objetivo del estudio de Schneider (1971) fue determinar la frecuencia con la cual se producían preparaciones redondeadas con la instrumentación manual en el tercio apical de conductos radiculares rectos y curvos.

Los dientes fueron radiografiados en el plano bucolingual y mesiodistal. Se trazó una línea en la radiografía paralela al eje mayor del conducto. Una segunda línea fue dibujada desde el foramen apical hasta intersectar con la primera línea en un punto donde el conducto empezara a dejar el eje mayor del diente.

FIGURA N°2 Método para medir la curvatura (Schneider, 1971: 272).



El ángulo agudo así formado fue medido y se usó una caja con un visor especial que magnificaba la imagen radiográfica para simplificar este procedimiento. Este método fue usado para separar la muestra en tres grupos, basado en el grado de curvatura: conductos rectos (5 grados o menos), curva moderada (10 a 20 grados) y curva severa (25 a 70 grados)". Luego de la instrumentación, los conductos fueron rellenos con conos de plata y sellador. Un lado de la muestra fue aplanado para mejorar la relación perpendicular entre el conducto y el filo de la hoja usada para realizar las secciones transversales. Estas secciones fueron realizadas a 1 y 5 mm. del ápice con una máquina de seccionamiento delgada Gillings-Hamco. Los especímenes de 4 mm. fueron examinados bajo un microscopio de disección Spencer a una magnificación de 25x. Los niveles a 1 y 5 mm. fueron evaluados haciendo dos medidas perpendiculares entre ellas con un micrómetro. Se realizó siempre un intento para realizar estas medidas a través de lo que parecía ser el mayor y el menor aspecto del espécimen. Las muestras representativas fueron fotografiadas con un fotomicroscopio.

Como se realizaron secciones transversales, existía la posibilidad que los especímenes observados fueran elípticos si el corte no se hacía exactamente perpendicular al eje mayor del conducto preparado. Para compensar este posible error, se cementaron formas redondeadas conocidas (puntas de plata) en los conductos. Por lo tanto, un espécimen se consideraba redondeado cuando la relación entre la punta de plata y el conducto permaneciera exacta, aun cuando las dos medidas perpendiculares no fueran exactamente las mismas.

Según el autor, de las cuatro variables conocidas en este estudio (acceso, curva radicular, instrumentación del conducto y anatomía del conducto radicular), las dos más sujetas a pérdida de control fueron la instrumentación y la anatomía. Cualquier estudio que utilice instrumentación manual en su diseño experimental está abierto a críticas por la variabilidad innata entre un operador y otro. Desafortunadamente, desde el punto de vista clínico existe la misma situación y se necesita un medio más confiable para determinar cuándo un conducto está preparado correctamente.

COMPARACIÓN A TRAVÉS DE MODELOS DE SILICONA DE LOS CONDUCTOS INSTRUMENTADOS

Davis y cols. (1972) se plantearon como objetivo describir la anatomía del conducto radicular post debridamiento. Los dientes seleccionados se guardaron en solución salina y luego de preparar los conductos, se dejaron en hipoclorito de sodio al 2,5% por un mínimo de 5 días, luego de lo cual, se enjuagaron con agua de la llave y se secaron.

Un material de impresión en base a silicona (Plastosil) se mezcló de acuerdo a las instrucciones del fabricante y se insertó en los conductos con un mínimo de presión a través de una jeringa hasta que un leve exceso apareciera en el ápice. En los dientes multiradicales, se tuvo la precaución de inyectar toda la cámara después de inyectar a los conductos. Luego de que la silicona endureció, el pequeño exceso al término de la raíz fue removido con una hoja de bisturí n°15.

Los dientes fueron descalcificados en ácido nítrico al 5% por 48 horas, luego lavados con agua de la llave y colocados en hipoclorito de sodio al 5,25% hasta que la estructura dentaria fuera disuelta. Los modelos de los conductos fueron luego lavados y guardados en agua. Investigaciones preliminares han mostrado que la silicona es impermeable al ácido nítrico y al hipoclorito de sodio por el tiempo de exposición y las concentraciones necesarias para la descalcificación y la disolución total de la sustancia dentaria. Finalmente, se tomaron fotografías de los modelos en color y blanco y negro a magnificaciones entre 10 y 70x con la ayuda de un microscopio de disección binocular Bausch and Lomb.

Abou-Rass y Jastrab (1982) plantearon la siguiente pregunta: ¿el uso de la fresa Peeso n°1 o de la fresa Gates Glidden n°1 como una ayuda auxiliar a la instrumentación manual, mejora la calidad de la preparación del conducto con un significativo ahorro de tiempo?. La respondieron utilizando la siguiente metodología: cuando se completó la preparación del conducto, los conductos fueron irrigados y se les inyectó silicona de acuerdo al método desarrollado por Sproles (1975). Los dientes preparados fueron colocados en un recipiente especial al vacío con la corona del diente protruyendo desde la tapa del recipiente. El diente era fijado a su posición con cera pegajosa para mantener el sello al vacío y se le inyectó silicona azul Xantopren a través del acceso coronal hasta que el material emergiera desde el ápice radicular. Durante esto, el vacío era sellado y el espécimen retornaba a su ampolla por 24 horas. El exceso de goma era recortado y el diente era colocado en 40 ml. de ácido nítrico al 35% y luego en una incubadora de batido hasta que la estructura dentaria era removida (20 horas). Los modelos eran enjuagados y lavados con alcohol. El proceso de descalcificación no tenía efecto en la silicona como se había demostrado a través de estudios de validación previos de Sproles (1975). Los modelos de relleno del conducto radicular de silicona eran fotografiados (1:1) desde una vista angulada mesial, distal y bucal.

FIGURA N°3 Modelo de un diente con conductos preparados con una combinación de limas tipo K y fresas Gates n°1 (Abou-Rass y Jastrab, 1982: 81).



Cada evaluador revisaba las tres vistas radiográficas del mismo modelo de acuerdo al siguiente criterio:

- Diseño de la preparación apical: medida por la presencia de un tope apical definido, la redondez de la preparación y un tercio apical bien condensado del modelo de relleno.
- Remoción de aberraciones: medida por la ausencia de aletas y proyecciones pequeñas en el modelo.
- Suavidad: medida por la falta de rugosidad o vacíos en las paredes del modelo de relleno.
- Uniformidad del modelo: medida por la homogeneidad y la falta de burbujas, vacíos o laceraciones en el cuerpo del modelo de relleno.
- Fluidez: medida por la continuidad entre la cavidad de acceso y las paredes del conducto hasta el tercio apical y la falta de un cambio abrupto en la dirección de las diferentes secciones del conducto.
- Conicidad: medida por la forma cónica del modelo del conducto desde la zona cervical hasta el tercio apical.

Barthel y cols. (1999) proponen un nuevo método para evaluar la forma del conducto radicular con impresiones de silicona pre y post instrumentación que eran fotografiadas y digitalizadas para finalmente sustraer computacionalmente las imágenes pre y postinstrumentación. El problema sería la introducción apropiada de la silicona en los estrechos conductos no preparados, pero sugieren que éste método para evaluar la instrumentación de los conductos radiculares puede ser una herramienta válida para comparar nuevos instrumentos o técnicas de instrumentación con métodos similares.

COMPARACIÓN A TRAVÉS DE MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

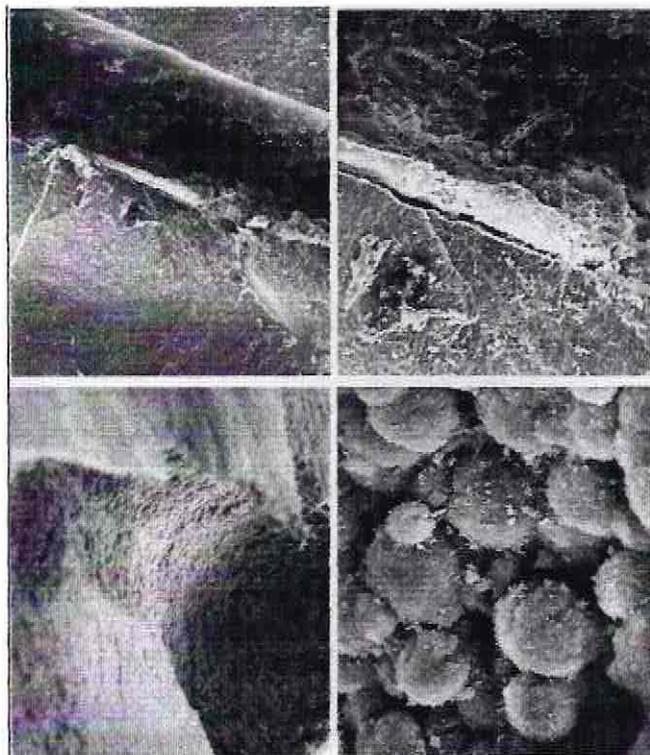
Mizrahi y cols. (1975) luego de encontrar que los reportes en la literatura comparando instrumentos y técnicas de instrumentación eran contradictorios, decidieron estudiar la eficacia de diferentes instrumentos y técnicas para debridar y conformar los conductos radiculares con el microscopio electrónico de barrido (MEB). Ocupando el MEB, las superficies de los conductos preparados podían ser examinadas a una alta magnificación y con una excelente profundidad de foco. Entonces, los detritus remanentes y los microorganismos podían ser fotografiados y evaluados.

Los dientes fueron surcados en las superficies vestibular y lingual con una fresa de alta velocidad y refrigeración con agua para ser fracturados longitudinalmente con un cincel y un martillo. Cada porción fue luego deshidratada al punto crítico según el método de Anderson

(1951) y cubiertos con 200 a 300 Å de oro para ser examinadas al MEB.

Se tomaron microfotografías de las porciones coronal, media y apical de cada diente a magnificaciones de 60, 180 y 600x. La efectividad se juzgó en la base de la cantidad de detritus y microorganismos remanentes en las paredes del conducto radicular. La escala era del 1 al 5, de mejor a peor.

FIGURA N°4 Conducto instrumentado con limas Giromatic e irrigado con agua (Mizrahi y cols., 1975: 330).



Arriba a la izquierda: porción media del conducto (magnificación original x60). Arriba a la derecha: mayor aumento de la figura anterior mostrando detritus de dentina y tejidos empacados contra las paredes del conducto (magnificación original x180). Abajo a la izquierda: sección oblicua del conducto instrumentado con limas regulares e irrigado con agua mostrando células remanentes (magnificación original x150). Abajo a la derecha: mayor aumento de la figura anterior (magnificación original x1800).

Cabe destacar dentro de esta metodología, uno de los primeros estudios que comparó técnicas de instrumentación preparando el conducto radicular con rayos láser (Levy, 1992). El objetivo de dicho estudio fue el de evaluar mediante microscopio electrónico, la conicidad de la preparación y la calidad del debridamiento logrado con una técnica *step-back* tradicional usando limas y compararla con los resultados obtenidos con un rayo láser dirigido a través de una fibra óptica.

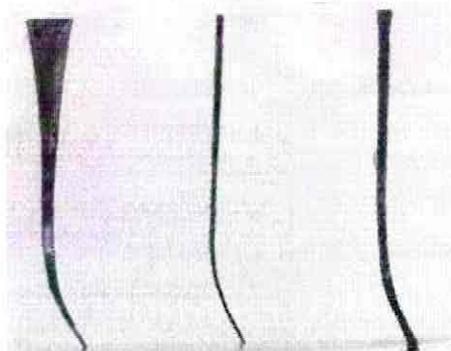
COMPARACIÓN MEDIANTE EL USO DE CONDUCTOS RADICULARES SIMULADOS

Weine y cols. (1975) crearon conductos radiculares simulados con el uso de una resina transparente para que los procedimientos de preparación del conducto pudieran ser

visualizados y comparados directamente. Según los autores, hasta ese momento era imposible determinar exactamente la forma original del conducto antes de la preparación. Entonces, los efectos reales de la instrumentación permanecían desconocidos.

Los autores lubricaron ocho conos de plata número 20 con un medio de separación y se suspendieron en un molde de cera. Se preparó una mezcla de resina colada de poliéster transparente, se colocó en el molde y se polimerizó de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Los conos se retiraron luego de que la resina estuviera completamente endurecida. Originalmente, a cada cono se le había dado una curva gradual con una dislaceración para simular el tipo de curva encontrada a menudo en el conducto mesiovestibular del primer molar superior o inferior. Entonces, al retirar los conos permanecieron ocho conductos en el bloque de resina, todos con similares forma, diámetro y curva.

FIGURA N°5 Conductos simulados preparados y sin preparar (Weine y cols., 1975: 260).



A la izquierda: se usaron limas precurvadas en una preparación con movimiento de raspado hasta el #30 y se removieron los filos de la superficie externa de la lima.

Al centro: conducto sin preparar.

A la derecha: conducto preparado con una acción de escariado hasta #30.

La dureza Knoop del bloque de resina fue de 22, mientras que el de la dentina se encuentra entre 40 y 72 (Patterson, 1963). Los autores señalaron que la sensación de instrumentación en los conductos simulados fue notablemente similar a la encontrada en un caso clínico típico, aún cuando los bloques eran más blandos que la dentina humana.

COMPARACIÓN A TRAVÉS DE ANÁLISIS HISTOLÓGICOS AL PREPARAR UN DIENTE IN VIVO

Walton (1976) publicó su estudio cuyo objetivo era comparar mediante un examen histológico, la efectividad de diferentes métodos de ensanchamiento del espacio pulpar en todas las dimensiones. Los métodos usados fueron el limado, el escariado y el limado step-back. Esto se evaluó cuantificando el porcentaje de paredes del conducto que había sido aplanado por las limas. Esto también debía compararse en conductos rectos y curvos. Todos los procedimientos se realizaron bajo condiciones clínicas.

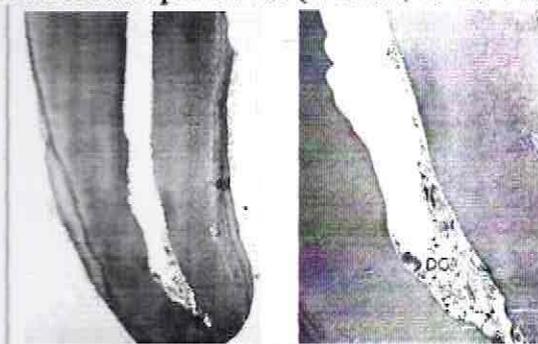
Las preparaciones se efectuaron in situ en dientes que iban a ser extraídos por motivos protésicos o periodontales. Todas las pulpas fueron determinadas como vitales a través de estimulación eléctrica.

Luego del ensanchamiento, los conductos se secaron, se llenaron con formalina al 10% y se

sellaron temporalmente con Cavit. Luego de la extracción (usualmente dentro de dos horas), los rellenos temporales se removieron y se dejaron los dientes inmersos en formalina al 10% por 24 horas. Todos los dientes fueron luego radiografiados y las raíces de los dientes posteriores fueron separadas de las coronas. Las raíces fueron descalcificadas en ácido fórmico al 5% y embebidas en parafina. Se obtuvieron secciones de 6 a 8 micrones a intervalos ya sea a 100 micrones a través del eje mayor de la raíz (longitudinales) o a 300 micrones en secciones transversales a través de la longitud de la raíz. Las secciones se tiñeron con hematoxilina eosina y se examinaron al microscopio de luz.

Cada sección desde los dos tercios apicales de cada raíz fue examinada para el grado de remoción de una capa de estructura dentaria desde todos los aspectos de las paredes del conducto. Esto era generalmente determinado verificando si al menos la preentina era removida, exponiendo una superficie dentinaria cruda. En cada sección (longitudinal o transversal) esto se calculó como un porcentaje en términos del porcentaje de la superficie total pulpar en cada sección, esto es, qué porcentaje de las paredes había sido aplanado por las limas. Un porcentaje total de las paredes aplanadas para cada sección fue estimado y los porcentajes de cada sección fueron totalizados para entregar un promedio por cada conducto.

FIGURA N°6 Fotografías al microscopio de luz (Walton, 1976: 310).



Izquierda: conducto de una raíz curva de un segundo premolar inferior limado con step-back (hematoxilina y eosina, magnificación x50).

Derecha: mayor magnificación de la región apical. Aunque la pared del conducto posee irregularidades y contiene chips sueltos de dentina (DC) y detritus, casi todas las paredes fueron aplanadas con las limas y la porción apical del conducto no fue sobrepreparada. La paredes indicadas con flechas no fueron aplanadas adecuadamente (hematoxilina y eosina, magnificación x30).

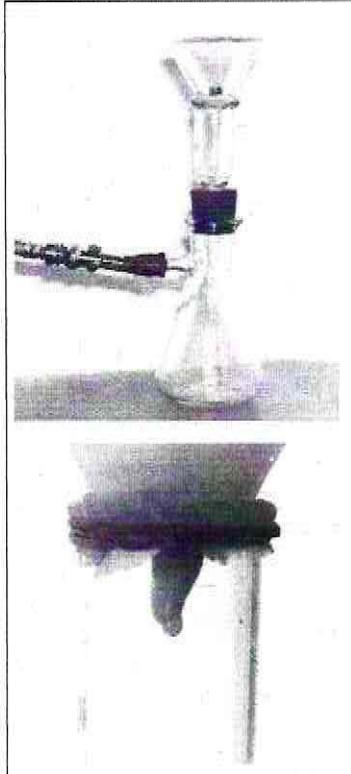
COMPARACIÓN A TRAVÉS DEL USO DE UN MEDIO RADIOPACO

Littman (1977) introdujo al medio radiopaco como una herramienta en la evaluación del debridamiento del conducto radicular. El conducto radicular es teñido y luego radiografiado antes y después de la instrumentación. Se encontró que la efectividad en remover el medio radiopaco correspondía a la efectividad de la instrumentación en cuanto al debridamiento del conducto.

Técnica: los conductos fueron limpiados para remover la mayor cantidad de tejido blando. Se colocó una lima 15 dentro de cada diente hasta el ápice anatómico para asegurar que el ápice fuera permeable. Los dientes fueron remojados en hipoclorito de sodio al 5% por 24 horas seguido de un tratamiento de 30 minutos en una limpiadora ultrasónica rellena con hipoclorito de sodio al 5%. El diente fue enjuagado con agua de la llave para remover las secreciones de sal. El tercio oclusal de cada corona fue adherido al ápice de un embudo y el embudo se

colocó en un montaje de un frasco de filtración con un crisol filtrante.

FIGURA N°7 Aparato para realizar la tinción (Littman, 1977: 136).



Arriba: el aparato para tinción muestra un premolar unido al embudo, el crisol de filtración y el frasco.

Abajo: el medio radiopaco es atraído a través del conducto radicular hasta el foramen apical.

Una solución de sodio y meglumina diatrizoato (Hypaque-M, 90%) fue usada como medio radiopaco.

Luego de pasar una lima 15 hasta el ápice, el medio radiopaco fue vaciado a través del conducto desde la superficie oclusal hasta el ápice, aplicando un vacío de 2 mm. de Mercurio. Cuando algunas gotas de la solución opaca habían pasado a través del foramen apical, el ensamblado diente-embudo era removido del vacío.

El diente era luego radiografiado en los ángulos mesiodistal y bucolingual. Los dientes que fueran incompletamente teñidos o mostraran vacíos en la radiografía fueron vueltos a teñir hasta que una opacidad completa del conducto radicular fuera vista radiográficamente. Así, cada diente tenía su propio control radiográfico. Luego, cada diente se separó por tres horas para permitir que la porción acuosa del Hypaque-M, 90%, se evaporara. Esto dejaba un depósito cristalino radiopaco en el sistema de conductos radiculares.

Posteriormente los conductos eran preparados y se tomaron radiografías con ángulos mesiodistal y bucolingual que eran evaluadas usando el siguiente criterio:

2: tinción por toda la mitad de la raíz.

1: mínima cantidad de tinción en distintas áreas de la raíz.

0: no hay tinción en el sistema de conductos radiculares.

COMPARACIÓN A TRAVES DEL CLAREAMIENTO QUÍMICO DEL DIENTE

Robertson y Leeb (1980) presentaron una técnica simple y económica para la examinación in vitro del sistema de conductos radiculares tratados o no tratados endodónticamente. La técnica consistía en una descalcificación con ácido nítrico, deshidratación con alcohol y clareamiento con salicilato de metilo, lo que entregaba un diente transparente.

Técnica: el diente era limpiado y se removían sus tejidos y cálculos. Se usó una fresa redonda para crear una preparación cavitaria conservadora en la cámara pulpar.

El diente se colocó en una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 24 horas para disolver los detritus orgánicos del sistema de conductos radiculares y se lavó con agua de la llave corriendo por dos horas.

Los especímenes fueron descalcificados por tres días en ácido nítrico al 5% a temperatura ambiente. La solución de ácido nítrico fue cambiada diariamente y agitada por mano tres veces cada día.

Luego de completada la descalcificación, los dientes fueron enjuagados con agua de la llave corriendo por cuatro horas.

El proceso de deshidratación consistió en una serie de enjuagues con alcohol etílico empezando con una solución al 80% en la noche y siguiendo con una solución al 90% por una hora y tres enjuagues con alcohol etílico al 100% por una hora cada uno.

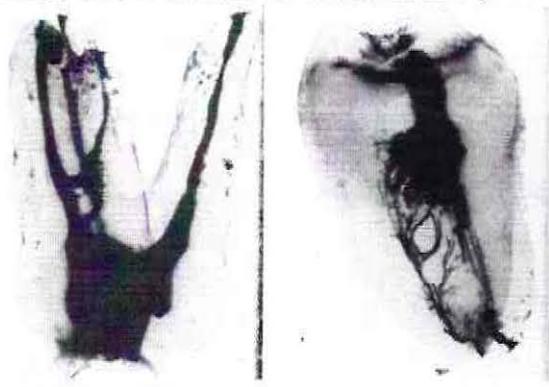
El diente deshidratado era luego colocado en salicilato de metilo que hacía el diente transparente luego de aproximadamente dos horas.

Se inyectó tinta india a la cámara pulpar con una aguja de calibre 27 en una jeringa desechable plástica Luer-Lok. La tinta era luego atraída a través del sistema de conductos aplicando una presión negativa al ápice del diente con el uso de un sistema de succión central. Lo último entregaba aproximadamente 25 mm. de vacío de Mercurio.

El exceso de tinta era luego removido desde la superficie del diente con gasa embebida en alcohol y el diente era devuelto a la solución de salicilato de metilo hasta que se necesitara.

Luego los dientes transparentes se examinaban con un microscopio de disección que permitía al examinador estudiar en detalle la morfología del sistema de conductos radiculares o el relleno endodóntico sin destruir el espécimen.

FIGURA N°8 Molares tratados con la técnica de clareamiento (Robertson y Leeb, 1980: 422)



Izquierda: primer molar superior sin instrumentar para examinar la anatomía del conducto.

Derecha: tercer molar inferior ejemplificando los detalles finos entregados por la técnica.

Esta técnica no requiere de un agente endurecedor como el xilol. Por lo tanto, no podrían ser ejecutados procedimientos biomecánicos en los modelos ya preparados. Sin embargo, no está claro que la dureza original de la dentina sea restaurada con el xilol, lo que permitiría visualizar los procedimientos en la mano con la misma claridad que en una situación in vivo.

COMPARACIÓN MEDIANTE EL USO DE DISPOSITIVOS PARA ALMACENAR DETRITUS APICAL EXTRUÍDO

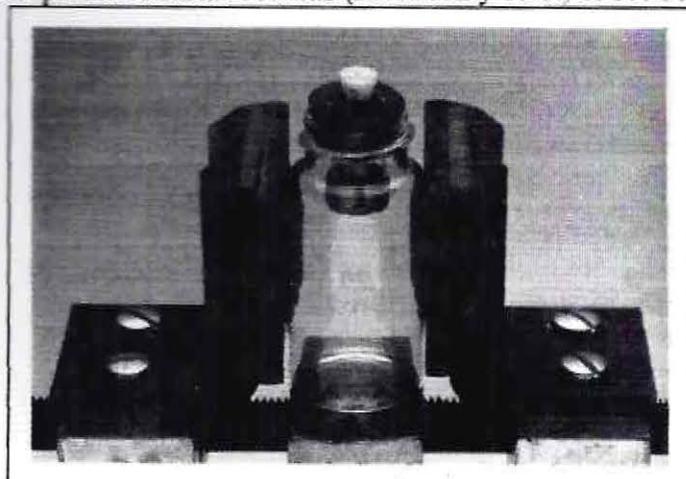
Vande Visse y Brilliant (1975) cuantificaron por primera vez la cantidad de detritus extruído apicalmente durante la instrumentación pero no compararon técnicas de instrumentación. Encontraron que la instrumentación con irrigantes producía extrusión apical de detritus mientras que la instrumentación sin irrigantes no producía colección de detritus.

Martin y Cunningham (1982) se plantearon como objetivo, comparar la instrumentación e irrigación convencional con movimientos de intrusión-tracción de limas K usando un sistema endosónico para evaluar la cantidad de detritus que es extruído a través del foramen apical durante el debridamiento. Se recolectó el material extruído en un papel filtro, lo disecaron sobre pentóxido de fósforo por cuatro días para eliminar la variable de la humedad diferida contenida dentro del material de prueba y finalmente se pesaron. El peso promedio del material extruído para cada grupo fue comparado estadísticamente. Concluyeron que la técnica de instrumentación endosónica produjo una significativa menor cantidad de material extruído en comparación con la preparación manual.

Faibourn y cols. (1987) realizaron un estudio con el propósito de comparar la técnica de instrumentación manual convencional, la técnica de ensanche cervical, la técnica de ultrasonido y la técnica de instrumentación sónica, en cuanto a la cantidad de detritus que son extruídos a través de la foramen apical durante el debridamiento biomecánico.

La metodología usada fue la siguiente; para recolectar los detritus, cada diente fue asegurado para la instrumentación y para la recogida de detritus, forzando a la raíz a través de un agujero en un tapón de goma #1. Una corona de aluminio fue suspendida debajo de la raíz por tres cables que fueron insertados en el tapón de goma a través de agujeros perforados cerca del margen de la corona. La corona sirvió como un contenedor para la recogida de los detritus extruídos durante la instrumentación. El tapón de goma, con el diente y el contenedor suspendido se ajustaron en la boca de un frasco de 20 ml. El frasco se ventiló con una aguja calibre 23 a lo largo del tapón de goma durante la inserción para igualar las presiones del aire dentro y fuera del frasco. El frasco se fijó en un dispositivo con ajustes de goma.

FIGURA N°9 Aparato para recolectar detritus (Faibourn y cols., 1987: 104).



Tapón de goma con el diente suspendido en el contenedor de aluminio y ajustado al frasco de

20 ml. El frasco era fijado a un dispositivo con cierres de goma.

Un dique de goma ocultó el frasco de manera que la raíz del diente no fuera observada durante la instrumentación.

Luego de la instrumentación del conducto, la corona de aluminio fue retirada de los cables y los detritus adheridos al ápice se rasparon con el borde de la corona de aluminio para introducirlos en la corona. El ápice radicular se lavó con 0.2 ml. de agua destilada (recogidas en la corona) para eliminar los detritus extruídos todavía adheridos a la raíz. Las coronas fueron disecadas y posteriormente pesadas en una balanza Mettler M3 Microbalance (Mettler Instrumente, Greifensee, Suiza) antes y después de la recogida de detritus. La desecación se logró colocando las coronas en una incubadora Thelco Modelo 26 (GCA / Precision Scientific, Chicago, IL) a 90°C por 1 hora y luego se les enfrió durante 30 min. a temperatura ambiente en un desecador que contenía sulfato de calcio. El promedio de los pesos secos del material extruído para los diferentes grupos se comparó por análisis estadístico para determinar si eran significativas las diferencias que existían entre ellos.

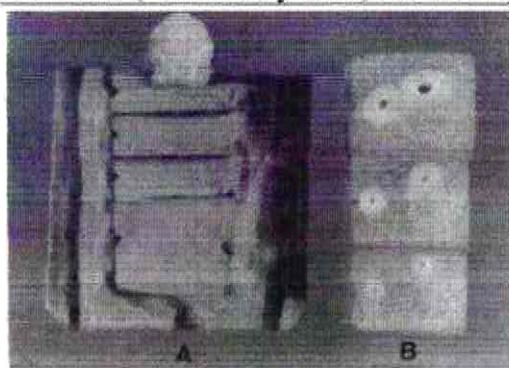
COMPARACIÓN A TRAVÉS DE SISTEMAS DE MUFLAS O DE SECCIONES DENTARIAS REENSAMBLADAS

Bramante y cols. (1987) presentaron una novedosa metodología para comparar la anatomía del conducto radicular antes y después de la instrumentación, lo que permitía obtener información para realizar un análisis estadístico.

Las raíces se insertan en una resina acrílica sin color activada químicamente para obtener un bloque piramidal pequeño. Después de que la resina polimeriza, se realizan surcos transversales con un disco de carborundum sobre los márgenes del bloque de acuerdo a las superficies proximales del diente. Luego, el bloque de resina se coloca horizontalmente en una cajón de madera al que se agrega yeso piedra hasta cubrir la mitad horizontal del bloque. Mientras el yeso fragua, se le realizan surcos en el área superficial para obtener guías.

Luego de que el yeso está fraguado y su superficie ha sido lubricada, se agrega más yeso sobre la resina y el otro yeso para completar el empotrado.

FIGURA N°10 Modelo de Bramante (Bramante y cols., 1987: 244).



A: bloque de resina acrílica con surcos transversales colocados en una mitad de la mufla de yeso piedra.

B: porciones cervical, media y apical.

Este procedimiento permite a la raíz ser insertada en el bloque de resina y al mismo tiempo ser colocada en el yeso piedra, que sirve como una mufla removible. Luego de que la mufla es

abierta, el bloque de resina con la raíz es removido y seccionado usando un micrótopo de tejido duro (Bromwell-Motor Appliance, WRP) a tres niveles: cervical, medio y apical.

Las porciones seccionadas se montan en una loseta de vidrio y se toman fotografías para obtener transparencias. Luego, las secciones transversales se montan de nuevo en su posición original, se colocan en la mufla y se instrumentan los conductos. El último paso incluye la remoción de las secciones que se vuelven a montar en la loseta de vidrio para ser fotografiadas nuevamente.

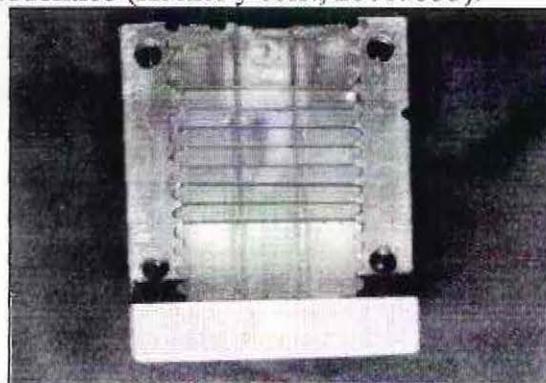
La imagen de cada sección, antes de la instrumentación se proyecta con una amplificación 10x sobre una hoja de papel blanco, para delinear el contorno de la raíz y del conducto. Esto se repite del mismo modo con las imágenes de las secciones hechas después de la instrumentación, en la misma hoja de papel con los contornos superpuestos.

Para medir las áreas de los contornos, se usa un planímetro en que cada unidad de medida es cambiada a mm^2 . Este procedimiento entrega el área original del conducto radicular (área anatómica) y del conducto instrumentado (área operativa) para que la diferencia entre ambas áreas pueda ser comparada. Los resultados pueden ser tabulados para un análisis estadístico.

Para superar la variación entre los dientes y reducir el tamaño de la muestra, se prefiere que el conducto radicular original sirva como su propio control para los procedimientos endodónticos (Tamse y Pilo, 1998).

Se han propuesto varias modificaciones al modelo original de Bramante con el objeto de superar sus limitaciones pero manteniendo la idea original (Bolanos y cols., 1988; Calhoun y Montgomery, 1988; McCann y cols., 1990; Campos y Del Rio, 1990; Tamse y Pilo, 1998; Hülsmann y cols., 1999; Zaia y cols., 2000; Kuttler y cols., 2001).

FIGURA N°11 Cubo Endodóntico (Kuttler y cols., 2001: 535).



Secciones dentarias reubicadas en el Cubo Endodóntico. El engranaje de las secciones dentro de los surcos horizontales y el mínimo espacio entre las secciones es evidente.

COMPARACIÓN A TRAVÉS DE RADIOGRAFÍAS

El estudio de Southard y cols. (1987) planteó el siguiente objetivo; determinar la extensión a la cual la instrumentación utilizando la técnica de Roane, podía ser lograda sin producir una desviación significativa en la curvatura radicular apical original. Un segundo objetivo fue determinar la extensión a la cual, el tipo y grado de la curva del conducto afectaría la posibilidad de mantener la posición del conducto original.

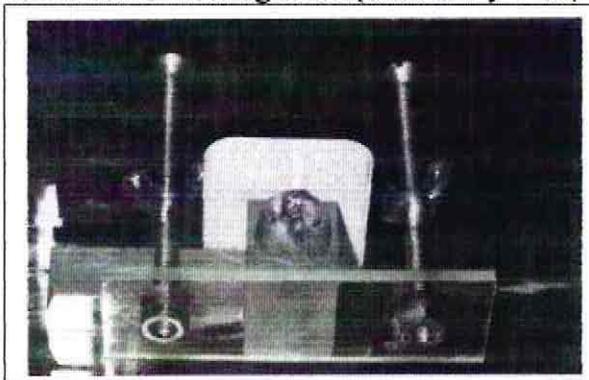
Se tomaron radiografías con proyecciones clínicas (bucolingual) y proximales en una misma

película luego de adherir las superficies vestibulares de molares superiores y mesiales de molares inferiores con cera pegajosa a la superficie de la película para que esas superficies fueran tan paralelas a la superficie de la película como fuera posible.

Los dientes fueron montados de acuerdo al siguiente sistema: se colocaron cuatro marcadores radiopacos (mitades de broches de metal) con un adhesivo Permabond 910 (Eastman Kodak, Rochester, NY) en las caras bucal, lingual y proximales de las coronas. Estos marcadores fueron usados para facilitar la alineación y comparación de las imágenes proyectadas del diente. Se confeccionaron bloques de Plexiglass que medían $1 \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ pulgadas (alto x largo x ancho) con un agujero fresado a través del centro de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro. Cada diente fue luego insertado en el agujero del bloque hasta la unión amelocementaria. Luego se usó acrílico de curado en frío para pegar el diente al bloque. Los ápices radiculares fueron dejados sin acrílico para que la foramina pudiera ser identificada durante los procedimientos de instrumentación.

Se fabricó un fijador de Plexiglas para mantener la cabeza de la máquina de rayos X de 50 kVp Philips Oralix, rígida y a una distancia fija de la película. El fijador fue ajustado a su posición con una plataforma (para la muestra) y un dispositivo de retención y se mantuvo los bloques de Plexiglas que contenían la muestra dentaria en el centro del cono de rayos X. El dispositivo de retención permitía el posicionamiento de cada bloque en la misma posición precisa para cada radiografía.

FIGURA N°12 Sistema de evaluación radiográfica (Southard y cols., 1987: 482).



Plataforma con el Plexiglass, la película de rayos X y la muestra dentaria.

Se tomaron 15 radiografías con proyección clínica y 15 con proyección proximal para cada conducto instrumentado. Con el propósito de lograr estandarización, la superficie del bloque correspondiente a las superficies bucal y mesial fueron colocadas contra la película para las proyecciones clínicas y proximales respectivamente. Se tomaron tres proyecciones clínicas y tres proximales para cada uno de los siguientes tamaños de instrumentos y longitudes: lima K #10, #15 y #20 a nivel del foramen apical; lima #25 a $\frac{1}{2}$ mm. coronal del foramen apical y limas #35, #40 y #45 a 1 mm. coronal del foramen apical.

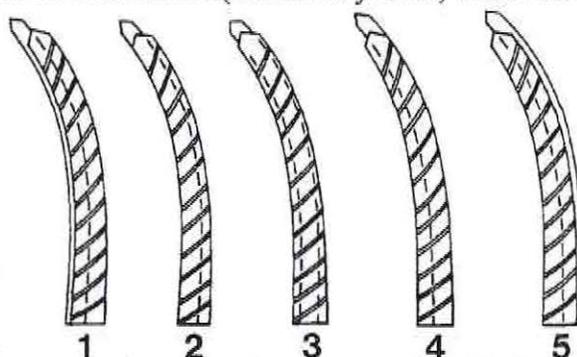
Para analizar la instrumentación, la posición del instrumento más pequeño usado dentro de cada conducto fue comparado con la posición de los instrumentos subsiguientes en tamaño, asegurando una lámina delgada de metal permanentemente a una tabla inmediatamente por debajo del lente proyector. Una hoja de $8 \frac{1}{2} \times 11 \frac{1}{2}$ pulgadas con papel biológico fue pegada a la lámina de metal con cinta adhesiva. Las radiografías montadas del instrumento más pequeño (radiografía "a") usada en el conducto fue proyectada en la hoja de papel y la imagen proyectada fue enfocada a la máxima definición. Se dibujó el contorno de la corona, raíz, de los marcadores de metal coronarios y del tercio apical de la lima pequeña con un lápiz mina.

Las radiografías montadas de la serie de tres películas mostrando la lima #45 en el conducto fueron proyectadas y enfocadas. Se enmascaró el dibujo de la lima más pequeña para que el evaluador no pudiera observar la posición de la imagen proyectada por la lima #45. Moviendo el dibujo, se hizo un intento por superponer el dibujo y la imagen proyectada. Cuando los contornos de la raíz, corona y marcadores metálicos estaban alineados se colocaron unos pequeños magnetos en los dibujos para asegurarlos en la misma posición contra la lámina de metal. Luego se quitó la máscara del dibujo para que las posiciones relativas de la lima pequeña en el dibujo y la proyección de la lima #45 pudieran ser vistas.

Cuando las imágenes proyectadas de la película "a" no podía ser superpuesta, se proyectaba la muestra "b" y se evaluaba de la misma forma. Asimismo, si "b" no podía ser superpuesta, se trataba con el film "c". Sólo películas que quedaran superpuestas satisfactoriamente eran evaluadas. Si ninguna de las tres películas quedaban superpuestas, el conducto era eliminado del estudio y se sustituía. Estas evaluaciones eran realizadas tanto desde las proyecciones radiográficas clínica y proximal.

La instrumentación fue analizada determinando si la lima de mayor tamaño quedaba superpuesta sobre la lima pequeña en el dibujo. Se utilizó un criterio todo o nada. Cuando el dibujo de la punta apical de la lima pequeña se encontraba que estaba dentro de la imagen proyectada de la lima #45, la lima #45 era categorizada como dentro de la posición original del conducto (adentro). Si la punta apical de la pequeña lima quedaba fuera de la imagen proyectada de la lima #45, la lima #45 era categorizada como desviada de la posición del conducto original (afuera).

FIGURA N°13 Categorías de evaluación (Southard y cols., 1987: 484).



Los dibujos 2, 3 y 4 representan la categoría adentro y los dibujos 1 y 5 ilustran la categoría afuera. La lima de menor tamaño en cada dibujo representa el trazado hecho de la imagen proyectada de la lima más pequeña usada en cada conducto. La lima de mayor tamaño representa la imagen proyectada de la lima #45 o una mayor, sobre el dibujo del instrumento más pequeño.

Para aquellos conductos en los que la lima #45 quedaba afuera, se evaluaron limas cada vez más pequeñas hasta que una lima quedara adentro. Evaluaciones similares se llevaron a cabo para las proyecciones clínicas y proximales de cada conducto.

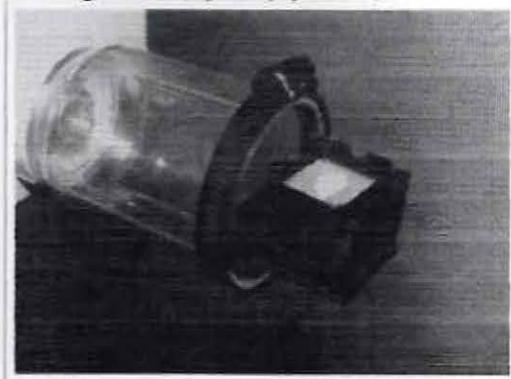
Sepic y cols. (1989) presentan un nuevo método radiográfico para evaluar la instrumentación. Describen una técnica radiográfica de doble exposición simplificada para una medición precisa de los cambios resultantes cuando los dientes humanos se limpian y se conforman in vitro. Este método ofrece la ventaja de que los dientes humanos se puede utilizar con cada conducto actuando como su propio control. El método, por lo tanto, es un procedimiento

adecuado para la evaluación objetiva de las alteraciones en el contorno del conducto. El uso de tecnologías electrónicas avanzadas añade la capacidad de calibrar y proporcionar múltiples mediciones, reduciendo así la posibilidad de error por asuntos ópticos. Aunque esta misma técnica de doble exposición radiográfica fue presentada por Honjow y cols., (1969) para evaluar la incompetencia velofaríngea en pacientes con fisura palatina, una aplicación similar en la metodología endodóntica hasta esa fecha no se había informado. Concluyen que su estudio presenta pruebas de que una doble exposición radiográfica es un eficaz método *in vitro* de evaluación de las alteraciones en el conducto que pueden ocurrir tras la finalización de la limpieza y configuración del conducto en dientes humanos extraídos.

Sydney y cols. (1991) presentan un nuevo método para evaluar la preparación del conducto radicular *in vitro*; la plataforma radiográfica, un aparato que permite visualizar la posición de un instrumento antes y después de la preparación del conducto en la misma película de rayos x. Si el conducto es preparado correctamente, las dos limas deben estar sobrepuestas en el tercio apical. Si no, se ve claramente una desviación y se detecta un ángulo.

La plataforma radiográfica es muy fácil de confeccionar. Los materiales necesarios son: una abrazadera, un molde de plástico para cubos de hielo (sólo una pieza), dos tapas de cajas de gutapercha (Kerr), una regla de plástico, y un cemento adhesivo. En primer lugar, un molde rectangular para cubos de hielo se corta y se separa una pieza. Una de las tapas de la caja de gutapercha se corta a 3 mm. de uno de sus lados. Usando un disco de carborundo la regla se corta más larga que el diámetro de la abrazadera, la que debe ajustarse al tubo de rayos X. La regla se cementa a la abrazadera. La segunda tapa de gutapercha se utiliza como un base para el molde de hielo. El pieza del molde de hielo debe ser cementada a la regla, a la base y a la tapa de gutapercha.

FIGURA 14 La plataforma radiográfica (Sydney y cols., 1991: 571).



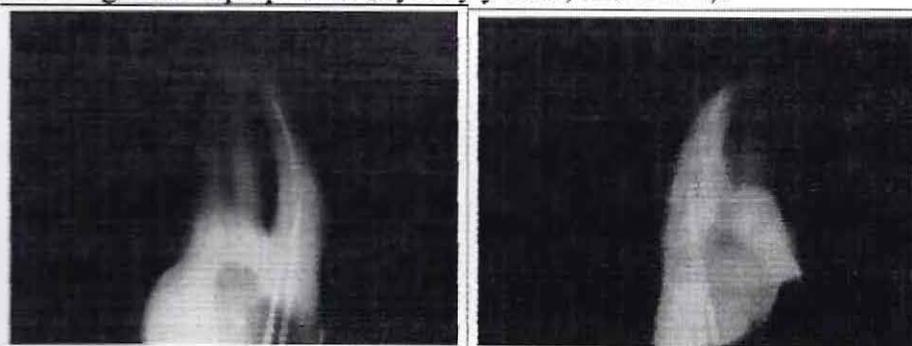
La plataforma radiográfica unida al tubo de rayos X.

Una vez que la plataforma radiográfica se ha montado puede ser pintada de cualquier color y conectada al equipo de rayos X a través de la abrazadera que ha sido previamente ajustada al diámetro correcto. El diente seleccionado para ser estudiado con una raíz curva se inserta en una resina acrílica de autocurado transparente utilizando otra pieza de plástico para cubos de hielo del mismo tamaño, haciendo un bloque, para que la corona pueda sobresalir. Existen varias técnicas para mantener el diente en la posición correcta hasta que esté completamente fijado en la resina. Una de las técnicas es pegarlo a la mitad de un palillo con cera. Los dos extremos del palillo descansan en los bordes del molde para cubos de hielo. Después del acceso, una lima se introduce en el conducto radicular, con el fin de determinar la correcta longitud de trabajo. El bloque de resina con el diente se coloca en la plataforma y una película

de rayos X se expone y se procesa. Una vez que se determina la longitud de trabajo, otra película de rayos X se expone pero se deja en la plataforma. Esta película no se revela ahora ya que se utilizará más adelante para la superposición de las imágenes. El bloque de resina debe ser sacado del aparato y el conducto se prepara de acuerdo a la técnica a evaluar. Cuando está completa la instrumentación, el bloque de resina se coloca de nuevo en la plataforma radiográfica. La última lima utilizada se mantiene dentro del conducto y una nueva exposición se hace en la segunda película de rayos X. El punto más importante a ser observado cuidadosamente para asegurar la exactitud al superponer la última imagen en la primera imagen de la segunda película, es que después de la primera exposición, la película de rayos X tiene que mantenerse fija en la plataforma. No hay ningún problema con el haz de rayos X porque éste se guía por la abrazadera.

El tiempo de exposición utilizado para ambos casos es 5/10 seg. El tiempo de revelado debe reducirse a fin de evitar el oscurecimiento de la película. Estos factores tienen que ser ajustados en función de las características de la película de rayos X y de la máquina de rayos X utilizados. Tras el revelado de la película de rayos X, se puede enmarcar en un proyector de diapositiva de manera de hacer más fácil la detección de escalones o zipping y para comprobar si la instrumentación dañó el espesor de las paredes mesiales y distales del conducto radicular. La posición original del instrumento, así como la parte postinstrumentada se verán en la misma película.

FIGURA 15 Radiografías superpuestas (Sydney y cols., 1991: 572).

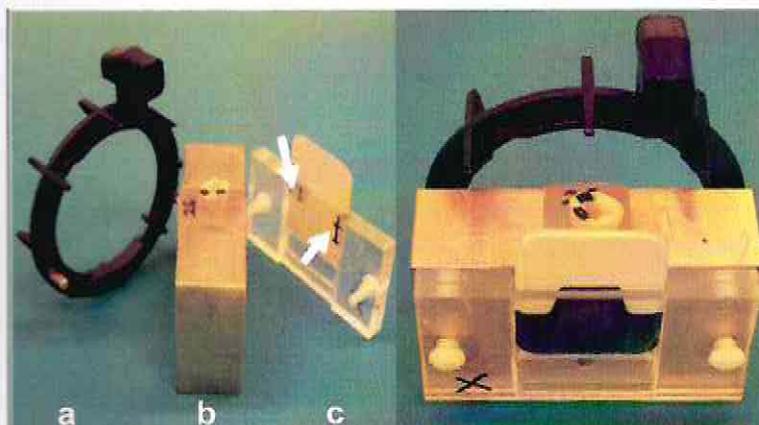


Izquierda: las imágenes superpuestas de las dos limas indican un uso deseable de los instrumentos.

Derecha: las limas no están superpuestas en el ápice debido a un uso incorrecto de los instrumentos.

Hülsmann y cols. (2005) utilizan un bloque de mufla que permite una exacta remoción y reposicionamiento de la muestra completa o de secciones de ella. Una modificación a la plataforma radiográfica, descrito por Sidney y cols., (1991) y Southard y cols., (1987), se ajusta al exterior de la parte media de la mufla. Esto permite que las radiografías se tomen bajo condiciones estandarizadas, a fin de que estas radiografías, tomadas antes, durante y después de la preparación del conducto radicular puedan ser superpuestas. Un corona de acero inoxidable prefabricada puede ser insertados en la parte inferior de la parte media de la mufla para recoger los detritus extruídos apicalmente.

FIGURA N°16 Mufla y plataforma radiográfica utilizada para los estudios Gottingen (Hülsmann y cols., 2005: 44).



Luego de remover las partes externas del sistema de mufla, un soporte para un ajuste reproducible del cono de rayos X (a) y un soporte para la película radiográfica (c) pueden ser ajustados a la parte media de la mufla (b) conteniendo el diente preparado. Dos alambres de metal son integrados al soporte de la película, permitiendo una exacta superposición de las radiografías (flechas).

Después de encajar las raíces, se prepara el conducto mesiobucal. La rectificación del conducto, el tiempo de trabajo y la seguridad en el trabajo se registran por superposición de las radiografías tomadas bajo condiciones estandarizadas. Luego, el bloque dentario es seccionado en cuatro partes con una sierra; la corona y los tres segmentos con las raíces. Después de tomar fotografías estandarizadas de las secciones transversales preoperatorias, se prepara el conducto mesiolingual. Otra vez se toman fotografías de la sección transversal, lo que permite la superposición de la circunferencia del conducto pre y postoperatorio y la evaluación de los cambios en la sección transversal. Además, se puede medir el porcentaje de zonas no preparadas de la pared del conducto radicular. De nuevo, el tiempo de trabajo e incidentes del procedimiento se registran. Finalmente, los tres segmentos de la raíz se dividen longitudinalmente y la limpieza de las paredes se evalúa con un microscopio electrónico de barrido utilizando cinco graduaciones para la evaluación por separado de los detritus remanentes (aumento x 200) y del barro dentinario (x 1000) (Hülsmann y cols., 1997).

COMPARACIÓN A TRAVÉS DE IMÁGENES EN TRES DIMENSIONES DEL CONDUCTO

Mayo y cols. (1986) se fijaron como objetivo desarrollar una técnica utilizando el procesamiento de imágenes computarizado que permitiera imágenes en tres dimensiones de los conductos radiculares. Sus resultados indicaron que éste método computarizado para evaluar el diámetro del conducto radicular era preciso dentro de 0.1 mm. de las medidas reales.

Para cada diente se tomaron las siguientes seis radiografías: bucal, 30 grados mesial, 45 grados mesial, 90 grados mesial, 30 grados distal y 45 grados distal. Estas radiografías fueron analizadas con un programa procesador de imágenes de video computarizado que fue desarrollado específicamente para este propósito. Las imágenes fueron proyectadas desde un proyector especial a una pantalla de computador. El área visible del monitor consistía de pequeños puntos de luz llamados píxeles que tenía 512 píxeles por línea y 480 líneas en la pantalla. Esta densidad de píxeles determinaba la capacidad de resolución que era entre 0.06 y 0.1 mm. El programa de computador fue desarrollado para medir el nivel de gris emitido por

cada píxel en una escala de 0 a 255. Usando un medio de contraste en el conducto, las paredes quedaban claramente demarcadas en la radiografía. El programa de computador seleccionaba sólo aquellos valores de gris representando el medio de contraste y guardaba esta información. Combinando las seis proyecciones, se obtenía una representación tridimensional del conducto determinada matemáticamente. Se usaron procedimientos matemáticos comúnmente empleados para calcular el volumen de objetos irregulares tridimensionales. El computador dividió el sistema de conductos radiculares de cada diente en secciones de 1 mm. desde el foramen apical hasta la superficie oclusal aplanada. El promedio del área de las secciones transversales apical y coronal de cada sección fue multiplicado por la altura (1 mm.). El volumen de todas las secciones de 1 mm. de cada diente fue sumado en su conjunto para obtener el volumen total del sistema del conducto. Los datos del volumen del conducto difirieron significativamente, esta diferencia fue probablemente debido a vacíos en el medio de contraste.

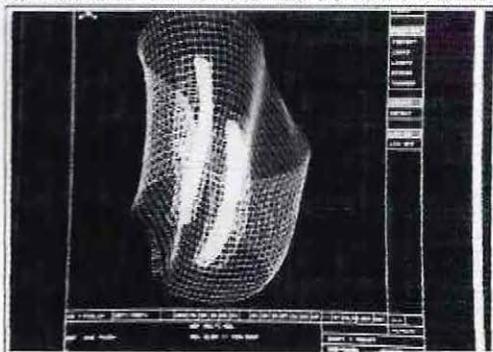
Finalmente los autores proponen efectuar estudios de la instrumentación de los conductos superponiendo los contornos pre y postoperatorios de cada diente. Esto permitiría a los investigadores seguir secuencialmente los cambios en la forma del conducto con cada instrumento introducido.

Berutti (1993) propone un método para una visualización en tres dimensiones del sistema de conductos radiculares antes y después de los procedimientos de limpieza y tallado para analizar las relaciones de las paredes del conducto radicular.

En la primera parte del estudio realiza secciones transversales de la raíz perpendiculares al conducto y utiliza un sistema de mufla para remontar las secciones de la raíz antes y después de la instrumentación. Las microfotografías que se tomaron de las secciones transversales fueron luego transferidas a un computador y con un software (CATIA: Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application) se reconstruyeron los contornos de las secciones, entregando un modelo tridimensional de la raíz con la imagen del conducto radicular antes y después de la instrumentación que se podían además superponer. Las imágenes computarizadas pueden ser rotadas en cualquier plano y aumentadas de tamaño.

La precisión del modelo experimental fue más que suficiente gracias al sistema de digitalización y a la alta resolución ofrecida por la pantalla (1024 x 1024 píxeles).

FIGURA N°17 Reconstrucción en tres dimensiones de los conductos (Berutti, 1993: 238).



Superposición de los tercios medio y coronal de las raíces mesiales de un primer molar inferior reconstruido en tres dimensiones antes y después de la instrumentación de los conductos.

Según el autor, este modelo computarizado experimental permite reproducir secciones de todo tipo con grandes posibilidades para realizar mediciones y análisis de volúmenes y áreas.

COMPARACIÓN A TRAVES DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA

En 1967, Hounsfield aplicó técnicas de reconocimiento de patrones a las imágenes de rayos X de objetos tomadas desde múltiples proyecciones (New, 1975). Esta información era almacenada y analizada por computadores que eran programados para calcular los valores de transmisión leídos a través de un objeto a varios ángulos de escaneo. Estas imágenes individuales de cada ángulo de escaneo combinadas, eran asimiladas por el computador en una representación tridimensional del área escaneada. Con esta tecnología, se introdujo la tomografía asistida por computador (TAC).

En 1990, Tachibana y Matsumoto evaluaron la aplicabilidad de la tomografía computada (TC) en Endodoncia y concluyeron en dicho año que la utilidad clínica en Endodoncia era limitada, debido al alto costo y a lo inadecuado de los softwares para imágenes.

Nielsen y cols. (1995) realizaron un intento por incorporar la tomografía microcomputada (TMC) a la investigación en Endodoncia midiendo áreas superficiales y volúmenes de material dentario. Observaron varias capacidades y ventajas de la TMC para la investigación endodóntica: presentar detalladamente la morfología interna y externa del diente sin su destrucción, la posibilidad de mostrar cambios a través del tiempo en el área superficial y volumen de los tejidos, la capacidad de calcular los cambios en el área y volumen luego de la instrumentación u obturación y la capacidad de calcular la transportación del conducto luego de la instrumentación.

FIGURA N°18 Imagen postinstrumentación del espacio pulpar (Nielsen y cols., 1995: 565).



Imagen postinstrumentación del espacio pulpar luego de una preparación anticurvatura con lima K. La segmentación identifica detritus en los dos conductos vestibulares.

Gambill y cols. (1996) compararon por primera vez técnicas de instrumentación en conductos radiculares usando TC. Señalaron que la TC puede entregar una visión no invasiva del sistema de conductos del diente y que es posible escanear el diente antes y después de la instrumentación para luego comparar las imágenes del antes y después del sistema de conductos. Las mejoras recientes en los softwares de imágenes y en la tecnología de escaneo han aumentado los usos potenciales de la TC en la investigación endodóntica.

Metodología: las coronas de los dientes fueron seccionadas a 17 mm. del ápice perpendicular al eje mayor del diente usando una hoja cortante de diamante en una sierra de baja velocidad Isomet (Buehler Ltd., Evanston, IL). Los dientes fueron radiografiados desde la cara bucal y proximal con una lima #10 en el conducto. Las radiografías fueron colocadas en un microscopio de seccionamiento Spencer (American Optical, Houston, TX) y magnificadas 70x. Las imágenes fueron capturadas y digitalizadas en un computador HP 386 (Hewlett Packard, Sunnyvale, CA) usando una cámara de video COHU (Jandel Scientific, Carte Madera, CA), montadas en el microscopio y conectadas al sistema computacional. Las imágenes digitales fueron analizadas con el software de imágenes JAVA (Jandel Video Analysis Software/Jandel Scientific). Una línea fue trazada en la imagen paralela al eje mayor del conducto y una segunda línea desde el foramen apical hasta intersectar la primera línea en el punto donde el conducto empezaba a dejar el eje mayor de la raíz. El ángulo formado por la intersección de las dos líneas fue medido por el software y representó la curvatura del conducto.

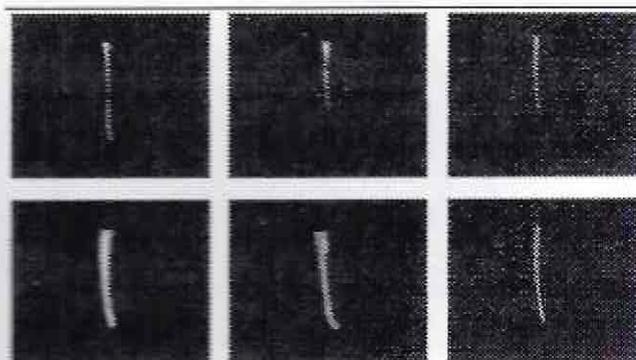
Los dientes fueron colocados en placas Petri plásticas de 15 x 90 mm. que servían como contenedores para los dientes durante el proceso de escaneo. Todos los dientes fueron alineados con su eje mayor perpendicular a la base de la placa Petri y se les colocó cera en los 5 mm. basales de la placa como soporte. Además eran alineados para que la curva de las raíces quedara en el mismo plano y dirección.

Los contenedores plásticos con los dientes fueron colocados en una unidad de TC General Electric 9800 Advantage Fast Scan (General Electric, Milwaukee, WI) y alineados para que el eje mayor de las raíces quedara perpendicular al cono. Los dientes fueron escaneados usando cortes de 1.5 mm. de grosor con un movimiento de 1 mm. Los cortes efectivos tenían 1 mm. de grosor. Los datos brutos fueron reconstruidos usando un algoritmo óseo y los datos de los cortes del escáner fueron archivados en una cinta de computador magnética de 9 mm. (General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI) para almacenamiento.

Luego de la instrumentación, los dientes fueron retornados al contenedor plástico y posicionados en la misma orientación usada para el primer escaneo y fueron escaneados de nuevo exactamente como se describió para los especímenes sin instrumentar.

Los datos almacenados en una cinta computacional magnética fueron trasladados y cargados en una estación de trabajo computacional Maxiview 3200 (Dimensional Medicine, Inc., Minnetonka, Minnesota). Las imágenes de los dientes se construyeron a partir de los cortes de TC usando el software Proprietary versión 10.1 (Dimensional Medicine, Inc.). Se utilizó la misma configuración del equipo y los parámetros de visualización para analizar tanto las imágenes sin instrumentar como instrumentadas. El software Proprietary se utilizó para construir una imagen tridimensional del espacio del conducto para cada diente. Se compararon las imágenes tridimensionales de los conductos instrumentados y no instrumentados.

FIGURA N°19 Imágenes tridimensionales generadas por computador del espacio del conducto radicular para los tres grupos instrumentados con diferentes técnicas (Gambill y cols., 1996: 371).



Arriba: conductos sin instrumentar. Abajo: conductos instrumentados.

El programa de software determinó el volumen del conducto para cada diente, tanto antes como después de la instrumentación. El volumen de la dentina eliminada se determinó para cada diente restando el volumen del conducto sin instrumentar del volumen del conducto instrumentado. Usando el software de imagen, se produjeron imágenes de las secciones transversales de los dientes. La sección transversal de cada imagen representa una sección de 1 mm. de grosor a través de los dientes, perpendicular al eje longitudinal, en un nivel particular. Las imágenes de las secciones transversales de los dientes en cinco diferentes niveles se utilizaron para evaluar la transportación y la proporción de centrado. Las cinco secciones que fueron evaluadas se encontraron en los siguientes niveles desde el ápice: 3.5, 5.5, 7.5, 9.5, y 11.5 mm.

Se tomaron películas radiográficas de las imágenes de las secciones transversales en estos cinco niveles utilizando una cámara Graphic Color modelo MI4007 (Matrix Instruments, Dimensional Medicine, Inc.), que fue conectada a la estación de trabajo Maxiview 3200. Se tomaron radiografías de los dientes instrumentados y sin instrumentar para cada uno de los cinco niveles con un aumento de 1x. Las radiografías fueron transferidas al mismo sistema de captura de video utilizado para evaluar la curvatura del conducto. Las cinco imágenes separadas de las secciones transversales fueron individualmente magnificadas a 70x y capturadas por el software de imágenes (Java) para realizar las mediciones.

Gambill y cols. (1996) concluyen que el sistema TC de imágenes usado en su estudio entrega un método repetible y no invasivo para evaluar ciertos aspectos de la instrumentación endodóntica. Señalaron además, que su investigación se realizó con una unidad de escáner TC capaz de hacer cortes de sólo 125 μm de grosor. Cortes de TC más delgados deberían resultar en una precisión considerablemente mayor y escaneos detallados del diente y del conducto. Se necesitan más investigaciones para determinar cómo se puede visualizar y evaluar mejor el sistema de conductos usando este sistema de análisis.

Rhodes y cols. (1999) presentaron un escáner para TMC que demostró ser preciso para el análisis cuantitativo y cualitativo de los conductos radiculares en tres dimensiones. Concluyeron que la TMC es una técnica reproducible para un estudio en tres dimensiones no invasivo del sistema de conductos radiculares y puede ser aplicada tanto cuantitativa como cualitativamente.

La correlación entre las áreas obtenidas de la TMC y de la video digitalización era altamente significativa ($r = 0.94$). Una resolución de 81 μm podía ser obtenida con el prototipo de escáner TMC presentado.

Mahran y AboEl-Fotouh (2008) señalaron que una de las últimas innovaciones con motivo de

estudio en el campo industrial y médico es el uso de la Tomografía Computarizada Multi Corte (TCMC); esta herramienta científica podría desarrollar un potencial en la investigación endodóntica. La tomografía computarizada (TC) permite la observación detallada en tres dimensiones de las formas y configuraciones y su utilidad en la endodoncia ya se ha informado (Kim y cols., 2003). Los rayos X tridimensionales son excelentes especialmente en la generación de una base de datos de imágenes informativas con una baja dosis de radiación, que es equivalente a la de alrededor dos exposiciones a radiografías intraorales, similar a la radiografía panorámica y alrededor de 1/100 a 1/30 de las TC de rayos X médicas en un tiempo de exposición de tan sólo 18 segundos (Cohnen y cols., 2002). Fundamentalmente, el escáner TCMC está equipado con una serie de detectores múltiples que simultáneamente recogen datos tomográficos en diferentes ubicaciones de los cortes o secciones. Por último, los escáneres TCMC se consideran el desarrollo más importante de la TC y han sido propuestos para la comparación de imágenes de preinstrumentación y postinstrumentación (Nair y Nair, 2007). El propósito de este estudio fue comparar los efectos de tres diferentes instrumentos sobre el espesor de la dentina cervical y la cantidad total de la dentina eliminada durante la instrumentación de conductos mesiobucles curvos de primeros molares mandibulares extraídos con TCMC y un software de análisis de imágenes.

COMPARACIÓN MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE BACTERIAS EXTRUÍDAS APICALMENTE

Er y cols. (2005) fueron los primeros en comparar técnicas de instrumentación mediante la determinación de la cantidad de bacterias extruídas apicalmente. El objetivo de su estudio fue comparar *ex vivo* el número de bacterias extruídas apicalmente desde dientes extraídos, usando dos técnicas rotatorias con instrumentos NiTi. Utilizaron dientes humanos maduros recientemente extraídos los que se limpiaron de detritus y de restos de tejidos blandos y fueron almacenados en suero fisiológico a 4°C hasta que se utilizaron. Las estructuras coronarias faltantes se reemplazaron con resina compuesta para crear un reservorio y así cargar la suspensión de *Enterococcus faecalis*.

La representación esquemática del modelo usado para evaluar la extrusión bacteriana se presenta a continuación:

FIGURA N°20 Sistema del modelo experimental de acuerdo a Er y cols., (2005)(Kustarci y cols., 2008: 1068).



Se crearon orificios en el tapón de goma del recipiente con un instrumento caliente. El diente fue insertado bajo presión en el tapón de goma y fue fijado al límite amelocementario por medio de cianoacrilato. Se aplicaron dos capas de barniz de uñas a las superficies externas de

todas las raíces para evitar la filtración bacteriana a través de conductos laterales o fallas en el cemento. El tapón de goma con el diente fue luego fijado en la boca del recipiente. La parte apical de la raíz fue suspendida dentro del recipiente que actuó como contenedor para el material apical evacuado a través del foramen apical. La parte plástica de una aguja 23g fue removida, la aguja curvada y puesta a través del tapón de goma. Se aplicó cianoacrilato a la unión entre el tapón de goma y la aguja. El contenedor fue aireado con esta aguja durante la inserción para equilibrar las presiones de aire adentro y afuera del recipiente. La aguja también fue usada como electrodo para la determinación electrónica de la longitud de trabajo durante la instrumentación. Luego, todo el modelo fue esterilizado en gas de óxido de etileno por un ciclo de 12 horas usando el Esterilizador de Gas Anprolene AN 74C (Anderson Products Inc., Haw River, NC, E.E.U.U).

Un cultivo puro de *E. faecalis* (ATCC 29212) fue usado para contaminar los conductos radiculares. Se preparó una suspensión agregando 1 ml. de un cultivo puro de *E. faecalis* y se dejó en un caldo de infusión de cerebro-corazón fresco por 24 horas. Luego se usó el número estándar 0.5 McFarland para evaluar el caldo y asegurar que el número de bacterias fuera de 1.5×10^8 unidades formadoras de colonias (UFC) mL⁻¹. Cada conducto fue rellenado con la suspensión de *E. faecalis* usando pipetas estériles. Durante la incubación, los conductos fueron instrumentados manualmente con una lima K 10 para llevar las bacterias a la longitud del conducto. Los conductos contaminados fueron luego secados a 37°C por 24 horas.

Antes del experimento, los recipientes fueron llenados con hipoclorito de sodio al 0.9% y se creó un orificio en el barniz de uñas que cubría el foramen apical usando una lima K 10. Durante este procedimiento, sólo 1 a 2 mm. del instrumento fueron extruídos para asegurar un tamaño estándar del foramen y de la permeabilidad apical. El conjunto diente, tapón de goma y aguja fue ajustado a la boca del recipiente y las raíces contaminadas se dividieron en dos grupos experimentales y uno control sin instrumentar. El operador trabajó en una vitrina con flujo de aire laminar clase 1 para evitar una contaminación bacteriana transportada a través del aire y no le era permitido ver el ápice radicular durante la instrumentación ya que se tapaba el recipiente con una goma dique.

Antes del comienzo y después del final de las pruebas de laboratorio, se sacó 0.1 ml. de hipoclorito de sodio de los recipientes para contar las bacterias, la suspensión fue incubada en agar cerebro-corazón a 37°C por 24 horas, las colonias de bacterias fueron contadas y los resultados se entregaron como UFC.

FORMAS DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE COMPARACIÓN.

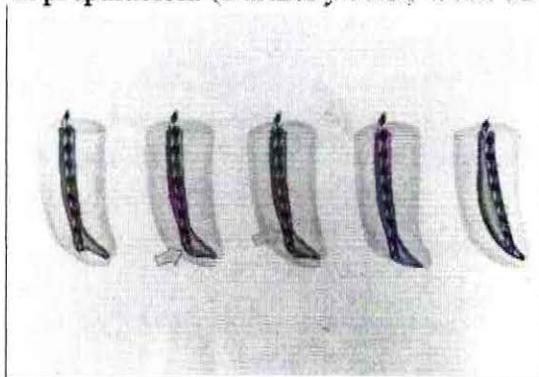
Se analizaron las formas de evaluación de los parámetros de comparación que aparecieron en todos los estudios revisados, independiente de que si cumplían o no con los criterios de inclusión pero con los requisitos de que fueran realizados en dientes naturales definitivos y que tuvieran más de un grupo de comparación.

Esto se realizó con el objeto de evidenciar posibles diferencias en cuanto a a las definiciones y formas de evaluación de los mismos parámetros de comparación entre los diferentes estudios. En total fueron analizadas las definiciones y las formas de evaluación de 136 artículos, las que se resumen a continuación.

Varios términos relacionados con los parámetros evaluados en las comparaciones se ocupan como sinónimos en algunos artículos y en otros artículos se analizan en forma diferente. Por ejemplo Hülsmann y cols. (2005) señalaron que un zipping de un conducto radicular es el resultado de la tendencia del instrumento a enderezarse en el interior de un conducto radicular curvo. Esto resulta en un sobreensanchamiento del conducto a lo largo de la parte exterior de la curvatura y en una preparación insuficiente de la parte interna de la curvatura en el extremo apical. El eje principal del conducto de la raíz se transporta, por lo tanto se desvía de su eje original. Por lo tanto, los términos enderezamiento o rectificación, desviación y transportación también se utilizan para describir este tipo de defecto irregular. Los términos "lágrima" y "forma de reloj de arena" se utilizan de manera similar para describir la forma resultante de la parte apical del conducto de la raíz en forma de zip.

Por otra parte, Barthel y cols., (1999) hacen diferencia entre estos términos tal como se detallan en la siguiente figura.

FIGURA N°21 Errores en la preparación. (Barthel y cols., 1999: 537).



De izquierda a derecha: escalón, zip, codo (porción más estrecha del conducto indicada por la flecha), transportación del foramen y rectificación del conducto.

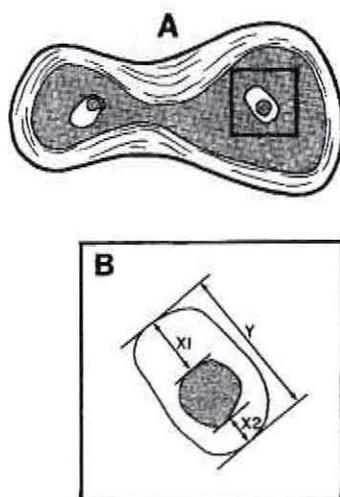
- **TRANSPORTACIÓN DEL CONDUCTO:**

De acuerdo con el Glosario de términos endodónticos (American Association of Endodontists, 2003), la transportación de un conducto se define como la "remoción de estructura de la pared del conducto en la curva externa de la mitad apical del conducto debido a una tendencia de las limas de volver a su forma lineal original durante la preparación del conducto, que podría llevar a la formación de escalones y a una posible perforación".

La transportación apical se considera leve ($<0,25$ mm.), moderada ($> 0,25$ y $<0,50$ mm.) y severa ($> 0,50$ mm.), según la clasificación propuesta por Cimis y cols., (1988).

Calhoun y Montgomery (1988) calcularon la longitud de la transportación como **X1** que **representa la máxima extensión de movimiento del conducto en una dirección** o la mayor distancia entre la periferia del conducto instrumentado y la correspondiente periferia del conducto sin instrumentar que eran superpuestas. Ocupan este método Glosson y cols., (1995); Song y cols., (2004); Kuhn y cols., (1997); Roig-Cayón y cols., (1994); Yang y cols., (2007); Al-Sudani y Al-Shahrani, (2006); Leseberg y Montgomery, (1991).

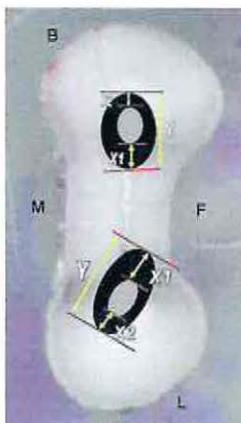
FIGURA N°22 Dibujo para utilizar el método de Calhoun y Montgomery (Calhoun y Montgomery, 1988: 276).



A: este dibujo representa a un diente en la sección curva. El área sombreada es la forma del conducto preinstrumentación y la zona clara representa la forma del conducto postinstrumentación.

B: se trata de una ampliación del cuadro en A, X1 representa la máxima extensión del movimiento del conducto en una dirección (transportación) y X2 es el movimiento en la dirección opuesta. Y es el diámetro de la preparación final del conducto.

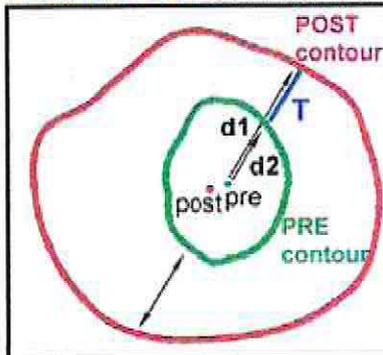
FIGURA N°23 Fotografía para utilizar el método de Calhoun y Montgomery (Al-Sudani y Al-Shahrani, 2006: 1200).



La transportación X1 fue determinada midiendo la mayor distancia entre la periferia del conducto postinstrumentado y la correspondiente periferia del conducto preinstrumentado que fueron superpuestos.

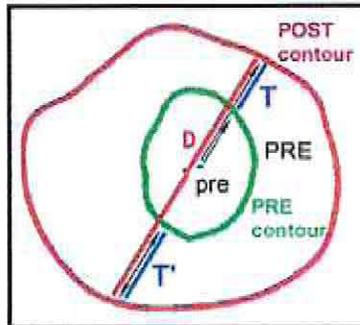
Bergmans y cols. (2002, 2003) se refieren a la transportación como la cantidad de dentina lineal removida (μm) y la calculan como la distancia desde el centro del conducto pre instrumentación al contorno del conducto post instrumentación menos la distancia desde el centro del conducto pre instrumentación al contorno pre instrumentación, o sea la **distancia del contorno preinstrumentación al contorno postinstrumentación**, calculada en todas las direcciones; mesial, distal, bucal y lingual.

FIGURA N°24 Definición de transportación (T)(Bergmans y cols., 2003: 291).



$T = d1 - d2$. (Contour: contorno).

FIGURA N°25 Definición de transportación neta (NT)(Bergmans y cols., 2003: 291).



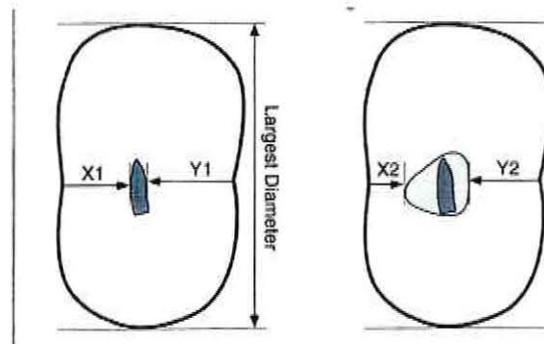
$NT = T - T'$ y capacidad de centrado (razón = NT / D).

Gambill y cols. (1996) determinan la transportación midiendo la distancia más corta desde el borde del conducto sin instrumentar a la periferia mesial y distal de la raíz y luego la comparan con las mismas medidas obtenidas del conducto instrumentado.

Se ocupa la siguiente fórmula: $((X1 - X2) - (Y1 - Y2))$ donde X1 es la distancia más corta del borde mesial de la raíz al borde mesial del conducto sin instrumentar, Y1 es la distancia más corta desde el borde distal de la raíz al borde distal del conducto sin instrumentar, X2 es la distancia más corta desde el borde mesial de la raíz al borde mesial del conducto instrumentado e Y2 es la distancia más corta desde el borde distal de la raíz al borde distal del conducto instrumentado. Un resultado de cero indica que no hubo transportación.

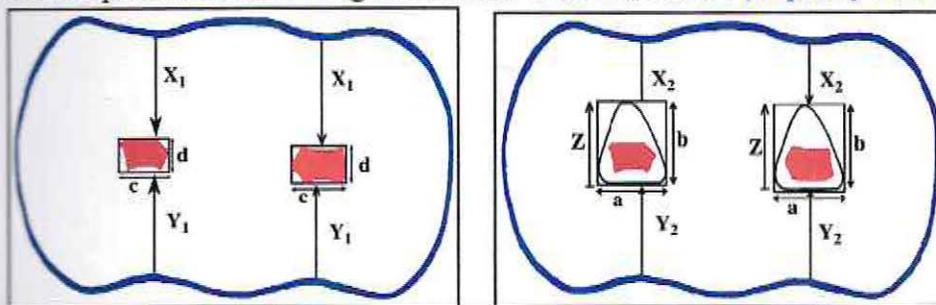
Ocupan este método Tasdemir y cols., (2005); Kaptan y cols., (2005).

FIGURA N°26 Dibujo representativo de las secciones dentarias mostrando cómo fueron calculadas la transportación, la razón de centrado y el mayor diámetro dentario (Gambill y cols., 1996: 371).



Las imágenes sin instrumentar (a la izquierda): el espacio del conducto original está representado por el área sombreada oscura. Las imágenes instrumentadas (a la derecha): el área sombreada clara representa la forma del conducto luego de la instrumentación. Las mediciones del mayor diámetro del diente fueron utilizadas para comparar los escáners con las longitudes reales del diente.

FIGURA N°27 Imagen del aspecto mesial de la sección de la raíz en el monitor y la representación esquemática de la imagen utilizada en la evaluación (Kaptan y cols., 2005:638)



A la izquierda: antes de la instrumentación. A la derecha: después de la instrumentación.

X1, la distancia más corta entre la pared del conducto y la curva externa.

Y1, la distancia más corta entre la pared del conducto y la curva interna.

X2, la distancia más corta entre la pared del conducto y la curva externa luego de la instrumentación.

Y2, la distancia más corta entre la pared del conducto y la curva interna luego de la instrumentación.

Cantidad de transporte (mm.):

Diferencia x ($x_1 - x_2$) - diferencia y ($y_1 - y_2$)

Si el resultado es 0, no hay ninguna desviación de la curvatura original del conducto.

Dirección del transporte:

Diferencia x (cantidad de ampliación de la parte exterior).

Diferencia y (cantidad de la ampliación de la parte interior).

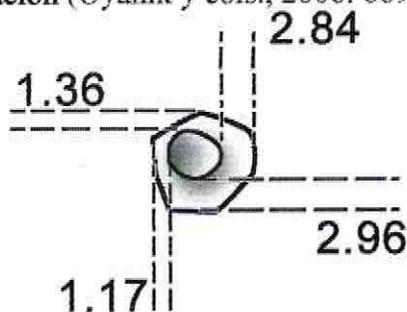
Si la diferencia x es $>$ a la diferencia y, hay un transporte externo.

Si la diferencia y es $<$ a la diferencia x, hay un transporte interno.

Uyanik y cols. (2006) calcularon la transportación midiendo la menor distancia entre los contornos de los conductos instrumentados y no instrumentados en cuatro direcciones (mesial, distal, bucal y lingual). Para cada dirección se calcula un promedio de 14 mediciones. La extensión de la transportación en la dirección mesiodistal fue determinada restando el mayor del menor valor. Este resultado indica tanto la extensión como la dirección de la transportación en mm. También se calcula la transportación bucolingual. Como ambos

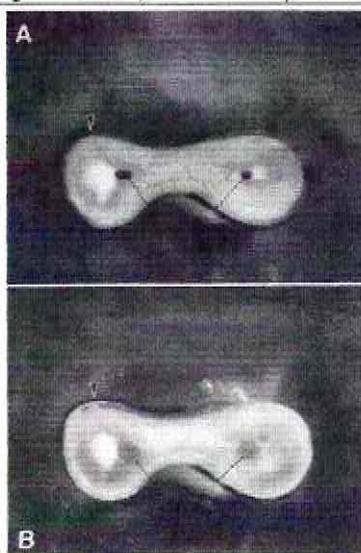
valores pueden ser organizados en los lados perpendiculares de un triángulo, la transportación acumulada fue calculada de acuerdo a la fórmula de Pitágoras: $X^2 + Y^2 = Z^2$, donde X es el valor de la transportación mesiodistal, Y el valor de la transportación bucolingual y Z el valor de la transportación vectorial acumulada.

FIGURA N°28 Ejemplo de las mediciones de las menores distancias entre los contornos del conducto pre y postinstrumentación (Uyanik y cols., 2006: 669).



Campos y Del Rio (1990) calculan la transportación en las secciones transversales midiendo la diferencia en mm. entre el punto del conducto más cercano al borde de la raíz preinstrumentación y el punto del conducto más cercano al borde de la raíz postinstrumentación.

FIGURA N°29 Microfotografías de las secciones preinstrumentación (A) y postinstrumentación (B) (Campos y Del Rio, 1990: 231).



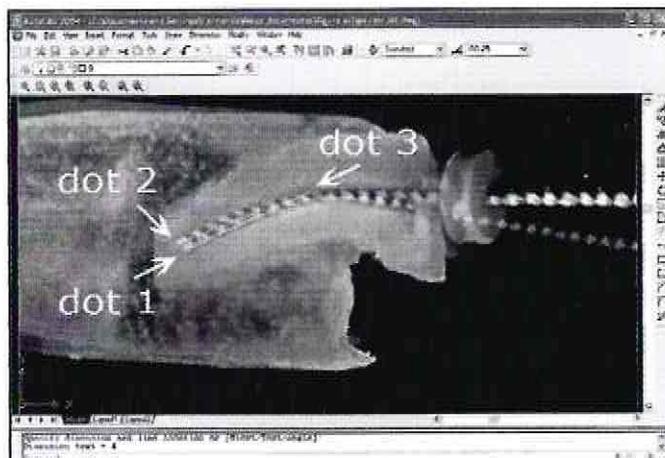
La línea punteada muestra las distancias desde el conducto al borde más cercano de la raíz.

Sepic y cols. (1989) calcularon la transportación midiendo las distancias entre los ejes centrales del instrumento inicial y final radiografiados y superpuestos.

Ocupan este método: Iqbal y cols., (2004); Matwychuk y cols., (2007); Backman y cols., (1992); Lopes y cols., (1998); Swindle y cols., (1991); Parris y cols., (1994); Lopez y cols., (2008).

Southard y cols. (1987) utilizan una técnica similar pero en vez de medir la distancia entre las limas, clasifican las radiografías según el grado de superposición de las limas.

FIGURA N°30 Imágenes superpuestas con las mediciones realizadas en AutoCad (Lopez y cols., 2008: 1546).



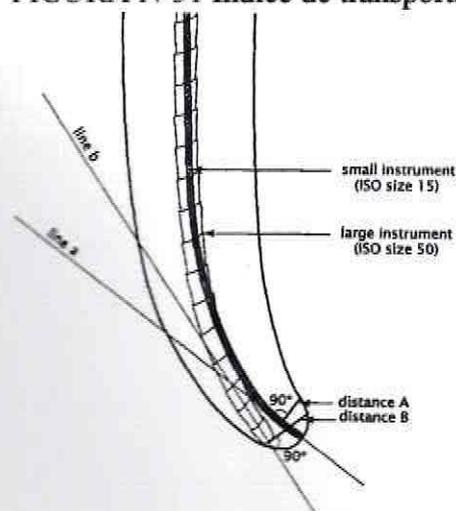
Ehrlich y cols. (1989) trazaron una línea imaginaria que pasa por los 2 a 3 mm. del eje mayor del segmento apical "recto" de cada lima en radiografías no superpuestas aumentadas 25x. Para esta línea en D1 en el centro de la lima, se trazó una línea perpendicular imaginaria a la superficie exterior de la raíz. La longitud de esta perpendicular constituyó la medida. Las mediciones se agrupan en tres categorías: leve (< 0.25 mm.), moderada (0.26 a 0.5 mm.), y grave (> 0.5 mm.).

Ocupan este método Wu y cols., (2000); Liu y cols., (2006), quienes trazaron dos líneas en una radiografía de doble exposición, una línea "a" se trazó a lo largo del eje mayor del segmento recto de los 2 a 3 mm. apicales de la lima de menor tamaño y la línea "b" se trazó a lo largo del eje mayor del segmento recto de los 2 a 3 mm. apicales de la de mayor tamaño.

Las distancias desde "a" a la superficie interna de la raíz, en un punto 1 mm. corto del extremo apical de la lima de menor tamaño y a partir de "b" a la superficie interior de raíz, en el extremo apical de la lima de mayor tamaño, es decir, las distancias A y B, se midieron. El índice de transportación apical (AT)(mm.) es igual a la distancia B - la distancia A.

Debido a que la diferencia en los diámetros entre los dos instrumentos a la longitud de trabajo era de 0,35 mm., la proyección de la lima más pequeña podía ser completamente cubierta por la imagen del instrumento de mayor tamaño cuando $B - A$ era menor o igual a 0.175 mm. Por lo tanto, AT se definió sólo cuando la distancia B - distancia A era > 0.2 mm.

FIGURA N°31 Índice de transportación apical (AT)(Wu y cols., 2000: 212).



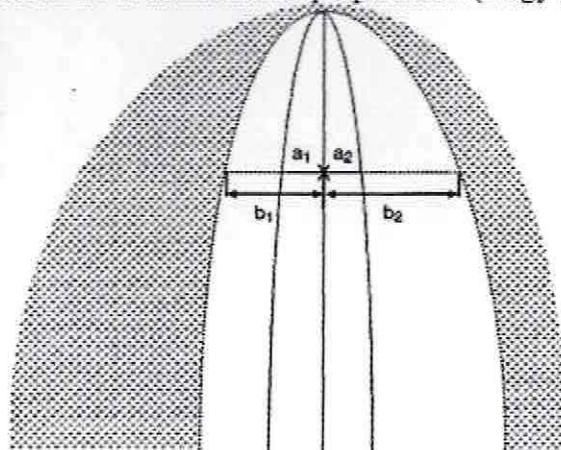
$AT = \text{distancia B} - \text{distancia A}$.

Nagy y cols. (1997a, 1997b) introducen un método para evaluar la asimetría de la preparación o la transposición del conducto (expresada en valores absolutos) en las radiografías amplificadas, **restando la distancias desde el centro del conducto original a los contornos derecho e izquierdo del conducto preparado.**

Para determinar la asimetría de preparación, la amplitud del conducto original se dividió en dos mitades (a_1 , a_2), así se definió un punto del eje del conducto que sirvió como punto de referencia (x) para la medición de asimetría. Si $a_1 = a_2$, la asimetría de la preparación (expresada como un valor absoluto) se calculó restando las distancias de contorno izquierda de la derecha del conducto preparado ($b_1 - b_2$) desde el punto de referencia.

Ocupan este método: Veltri y cols., (2004, 2005) quienes señalaron que una baja asimetría indica una mínima tendencia a la transportación.

FIGURA N°32 Determinación de la asimetría de preparación (Nagy y cols., 1997b: 135).



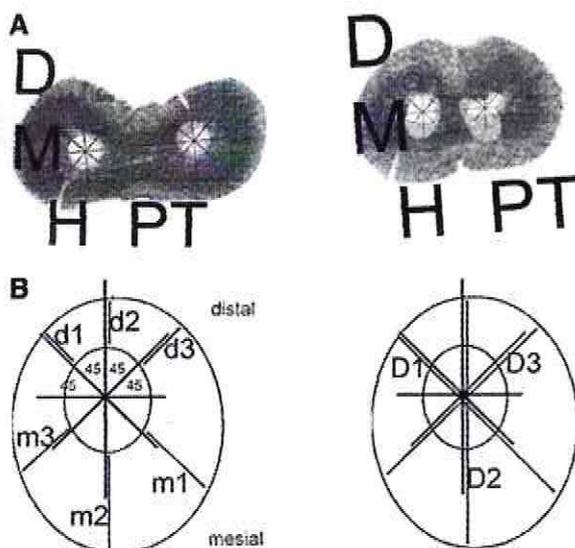
Loizides y cols. (2007) evaluaron la transportación en base a la **razón de centrado** que fue calculado a través de la superposición de imágenes. **$RC = (m \text{ total} - d \text{ total}) / D \text{ total}$.**

$d \text{ total}$ corresponde al promedio de las distancias de transportación distal d_1 , d_2 y d_3 o sea $d_1 + d_2 + d_3 / 3$.

$m \text{ total}$ corresponde al promedio de las distancias de transportación mesial m_1 , m_2 y m_3 o sea $m_1 + m_2 + m_3 / 3$.

$D \text{ total}$ corresponde al diámetro del conducto determinado por el promedio de las distancias D_1 , D_2 y D_3 o sea $D_1 + D_2 + D_3 / 3$.

FIGURA N°33 Cálculo de la razón de centrado (Loizides y cols., 2007: 1456).



A: dos secciones transversales superpuestas con las líneas de medición. D: dirección distal. M: dirección mesial. H: conductos radiculares instrumentados con un tipo de lima. PT: conductos radiculares instrumentados con otro tipo de limas.

B: las líneas y las distancias fueron medidas para calcular la RC.

Chan y Cheung (1996) calculan la transportación midiendo la distancia del desplazamiento del centro geométrico del conducto en las secciones transversales pre y post instrumentación. Short y cols., (1997) calcularon la transportación (y la ocupan como sinónimo de la capacidad de centrado) evaluando el **cambio en la posición del centro del conducto en mm.** a través de la superposición de de secciones transversales pre y postoperativas.

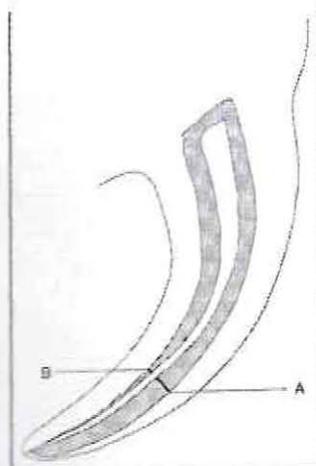
Ocupan este método Hartmann y cols., (2007); Weiger y cols., (2003); Leonardi y cols., (2005); Gluskin y cols., (2001).

FIGURA N°34 Corte de tomografía computada ilustrando la extensión del movimiento del centro del conducto (línea vertical)(Gluskin y cols., 2001: 478).



Luiten y cols. (1995) determinaron la cantidad de transportación apical a través de **radiografías tomadas a los conductos rellenos con mercurio** comparando la imágenes superpuestas del conducto original con la del conducto instrumentado. Había transportación cuando el espacio del conducto postinstrumentación hacia el exterior o interior era mayor que el otro según un factor de 3.

FIGURA N°35 Sistema de conductos transportados (Luiten y cols., 1995:28).



El conducto preinstrumentado aparece más claro en la sombra de las radiografías. El conducto postinstrumentado tiene un tono más oscuro que el conducto preinstrumentado. A: amplitud externa del conducto postinstrumentado. B: amplitud interna del conducto postinstrumentado.

FIGURA N°36 Zipping apical que resultó de la instrumentación step-back (Luiten y cols., 1995: 29).



Según Coleman y cols. (1996) en su estudio, el **centro de gravedad** se registró por la computadora como una coordenada X, Y de un solo píxel para ambos conductos preoperatorios y postoperatorios. El centro de gravedad es la coordenada elegida por el equipo como el punto equidistante de todos los puntos a lo largo del perímetro de la sección transversal del conducto. La distancia que el centro de gravedad se desplaza desde las coordenadas preinstrumentación a postinstrumentación se relaciona directamente con la capacidad del instrumento de permanecer centrado en el conducto original. La distancia entre estos dos puntos es 0 si la preparación del conducto permanece exactamente centrada. Calcular el centro de gravedad considera la instrumentación del conducto en 360 grados para esa sección en particular. Las mediciones del centro de gravedad son superiores a las mediciones de la razón de centrado reportada en análisis previos de Bramante que miden una sólo línea de diámetro a través del conducto postoperatorio.

Los datos de la distancia del transporte presentados se miden desde las coordenadas X, Y del centro de gravedad preoperatorio a la coordenada X, Y del centro de gravedad postoperatorio en milímetros.

Investigaciones anteriores han utilizado la mayor línea de diámetro del conducto postoperatorio menos la distancia preoperatoria a lo largo de la misma línea para deducir la

distancia de transporte (Glosson y cols., 1995; Calhoun y Montgomery, 1988; Campos y Del Rio, 1990; Leseberg y Montgomery, 1991; Roig-Cayon y cols., 1994). Por lo tanto, la distancia de transporte reportada en dichos estudios es la longitud máxima de transporte de cada conducto. **La distancia de transporte en este estudio es un valor medio, porque todos los radios del conducto se toman en cuenta.** Aunque la distancia de transporte se mida de esta manera, el valor se convierte en una medición directa de qué tan bien centrada se ha mantenido una preparación.

Peters y cols. (2001a-b, 2003a) calcularon la transportación del conducto tridimensionalmente en números absolutos a través de TC de alta resolución comparando los **centros de gravedad** (o de masa) antes y después del tratamiento para los tercios apical, medio y coronal. Los centros de gravedad se calcularon para cada corte y fueron conectados a través del eje Z por una línea ajustada que se analizó matemáticamente para determinar la curva principal del conducto como segunda derivada. La transportación se midió en μm .

Un desplazamiento del centro de gravedad de hasta 0.1 mm. puede ser aceptable (Peters, 2004).

Ocupan este método Paque y cols. (2005).

Shadid y cols. (1998) ocupan el método de los **centros de gravedad** para calcular el desplazamiento del centro del conducto en mm., determinado por la distancia entre los puntos centrales de las coordenadas X-Y de los conductos pre y postinstrumentados usando el Teorema de Pitágoras. Agregaron la siguiente fórmula:

$$C = [(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2]^{1/2} \text{ donde:}$$

C: movimiento total del centro del conducto.

X1Y1: coordenadas del centro del conducto pre instrumentación.

X2Y2: coordenadas del centro del conducto post instrumentación.

Ocupan este método Bertrand y cols. (2001).

Kosa y cols. (1999), determinaron la transportación calculando la razón de centrado $(X_1 - X_2)/Y$ reportada por Calhoun y Montgomery (1988) en que X1 representa la máxima extensión de movimiento del conducto en una dirección, X2 el movimiento en la dirección opuesta e Y es el diámetro de la preparación final del conducto.

Hülsmann y cols. (2005) señalaron que la cuantificación de la desviación postoperatoria del conducto radicular se puede realizar usando la "razón de centrado" (Calhoun y Montgomery, 1988) o vía medición del espesor dentinario pre y post-operatorio (Lim y Stock, 1987).

- RECTIFICACIÓN DEL CONDUCTO:

Pettiette y cols. (1999) señalaron que la rectificación de los conductos curvos a expensas del tercio apical es uno de los errores de procedimiento más comunes en la instrumentación endodóntica.

Peters y cols. (2001) determinaron el rectificado a través de TMC como la **diferencia en grados entre las curvas** del conducto antes y después de la instrumentación.

Ocupan este mismo método pero en base a radiografías: Schäfer y Schlingemann (2003); Schäfer y Vlassis (2004); Schäfer y cols., (2006); Yang y cols., (2007); Guelzow y cols., (2005).

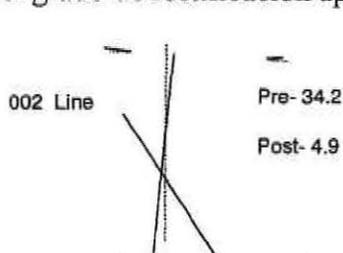
FIGURA N°37 Radiografía representativa que muestra la evaluación computarizada de la medición de la longitud y la evaluación de la curvatura pre y postoperatoria (Guelzow y cols., 2005: 746).



Schäfer y cols. (2004) determinaron el rectificaco en un estudio con pacientes midiendo la diferencia entre los ángulos de las curvas de los conductos antes (en la radiografía de longitud de trabajo) y después de la instrumentación (en la radiografía de obturación del conducto).

Pettiette y cols. (1999) determinaron el rectificaco como la diferencia entre los ángulos de la curva trazados en las radiografías antes y después de la instrumentación. Un software dibuja un **círculo** con su centro sobre el vértice de cada ángulo, así se forma un arco para cada ángulo, para el cual el software entrega el valor en grados.

FIGURA N°38 Determinación del grado de rectificación apical (Pettiette y cols., 1999, p232).



Un círculo dibujado (por los programas del computador) en el centro sobre el vértice de cada uno de los ángulos permite la medición de los ángulos en grados. La diferencia en el ángulo entre los trazados pre y postoperatorios fue el "grado de rectificación apical".

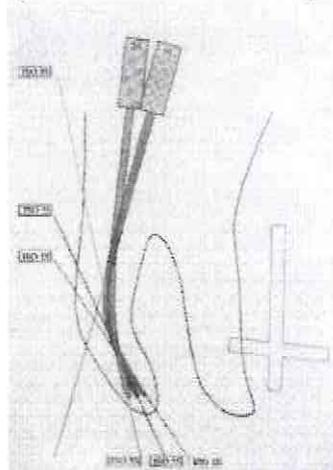
Hülsmann y Stryga (1993) determinaron el rectificaco **midiendo el ángulo entre las puntas de los instrumentos**. Los ejes fueron dibujados a través de los 2 mm. apicales de los instrumentos intersectados en las radiografías de pre y postinstrumentación superpuestas. El rectificaco fue clasificado como severo cuando los 2 mm. apicales de los instrumentos

divergían completamente. Cuando había algo de contacto entre los instrumentos superpuestos, se clasificó como moderado.

Ocupan este método Javaheri y Javaheri, (2007); Hülsmann y cols., (2001, 2003a, 2003b); Paque y cols., (2005); Jodway y Hülsmann (2006); Rödíg y cols., (2007); Versumer y cols., (2002).

Goldberg y Araujo (1997) ocupan este mismo método de Hülsmann y Stryga para calcular rectificación pero lo ocupan para calcular la transportación.

FIGURA N°39 Determinación del grado de rectificación (Hülsmann y Stryga, 1993: 142).



El grado de rectificación fue determinado midiendo el ángulo entre los instrumentos 15 y 25 y entre los instrumentos 15 y 35 respectivamente. El eje fue dibujado a través de los 2 mm. apicales de los instrumentos insertados.

Bergmans y cols. (2003) ocupan a la razón de centrado de Calhoun y Montgomery (1988) como sinónimo de rectificación.

- **CAPACIDAD DE CENTRADO DEL INSTRUMENTO:**

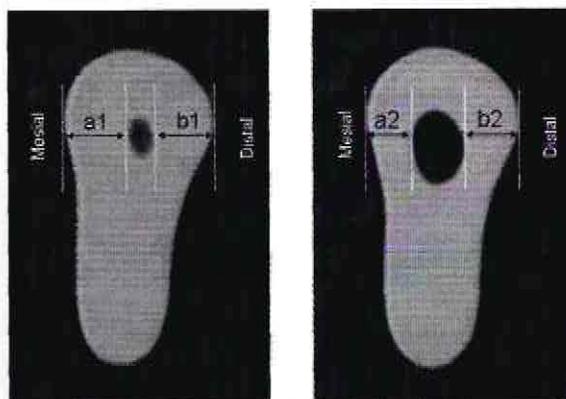
Gambill y cols. (1996) señalaron que la razón promedio de centrado indica la capacidad del instrumento de permanecer centrado en el conducto. Esta **razón promedio de centrado** es calculada para cada sección de acuerdo a la siguiente fórmula:

$(X1-X2)/(Y1-Y2)$ o $(Y1-Y2)/(X1-X2)$. Si estos números $(X1-X2)$ o $(Y1-Y2)$ no son iguales, la menor cifra es considerada como numerador. Un resultado de uno indica un perfecto centrado.

Ver FIGURA N°26 (Gambill y cols., 1996, p371).

Ocupan este método Yang y cols., (2007); Tasdemir y cols., (2005).

FIGURA N°40 Comparación de imágenes TC al mismo nivel antes (izquierda) y después de la instrumentación (derecha)(Tasdemir y cols., 2005: 404)



Capacidad de centrado: $(a1-a2)/(b1-b2)$ o $(b1-b2)/(a1-a2)$ en que el menor valor se considera como numerador.

Calhoun y Montgomery (1988) calcularon la **razón promedio de centrado a través de la fórmula $X1-X2/Y$** en que X1 representa la máxima extensión de movimiento del conducto en una dirección, X2 el movimiento en la dirección opuesta e Y es el diámetro de la preparación final del conducto.

A menor valor, mejor centrada es la técnica de preparación en relación al conducto preinstrumentado. La razón de centrado se aproxima a cero cuando X1 y X2 son más cercanos, el cero es una indicación de centrado perfecto y que no hay transportación. Una mayor razón de centrado significa que hubo una mayor transportación del conducto.

Ocupan este método, Bergmans y cols. (2001) que también calcula el desplazamiento del centro del conducto, Leseberg y Montgomery, (1991); Song y cols., (2004); Kuhn y cols., (1997); Roig-Cayón y cols., (1994); Bergmans y cols., (2003); Yang y cols., (2007); Al-Sudani y Al-Shahrani, (2006).

Ver FIGURA N° 23 (Al-Sudani y Al-Shahrani, 2006, p1200).

Deplazes y cols., (2001) adaptan una **fórmula para compensar los diferentes diámetros de los instrumentos finales utilizados en los diferentes grupos de comparación con respecto al desplazamiento del centro del conducto.** Las diferencias en el tamaño de las limas apicales maestras entre los grupos manuales y rotatorios respectivamente, no permite una comparación directa entre el desplazamiento del centro del conducto. Del mismo modo, las secciones transversales de los conductos en los grupos no pueden compararse directamente. Los diámetros de las limas maestras apicales y todos los instrumentos usados luego para el step-back fueron estandarizados para que los desplazamientos de los centros de conducto y las diferencias en las áreas de sección transversal del conducto entre los diferentes grupos pudieran ser comparadas directamente. Esto se hizo expresando los resultados en porcentajes (Portenier y cols., 1998) y utilizando la siguiente fórmula para el desplazamiento del centro del conducto después de la preparación y a lo largo de los ejes X e Y:

(Desplazamiento del centro del conducto (mm.) en el eje X x 100 / diámetro del instrumento declarado por el fabricante (mm.)) - 100

(Desplazamiento del centro del conducto (mm.) en el eje Y x 100 / diámetro del instrumento declarado por el fabricante (mm.)) - 100.

Los aumentos en la sección transversal de las áreas de los conductos después de la preparación, a distancias particulares de los ápices de la raíz, se compararon para los grupos expresando los cambios en los porcentajes utilizando la siguiente fórmula:

$(\text{Área del conducto después del tratamiento (mm}^2) \times 100 / \text{área del instrumento declarada por el fabricante (mm}^2)) - 100$.

De esta manera, las áreas de las secciones transversales de las limas apicales maestras manuales y rotatorias y los instrumentos para el posterior step-back de los grupos fueron estandarizados al 100%.

El grado de desplazamiento, expresado en porcentaje, por lo tanto, representa la capacidad del instrumento de seguir centrado en el conducto en relación con el diámetro de la sección transversal del instrumento a ese nivel. Del mismo modo, el aumento en el área de la sección transversal (%) del conducto después de la preparación es en relación con la sección transversal de la lima utilizada a ese nivel. Los resultados de los grupos se pueden comparar directamente porque los puntajes son independientes de los tamaños de los instrumentos utilizados.

Ponti y cols. (2002) calcularon la capacidad de centrado en el conducto como la **distancia del desplazamiento de los centros de los conductos** superponiendo las fotografías de pre y postinstrumentación.

Chan y Cheung, (1996); Short y cols., (1997); Hartmann y cols., (2007); Weiger y cols., (2003); Leonardi y cols., (2005); Gluskin y cols., (2001) ocupan este mismo método pero para calcular la transportación.

- CANTIDAD DE DENTINA REMOVIDA:

Lim y Stock (1987) midieron en las secciones transversales el grosor mínimo de la pared del conducto midiendo **la menor distancia desde el contorno del conducto a la periferia mesial y distal** usando un micrómetro a través de un microscopio portátil.

Ocupan este método McCann y cols., (1990a); Chan y Cheung, (1996) y Cheung y Cheung, (2008).

FIGURA N°41 Diagrama de las cuatro distancias medidas para cada sección radicular (Lim y Stock, 1987: 34).

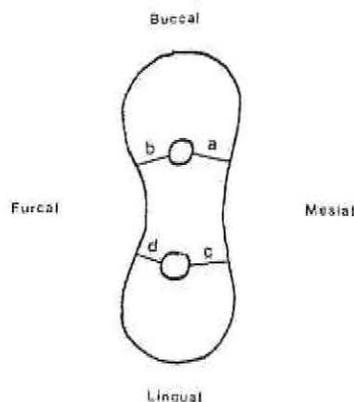
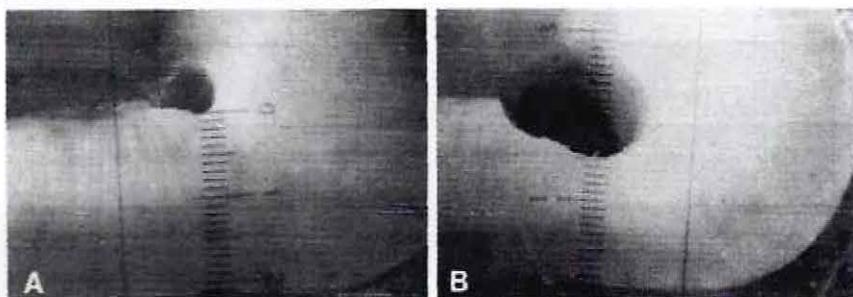


FIGURA N°42 Sección horizontal representativa de la raíz a nivel de la furca (magnificación original x12)(McCam y cols., 1990a: 110).



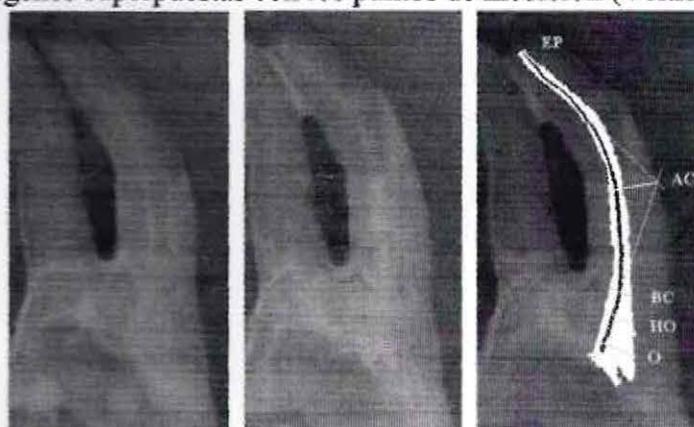
A, Preinstrumentación. La distancia desde el conducto a la periferia es de 2,1 mm. B, Postinstrumentación. La distancia desde el conducto a la periferia es de 1,5 mm.

Calberson y cols. (2002) describen un método para medir la remoción de dentina **en cinco puntos de referencia** establecidos en cada eje medio del conducto:

- Punto 1: orificio del conducto (O).
- Punto 2: punto intermedio entre el inicio de la curva y el orificio (HO).
- Punto 3: punto donde el conducto se desvía del eje mayor en su porción coronal y se denomina inicio de la curva (BC).
- Punto 4: punto donde el eje mayor de la porción coronal y apical del conducto se intersectan y se denomina ápice de la curva (AC).
- Punto 5: punto donde termina la preparación (EP).

Ocupan este método Veltri y cols., (2005).

FIGURA N°43 Imágenes superpuestas con los puntos de medición (Veltri y cols., 2005: 613).



De izquierda a derecha: el rayos X pre y postinstrumentación y la imagen superpuesta con los puntos de medición (O, orificio; HO, orificio a mitad de camino, BC, principio de la curva; AC, ápice de la curva; EP, fin de la preparación).

Calhoun y Montgomery, (1988) calculan la cantidad de dentina removida como el **área de sección transversal del conducto postinstrumentación** (mm²). Campos y del Río, (1990); Rhodes y cols., (2000); Glosson y cols., (1995); Leseberg y Montgomery, (1991); Bertrand y cols., (2001); Kuhn y cols.,(1997); Song y cols., (2004); Chan y Cheung (1996); Leonardi y cols., (2005), calculan la cantidad de dentina removida **restando el área del conducto radicular sin instrumentar del área del conducto instrumentado** a diferentes secciones transversales de la raíz (coronal, medio y apical).

Gambill y cols., (1996); Bergmans y cols., (2002, 2003) calcularon el volumen de dentina removida restando el **volumen del conducto sin instrumentar** del volumen del conducto instrumentado a través de TC y TMC respectivamente.

Barthel y cols. (1999) calcularon la cantidad de dentina removida en mm^2 para cada segmento y para el conducto completo (sectores cóncavos y convexos de la curva). Debido a que cada segmento y cada conducto tenían su medida individual, el área de dentina perdida fue calculada por segmento, lo que resultó en un **Índice de Dentina Removida (IDR)** en mm.

Weiger y cols. (2003) calculan el **porcentaje del contorno del conducto preparado** a través de la siguiente fórmula: longitud del contorno del conducto preparado / longitud del contorno del conducto original.

Imura y cols. (2001) calcularon la cantidad de dentina removida en la dirección bucolingual calculando la **mayor distancia entre la periferia del conducto postinstrumentado** y la correspondiente periferia del conducto preinstrumentado. Calhoun y Montgomery, (1988); Glosson y cols., (1995); Song y cols., (2004); Kuhn y cols., (1997); Roig-Cayón y cols., (1994); Yang y cols., (2007); Al-Sudani y Al-Shahrani (2006); Leseberg y Montgomery (1991). Bergmans y cols., (2002, 2003) ocupan este mismo método pero para calcular la **transportación**.

- **FORMA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTO:**

Loushine y cols. (1989) propusieron una clasificación de las secciones transversales postoperativas del conducto como redondeadas, ovales o irregulares usando fotografías de referencia.

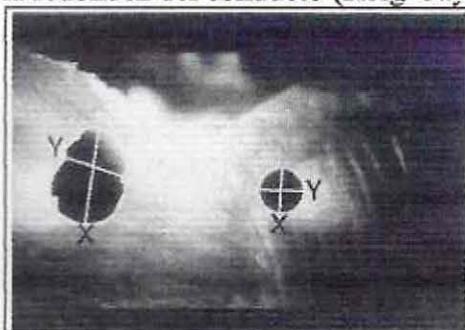
Bertrand y cols. (2001) utilizaron la fórmula del factor de forma: $Sh = (4\pi) \times (A/P^2)$, donde A = área superficial del objeto y P = perímetro del objeto.

Sea cual sea el objeto, el factor de forma se encuentra entre 0 (una línea recta) y 1 (un círculo perfecto). Cuanto más se acerca a uno, el objeto es más redondo.

El cambio en el factor de la forma del conducto lo calcularon como $Sh_{post} - Sh_{pre}$.

Roig-Cayón y cols. (1994) determinan la redondez del conducto radicular dividiendo el eje mayor transversal del conducto por el eje menor transversal del conducto. Vessey (1969) ocupa este mismo método pero para determinar el grado de desviación del conducto.

FIGURA N°44 Medición de la redondez del conducto (Roig-Cayón y cols., 1994: 497).



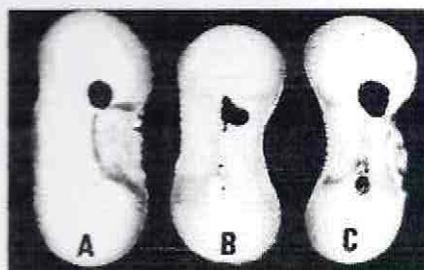
La medición de la redondez del conducto de la raíz después de la instrumentación fue determinado dividiendo los ejes mayores por los ejes menores.

Gilles y cols. (1990) determinan la redondez del conducto en base a la diferencia entre el eje mayor transversal del conducto y el eje menor transversal del conducto.

Goldberg y Araujo (1997) clasifican la transportación del área coronal según la forma de la sección transversal del conducto. El transporte en la zona media se clasifica de acuerdo a la siguiente escala:

- 1: falta de transporte (forma redondeada de la preparación del conducto y centrada en la raíz).
- 2: transporte moderado (forma oval de la preparación del conducto y ligeramente lateralizada en la estructura radicular).
- 3: transporte severo (forma irregular del conducto, perforación con stripping o perforación de las paredes del conducto).

FIGURA N°45 Transportación en la zona media del conducto radicular (Goldberg y Araujo, 1997: 266).



A, sin transportación; B, transportación moderada y C, transportación severa.

- **LIMPIEZA DEL CONDUCTO** (remoción de detritus y de barro dentinario):

Hülsmann y cols. (2005) señalaron que para la evaluación de la limpieza del conducto radicular en el mayoría de los estudios se han evaluado dos parámetros: el detritus y el barro dentinario. Los detritus pueden ser definidos como los chips de dentina, restos de tejido y partículas escasamente adheridas a la pared del conducto de la raíz. Otros criterios pueden ser la reducción de las bacterias y la supresión o presencia de tejidos, que son más difíciles de evaluar, pero más relevantes clínicamente.

El barro dentinario ha sido definido por el Glosario de Terminología Contemporánea para Endodoncia (American Association of Endodontists, 1999) como una película superficial de detritus retenida en la dentina u otras superficies después de la instrumentación ya sea rotatoria o con cualquiera de los instrumentos endodónticas; se compone de partículas de dentina, restos de tejido pulpar vital o necrótico, componentes bacterianos e irrigantes mantenidos.

Existen evaluaciones descriptivas y en base a puntajes para la limpieza del conducto. Se han descrito diferentes escalas de puntaje que van desde tres hasta siete puntuaciones.

- **TIEMPO DE TRABAJO:**

Es necesario definir claramente el tiempo de trabajo ya que Versumer y cols. (2002) señalaron que el tiempo total para la preparación de los conductos puede ser claramente diferente entre los estudios, ya que depende si se incluyeron el tiempo para cambiar de instrumento, para ajustar el tope de goma y para la irrigación.

- **MANTENCIÓN O PÉRDIDA DE LA LONGITUD DE TRABAJO:**

Los estudios que calculan la pérdida de la longitud de trabajo lo hacen restando la longitud preinstrumentación de la longitud postinstrumentación (longitud pre – longitud post). Dichos estudios son los de: Schäfer y Lohmann, (2002); Schäfer y Schlingemann, (2003); Schäfer y Vlassis, (2004); Veltri y cols., (2004); Veltri y cols., (2005); Iqbal y cols., (2004); Davis y cols., (2002); Yang y cols., (2007); Liu y cols., (2006).

- **BLOQUEO APICAL:**

Hülsmann y cols. (2005) definieron que el bloqueo apical del conducto se produce como resultado del empaque de tejidos o detritus, lo que resulta en una pérdida de la longitud de trabajo y de la permeabilidad del conducto de la raíz.

- **ERRORES DE PROCEDIMIENTO:**

CODO: Hülsmann y cols. (2005) señalaron que la creación de un "codo" se asocia con el zipping y describe una región estrecha del conducto de la raíz en el punto de máxima curvatura, como resultado de la ampliación irregular que se produce coronalmente a lo largo de la parte interna y apicalmente a lo largo de la parte externa de la curva.

HOMBRO O ESCALON: Hülsmann y cols. (2005) señalaron que los escalones del conducto de la raíz pueden producirse como resultado de la preparación con instrumentos inflexibles con una punta de corte inflexible y aguda, especialmente cuando se utiliza con un movimiento de rotación. El escalón se encuentra en la parte exterior de la curvatura como una plataforma, que puede ser difícil de sobrepasar, ya que con frecuencia se asocia con el bloqueo de la parte apical del conducto radicular.

PERFORACION RADICULAR: Hülsmann y cols. (2005) señalaron que las perforaciones del conducto de la raíz pueden producirse como resultado de la preparación con instrumentos inflexibles con una punta de corte aguda cuando se utilizan con movimientos de rotación.

PERFORACION EN TIRA (STRIP): Hülsmann y cols. (2005) señalaron que las perforaciones en tira son el resultado de un exceso de preparación y de rectificación a lo largo de la parte interna de la curvatura del conducto radicular.

OBJETIVOS

La presente Tesis plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

1. Analizar la metodología usada en los estudios de comparación de técnicas e instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares en base a una revisión sistemática de la literatura.

Objetivos específicos:

1. Describir los métodos usados en los estudios de comparación de técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares.
2. Evidenciar las diferencias encontradas en la forma de evaluar los mismos parámetros de comparación entre los diferentes estudios analizados.
3. Realizar una revisión sistemática basada en el Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, adaptándolo a estudios realizados principalmente in vitro.
4. Analizar los aspectos metodológicos de los estudios seleccionados para conocer sus fortalezas y debilidades metodológicas, evidenciando su falta de estandarización.
5. Evaluar la cantidad y calidad de la información científica entregada por los artículos seleccionados.
6. Plantear recomendaciones en cuanto a la información metodológica necesaria para diseñar estudios de comparación de técnicas e instrumentos utilizados en la preparación de los conductos radiculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio corresponde a una revisión sistemática cualitativa ya que, de acuerdo con Higgins y Green (2008), las revisiones sistemáticas de intervenciones requieren una búsqueda minuciosa, objetiva y reproducible de una variedad de fuentes para identificar la mayor cantidad de estudios pertinentes como sea posible (dentro de los límites de los recursos). Este es un factor importante para distinguir las revisiones sistemáticas de las revisiones narrativas tradicionales, lo que ayuda a minimizar el sesgo y por lo tanto, ayuda a lograr estimaciones fiables de los efectos.

El diseño de esta revisión sistemática se basó en el Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (Higgins y Green, 2008).

El universo corresponde a la base de datos electrónica Medline, sobre la cual se confeccionó una estrategia de búsqueda. En cuanto a la muestra, se realizó una búsqueda en base a palabras claves en Medline que consideró sólo artículos publicados y no a la literatura gris. Se trabajó con el universo de artículos disponibles que cumplieron con los criterios de inclusión.

La unidad de estudio fueron los artículos científicos con diseño analítico experimental y cuasi experimental.

Las variables encontradas en este tipo de estudios comparativos de técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares, se pueden clasificar en pre y postoperatorias, las que principalmente son de tipo cuantitativo o numérico y se detallan a continuación con sus respectivas unidades de medida:

- Variables preoperatorias: diámetro del conducto (mm.), longitud del conducto (mm.), dureza de la dentina (Knoop), tamaño de la constricción apical (mm.), grado de la curva (grados), radio de la curva (mm.), ubicación de la curva, experiencia del operador, simulación de condiciones clínicas, técnica de irrigación, técnica de instrumentación.
- Variables postoperatorias: transportación (mm. y valor absoluto), remoción de dentina o grosor de la pared del conducto remanente (mm., mm² y mm³), capacidad de centrado del instrumento (mm. y valor absoluto), tiempo de instrumentación (seg.), forma de la sección transversal del conducto (circular, oval, irregular), rectificación del conducto (grados), limpieza del conducto evaluada como remoción de detritus y de barro dentinario (tabla de 3 a 7 puntos), mantención de la longitud de trabajo (mm.), bloqueo apical (mm.), cantidad de instrumentos fracturados (n°), cantidad de errores (codo, escalón, zip, stripping, perforación radicular), detritus extruido apicalmente (mg.) y reducción en la cantidad de microorganismos (n°).

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN:

1. **Definición de la pregunta u objetivo de investigación**: se utilizó la Técnica PICO (problema o participante, intervención o tratamiento, comparación con alternativas de tratamiento, outcome o resultado)(Sackett y cols., 1997):

a) **Problema**: Como objetivo: analizar las metodologías usadas para realizar estudios de comparación de técnicas o instrumentos utilizados en la preparación de los conductos radiculares. Como problema: la falta de metodologías o diseños uniformes para realizar estudios de comparación de técnicas o instrumentos utilizados en la preparación de conductos radiculares, impide la comparación entre estudios y les resta evidencia científica.

Participantes: estudios que comparan técnicas e instrumentos utilizados en la preparación de los conductos radiculares

b) **Intervención**: análisis de las metodologías usadas para comparar las técnicas e instrumentos para la preparación del conducto radicular.

c) **Comparación**: de los estudios o metodologías que comparan técnicas e instrumentos para la preparación del conducto radicular.

d) **Outcome (resultado)**: entregar un análisis detallado de las metodologías que han sido utilizadas para comparar técnicas e instrumentos utilizados en la preparación del conducto radicular.

2. **Determinación de los criterios de inclusión y exclusión**:

a) **Criterios de inclusión**:

- Presentar al menos dos grupos de estudio.
- Entregar el grado de curvatura de los conductos.
- Estudios en dientes definitivos.
- Tamaño de la muestra mínimo de 10 conductos por grupo.

- Estudios en dientes humanos.
- Estudios in vitro e in vivo.

b) Criterios de exclusión:

- Un solo grupo de estudio.
- No entregar grado de curvatura de los conductos.
- Estudios en dientes temporales.
- Menos de 10 conductos por grupo.
- Estudios en conductos simulados.

Se siguió la recomendación de los autores Higgins y Green (2008) en cuanto a poner a prueba los criterios de elegibilidad en una muestra de los estudios (por ejemplo, diez a doce documentos, incluidos aquellos que se consideran definitivamente elegibles, definitivamente no elegibles y dudosos). La prueba piloto se utilizó para afinar y aclarar los criterios de elegibilidad, capacitar a las personas que los aplicarán y asegurar que los criterios puedan ser aplicados consistentemente por más de una persona.

Fundamentos para la selección de los criterios de exclusión:

- Estudios con un solo grupo de estudio: se eliminaron los estudios con un solo grupo de estudio ya que al ser un solo grupo, no se realiza una comparación con otra técnica u otro tipo de instrumento.
- Estudios que no entregan el grado de curvatura de los conductos: se eliminaron los estudios que no entregan el grado de curvatura debido a que es una de las principales variables preoperatorias a considerar y a que afecta a la mayoría de los resultados de la instrumentación. Además, el no entregar el grado de curva no permite reproducir el estudio. Se aceptaron estudios que entregaran al menos el grado de curvatura promedio o el grado de curvatura máximo o mínimo.
- Estudios en dientes temporales: se eliminaron los estudios en dientes temporales ya que la revisión se centró en dientes definitivos.
- Estudios con tamaño de muestra menor a 10 conductos por grupo: se eliminaron éstos estudios debido a que un menor tamaño de muestra puede llevar a resultados que no sean válidos (Runyon, 1974). Otros fundamentos son que no existe información en los artículos de instrumentación acerca de la forma de calcular el tamaño de la muestra, a que se considera una cantidad razonable desde el punto de vista clínico y a que en algunos artículos se hace referencia a que una limitación del estudio fue el reducido número de conductos por grupo, incluso teniendo por sobre 10 conductos por grupo.
- Estudios en conductos simulados: se eliminaron los estudios en conductos simulados debido a la siguiente evidencia científica:

Las desventajas de los modelos de acrílico son que la curva se analiza en un solo plano (Cunningham y Senia, 1992; Powell y Simon 1986), el conducto no está orientado en el contexto anatómico de la raíz del diente (Powell y Simon, 1986; Berutti, 1993; Weiger y cols., 2003), el calor friccional generado por los instrumentos rotatorios es suficiente para derretir algunas resinas (Rhodes y cols., 1999, Kum y cols., 2000) y que la dureza del acrílico es diferente a la de la dentina (Weine y cols., 1975; Calhoun y Montgomery, 1988; Weiger y cols., 2003).

Además, la extrapolación de resultados desde modelos de conductos radiculares a conductos reales debe ser realizada con precaución (Thompson y Dummer, 1997a-b-c; Weiger y cols., 2003).

Las características al cortar un material dependen mayoritariamente de su dureza y compresibilidad (Lindhe, 1964), esto cobra vital importancia al demostrar que la dureza de la dentina es diferente a la de los bloques de acrílico. La resina colada de los conductos simulados demostró ser más compresible que la dentina radicular (Lim y Webber, 1985b). El mínimo de fuerza ejercido por una lima K 25 que rayó la superficie de la resina colada transparente fue de 90 gr. y una fuerza de 190 gr. aproximadamente se requirió para rayar la dentina (Lim y Webber, 1985b).

Kazemi y cols. (1996) detectaron que la forma de la parte activa de las limas de NiTi eran alteradas cuando se usaban en bloques plásticos, lo que no era visto con su uso en la dentina. La ventaja es que la forma del conducto radicular podía ser grabada antes y después de la instrumentación.

Existe evidencia de que los restos de resina tienden a bloquear el conducto radicular simulado antes que los chips de dentina, en dientes naturales (Weine y cols., 1975; Lim y Webber, 1985b).

Bertrand y cols. (2001) señalaron que debido a su forma perfectamente redondeada y su composición de resina, los conductos simulados no tienden a reproducir la estructura o dureza de la dentina, por lo que no son consistentes con la realidad clínica.

Los conductos radiculares simulados permiten una estandarización óptima del diámetro y curva del conducto radicular (Dummer y cols., 1998) pero no permiten una evaluación de su limpieza. Los dientes extraídos están más cercanos a la realidad clínica en términos de la dureza de la dentina, variaciones tridimensionales de la curva del conducto e irregularidades del sistema de conductos, pero no permiten estandarizar ni la longitud ni la curva del conducto radicular (Hülsmann y cols., 1999).

El uso de bloques plásticos permite la visualización de los instrumentos trabajando adentro del conducto, pero fallan en duplicar las intrincancias o complejidades del sistema de conductos radiculares (Campos y Del Rio, 1990).

Strittmatter EJ. en Baumgartner y cols., (1992) señaló que la naturaleza del plástico de los bloques artificiales contribuye a la formación de escalones y dificulta la instrumentación.

Martin H. en Baumgartner y cols., (1992) señaló que los conductos artificiales en acrílico desaceleran las vibraciones ultrasónicas así como se ablanda el acrílico, lo que puede atascar la lima o diamante endosónico, mientras que la dentina intraconducto no lo haría.

Wildev WL. en Baumgartner y cols., (1992) señaló que el plástico de los bloques artificiales se ablandó por la fricción de los instrumentos Canal Master rotatorios, lo que no entrega al dentista la sensación de resistencia al encontrar una curva. Otro problema con los bloques plásticos es la dificultad de remover los chips de plástico del conducto, lo que causa un atascamiento o enpantanamiento del instrumento. Esto no ocurre fácilmente en la dentina. El atascamiento del instrumento podría resultar en un enroscamiento en vez de cortar plástico.

Sabala CL. en Baumgartner y cols., (1992) señaló que es evidente que al usar la técnica de fuerzas balanceadas, los bloques de plástico se instrumentan diferentemente a los dientes. La principal diferencia es que si las fresas Gates-Glidden se usan vigorosamente, el plástico se empieza a deformar y puede forzar la instrumentación. Los detritus también pueden ser más que un problema en los bloques plásticos. Si el detritus se acumula o bloquea el conducto en los bloques plásticos, la transportación de la porción apical ocurre más rápido que en un diente.

Guelzow y cols. (2005) señalaron que debido a las deficiencias de los bloques de resina acrílica (dureza, comportamiento de abrasión), el uso de dientes naturales tiene una ventaja a la hora de evaluar las nuevas técnicas de preparación e instrumentos de endodoncia.

Kum y cols. (2000) declararon que el material de resina no es ideal para probar los instrumentos rotatorios, ya que no se corta de la misma manera que la dentina. Muchos instrumentos rotatorios no tienen bordes afilados de corte y eliminan la dentina por una acción de desgaste. El efecto de desgaste en las resinas es desconocido, pero el calor generado puede a veces ablandar el material de resina y afectar negativamente la fiabilidad del sistema experimental.

Baumann y Roth (1999) señalaron que el utilizar instrumentos rotatorios en bloques de resina puede dar lugar a un ajuste forzado de las láminas de corte y a una fractura de los instrumentos.

Nagy y cols. (1997a) señalaron que los estudios usando bloques de plástico con una sola curvatura llevó a grandes mejoras en los instrumentos y métodos para la configuración del conducto radicular. Sin embargo, solamente considerando las tres dimensiones de las curvaturas del conducto, los instrumentos y técnicas pueden ser justamente evaluados y comparados. Los autores están de acuerdo con Cunningham y Senia (1992), quienes señalaron que, debido a la naturaleza tri dimensional de las curvaturas del conducto, los instrumentos y técnicas sólo pueden ser evaluados y comparados equitativamente utilizando dientes humanos.

Kaptan y cols. (2005) señalaron que la razón principal para la elección de dientes humanos es el hecho de que simulan mejor las situaciones clínicas que los bloques de acrílico.

Hülsmann y cols. (2005) señalaron que diversas investigaciones sobre la capacidad de configuración de los instrumentos y técnicas para la preparación del conducto radicular se han realizado utilizando conductos radiculares simulados en bloques de resina. La utilización de conductos radiculares simulados de resina permite la estandarización del grado, la ubicación y el radio de la curvatura del conducto en tres dimensiones, así como la dureza del "tejido" y la amplitud de los conductos radiculares. Las técnicas de superposición de los contornos pre y postoperatorio del conducto radicular pueden ser fácilmente aplicadas a estos modelos, lo que

facilita la medición de las desviaciones en cualquier punto de los conductos radiculares usando medidas basadas en computadores o substracción de radiografías. Este modelo garantiza un alto grado de reproducibilidad y la estandarización del diseño experimental. Sin embargo, se ha expresado cierta preocupación en cuanto a las diferencias en la dureza de la dentina y de la resina. La microdureza de la dentina se ha medido entre 35-40 Kg/mm² cerca del espacio pulpar, mientras que la dureza de los materiales de resina utilizados para la simulación de conductos se calcula que están entre 20 y 22 Kg/mm² dependiendo del material utilizado (Eldeeb y Boraas, 1985; Spyropoulos y cols., 1987; Miserendino y cols., 1988). Para la eliminación de dentina natural, la fuerza que tenía que ser aplicada es el doble que para la resina (Lim y Webber, 1985b). Además, se ha criticado que el tamaño de los chips de resina natural y los de dentina no son idénticos, lo que da lugar a frecuentes bloqueos del espacio del conducto radicular apical y dificulta la eliminación de detritus en los conductos de resina (Weine y cols., 1976; Lim y Webber, 1985b). En consecuencia, los datos sobre el tiempo de trabajo y seguridad en el trabajo de los estudios que utilizan los bloques de resina no pueden ser transferibles a la situación clínica.

3. **Diseño de una estrategia de búsqueda:** en base a palabras claves se realizó una búsqueda en la base de datos electrónica MEDLINE. El motor de búsqueda Entrez PubMed creó automáticamente la estrategia de búsqueda para la base de datos MEDLINE.

Se siguió la estrategia de búsqueda recomendada por el Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (Higgins y Green, 2008). La estrategia de búsqueda se detalla en el ANEXO N°1.

La estrategia de búsqueda no incluyó tesis, actas o reportes de congresos ni búsquedas en Internet (literatura gris). De acuerdo a Higgins y Green (2008), la literatura gris corresponde a la literatura que no es publicada formalmente en fuentes tales como libros o artículos de revistas científicas.

En cuanto a la restricción de lenguaje, sólo se analizaron artículos en el idioma inglés ya que Moher y cols. (2000) demostraron que los meta-análisis con restricción o inclusión de idiomas no difieren con respecto a la estimación del beneficio de una intervención o tratamiento.

Las palabras clave propuestas fueron: root canal, cleaning, debridement, enlargement, enlarging, instrumentation, preparation, preparing, shaping, centering, transportation, file, instrument, method, system, technique, compar*.

Se usó el truncado compar* que equivale a comparison, comparative, compared. Esto además permite aumentar la precisión de la búsqueda.

No se usaron las abreviaciones para la búsqueda en PubMed ni tampoco se utilizaron límites de búsqueda porque no fue necesario restringir la búsqueda.

La búsqueda incluyó una combinación de Medical Subject Headings (MeSH) y palabras de texto para aumentar la precisión y sensibilidad de la estrategia de búsqueda. Las palabras de texto para la búsqueda se identificaron revisando los títulos de búsquedas preliminares.

No se realizó la búsqueda en el "MeSH Database" porque no hay términos MeSH para todos los términos de la búsqueda y por lo tanto la búsqueda entregaba demasiados artículos irrelevantes.

No se utilizó la herramienta “explode” del MeSH Database porque no fue necesario incorporar términos MeSH más específicos automáticamente en la búsqueda.

No se realizó la búsqueda en las bases de datos Cochrane ni Central por estar orientadas principalmente a ensayos clínicos y no a estudios in vitro.

No se encontraron estrategias de búsqueda previas para estos tipos de estudios que sirvieran como modelo.

La búsqueda en MEDLINE fue realizada en PubMed el 19 de Diciembre de 2008 para los años de publicación 1966-2008 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>).

4. Análisis de la pertinencia de los artículos: dos revisores independientes evaluaron la pertinencia de cada artículo leyendo su título y abstract para determinar si estaban relacionados con el objetivo de investigación, o no eran relevantes para el tema en estudio (Edwards y cols., 2002). En caso de no existir acuerdo, se sometió a discusión entre los revisores. En los artículos en los que no había suficiente información en el título o abstract, se obtuvo el texto completo.

5. Aplicación de los criterios de inclusión y exclusión a los artículos identificados: esta etapa fue realizada por dos revisores para obtener una mejor confiabilidad de los resultados utilizando una forma predeterminada para resolver potenciales desacuerdos entre los revisores en cuanto a la inclusión o exclusión de un artículo (Bader, 2004). En caso de no existir acuerdo, se sometió a discusión entre los revisores. Se registraron las razones de exclusión de cada estudio.

6. Búsqueda bibliográfica adicional para complementar los artículos: se realizó una búsqueda bibliográfica adicional con el objeto de agregar más artículos a la lista maestra que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión para así poder analizar una mayor cantidad de artículos. Se evaluaron artículos provenientes de las siguientes fuentes:

- Artículos que aparecieron en las referencias bibliográficas de todos los artículos seleccionados por la estrategia de búsqueda (búsqueda hacia atrás o relacionada).
- Artículos listados en “JOE Online Study Guide” relacionados con la preparación de los conductos (The Editorial Board of the Journal of Endodontics, 2008).
- Bibliografía de los artículos que describen por primera vez las diferentes técnicas de instrumentación manuales (Stewart, 1955; Ingle, 1961; Clem, 1969; Weine y cols., 1970; Mullaney, 1979; Abou-rass y cols., 1980; Morgan y Montgomery 1984; Goerig y cols., 1982; Fava, 1983; Roane y cols., 1985; Lim y Webber, 1985; Buchanan, 1989; Wildey y Senia, 1989; Backman y cols., 1992; Saunders y Sunders, 1992; Torabinejad, 1994; Siqueira y cols., 2002).
- Bibliografía de los estudios que usaron por primera vez los diferentes métodos de

comparación de técnicas o instrumentos para la preparación del conducto radicular (Gutiérrez y García, 1968; Vessey, 1969; Schneider, 1971; Davis y cols., 1972; Abou-Rass y Jastrab, 1982; Mizrahi y cols., 1975; Weine y cols., 1975; Vande Visse y Brilliant, 1975; Martin y Cunningham, 1982; Walton, 1976; Littman, 1977; Robertson y Leeb, 1980; Bramante y cols., 1987; Hülsmann y cols., 1999; Kuttler y cols., 2001; Southard y cols., 1987; Mayo y cols., 1986; Berutti, 1993; Nielsen y cols., 1995; Gambill y cols., 1996; Er y cols., 2005).

- Bibliografía de las revisiones narrativas y sistemáticas accesibles acerca de la instrumentación o preparación de los conductos radiculares a Diciembre de 2008 (Peters, 2004; Gulabivala y cols., 2005; Tepel y Schäfer, 1997; Pedrazzi y cols., 2008; Hülsmann y cols., 2005; Schäfer, 1997; Mounce, 2004; Young y cols., 2007; Baugh y Wallace, 2005).

- Bibliografía de todos los meta-análisis disponibles en Endodoncia a Diciembre de 2008 (Sathorn y cols., 2007; Schaeffer y cols., 2005; Shahravan y cols., 2007; Sathorn y cols., 2005; Sutherland y Matthews, 2003; Peng y cols., 2007a; Peng y cols., 2007b; Peng y cols., 2006; Tsisis y cols., 2008; Ng y cols., 2008a; Ng y cols., 2008b; Ng y cols., 2007; Miyashita y cols., 2007; Figini y cols., 2008; Kojima y cols., 2004; Del Fabbro y cols., 2007; Sathorn y cols., 2008).

- Bibliografía de los capítulos de instrumentación de textos de Endodoncia (Cohen y cols., 2006; Ingle y Bakland, 2002; Castellucci, 2004).

7. **Determinación de los criterios de validez.** Los criterios de validez corresponden a elementos básicos de diseño de un estudio y se determinó que debían cumplir con el requisito de ser aplicables a todos los estudios, quedando un total de 36 criterios:

- Hipótesis.
- Número y tipo de dientes.
- Número total de conductos.
- Número de grupos.
- Número de conductos por grupo.
- Grado de curvatura de la muestra.
- Criterios o requisitos de selección de la muestra.
- Método de cálculo del tamaño de la muestra.
- Técnica de medición de la curva.
- Especificaciones de la técnica radiográfica.
- Método de homogenización para distribuir los grados de curvas por grupos.
- Radio de la curva.
- Diámetro o área o volumen previo del conducto.

- Cálculo de la longitud de trabajo.
- Sección de las coronas de los dientes.
- Sección de las raíces no evaluadas.
- Uso de fantoma, maniquí o similar.
- Uso de aislamiento absoluto.
- Detalle de la técnica de preparación.
- Preensanchamiento.
- Precurvado de limas.
- Recapitulación.
- Tipo, diámetro y taper apical final de los instrumentos.
- Información de la irrigación (cantidad y porcentaje de la sustancia, diámetro de la aguja, uso de quelantes).
- Número de conductos por instrumento.
- Número y experiencia de los operadores.
- Parámetros a evaluar.
- Técnica, definición y forma de medición de cada parámetro.
- Número de evaluadores y si es ciego.
- Test de confiabilidad intra o interevaluadores.
- Calibración de los operadores.
- Calibración de los evaluadores.
- Test estadístico y finalidad.
- Nivel de significancia.
- Tipos de gráficos para mostrar resultados.
- Cantidad y causa de conductos eliminados del estudio.

No se utilizaron los siguientes criterios de validez por no ser aplicables a todos los estudios:

- Nivel o altura de las secciones radiculares transversales.
- Cumplimiento de las instrucciones del autor de la técnica de preparación manual.

- Cumplimiento de las instrucciones del fabricante de los instrumentos NiTi rotatorios.
- Información del motor, pieza de mano, torque y rpm utilizados.
- Información del ultrasonido (modelo, cps., tiempo e irrigante).
- Magnificación y objetivo del uso del microscopio.
- Software para comparación de imágenes.
- Resolución del tomógrafo.
- Software del tomógrafo para analizar imágenes.
- Tipo de escáner tomográfico.
- Información del láser (energía, longitud de onda).
- Información de los controles in vivo.
- Escala usada para evaluar resultado del tratamiento in vivo.

8. **Extracción de los datos de los artículos seleccionados.** Los datos se tabularon manualmente en una tabla Excel en la que cada fila correspondió a los artículos que superaron los criterios de inclusión y en cada columna se registraron los criterios de validez definidos para el análisis. De acuerdo con lo propuesto Higgins y Green (2008), las tablas incluyen las opciones “no reportado” o “poco claro” en conjunto con las respuestas “sí” o “no”. Además, existieron las opciones “incompleto” y “no corresponde”. El formato de la tabla de extracción de datos fue probada en varios artículos y se modificó según necesidad, antes de usarla.

Las informaciones poco claras o incompletas fueron consideradas como “con información”, ya que el objetivo de esta primera fase era evaluar la cantidad y no la calidad de la información entregada.

Dos lectores independientes que desconocían el nombre de los autores, de su institución y la revista de publicación analizaron los criterios de validez.

El formato de la Tabla de extracción de datos se encuentra en el ANEXO N°2.

9. **Evaluación de la cantidad de información.** Una vez completadas las tablas que resumieron los datos que eran comparables entre los diferentes estudios (homogéneos), se procedió a efectuar un análisis en base a porcentajes y promedios de cada uno de los criterios de validez utilizando el software Statgraphics Plus 5.1 para Windows (Statpoint Technologies, Virginia, E.E.U.U.).

10. **Evaluación de la calidad de información.** A los artículos seleccionados se les aplicó además una escala de evaluación asignando diferentes puntajes según la calidad de la

información entregada. Se le asignó puntaje a los diferentes criterios de validez con excepción de los siguientes cinco criterios:

- Se descartó el número total de conductos y el número de grupos por ser más útil asignarle puntaje al número de conductos por grupo.
- No se asignó puntaje al grado de curvatura de la muestra porque el grado de curva no se relaciona con la calidad del estudio.
- No se asignó puntaje a los “parámetros a evaluar” y a la “técnica, definición y forma de medición de cada parámetro” debido a que no hay una evaluación objetiva de qué parámetros o técnicas de análisis serían de mejor calidad.

En el ANEXO N°3 se detalla la pauta de evaluación de calidad.

11. **Interpretación de la evidencia para responder la pregunta de investigación.** Se analizaron las fortalezas y debilidades de los estudios seleccionados, su falta de estandarización y las posibles aplicaciones e implicancias clínicas.

RESULTADOS

En total fueron analizadas, dentro del Marco Teórico, las definiciones y las formas de evaluación de los parámetros de comparación de 136 artículos. Esto evidenció que un mismo parámetro de comparación, por ejemplo, la transportación, es evaluada de variadas formas y con unidades de medida diferentes, incluso se utiliza una misma forma de evaluarla para definir y calcular otros parámetros de comparación.

Se encontró que existen 14 métodos y 9 parámetros de comparación de técnicas de instrumentación de los conductos radiculares.

En la siguiente Tabla se detalla el número de formas diferentes de evaluar los parámetros de comparación encontrados en los diferentes artículos.

TABLA I: Formas diferentes de evaluar los parámetros de comparación.

Parámetros de comparación	Formas de evaluación
Transportación del conducto	16
Remoción de dentina	7
Limpieza del conducto	6
Forma del conducto	5
Rectificación del conducto	4
Centrado del instrumento	4
Tiempo de trabajo	3

La estrategia de búsqueda dio como resultado 107 artículos, de los cuales se eliminaron sólo cinco artículos por no estar escritos en el idioma inglés.

Además, se eliminó el artículo de Wei y cols. (2002) por presentar sólo el resumen en inglés y el texto en chino.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE PERTINENCIA DE LOS ARTÍCULOS:

Se eliminaron los siguientes tres artículos por no ser pertinentes con el objetivo de la presente investigación.

The influence of root conducto shape on the sealing ability of two root canal sealers.

Juhász A, Verdes E, Tokés L, Kóbor A, Dobó-Nagy C.

Int Endod J. 2006 Apr;39(4):282-6.

Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research.

Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J.

J Endod. 1995 Nov;21(11):561-8.

Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files.

Camps JJ, Pertot WJ.

Int Endod J. 1995 Sep;28(5):239-43.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Se eliminaron 44 artículos por haberse efectuado en conductos simulados.

Se eliminaron tres artículos por poseer un solo grupo de estudio.

Se eliminaron 11 artículos por no informar el grado de curvatura de la muestra (ni promedio, ni máximo, ni mínimo).

Se eliminó un artículo por realizarse en piezas temporales.

Se eliminaron dos artículos por poseer menos de 10 unidades muestrales por grupo de estudio.

- Se eliminaron los siguientes artículos por haberse efectuado en conductos simulados:

Tu y cols., 2008; Giovannone y cols., 2008; Zhang y cols., 2008; Aydin y cols., 2008; Sonntag y cols., 2007; Iqbal y cols., 2007; Merrett y cols., 2006; Yang y cols., 2006; Loizides y cols., 2006; Perez y cols., 2005; Yoshimine y cols., 2005; Ayar y Love, 2004; Schäfer y Florek, 2003; Schäfer y Lohmann, 2002a; Hata y cols., 2002; Garip y Günday, 2001; Schäfer, 2001; Park, 2001; Szep y cols., 2001; Fariniuk y cols., 2001; Bryant y cols., 1999; Lam y cols., 1999; Bryant y cols., 1998; Thompson y Dummer, 1998b; Elliott y cols., 1998; Thompson y Dummer, 1998a; Svec y Wang, 1998a; Dummer y cols., 1998; Svec y Wang, 1998b; Thompson y Dummer, 1997b; Thompson y Dummer, 1997c; Coleman y Svec, 1997; Al-Omari y cols., 1997; Schäfer, 1996; Zmener y Banegas, 1996; Tharuni y cols., 1996; Briseno y cols., 1996; Pertot y cols., 1995; Camps y cols., 1994; Dummer y cols., 1993; Shankar y cols., 1993; Al-Omari y cols., 1992b; Fogarty y Montgomery, 1991; Briseno y Sonnabend, 1991

- Se eliminaron los siguientes artículos por poseer un solo grupo de estudio:

Hübscher y cols., 2003; Peters y cols., 2003a; Poulsen y cols., 1995.

- Se eliminaron los siguientes artículos por no informar el grado de curvatura de la muestra:

Iqbal y cols., 2004; Kfir y cols., 2004; Iqbal y cols., 2003; Kfir y cols., 2003; Peters y cols., 2001b; Goldberg y Massone, 2002; Gluskin y cols., 2001; Peters y cols., 2001a; Namazikhah y cols., 2000; Rhodes y cols. 2000; Kataia y cols., 1995.

- Se eliminó el siguiente artículo por realizarse en piezas temporales:

Canoglu y cols., 2006.

- Se eliminaron los siguientes artículos por poseer menos de 10 unidades muestrales por grupo de estudio:

Peters y cols., 2001a; Portenier y cols., 1998.

RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA ADICIONAL PARA COMPLEMENTAR ARTÍCULOS

Luego de analizar en forma individual cada uno de los 232 artículos provenientes de las diferentes fuentes bibliográficas detalladas en el punto nº6 de la sección Materiales y Métodos para complementar los artículos provenientes de la estrategia de búsqueda, se verificó si éstos artículos cumplían o no con los criterios de inclusión y exclusión.

Finalmente se agregaron 47 artículos que también cumplieron con los requisitos de inclusión y exclusión a la lista maestra de 37 artículos provenientes de la estrategia de búsqueda.

ARTÍCULOS SELECCIONADOS.

La información de los 84 artículos seleccionados ya sea por la estrategia de búsqueda (37 artículos) y por la búsqueda bibliográfica adicional (47 artículos) se indica en el ANEXO N°4. El diagrama de flujo para la selección de artículos se muestra en el ANEXO N°6.

Al realizar el análisis de los 84 artículos seleccionados según la revista en que fueron publicados, destacan el Journal of Endodontics con un 58% de los artículos y en segundo lugar el Internacional Endodontic Journal con un 35% de los artículos, las que en conjunto completan el 93% del total de artículos (ANEXO N°4).

En la siguiente Tabla se detallan los porcentajes de los artículos en los que no se entregó información acerca de los criterios de validez que se definieron como básicos (aplicables a todos los estudios).

TABLA II: Porcentaje y cantidad de artículos en que no existe información acerca de los criterios de validez.

CRITERIOS DE VALIDEZ	%	n
Cálculo del tamaño de la muestra	100	84
Calibración de los operadores	100	84
Hipótesis	98	82
Calibración de los evaluadores	95	80
Test confiabilidad intra-inter evaluadores	93	78
Diámetro, área o volumen previo del conducto	89	75
Uso de fantoma, maniquí o similar	89	75
Radio de la curva	87	73
Aislamiento absoluto	86	72
Experiencia de los operadores	86	72
Test estadístico para evaluar distribución homogénea de los grados de curva	85	71
Especificaciones de la técnica radiográfica	81	68
Uso de quelantes	71	60
Recapitulación	71	60
Precurvado	70	59
Cantidad y causa de conductos eliminados	67	56
Gráficos para resultados	65	55
Calibre de la aguja de irrigación	64	54
Técnica ciego del operador	61	50
Distribución al azar del grado de curva por grupos	51	43
Nº de evaluadores	50	42
Preensanche	49	41
Sección de las raíces no evaluadas	48	40
Sección de las coronas	45	38
Nº de operadores	39	33
Nº de conductos por lima	31	26
Distribución homogénea de la curva por grupos	30	25
Nivel de significancia (p)	18	15
Detalle de la técnica de instrumentación	15	13
Finalidad del test estadístico	13	11
Técnica de medición de la curva	11	9
Tipo de diente	7	6
Irrigación (ml. Y %)	6	5
Requisitos de la muestra	6	5
Cálculo de la longitud de trabajo	5	4
Tipo, # y taper apical final	2	2
Test estadístico	0	0

Cabe destacar dos criterios en los que ningún artículo seleccionado entrega información: el método de cálculo del tamaño de la muestra y acerca de la calibración de los operadores.

Los resultados anteriores también dan cuenta de la falta de estandarización en el diseño de los estudios comparativos de técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares.

En la siguiente Tabla se entrega un resumen de los criterios de validez de los artículos

seleccionados sobre los cuales se pudo calcular el promedio y la mediana, con el objeto de entregar un dato objetivo acerca de estos criterios.

TABLA III: Resumen de los criterios de validez numéricos.

CRITERIO DE VALIDEZ	Promedio	Mediana	Valor mínimo	Valor máximo
N° de grupos	3,3	3,0	2*	10
N° de conductos por grupo	23,2	20	10*	97
N° de conductos por lima	3,4	2	1	10
N° de operadores	1,2	1	1	3
N° de evaluadores	1,6	1	1	5

*: valores mínimos fijados como criterios de inclusión.

Destaca el valor máximo de 97 conductos por grupo que correspondió al único estudio realizado in vivo (Schäfer y cols., 2004). El análisis de estos resultados será detallado en la sección "Discusión".

Debido a la gran cantidad de artículos seleccionados (84) y a la cantidad de criterios de validez (36), no es posible informar en tablas los resultados de los criterios de validez no numéricos, los que serán detallados como parte de la Discusión.

PUNTAJES SEGÚN LA EVALUACIÓN DE LA CANTIDAD DE INFORMACIÓN.

Se evaluó en primer lugar la cantidad de información ya que es útil para poder reproducir el diseño de los estudios y además analizar si es posible comparar el estudio con otros similares.

De los 36 criterios de validez evaluados en los 84 artículos analizados, se entregó información en un 60% del total de criterios y no se entregó información en el otro 40% de los criterios.

El artículo de Luiten y cols. (1995) fue el que entregó mayor cantidad de información independiente de la calidad, haciéndolo en 26 de los 36 criterios de validez, lo que equivale a un 72% de los criterios. Este artículo se ubicó a través de la estrategia de búsqueda.

Si se toma en cuenta que sólo se evaluó si la información era o no entregada, independiente de la calidad, un 72% podría ser considerado un porcentaje bajo. En este artículo no se entregó información en aspectos tan importantes tales como: la forma de calcular el tamaño de la muestra, el radio de la curva, el diámetro previo del conducto, si se usó maniquí o fantoma, si se realizó aislamiento absoluto, el número de evaluadores, si se realizó un test de confiabilidad intra o inter evaluadores, si se realizó calibración de los operadores y si se realizó calibración de los evaluadores.

Los otros seis artículos que entregaron la mayor cantidad de información fueron: Hartmann y cols., (2007); Liu y cols., (2006); Weiger y cols., (2003); Ehrlich y cols., (1989); Haidet y cols., (1989); Backman y cols., (1992); Jodway y Hulsmann, (2006) informando en 25 de los 36 criterios de validez (69% de los criterios).

De los ocho artículos que entregaron la mayor cantidad de información, tres artículos correspondieron a la búsqueda bibliográfica adicional (Haidet y cols., 1989; Backman y cols.,

1992; Jodway y Hulsmann, 2006).

El artículo que entregó la menor cantidad de información fue el artículo de Jungmann y cols., (1975), haciéndolo en 14 de los 36 criterios de validez, lo que equivale a un 39% de los criterios. Este artículo correspondió a la búsqueda bibliográfica adicional.

PUNTAJES SEGÚN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN.

De los 31 criterios de calidad evaluados en los 84 artículos seleccionados, el artículo de Schafer y Schlingemann (2003), fue el que obtuvo la mayor cantidad de puntaje con respecto a la calidad de la información, obteniendo 29 puntos de un máximo de 45, lo que equivale a un 64% del máximo. Este artículo correspondió a la búsqueda bibliográfica adicional.

Estos datos dan cuenta de que el artículo mejor evaluado en cuanto a su calidad metodológica, se encuentra muy lejano del puntaje máximo.

Le siguen en orden decreciente de puntaje: ElAyouti y cols., (2008) con 27 puntos (60% del máximo) y Liu y cols., (2006) con 26 puntos (58% del máximo).

El artículo que obtuvo el menor puntaje fue el de Jungmann y cols., (1975) obteniendo 11 puntos de un máximo de 45, lo que equivale a un 24% del máximo. Este artículo fue a la vez el que obtuvo el menor puntaje en cuanto a cantidad.

Este último dato demuestra que el haber cumplido con los criterios de inclusión no implica obtener una buena evaluación en cuanto a calidad.

El artículo que obtuvo el primer lugar en cuanto a la cantidad de información (Luiten y cols., 1995), obtuvo el noveno lugar en cuanto a la calidad de la información.

El artículo que obtuvo el primer lugar en cuanto a la calidad de información (Schafer y Schlingemann, 2003), obtuvo el noveno lugar en cuanto a la cantidad de la información.

En la siguiente Tabla se detallan los puntajes obtenidos por los diferentes artículos en cuanto a la cantidad y a la calidad de la información.

TABLA IV: Puntajes de los artículos según la cantidad y la calidad de la información.

	Artículos seleccionados	Puntaje de cantidad	% del máximo de cantidad	Puntaje de calidad	% del máximo de calidad
1	López y cols., 2008	24	67	20	44
2	Loizides y cols., 2007	20	56	18	40
3	Hartmann y cols., 2007	25	69	25	56
4	Matwychuk y cols., 2007	19	53	18	40
5	Yang y cols., 2007	24	67	25	56
6	Javaheri y Javaheri, 2007	17	47	14	31
7	Liu y cols., 2006	25	69	26	58
8	Al-Sudani y Al-Shahrani, 2006	18	50	14	31
9	Uyanik y cols., 2006	16	44	12	27
10	Leonardi y cols., 2005	20	56	15	33

11	Kaptan y cols., 2005	17	47	18	40
12	Tasdemir y cols., 2005	22	61	16	36
13	Song y cols., 2004	23	64	20	44
14	Weiger y cols., 2003	25	69	25	56
15	Bergmans y cols., 2003	23	64	22	49
16	Bergmans y cols., 2002	23	64	19	42
17	Ponti y cols., 2002	21	58	18	40
18	Bertrand y cols., 2001	21	58	21	47
19	Kosa y cols., 1999	22	61	20	44
20	Shadid y cols., 1998	22	61	18	40
21	Lopes y cols., 1998	18	50	14	31
22	Goldberg y Araujo, 1997	19	53	16	36
23	Kuhn y cols., 1997	21	58	18	40
24	Short y cols., 1997	24	67	20	44
25	Chan y Cheung, 1996	20	56	16	36
26	Gambill y cols., 1996	23	64	20	44
27	Glosson y cols., 1995	21	58	17	38
28	Luiten y cols., 1995	26	72	24	53
29	Roig-Cayón y cols., 1994	21	58	20	44
30	Parris y cols., 1994	22	61	21	47
31	Zmener y Marrero, 1992	24	67	23	51
32	Swindle y cols., 1991	22	61	21	47
33	Leseberg y Montgomery, 1991	24	67	19	42
34	Gilles y del Rio, 1990	17	47	14	31
35	Campos y del Rio, 1990	18	50	15	33
36	Sepic y cols., 1989	22	61	18	40
37	Ehrlich y cols., 1989	25	69	19	42
38	Schafer y Zapke, 2000	22	61	21	47
39	Schafer y Lohmann, 2002	23	64	24	53
40	Schafer y Schlingemann, 2003	24	67	29	64
41	Schafer y Vlassis, 2004	23	64	25	56
42	Schafer y cols., 2004	24	67	24	53
43	Schafer y cols., 2006	22	61	25	56
44	Veltri y cols., 2004	20	56	17	38
45	Veltri y cols., 2005	19	53	18	40
46	Guelsow y cols., 2005	23	64	24	53
47	Calhoun y Montgomery, 1988	19	53	14	31
48	Haikel y Allemann, 1988	21	58	21	47
49	Bolanos y cols., 1988	19	53	17	38
50	Morgan y Montgomery, 1984	23	64	20	44
51	Al-Omari y Dummer, 1995	24	67	22	49
52	Esposito y Cunningham, 1995	18	50	14	31
53	Imura y cols., 2001	23	64	20	44
54	Coleman y cols., 1996	20	56	16	36
55	Goodman y cols., 1985	19	53	17	38
56	Reynolds y cols., 1987	21	58	19	42
57	Lev y cols., 1987	22	61	21	47
58	Haidet y cols., 1989	25	69	24	53
59	Lim y Webber, 1985a	23	64	15	33
60	Fairbourn y cols., 1987	22	61	19	42
61	Davis y cols., 2002	23	64	17	38

62	Mahrán y AboEl-Fotouh, 2008	20	56	16	36
63	Garala y cols., 2003	23	64	23	51
64	Saunders y Saunders, 1992	22	61	19	42
65	Saunders y Saunders, 1994	19	53	17	38
66	Backman y cols., 1992	25	69	23	51
67	Nagy y cols., 1997a	20	56	17	38
68	Nagy y cols., 1997b	21	58	18	40
69	Hulsmann y Stryga, 1993	16	44	12	27
70	Hulsmann y cols., 2001	23	64	20	44
71	Versumer y cols., 2002	23	64	23	51
72	Rodig y cols., 2002	23	64	21	47
73	Hulsmann y cols., 2003a	23	64	23	51
74	Hulsmann y cols., 2003b	23	64	23	51
75	Paque y cols., 2005a	23	64	23	51
76	Jodway y Hulsmann, 2006	25	69	22	49
77	Rodig y cols., 2007	23	64	23	51
78	ElAyouti y cols., 2008	22	61	27	60
79	Kustarci y cols., 2008	19	53	16	36
80	Jungmann y cols., 1975	14	39	11	24
81	Walton, 1976	21	58	18	40
82	Southard y cols., 1987	22	61	19	42
83	Barthel y cols., 1999	18	50	13	29
84	Lim y Stock, 1987	17	47	17	38

Nota: Artículos seleccionados por la estrategia de búsqueda: n° 1 al 37.

Artículos seleccionados por la búsqueda bibliográfica adicional: n° 38 al 84.

Del 50% de los artículos mejor evaluados en cuanto a cantidad, un 48% correspondió a los encontrados por la estrategia de búsqueda y un 52% a la búsqueda adicional. Del 50% de los artículos mejor evaluados en cuanto a calidad, un 40% correspondió a la estrategia de búsqueda y un 60% a la búsqueda adicional.

Finalmente se evaluó si existía una relación entre el año de publicación y la calidad de la información, encontrándose que no existía relación (R^2 : 0,0919). Es decir, el hecho que un artículo sea más reciente no significa que posea mayor calidad, lo que quizás podría haber sido esperable debido al auge y al desarrollo de la Medicina y Odontología basada en la evidencia.

DISCUSIÓN

Cabe señalar que se tuvo acceso al texto completo de la totalidad (universo) de los artículos seleccionados tanto por la estrategia de búsqueda (37 artículos), como por la búsqueda bibliográfica adicional (47 artículos).

ANÁLISIS DE LOS ARTÍCULOS SELECCIONADOS. FORTALEZAS Y DEBILIDADES.

Los artículos evaluados en esta revisión, comparan técnicas o instrumentos para la preparación del conducto radicular y corresponden a estudios analíticos experimentales y cuasi experimentales comparativos desarrollados casi exclusivamente *in vitro*. Éstos estudios al ser la mayoría *in vitro*, poseen un bajo nivel de evidencia en la escala jerárquica. En este sentido, Higgins y Green (2008) señalaron que los lineamientos actuales para una revisión sistemática, dictan que el objeto de una revisión es incluir todos los ensayos clínicos al azar y cuando estos ensayos no son apropiados o no hay disponibles, deben ser considerados otros niveles de evidencia en la revisión.

- Aspectos relacionados con la hipótesis.

Un 98% de los artículos no explicitan la hipótesis. Los únicos 2 artículos que señalan una hipótesis son los de Swindle y cols., (1991) y Sepic y cols., (1989).

Es fundamental que la hipótesis nula y la alternativa sean reportadas claramente, aunque varios autores fallan en hacerlo. Su reporte claro no solo ayudará a los lectores, sino probablemente también reducirá la frecuencia de abuso de los valores P (Bailar y Mosteller, 1988).

- Aspectos relacionados con la ejecución *in vitro* o *in vivo*.

La mayoría de los artículos fueron realizados *in vitro* (96%).

Sólo dos artículos realizaron la etapa de instrumentación *in vivo* y la de análisis, *in vitro*; éstos fueron los de Haidet y cols., (1989) y Walton (1976).

El único artículo realizado completamente *in vivo* (instrumentación y análisis) fue el de Schäfer y cols. (2004), en el cual no realizaron la extracción de las piezas para efectuar las evaluaciones.

La baja cantidad de investigaciones *in vivo* se explicaría por el hecho de que es más fácil y más objetivo para el investigador el evaluar los resultados de la instrumentación en dientes extraídos, además los ensayos clínicos exigen un diseño metodológico más estricto, mayor tiempo y mayor demanda de trabajo, son más difíciles de realizar, se necesita un seguimiento a largo plazo y la evaluación es más complicada.

Pedrazzi y cols. (2008) señalaron que su revisión acerca de la instrumentación ultrasónica y manual, ilustró la actual falta de ensayos controlados al azar publicados o en ejecución y que no existe disponibilidad de estudios con un alto nivel de evidencia basados en resultados clínicos relevantes, para evaluar la efectividad de la instrumentación ultrasónica usada sola o en conjunto con la instrumentación manual para el tratamiento del conducto radicular ortógrado. Además, señalaron que las futuras investigaciones deberían incluir más ensayos llevados a cabo *in vivo* con resultados que sean centrados en el paciente como los enumerados en los resultados principales de su revisión y más ensayos que sean robustos, bien diseñados y

reportados de acuerdo a lo declarado en el “Consolidated Standards of Reporting Trials” (CONSORT) (<http://www.consortstatement.org/>).

- Aspectos relacionados con la muestra.

Un 7% de los artículos no informa el tipo de dientes en que se realizó el estudio, lo que hace imposible su reproducción y no permite la comparación con otros estudios.

Los dientes más utilizados fueron los molares inferiores en 67 artículos (80%), los molares superiores en 26 artículos (31%), los premolares en 8 artículos (10%) y los dientes anteriores en 8 estudios (10%).

El promedio del número de grupos utilizados en los estudios fue de 3.3, la mediana fue de 3 y el valor máximo fue de 10 grupos (Schäfer y Zapke, 2000). Lo anterior considerando que el mínimo de grupos era de dos, lo que fue fijado como criterio de inclusión.

El promedio del número de conductos por grupo fue de 23.2, considerando que sólo se analizaron artículos que tuvieran sobre 10 conductos por grupo (criterio de inclusión). La mediana fue de 20 conductos por grupo y el máximo fue de 97 conductos por grupo que correspondió al único estudio realizado in vivo (Schäfer y cols., 2004).

Guelzow y cols. (2005) señalaron que las grandes variaciones que presentan la forma de los conductos y la dureza de la dentina se pueden superar con preparaciones y procedimientos de evaluación altamente estandarizados y con un número suficientemente elevado de especímenes al usar dientes naturales.

Un 6% de los estudios no informa los requisitos de selección o criterios de inclusión de la muestra, aspecto fundamental para la estandarización de la muestra y para la reproducción del estudio.

Llama la atención desde el punto de vista metodológico que ningún artículo informe la forma de calcular el tamaño de la muestra. Como se desconoce el error alfa y el error beta al que están sujetos los resultados, no es posible determinar la confianza ni la potencia de los resultados. Freiman y col. (1978) señalaron que es evidente que los lectores deben sospechar de aseveraciones poco profesionales acerca de la falta de efecto de una intervención o tratamiento, especialmente cuando un tamaño de muestra pequeña ha sido utilizada.

La técnica más utilizada para medir el grado de curvatura es la técnica de Schneider (83% de los artículos) o alguna de sus modificaciones, la que ha logrado mantenerse vigente desde el año 1971.

Un 11% de los estudios no informa la técnica de medición del grado de curva, lo que hace imposible su reproducción y no permite la comparación con otros estudios.

Casi un tercio de los estudios (30%) no explica cómo distribuyen homogéneamente los grados de curva entre cada grupo, por lo que no queda claro si lo realizaron o no, restándole validez metodológica y no permitiendo la comparación exacta con otros artículos.

En sólo un 15% de los artículos se realiza un test estadístico para evaluar la homogeneidad de distribución de los grados de curva por grupos. Dentro de los test utilizados se encuentran el Test-f, Test-t, Kruskal-Wallis, Anova, Test post hoc Student-Newman-Keuls y el Test Wilcoxon.

Solo un 13% de los artículos informa el radio de la curva, porcentaje que se considera muy bajo considerando que Backman y cols. (1992) señalaron que se ha postulado que en adición a la curva del conducto, la longitud del segmento del conducto sobre el cual ocurre una determinada curva puede ser un factor importante que afecte la capacidad de un instrumento

para negociar la curva. Lopes y cols., (1998) señalaron que en la preparación de los conductos curvos es importante observar el radio y no el ángulo de la curva ya que el ángulo no representa la verdadera curva del conducto. De acuerdo con Al-Omari y cols. (1992), la variación en la distancia entre el inicio de la curva y la terminación apical de la preparación puede inducir la ocurrencia de transportación apical con mayor influencia que la del grado de la curva. Pruett y cols. (1997) señalaron que dos conductos con un mismo ángulo de curvatura medido a través del método de Schneider podrían tener un diferente radio o brusquedad de la curva, lo que lleva a un impacto muy diferente en la dificultad de la instrumentación del conducto y en la fatiga del instrumento. Finalmente proponen que el radio de la curva deba ser considerado como una variable independiente en estudios que evalúen la instrumentación del conducto radicular. Técnicas más avanzadas de medición de la curva (Bone y Moule, 1986; Mayo y cols., 1986; Luiten y cols., 1995; Nagy y cols., 1995; Schäfer y cols., 2002) tienen por objeto determinar el grado y el radio, así como la longitud y la localización de la curva, ya que todos estos factores pueden influir en el tratamiento y resultado de la preparación.

Un gran porcentaje de los artículos no detalla las especificaciones de la técnica radiográfica (81%), considerando lo importante que resulta ésta información acerca de los kilovolts, miliamperes y segundos de exposición para la reproducción de los estudios. Al no estandarizar estos aspectos, se pueden obtener imágenes radiográficas de diferente calidad, lo que podría llevar a obtener resultados diferentes.

Solo un 11% de los artículos informan acerca del diámetro, área o volumen del conducto antes de la instrumentación, porcentaje que se considera muy bajo considerando que Nagy y cols., (1997b) y Peters y cols., (2001b) han sugerido que la geometría del conducto puede influenciar el desempeño de los instrumentos rotatorios en términos de los resultados de la configuración. Peters y cols., (2001b) señalaron que los análisis tridimensionales usando tomografía microcomputarizada mostraron que la transportación del conducto fue más pronunciada cuando se prepararon conductos curvos estrechos que con especímenes más amplios. Tucker y cols. (1997) señalaron que en general, el planeamiento de las paredes del conducto puede ser dictado más por la anatomía que por las diferencias en los métodos de instrumentación. La geometría preoperatoria del conducto ha demostrado tener una mayor influencia sobre el resultado de la preparación, en relación a las técnicas de preparación propiamente tal (Peters y cols., 2000; Peters y cols., 2001a; Peters y cols., 2003a; Paque y cols., 2005).

- Aspectos relacionados con el cálculo de la longitud de trabajo.

Un 8% de los estudios no informa la forma de calcular la longitud de trabajo o es poco clara, lo que no permite su reproducción.

La técnica más utilizada para calcular la longitud de trabajo es restando una cierta cantidad de mm. al ver la punta de la lima a través del foramen apical (61% de los artículos).

Un solo artículo utiliza un localizador de ápice electrónico para medir la longitud de trabajo (Kustarci y cols., 2008), lo que podría representar una tendencia a futuro.

- Aspectos relacionados con la simulación de las condiciones clínicas.

Un alto porcentaje de los artículos (44%) aplanan o cortan las coronas antes de la instrumentación y un 45% no informan si lo hacen o no. Según Vanni y cols. (2005) las

coronas deben mantenerse para simular lo más cercanamente posible, la práctica endodóntica clínica, en que la interferencia de la proyección de dentina cervical crea tensiones en las limas durante la instrumentación del conducto radicular. Gulabivala y cols. (2005) señalaron que la mayoría de los investigadores han utilizado dientes sin corona con acceso ilimitado, dando tal vez una falsa idea de la eficacia de la instrumentación.

Un 42% de los estudios seccionan las raíces no evaluadas antes de instrumentar y un 40% no informan si lo hacen o no, lo que también le restaría ajuste a la realidad clínica.

Sólo un 6% de los artículos aseguran el uso de fantoma, maniquí o similar, lo que considera muy bajo debido a que Weiger y cols. (2003) señalaron que un importante requisito para transferir los resultados de la preparación de los conductos radiculares a la práctica diaria es la simulación de las condiciones clínicas bajo las cuales el tratamiento del conducto es realizado. Además, señalaron que a la fecha de su estudio, sorprendentemente no habían estudios disponibles comparando instrumentos rotatorios bajo estas condiciones. Se espera que la situación clínica haga más difícil la instrumentación de los conductos. Walton (1976) señaló que cuando un diente se mantenía en la mano había diferencias en la manipulación de los instrumentos, lo que podía resultar en notables diferencias. Lim y Stock (1987) señalaron que el control de los instrumentos fue más fácil en su estudio *in vitro* de lo que habría sido *in vivo*, donde los problemas de una limitada apertura bucal podrían impedir una adecuada técnica de limado.

Un 89% de los artículos no informan si utilizan fantoma, maniquí o similar, considerando que 3 artículos realizan la instrumentación *in vivo*.

Los artículos que simulan las condiciones clínicas son: Weiger y cols., (2003); Gambill y cols., (1996); Zmener y Marrero (1992); Morgan y Montgomery (1984); ElAyouti y cols., (2008).

Con respecto al mismo tema, sólo un 14% de los artículos asegura el uso de aislamiento absoluto y un 86% no informa si lo hacen o no.

- Aspectos relacionados con la técnica de instrumentación.

Un 15% de los artículos no detallan la técnica de instrumentación y un 12% la entrega en forma incompleta, lo que se considera alto debido a que al ser estudios que comparan técnicas de instrumentación, se transforma en uno de los aspectos fundamentales para permitir su reproducción y comparación. Hülsmann y cols. (2005) señalaron que en muchos estudios, los protocolos de preparación han sido modificados por los investigadores y son evaluados en lugar del protocolo de preparación sugerido por el fabricante. Esto podría resultar en el uso inadecuado de los instrumentos y de las técnicas y conducir a resultados y conclusiones erróneas.

Un 49% de los artículos no informa si hicieron preensanchamiento del tercio coronal o apical. Esta información es importante ya que de acuerdo a Montgomery (1985), el preensanche con fresas Gates-Glidden podría reducir la magnitud de la transportación apical y distorsionar así, la comparación con estudios que no la realicen. El ensanche coronal previo otorga un acceso en línea recta y permite un mayor control durante la preparación del tercio medio y apical (Lim y Webber, 1985a; Abou-Rass y Jastrab, 1982; Leeb 1983). Según Swindle y cols., (1991) y Fairbourn y cols., (1987), el acceso radicular temprano reduce la posibilidad de accidentes operatorios tales como empaque de detritus, formación de escalones, rectificación de la porción apical del conducto, perforación radicular y fractura de instrumentos causada

por el enganche de la lima en la dentina. Tan y Messer (2002) reportaron que el diámetro apical probó ser al menos un tamaño mayor de lima una vez realizado el preensanche. Contreras y cols. (2001) reportaron que el tamaño apical de la lima fue dos tamaños mayores luego del preensanche con fresas Gates-Glidden.

Un 70% de los artículos no informa si precurvaron o no las limas ya sea para explorar, instrumentar o recapitular. Esta información es importante ya que de acuerdo a Weine y cols., (1970), el precurvado de las limas disminuye la formación de escalones.

Un 71% de los artículos no informa si realizaron recapitulación. Esta información es importante ya que según Schilder (1974), la recapitulación mejora el diseño, suavidad, conicidad y regularidad de la preparación, evitando el taponamiento del conducto.

Un 11% de los artículos entregan una información poco clara acerca del tipo, diámetro y taper apical final de los instrumentos o no utilizan un diámetro final único para todos los grupos, mientras que un 2% de los artículos no entregan ésta información, con lo que se hace imposible reproducir el estudio. Al no utilizar un diámetro final único para todos los grupos, se distorsiona la comparación entre los diferentes grupos.

Un 31% de los artículos no entrega información acerca del número de conductos en que ocupó cada instrumento, lo que puede producir grandes diferencias al menos, en cuanto a la cantidad de instrumentos fracturados al comparar los estudios y además, la falta de este dato no permite su reproducción exacta.

Un 4% de los artículos señalaron que descartan los instrumentos al observarlos deformados, incluyendo dos artículos que utilizan sistemas rotatorios NiTi en la comparación (Bertrand y cols., 2001; Davis y cols., 2002).

Pruett y cols. (1997) señalaron que la fractura de limas NiTi puede ocurrir sin signos visibles de deformación permanente previa, aparentemente dentro del límite elástico del instrumento. Por lo tanto, la inspección visual no es un método confiable para la evaluación de instrumentos NiTi usados, lo que fue confirmado por Zuolo y Walton (1997).

El promedio de conductos en que se utilizó cada instrumento fue de 3.4 conductos, incluyendo estudios que utilizaron instrumentos de acero y de NiTi. La mediana fue de dos conductos, existiendo 6 artículos con el valor máximo equivalente a 10 conductos por instrumento. Éstos últimos 6 artículos compararon instrumentos NiTi rotatorios. En este sentido, Wolcott y Himel (1997) señalaron que el impredecible punto de fractura llevan a deshacerse de las limas NiTi luego de 2 o 3 usos aún cuando aparenten estar en buen estado. Gulabivala y cols., (2005) señalaron que el número de usos de las limas antes de descartarlas es un factor que puede influir en la cantidad de barro dentinario.

- Aspectos relacionados con la técnica de irrigación.

Un 6% de los artículos no entrega nada información sobre la irrigación utilizada (sustancia de irrigación, concentración, cantidad), lo que impide su reproducción. Además un 64% de los artículos no informa el calibre de la aguja de irrigación y un 71% no informa si ocuparon o no quelantes, lo que afecta la evaluación de los parámetros estudiados. Ram (1977), utilizando líquidos radiopacos, indicó que la penetración apical de los irrigantes era sólo 1 mm. más allá de la punta de la aguja y que la penetración del irrigante en el sistema de conductos radiculares instrumentados era función del diámetro de la aguja de irrigación en relación al tamaño de la preparación.

El artículo de Coleman y cols. (1996), fue el único que no utilizó irrigación basándose en que la combinación de la recapitulación con limas pequeñas, la limpieza de los espacios de la lima y las ranuras que actúan como reservorio para los detritus, permitían que los conductos fueran instrumentados sin irrigantes.

La sustancia de irrigación más utilizada es el hipoclorito de sodio, ésta fue usada en un 80% de los artículos. Haikel y cols., (1998) y Busslinger y cols., (1998) señalaron que las propiedades mecánicas del NiTi no eran alteradas en presencia de hipoclorito de sodio. El quelante más utilizado es el EDTA.

- Información acerca de los operadores.

Lo más común fue que existiera un solo operador para preparar los conductos (52% de los artículos). Esto concuerda con lo señalado por Uzun y cols. (2007), acerca de que un operador puede realizar todas las preparaciones como un esfuerzo para lograr la estandarización. En un 7% de los artículos se ocupan 2 operadores y en un 1% se ocupan 3 operadores.

Un 40% de los artículos no entrega información acerca del número de operadores, lo que limita la reproducción del estudio, su confiabilidad y validez.

El promedio del número de operadores fue de 1,2 operadores por estudio, la mediana fue de 1 operador y el valor máximo fue de 3 operadores (ElAyouti y cols., 2008).

Un 86% de los artículos no informa acerca de la experiencia de los operadores. Esta información es necesaria ya que los estudios de Hülsmann y cols., (2001), Versumer y col (2002) y Kapalas y Lambrianidis (2000) señalaron que la experiencia del operador afecta los resultados de la instrumentación. Uzun y cols. (2007) analizaron estudios que demostraron que cuando los factores tales como la geometría del conducto, la secuencia de los instrumentos y la velocidad de rotación eran constantes, la capacidad del operador, su conocimiento y experiencia eran los factores importantes en los procedimientos de instrumentación. Briseno y cols. (1993) señalaron que el estrés bajo el cual un operador trabaja varía de un momento a otro, y la destreza y la fatiga pueden afectar a las fuerzas aplicadas al instrumento y a las paredes del conducto, resultando en consecuencia, en diferentes formas del conducto preparado.

Ningún artículo informa acerca de la calibración de los operadores, lo que les resta calidad desde el punto de vista metodológico.

- Parámetros de comparación según frecuencia de uso.

A continuación se entrega el detalle de los parámetros de comparación analizados en los diferentes estudios ordenados de mayor a menor porcentaje del total de artículos:

1. transportación (asimetría o desviación): 55%.
2. presencia de errores o aberraciones (codo, escalón, perforación, fractura de instrumentos, zip, bloqueo del conducto, pérdida de la longitud de trabajo): 42%.
3. cantidad de dentina removida o remanente: 35%.
4. tiempo de trabajo: 33%.
5. limpieza (barro y/o detritus): 27%.
6. forma final o redondez del conducto: 25%.
7. rectificación del conducto: 21%.
8. capacidad de centrado: 17%.
9. extrusión de detritus apical: 4%.

- Métodos de comparación según frecuencia de uso.

En cuanto a los métodos de comparación, a continuación se ordenan de mayor a menor uso en relación al porcentaje del total de artículos:

1. a través de radiografías: 42%.
2. sistemas de muflas: 37%.
3. microscopio electrónico de barrido: 19%.
4. microscopio no de barrido: 14%.
5. tomografía computarizada y microcomputarizada: 10%.
6. modelos de silicona: 5%.
7. cantidad de detritus extruído: 2%.
8. clareamiento químico del diente: 2%.
9. cantidad de bacterias extruídas: 1%.

- Aspectos relacionados con los evaluadores.

Un 50% de los artículos no informa el número de evaluadores, lo que limita la reproducción del estudio, su confiabilidad y validez.

El promedio del número de evaluadores para los estudios fue de 1,6 evaluadores por estudio. La mediana fue de 1 evaluador y el valor máximo fue de 5 evaluadores en el estudio de Morgan y Montgomery (1984).

La gran mayoría de los estudios (93%) no informa si ocuparon algún test para evaluar la confiabilidad intra o inter evaluadores. Debido a esto, no es posible verificar la confiabilidad de las evaluaciones. Goldman y cols. (1972) demostraron una baja confiabilidad en el proceso de interpretación de radiografías periapicales. Brynolf (1971) reportó un nivel de acuerdo intra observador entre el 72 y el 87% al evaluar varios parámetros radiográficos.

La confiabilidad de la interpretación de radiografías dentales puede ser afectada por la educación, el entrenamiento y la experiencia de los observadores, la calidad de las radiografías, el ambiente de visualización y el conocimiento del examinador sobre la materia (Valachovic y cols., 1986, Rohlin y cols., 1991; Stheeman y cols., 1995).

Los únicos 6 artículos (7% del total) que utilizan un test de confiabilidad intra o inter evaluadores son los de Liu y cols., 2006; Gambill y cols., 1996; Glosson y cols., 1995; Bolanos y cols., 1988; Morgan y Montgomery, 1984; Nagy y cols., 1997b).

Los test utilizados fueron: test Kappa, Test-t, Test alfa, Test alfa con coeficiente de Cronback`s, Coeficiente de Cohen`s.

A su vez un alto porcentaje de los artículos (95%) no explica la calibración que tuvieron los evaluadores, lo que les resta calidad desde el punto de vista metodológico a más del 90% de los artículos en este aspecto. Al no explicar la calibración de los evaluadores, no es posible sustentar la reproducibilidad de las evaluaciones. Gulabivala y cols. (2005) señalaron por ejemplo que, dada la naturaleza subjetiva de la puntuación de las escalas de limpieza (detritus y barro), se deben realizar pruebas de reproducibilidad.

Los softwares utilizados para comparar y evaluar imágenes en los artículos seleccionados son: Adobe Photoshop, Autocad, NIH Image software, Image Pro Plus, Vixwin, Sigma Scan, Cue-2 Image Analysis System, Java, Microdraw, Scion Image, Sidexis, SMZ-10, Kompira y AxioVision LE.

- Información acerca de los tests estadísticos.

Un 2% de los artículos no utiliza test estadístico (Jungmann y cols., 1975; Lim y Webber, 1985a).

Un 13% de los artículos no informa el objetivo del uso del test, lo que impide reproducir o verificar el análisis ya que se desconoce para qué parámetro fue utilizado cada test. Tampoco es posible verificar si el test fue bien utilizado o si fue utilizado para comparar entre grupos o para comparar antes o después de la instrumentación. Mantener la especificación del método estadístico cercano al punto de su aplicación en el artículo llevará algunas veces a más opiniones acerca del test escogido y a una mejor discusión del por qué un método en particular fue usado en una forma particular (Bailar y Mosteller, 1988).

Un 18% de los artículos no informa el nivel de significancia (valor P), lo que limita la interpretación de los resultados al desconocer el valor en el que se está rechazando la hipótesis nula.

El valor P más utilizado es $P < 0.05$ con 35 usos (42% de los artículos).

Los valores exactos de P deben ser reportados cuando sea posible en vez de " $P < 0.05$ " o "P no significativo" para que los lectores puedan comparar los valores calculados de P con su propia elección de valores críticos. Además, otros investigadores pueden necesitar los valores exactos de P si es que van a combinar resultados de varios estudios por separado (Bailar y Mosteller, 1988).

En muestras independientes, la información acerca de los promedios, de la desviación estándar y del tamaño de la muestra pueden ser convertidas a un test de significancia y éste a un valor P. Desde el valor P por sí solo, dicha información no se puede reconstruir, por lo tanto se pierde información importante cuando se reporta solamente el valor P (Simon, 1986; Rothman, 1986).

El test estadístico más utilizado es el Anova con 39 usos (46% de los artículos), seguido del Test t con 24 usos (29%) y del Test Mann-Whitney U con 15 usos (18%).

Es necesario señalar que se constató el uso incorrecto del test Anova al efectuar comparaciones entre 2 grupos y el uso incorrecto del Test t al efectuar en forma exclusiva, comparaciones entre 3 o más grupos.

- Aspectos relacionados con los gráficos presentados para mostrar los resultados.

Sólo un 35% de los artículos utilizan gráficos para mostrar los resultados, lo que resulta aconsejable para mostrar los resultados de manera sencilla.

Los gráficos más utilizados para mostrar resultados son los de columnas con 13 usos (15% de los artículos), seguido por el gráfico de caja y bigote con 7 usos (8%) y por el gráfico de cotizaciones con 5 usos (6%).

- Aspectos relacionados con el riesgo de sesgo (validez metodológica) de los artículos.

Un 49% de los artículos informa que realiza la distribución del grado de curvatura por grupos al azar, lo que se considera ideal y por lo tanto, en el otro 51% se estaría aumentando el riesgo de sesgo (predisposición).

Un 60% no informa si el evaluador ocupa la técnica ciego, aspecto fundamental para disminuir el riesgo de sesgo. Lo ideal es que el evaluador sea diferente al operador y que el evaluador no sepa qué tratamiento, en este caso qué técnica o instrumento se utilizó. Gulabivala y cols. (2005) señalaron que el cegamiento de las observaciones son a menudo pasadas por alto, esto aumenta la parcialidad o predisposición de los estudios.

Un 67% de los artículos no explica si eliminaron casos de la muestra durante el desarrollo de la investigación, lo que no permite saber si lo hicieron o no, impidiendo su reproducción y aumentando el riesgo de sesgo. Las pérdidas luego de la distribución al azar puede introducir un sesgo si se calculan los efectos relativos del tratamiento (DerSimonian y cols., 1982). Si algunas unidades de la muestra son omitidas, el número reducido de las muestras debe ser reajustado con el número esperado por los lectores (Bailar y Mosteller, 1988).

Es necesario tener en consideración que el riesgo de sesgo es inversamente proporcional a la calidad o validez metodológica de los estudios.

- Autores más citados con artículos seleccionados.

El autor que aparece con más artículos dentro de los 84 artículos seleccionados y que por ende, cumplieron todos los criterios de inclusión y exclusión es Michael Hülsmann con nueve artículos (Hülsmann y Stryga, 1993; Hülsmann y cols., 2001; Versumer y cols., 2002; Rödiger y cols., 2002; Hülsmann y cols., 2003a; Hülsmann y cols., 2003b; Paque y cols., 2005; Jodway y Hülsmann, 2006; Rödiger y cols., 2007).

El siguiente autor con más artículos seleccionados es Edgar Schäfer con seis trabajos (Schäfer y Zapke, 2000; Schäfer y Lohmann, 2002b; Schäfer y Schlingemann, 2003; Schäfer y Vlassis, 2004a; Schäfer y cols., 2004b; Schäfer y cols., 2006).

SIGNIFICANCIA DE LOS RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA. ACUERDOS Y DESACUERDOS CON ESTUDIOS SIMILARES.

A pesar de que no existen estudios similares a esta Tesis, a continuación se señalan varias afirmaciones de diferentes autores que sustentan la significancia de los resultados de esta investigación en cuanto a que los estudios que comparan técnicas o instrumentos utilizados en la preparación de los conductos radiculares generalmente entregan resultados contradictorios y no se pueden comparar entre sí, debido a la gran cantidad de diferencias encontradas en los diseños de investigación y a la falta de estandarización.

Nagy y cols. (1997a) señalaron que los estudios que evalúan las características de la instrumentación radicular son difíciles de comparar debido a los diferentes protocolos. Señalaron que son necesarias nuevas investigaciones para armonizar la selección del conducto radicular, los métodos de medición y la evaluación de los datos para así obtener resultados que puedan ser comparables.

Hülsmann y cols. (1999) señalaron que para realizar estudios sobre la preparación del conducto radicular más comparables, es necesario realizar esfuerzos adicionales para estandarizar las técnicas de evaluación.

Hülsmann y cols. (2005) señalaron que en las últimas décadas un gran número de investigaciones sobre la preparación radicular manual y automatizada han sido publicadas. Lamentablemente, los resultados son en parte contradictorios y no hay conclusiones definitivas que se pueden extraer sobre la utilidad de las técnicas manuales y/o de los dispositivos de rotación. Además señalaron que la amplia variedad de diseños experimentales

y de consideraciones metodológicas, así como de los criterios de evaluación, no permite una comparación de los resultados de los diferentes estudios, incluso cuando son realizados con el mismo dispositivo o técnica.

Finalmente concluyen que, aunque muchos reportes sobre la preparación del conducto radicular pueden ser encontrados en la literatura, la evidencia científica definitiva acerca de la calidad y de lo apropiado de las diferentes técnicas e instrumentos, permanece esquivada o difícil de encontrar. Gran parte de esto es debido a problemas metodológicos que hacen las comparaciones entre las diferentes investigaciones difíciles si es que no imposibles.

Gulabivala y cols. (2005) señalaron que los grandes esfuerzos de investigación acerca de la eliminación del barro dentinario del conducto radicular son naturalmente y fundamentalmente estudios de laboratorio, pero por desgracia, son difíciles de comparar debido a la falta de estandarización de la metodología. La estandarización de los protocolos experimentales puede ayudar a la comparación de los estudios.

Uzun y cols. (2007) señalaron que era una necesidad, en los protocolos experimentales de instrumentación para poder controlar las variables relacionadas con el operador, el poner a prueba los instrumentos bajo condiciones más estandarizadas y obtener así resultados más comparables.

Mounce (2004) señaló que las variaciones en el método experimental hacen que la interpretación y la comparación de muchos de los estudios de instrumentación sean muy difíciles. Algunas tendencias generales y conclusiones son, sin embargo, posibles.

Como se dio cuenta en la sección "Definiciones y formas de evaluación de los parámetros de comparación", varios estudios ocupan como sinónimos parámetros que son evaluados de diferente forma y lo que es peor aún, en la etapa de "Discusión" de los artículos publicados, se ocupan para comparar resultados con otros estudios que ocuparon definiciones y formas de evaluación diferentes para calcular los mismos parámetros. Por lo tanto, dichas comparaciones poseen una escasa o nula validez.

Dentro de esta revisión sistemática sólo se encontraron dos series de estudios bajo idénticas condiciones experimentales, en los que participaron los autores Michael Hülsmann y Edgar Schäfer, coincidentemente los autores que aparecen con más artículos citados dentro de los 84 artículos seleccionados que cumplieron todos los criterios de inclusión y exclusión.

Al ser realizados bajo idénticas condiciones experimentales, sería posible comparar los resultados de la instrumentación sólo dentro de cada serie de estudios y obtener resultados que podrían ser aplicables a la práctica clínica. Dichas series de estudios se detallan a continuación.

Rödig y cols. (2007) señalaron que el objetivo de su estudio fue evaluar varios parámetros de la preparación radicular automatizada comparando dos instrumentos rotarios NiTi y utilizando el mismo diseño de estudios anteriores (Hülsmann y cols., 2001; Versumer y cols., 2002; Hülsmann y cols., 2003a; Prati y cols., 2004; Paque y cols., 2005a), lo que permite la comparación de los diferentes sistemas NiTi. Al inicio de la discusión de su artículo señalaron que su estudio es uno de una serie de investigaciones (Hülsmann y cols., 2001; Versumer y cols., 2002; Hülsmann y cols., 2003a-b; Paque y cols., 2005a; Jodway y Hülsmann, 2006) de diferentes sistemas rotatorios para la preparación del conducto radicular con condiciones experimentales idénticas, usando primeros molares inferiores extraídos.

Schäfer y Vlassis (2004) señalaron que su estudio fue uno de una serie de investigaciones (Schäfer y Zapke, 2000; Schäfer y Lohmann, 2002b; Schäfer y Schlingemann, 2003) de diferentes instrumentos rotatorios NiTi con condiciones experimentales idénticas. Los autores compararon sus resultados con los obtenidos en estudios previos de diferentes sistemas rotatorios bajo condiciones experimentales idénticas.

A continuación se presenta la única Tabla que se encontró en esta revisión, que efectuaba la comparación entre diferentes instrumentos rotatorios de NiTi bajo condiciones experimentales idénticas.

TABLA V. Comparación de los resultados obtenidos en estudios previos bajo idénticas condiciones experimentales usando diferentes instrumentos rotatorios NiTi (Schäfer y Vlassis, 2004, p246).

Instrumento	Referencia	Rectificación (*)	Tiempo promedio de preparación (min.)	Puntaje promedio para detritus	Puntaje promedio para barro dentinario	Pérdida promedio de longitud de trabajo (mm.)	Tasa de fractura (%) relacionada con el n° de limas usadas	Tasa de fractura (%) relacionada con el n° de conductos
ProFile	Schäfer y Zapke (2000)	3.10	n.e.	3.64	3.84	n.e.	0	0
FlexMaster	Schäfer y Lohmann (2002)	2.14	5.54	2.44	3.39	0.02	0	0
K3	Schäfer y Schlingemann (2003)	1.36	7.21	2.66	3.33	0.04	2.1	16.7
ProTaper	Presente estudio	3.22	6.48	3.03	3.12	0.11	2.4	8.3
RaCe	Presente estudio	1.72	6.32	2.33	3.22	0.06	3.6	12.5

n.e.: no evaluado.

Schäfer y cols. (2006) presentaron una comparación de los resultados de dos limas rotatorias con estudios recientes que investigaron estos instrumentos rotatorios NiTi en condiciones idénticas pero con diferentes operadores (Schäfer y Schlingemann, 2003; Schäfer y Vlassis, 2004) y aclararon que los resultados de su estudio se encontraron en el mismo rango que los anteriores. Teniendo en cuenta que, ciertamente los diferentes operadores no tienen la misma experiencia con los diferentes sistemas, no obstante, puede ser concluido que los presentes resultados pueden compararse con los datos publicados recientemente acerca de la eficacia de limpieza de otros instrumentos rotatorios de NiTi.

A modo de ejemplo, Mounce (en Castellucci, 2004) realiza un análisis metodológico del artículo de Schäfer y Schlingemann (2003), evaluado en esta revisión como el mejor artículo en cuanto a calidad de la información (64% del máximo), y señala que sus resultados deben interpretarse con gran precaución:

“Los dos grupos de muestras fueron tratados de forma diferente. El grupo K3 fue trabajado de un modo crown down y el grupo de Flexofiles se trabajó usando un movimiento de escariado hasta la lima de tamaño 35. Los conductos fueron irrigados con hipoclorito de

sodio y el artículo no explica por qué no se usó el hipoclorito en su máxima concentración (5.25%). Los autores no explicaron cómo K3 podría haber dejado más detritus en el conducto y sin embargo dejó una cantidad similar de barro dentinario al grupo Flexofile. Tampoco fue explicado por qué el barro dentinario fue medido como un parámetro del estudio dado el hecho que el barro dentinario no fue removido (al menos no como sería clínicamente). Además, no hace sentido que K3 mantenga mejor la curvatura original y sin embargo deje más detritus, lo que no fue explicado. Generalmente una forma del conducto poco ideal dejaría más detritus luego de la irrigación. Este estudio también adolece del hecho de que K3 no es comparado con diferentes sistemas rotatorios para evaluar si es que hay algún sesgo en el diseño del estudio contra K3, además de los ya mencionados. Además, los autores no aseguran o mantienen una permeabilidad apical ya que la instrumentación fue realizada 1 mm. más corta del foramen apical anatómico. Más aún, la secuencia crown down usada por los operadores no es la recomendada por el fabricante. Peor todavía, no se menciona si se realizó un preensanche manual previo al uso de K3, lo que va en contra de las instrucciones del fabricante y podría explicar por qué se fracturaron las limas K3. En esencia, no existe relevancia clínica ni valor para este estudio”.

En cuanto a la aplicabilidad de los resultados de estudios que comparan técnicas de instrumentación in vitro para la práctica clínica, se encontraron las siguientes afirmaciones:

Peters (2004) señaló que a pesar de los resultados superiores encontrados in vitro de los instrumentos rotatorios NiTi comparados con instrumentos manuales de acero inoxidable, se requieren ensayos clínicos al azar para evaluar los resultados clínicos.

Kirkevang y Hørsted-Bindslev (2002) señalaron que numerosos estudios in vitro han investigado las propiedades de los instrumentos NiTi, tales como defectos del instrumento, el torque, la fuerza dirigida apicalmente y la capacidad de centrado en los conductos radiculares curvos. Sin embargo, es difícil correlacionar estos resultados con una determinada situación clínica.

Beun y cols. (2005) señalaron que antes de introducir los instrumentos de NiTi en el tratamiento rutinario de los pacientes, los clínicos deberían considerar que la mayoría de la evidencia acerca de las propiedades de los instrumentos NiTi han sido derivadas de estudios in vitro en dientes extraídos y su pretendida superioridad con respecto a los instrumentos convencionales de acero inoxidable necesita aún ser probada concluyentemente.

Con el objeto de estandarizar las metodologías para que los resultados de los diferentes estudios puedan ser comparados válidamente entre sí, en el ANEXO N°5 se proponen las recomendaciones en cuanto a la información que estos estudios deberían entregar. Estas recomendaciones se han pensado también como una guía de trabajo para futuros estudios y ha sido realizada basada en la evidencia científica de esta revisión sistemática.

CONCLUSIONES

Se realiza una descripción de todos los métodos utilizados en los estudios de comparación de técnicas o instrumentos utilizados para la preparación del conducto radicular. Esta compilación no se había realizado previamente en la literatura disponible.

Se evidencian las diferencias encontradas en la forma de evaluar los mismos parámetros de comparación entre los diferentes estudios analizados. Se muestra una gran cantidad de definiciones y de formas de calcular un mismo parámetro de comparación. Estas diferencias aparecen citadas en la literatura en forma general, pero en esta revisión se entregan ejemplos detallados citando los respectivos artículos.

Se realiza un esfuerzo por complementar la lista de 37 artículos seleccionados por la estrategia de búsqueda a través de una búsqueda bibliográfica adicional que revisó 232 artículos y que permitió agregar 47 artículos que cumplieron con los requisitos de inclusión y exclusión a la lista maestra.

El método más utilizado para comparar técnicas o instrumentos en los estudios seleccionados es a través de radiografías y el parámetro de comparación más estudiado es la transportación del conducto radicular.

Se analizan los aspectos metodológicos de los estudios seleccionados para conocer sus fortalezas y debilidades metodológicas. A la vez, se fundamentó con base en la evidencia, la importancia de entregar información en cada uno de los criterios de validez o elementos de diseño definidos. Dichos criterios de validez sugeridos se pueden utilizar como una lista de chequeo por parte de los investigadores para evaluar la evidencia científica disponible.

Se evidencia la falta de estandarización en el diseño de los estudios comparativos de técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares dando cuenta de las diferentes definiciones existentes para los mismos parámetros de comparación, de las diferentes categorías y escalas de evaluación existentes, de los diseños no estandarizados, de la escasa información metodológica entregada por los artículos y de las diferentes formas de informar los resultados.

Dicha falta de estandarización hace imposible la comparación entre los diferentes artículos, las que se encuentran comúnmente en la literatura científica, entregando resultados contradictorios.

La única posibilidad de efectuar comparaciones entre artículos es que sean dentro de una serie de estudios que posean una metodología idéntica. Dentro de esta revisión, se encontraron sólo dos series de estudios que se realizaron bajo condiciones experimentales idénticas.

Se evalúa la cantidad de la información entregada por los artículos seleccionados en base a porcentajes y promedios. Los resultados de esta evaluación demuestran que no hubo ningún artículo que entregara la totalidad de la información, independiente de su calidad. Esto también permitió evidenciar la falta de estandarización en el diseño de este tipo de estudios comparativos, al presentar un alto porcentaje de artículos que no entregan información relevante acerca de los criterios de validez.

De acuerdo a la Odontología basada en la evidencia, se requiere que el diseño de los estudios y la información entregada en los reportes cumplan con un mínimo necesario para poder ser

incluidos en futuros meta-análisis.

Además, se evalúa la calidad de la información entregada en base a una pauta de evaluación. Los resultados de esta evaluación demuestran que los artículos mejor evaluados en cuanto a su calidad metodológica, se encuentran muy alejados del puntaje máximo.

Debido al bajo nivel de evidencia de las investigaciones in vitro, es necesario ser más acuciosos y exigentes en el diseño y la metodología de este tipo de estudios, para poder superar en parte, su grado de evidencia.

Los estudios comparativos de técnicas de instrumentación abarcan una gran cantidad de trabajo, costo y tiempo. Es necesario planificarlos y ejecutarlos cuidadosamente para obtener resultados válidos, de lo contrario serán una pérdida de tiempo, de energía y de dinero.

Debido a la constante aparición de nuevas técnicas e instrumentos, se hace aún más imperiosa la necesidad de estandarizar los procedimientos para poder comparar adecuadamente los resultados de estos tipos de estudios.

Teniendo en consideración los resultados de la presente revisión, no es posible entregar al clínico un lineamiento o guía para tomar decisiones basados en la literatura disponible en cuanto a las mejores técnicas o instrumentos utilizados en la preparación de los conductos radiculares.

Los lectores de los estudios que comparan técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los canales radiculares deben ser cautelosos al interpretar sus resultados.

Se reconoce que es difícil establecer el estudio ideal tanto in vitro como in vivo para comparar técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares, pero esta revisión debería servir para delinear la mejor forma de realizar este tipo de investigaciones.

Por primera vez se entregan recomendaciones en cuanto a la información metodológica necesaria para diseñar estudios de comparación de técnicas e instrumentos usados en la preparación de los conductos radiculares.

Se necesitan ensayos clínicos controlados al azar bien diseñados que estandaricen todas las variables que puedan afectar los resultados pues un sólo estudio realizado in vivo cumplió con los criterios de inclusión. En ausencia de evidencia confiable de alto nivel (ensayos controlados al azar), los clínicos deben basar sus decisiones en base a su experiencia clínica y a las circunstancias individuales de cada caso.

Se hacen necesarios estudios mejor diseñados y con un mayor nivel de evidencia tanto in vitro como in vivo para comparar técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares ya que éstos estudios sirven de base para la elección de técnicas de instrumentación y de instrumentos para la preparación de los conductos radiculares por parte de los profesionales y estudiantes.

Más aún, estos estudios son utilizados por los fabricantes para diseñar nuevos instrumentos o para perfeccionarlos en base a sus resultados, que como ya se demostró, muchas veces no son fidedignos por omitir una gran cantidad de información que afecta los resultados. Por último, también los administradores de servicios de salud deben tomar decisiones basados en la evidencia disponible para entregar el mejor servicio de salud posible.

LIMITACIONES Y SUGERENCIAS

Una revisión sistemática comparte las debilidades de los estudios originales y posee un potencial de error debido a la naturaleza retrospectiva de la técnica de revisión (Palmer y cols., 1999).

Una supuesta limitación de los estudios que evalúan la calidad metodológica de los reportes sería que los autores deben limitar la información que va a ser reportada pudiendo dejar fuera aspectos metodológicos relevantes. Sin embargo, existe evidencia de que los reportes pobres reflejan de hecho, estudios de pobre calidad (Liberati y cols., 1986; Schulz y cols., 1995; Jüni y cols., 2001).

Los estudios que comparan instrumentos o técnicas de instrumentación se realizan mayoritariamente *in vitro* y por lo tanto esta revisión al comparar estudios realizados casi exclusivamente *in vitro* posee sus consecuentes limitaciones.

Se espera que la presente revisión sirva de base para mejorar la calidad de la evidencia científica entregada por futuros estudios que comparen técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares. Así, se podrán efectuar comparaciones entre los resultados de futuros estudios que sean más válidas que las realizadas hasta el momento.

Los investigadores que deseen realizar estudios que comparen técnicas o instrumentos utilizados para la preparación de los conductos radiculares, podrán consultar esta revisión y sus recomendaciones para no incurrir en las mismas debilidades metodológicas encontradas en los artículos revisados.

Siguiendo la línea de la presente investigación, en futuros estudios se propondrán recomendaciones para efectuar este tipo de estudios tanto *in vitro* como *in vivo* a través de una estandarización con parámetros a evaluar que sean uniformes complementados con sus respectivas formas de medición que permitan estandarizar el diseño de éstos estudios.

Esto, entre otras cosas, permitirá el uso más eficiente de los recursos de investigación en este tipo de estudios y será un aporte para mejorar la calidad de la evidencia científica entregada.

RESUMEN

El tallado y limpieza de los conductos radiculares ha sido reconocida como la fase más importante de la terapia endodóntica.

El problema de investigación es que la falta de metodologías o diseños uniformes para realizar los estudios de comparación de técnicas e instrumentos utilizados para la preparación de conductos radiculares, impide la comparación entre los estudios y les resta evidencia científica.

El objetivo de este estudio fue analizar la metodología usada en los estudios que comparan técnicas e instrumentos utilizados en la preparación de conductos radiculares a través de una revisión sistemática basada en el Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. No se ha realizado previamente un estudio que analice la metodología y el diseño de este tipo de estudios.

La estrategia de búsqueda en Medline entregó una serie de artículos que fueron complementados con una búsqueda manual, sumando 232 artículos a los que se les aplicaron los criterios de inclusión para finalmente evaluar 84 artículos en base a 36 criterios de validez. Los artículos seleccionados evidenciaron la falta de estandarización y al analizar sus fortalezas y debilidades metodológicas, destacó la falta de información en cuanto a cantidad (40% de los criterios no fueron reportados) y en cuanto a calidad (el artículo mejor evaluado obtuvo un 64% del puntaje máximo).

Se concluye que no es posible efectuar comparaciones válidas entre los resultados de estos estudios, a menos que se realicen bajo condiciones experimentales idénticas. Las debilidades observadas en sus diseños impide tomar decisiones clínicas basados en la literatura disponible a la fecha.

Finalmente, se entregan recomendaciones para estandarizar la información de este tipo de estudios y así mejorar la calidad de la evidencia científica entregada.

BIBLIOGRAFÍA

- Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH (1980). The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc* 101:792-4.
- Abou-Rass M, Jastrab RJ (1982) The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. *J Endod* 8, 78–82.
- Al-Omari MAO, Dummer PMH, NewCombe RG (1992a). Comparison of six files to prepare simulated root canal. Part I. *Int Endod J* 25: 57-66.
- Al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG, Doller R (1992b). Comparison of six files to prepare simulated root canals. 2. *Int Endod J.* Mar;25(2):67-81.
- Al-Omari MA, Dummer PM (1995). Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod* 21: 154–158.
- Al-Omari MA, Bryant S, Dummer PM (1997). Comparison of two stainless steel files to shape simulated root canals. *Int Endod J.* Jan;30(1):35-45.
- Al-Sudani D, Al-Shahrani S (2006). A comparison of the canal centering ability of ProFile, K3, and RaCe Nickel Titanium rotary systems. *J Endod.* Dec;32(12):1198-201.
- American Association of Endodontists Glossary (1999). Contemporary Terminology for Endodontics, 5th edn. American Association of Endodontists, Chicago, IL, USA.
- American Association of Endodontists (2003). Glossary of Endodontic Terms, 7th edn. American Association of Endodontists, Chicago, IL, USA.
- Anderson, T.F (1951). Techniques for the preservation of 3-dimensional structure in preparing specimens for electron microscope. *Trans NY Acad Sci* 13:130 Feb.
- Ayar LR, Love RM (2004). Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals. *Int Endod J.* Sep;37(9):593-601.
- Aydin C, Inan U, Yasar S, Bulucu B, Tunca YM (2008). Comparison of shaping ability of RaCe and Hero Shaper instruments in simulated curved canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Mar;105(3):e92-7.
- Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL (1992). A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *J Endod* 18: 19–24.
- Bader JD (2004). Systematic reviews and their implications for dental practice. *Tex Dent J* 121:380–7.
- Bailar J, Mosteller F (1988). Guidelines for Statistical Reporting in Articles for Medical Journal. *Annals of Internal Medicine* 108:266-273.
- Barthel CR, Gruber S, Roulet JF (1999) A new method to assess the results of instrumentation techniques in the root canal. *J Endod* 25, 535–8.
- Baugh D, Wallace J (2005). The Role of Apical Instrumentation in Root Canal Treatment: A Review of the Literature. *J Endod* 31:333-340.
- Baumann MA, Roth A (1999) Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88,714-8.
- Baumgartner JC, Martin H, Sabala CL, Strittmatter EJ, Wildey WL, Quigley NC (1992). Histomorphometric comparison of Canals Prepared by Four Techniques. *J Endod*;18:530-4.
- Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P (2002). Smooth flexible versus active tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* Oct;35(10):820-8.
- Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P (2003) Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 36, 288–95.

- Bertrand MF, Lupi-Pegurier L, Medioni E, Muller M, Bolla M (2001). Curved molar root canal preparations using HERO 642 rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 34: 631-636.
- Berutti E (1993) Computerized analysis of the instrumentation of the root canal system. *J Endod* 19, 237-8.
- Beun S, Bogaerts P, Van Nieuwenhuysen JP (2005). [Manual or rotary root canal preparation? Nickel-titanium or stainless steel? Review of the literature]. *Revue Belge de Médecine Dentaire* 60(2):81-91.
- Bolanos OR, Sinai I, Gonsky M, Srinivasan R (1988). A comparison of engine and air-driven instrumentation methods with hand instrumentation. *J Endod* 14: 392-396.
- Bone J, Moule AJ (1986). The nature of curvature of palatal canals in maxillary molar teeth. *Int Endod J* 19: 178-186.
- Bramante CM, Berbert A, Borges AP (1987). A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 13:243-5.
- Briseno BM, Sonnabend E (1991). The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. *Int Endod J* Jan;24(1):15-23.
- Briseno B, Kremers L, Hamm G, Nitsch C (1993). Comparison by means of a computer supported device of the enlarging characteristics of two different instruments. *J Endod* 19:281-7.
- Briseno Marroquin B, Pistorius A, Willershausen-Zönnchen B (1996). Canal transportation caused by a new instrumentation technique and three standard techniques. *J Endod* Aug;22(8):406-9.
- Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM (1998). Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J* Jul;31(4):282-9.
- Bryant ST, Dummer PM, Pitoni C, Bourba M, Moghal S (1999). Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J* May;32(3):155-64.
- Brynolf I (1971) Improved viewing facilities for better roentgenodiagnosis. *Oral Surg Oral Med and Oral Pathol* 32, 808±11.
- Buchanan LS. Management of the curved canal (1989). *J Calif Dent Assoc* 17: 40-47.
- Buchanan LS (2000). The standardized-taper root canal preparation: part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. *Int Endod J* 33:516-29.
- Busslinger A, Sener B, Barbakow F (1998). Effects of sodium hypochlorite on nickel-titanium Lightspeed instruments. *Int Endod J* 31: 290-294.
- Calberson FLG, Deroose CAJ, Hommez GMG, Raes H, De Moor RJ (2002) Shaping ability of GT Rotary files in simulated resin root canals. *Int Endod J* 35,607-14.
- Calhoun G, Montgomery S (1988), The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod* 14:273-7.
- Campos JM, Del Rio C (1990). Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *J Endod* 16:230-4.
- Camps J, Macouin G, Pertot WJ (1994). Effects of the Flexogates and Canal Master U on root canal configuration in simulated curved canals. *Int Endod J* Jan;27(1):21-5.
- Camps JJ, Pertot WJ. (1995). Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. *Int Endod J* Sep;28(5):239-43.
- Canoglu H, Tekcicek UM, Cehreli ZC (2006). Comparison of conventional, rotary, and ultrasonic preparation, different final irrigation regimens, and 2 sealers in primary molar root canal therapy. *Pediatr Dent* Nov-Dec;28(6):518-23.
- Castellucci A. *Endodontics*. 1st ed. English. Il Tridente Edizione Odontoiatrice. 2004.

- Chan AW, Cheung GS (1996). A comparison of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. *Int Endod J* Nov;29(6):370-5.
- Cheung L., Cheung G. Evaluation of a Rotary Instrumentation Method for C-shaped Canals with Micro-computed Tomography. *J Endod* 2008;34:1233-8.
- Cimis GM, Boyler TF, Pelleu Jr GR. Effect of three files studies of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 14: 441-444, 1988.
- Clem W. Endodontics in the adolescent patient. *Dent Clin North Am* 1969; 13: 483-486.
- Coffae KD, Brilliant JD. The effect of serial preparation versus non-serial preparation on tissue removal in the root canals of extracted mandibular molars. *J Endod* 1975; 1: 211-214.
- Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 3rd ed. St. Louis: CV Mosby, 1984:175.
- Cohen S, Hargreaves K. Pathways of the pulp. 9th ed. St. Louis: CV Mosby, 2006.
- Cohnen M, Kemper J, Mbes O, Pawelzik J, Mdder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 2002;12:634 -7.
- Coleman CL, Svec TA, Rieger MR, Suchina JA, Wang MM, Glickman GN. Analysis of nickel-titanium versus stainless steel instrumentation by means of direct digital imaging. *J Endod* 1996;22:603-7.
- Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod.* 1997 Apr;23(4):232-5.
- Contreras MA, Zinman EH, Kaplan SK. Comparison of the first file that fits at the apex, before and after early flaring. *J Endod* 2001;27:113- 6.
- Cunningham WT, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;53:527-31.
- Cunningham CJ, Senia ES (1992) A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 18, 294-300.
- Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal: a study utilizing an injectable silicone. *Oral Surg* 1972;34:642-8.
- Davis RD, Marshall JG, Baumgartner JC. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. *J Endod* 2002;28:438-42.
- Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RL. Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007, Issue 3. Art. No.: CD005511. DOI: 10.1002/14651858.CD005511.pub2.
- Deplazes P, Peters O, Barbakow F. (2001) Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. *J Endod* 27;196-202.
- DerSimonian R, Charette LJ, McPeck B, Mosteller F. Reporting on methods in trilas. *N Engl J Med* 1982;306:1332-7.
- Dummer PM, Hutchings R, Hartles FR. Comparison of two sonic handpieces during the preparation of simulated root canals. *Int Endod J.* 1993 May;26(3):159-68.
- Dummer PM, al-Omari MA, Bryant S. Comparison of the performance of four files with rounded tips during shaping of simulated root canals. *J Endod.* 1998 May;24(5):364-71.
- Edwards P, Clarke M, DiGuseppi C, Pratap S, Roberts I, Wentz R (2002) Identification of randomized controlled trials in systematic reviews: accuracy and reliability of screening records. *Statistics in Medicine* 21, 1635-40.
- Ehrlich AD, Boyer TJ, Hicks ML, Pelleu GB. Effects of sonic instrumentation on the apical preparation of curved canals. *J Endod* 1989; 15: 200-203.

- ElAyouti A., Chu A. —L., Kimionis I, Klein C., Weiger R., Lost C (2008). Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root Canals. *Int Endod J* 41:1088–1092.
- Eldeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation of severely curved canals. *Int Endod J* 1985; 18: 1–7.
- Elliott LM, Curtis RV, Pitt Ford TR. Cutting pattern of nickel-titanium files using two preparation techniques. *Endod Dent Traumatol*. 1998 Feb;14(1):10-5.
- Er K, Sumer Z, Akpınar KE (2005) Apical extrusion of intracanal bacteria following use of two engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J* 38, 871–6.
- Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel–titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 1995; 21: 173–176.
- Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod* 1987;13:102-8.
- Fariniuk LF, Baratto-Filho F, Guerisoli DM, Barbizam JV, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Modeling capacity of ENDOflash files in simulated root canals. *Braz Dent J*. 2001;12(1):39-42.
- Fava LG. The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. *J Endod* 1983;9:76-80.
- Figini L., Lodi G., Gorni F., Gagliani M. Single Versus Multiple Visits for Endodontic Treatment of Permanent Teeth: A Cochrane Systematic Review. *J Endod* 2008;34:1041-7.
- Fogarty TJ, Montgomery S. Effect of preflaring on canal transportation. Evaluation of ultrasonic, sonic, and conventional techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991 Sep;72(3):345-50.
- Freiman JA, Chalmers TC, Smith H Jr, Kuebler RR. The importance of beta. the type II error and sample size in the design and interpretation of the randomised control trial. *N Engl J Med* 1978;299:690-4.
- GaglianiM, Colombo M, MaddaloniM, Figini L, Gorni F, Lodi G. Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005, Issue 2. [Art. No.: CD005296. DOI: 10.1002/14651858.CD005296].
- Gambill JM, Alder M, del Rio CE (1996) Comparison of Nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 22, 369-75.
- Garala M, Kuttler S, Hardigan P, Steiner-Carmi R, Dorn S. A comparison of the minimum canal wall thickness remaining following preparation using two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J* 2003;36:636-42.
- Garip Y, Günday M. The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *Int Endod J*. 2001 Sep;34(6):452-7.
- Gilles JA, del Rio CE. Comparison of the Canal Master endodontic instrument and K-type files for enlargement of curved root canals. *J Endod*. 1990 Dec;16(12):561-5.
- Giovannone T, Migliau G, Bedini R, Ferrari M, Gallottini L. Shaping outcomes using two Ni-Ti rotary instruments in simulated canals. *Minerva Stomatol*. 2008 Apr;57(4):143-54.
- Glasziou P (2001) *Systematic Reviews in Health Care: a Practical Guide*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparation using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995;21:146-51.
- Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J*. 2001 Sep;34(6):476-84.

- Goerig AC, Michelich RJ, Schulz HH (1982). Instrumentation of root canals in molars using the step-down technique. *J Endod* 8:550-4.
- Goldberg F, Araujo JA. Comparison of three instruments in the preparation of curved root canals. *Endod Dent Traumatol*. 1997 Dec;13(6):265-8.
- Goldberg F, Massone EJ. Patency file and apical transportation: an in vitro study. *J Endod*. 2002 Jul;28(7):510-1.
- Goldman M, Pearson AH, Darzenta N (1972) Endodontic success – who's reading the radiograph? *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 33, 432–7.
- Goodman A, Reader A, Beck M, Meifi R, Meyers W. An in vitro comparison of the stepback technique versus a stepback/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endod* 1985; 11: 249–256.
- Grossman LI. *Endodontic practice*, 6th ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1965, p 216.
- Grossman LI. *Endodontic practice*, 10th ed. Philadelphia, Lea and Febiger, 1981, p 207.
- Guelzow A., Stamm O., Martus P., Kielbassa A. M. (2005). Comparative study of six rotary nickel–titanium systems and hand instrumentation for root canal Preparation. *Int Endod J*: 38,;743–752,
- Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Topics* 2005;10:103–22.
- Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2005;31(3): 166–70.
- Gutierrez JH, Garcia J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg* 1968;25:108-16.
- Haidet J, Reader A, Beck M, Meyers W. An In Vivo Comparison of the Step-back Technique versus a Step-back/Ultrasonic Technique in Human Mandibular Molars. *J Endod* 1989;15:195-9.
- Haikel Y, Allemann C. Effectiveness of four methods for preparing root canals: a scanning electron microscope study. *J Endod* 1988; 14: 340–345.
- Haikel Y, Serfaty R, Wilson P, et al. Mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. *J Endod* 1998; 24: 731-735.
- Harrison J. Designing a search strategy to identify and retrieve articles on evidence-based health care using Medline. *Health Libraries Review* 1997, 14, 33–42.
- Hartmann MS, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod*. 2007 Aug;33(8):962-5. Epub 2007 May 3.
- Hata G, Uemura M, Kato AS, Imura N, Novo NF, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT file, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *J Endod*. 2002 Apr;28(4):316-21.
- Heuer, M.A. (1963) Biomechanics of endodontic therapy. *Dent Clin North Am* 13:341.
- Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.0.1 [updated September 2008]. The Cochrane Collaboration, 2008. Available from www.cochrane-handbook.org.
- Honjow I, Isshiki N, Tnabe M. Objective evaluation of velar mobility. A double-exposure roentgen technique. *Plast Reconstr Surg* 1969;44:597-600.
- Hübscher W, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with FlexMaster: canal shapes analysed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2003; 36:740–747.
- Hülsmann M, Stryga F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endod* 1993; 19:141–145.

- Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F (1997). Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instrumentation. *J Endod* 23: 301–366.
- Hülsmann M, Gambal A, Bahr R (1999) An improved technique for the evaluation of root canal preparation. *J Endod* 25, 599–602.
- Hülsmann M, Schade M, Schäfers F (2001) A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 34, 538–46.
- Hülsmann M, Gessmann G, Schäfers F (2003a) A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 36:358–66.
- Hülsmann M, Herbst U, Schäfers F. Comparative study of root-canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 2003b; 36:748–756.
- Hülsmann M, Peters OA, Dummer MH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics* 2005;10:30–76.
- Imura N, Kato AS, Novo NF, Hata G, Uemura M, Toda T. A comparison of mesial molar root canal preparations using two engine-driven instruments and the balanced-force technique. *J Endod* 2001;27:627–31.
- Ingle JJ. A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961; 14: 83–91.
- Ingle JJ. *Endodontics*. 1st ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1965:106-98.
- Ingle JJ, Bakland LK, Peters DL, Buchanan LS, Mullaney TP. Endodontic cavity preparation. In: Ingle JJ, Bakland LK, eds. *Endodontics*. 4th Edn. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994.
- Ingle JJ, Bakland LK. *Endodontics* 5th ed. BC Decker Inc. Hamilton London, 2002.
- Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S Comparison of apical transportation in four NiTi rotary instrumentation techniques *J Endod* 2003 Sep;29(9):587-91.
- Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004 Jun;37(6):359-64.
- Iqbal MK, Banfield B, Lavorini A, Bachstein B. A comparison of LightSpeed LS1 and LightSpeed LSX NiTi rotary instruments in apical transportation and length control in simulated root canals. *J Endod*. 2007 Mar;33(3):268-71. Epub 2007 Jan 4.
- Javaheri HH, Javaheri GH. A comparison of three Ni-Ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod*. 2007 Mar;33(3):284-6.
- Jodway B, Hülsmann M (2006) A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 39, 71–80.
- Juhász A, Verdes E, Tokés L, Kóbor A, Dobó-Nagy C. (2006). The influence of root conducto shape on the sealing ability of two root canal sealers. *Int Endod J*. Apr;39(4):282-6.
- Jungmann CL, Uchin RA, Bucher JF. Effect of instrumentation on the shape of the root canal. *J Endod* 1975; 1: 66–69.
- Jüni P, Altman DG, Egger M. Assessing the quality of controlled clinical trials. *Br Med J* 2001;323:42–46.
- Kapalas A, Lambrianidis T. Factors associated with root canal ledging during instrumentation. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:229–31.
- Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Haznedaroğlu F, Tanalp J, Bayirli G. Comparative evaluation of the preparation efficacies of HERO Shaper and Nitiflex root canal instruments in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005 Nov;100(5):636-42.
- Kataia MA, el-Sayed JM, Ezzat KM, Seif RE. A comparative study on the effect of three methods of instrumentation on the shape of root canal (an in-vitro study). *Egypt Dent J*. 1995 Apr;41(2):1105-12.

- Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS (1996). Machining efficiency and wear resistance of nickel-titanium endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* May;81(5):596-602.
- Keenan J, Farman A, Fedorowicz Z, Newton J. A Cochrane Systematic Review Finds No Evidence to Support the Use of Antibiotics for Pain Relief in Irreversible Pulpitis. *J Endod* 2008;32:87-92.
- Keenan JV, Farman AG, Fedorowicz Z, Newton JT. Antibiotic use for irreversible pulpitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005, Issue 2. [Art. No.: CD004969. DOI: 10.1002/14651858.CD004969.pub2].
- Kfir A, Rosenberg E, Zuckerman O, Tamse A, Fuss Z. Comparison of procedural errors resulting during root canal preparations completed by junior dental students in patients using an '8-step method' versus 'serial step-back technique.' *Int Endod J.* 2003 Jan;36(1):49-53.
- Kfir A, Rosenberg E, Zuckerman O, Tamse A, Fuss Z. Comparison of procedural errors resulting during root canal preparations completed by senior dental students in patients using an '8-step method' versus 'serial step-back technique.' *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004 Jun;97(6):745-8.
- Kim E, Kim KD, Roh BD, Cho YS, Lee SJ. Computed tomography as a diagnostic aid for extracanal invasive resorption. *J Endod* 2003;29:463-5.
- Kirkevang LL, Hørsted-Bindslev P (2002) Technical aspects of treatment in relation to treatment outcome. *Endodontic Topics* 2, 89-102.
- Kojima K., Inamoto K., Nagamatsu K., Hara A., Nakata K., Morita I., Nakagaki H., Nakamura H. Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:95-9.
- Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endod.* 1999 Jun;25(6):441-5.
- Kuhn WG, Carnes DL Jr, Clement DJ, Walker WA 3rd. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. *J Endod.* 1997 Dec;23(12):735-8.
- Kum KY, Spangberg L, Cha BY, Il-Young J, Seung-Jong L, Chan-Young L (2000) Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 26, 719-23.
- Kustarcı A, Akpınar K E, Sumer Z, Er K, Bek B. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. *Int Endod J* 2008;41:1066-71.
- Kuttler S, Garala M, Perez R, Dorn S. The Endodontic Cube: A System Designed for Evaluation of Root Canal Anatomy and Canal Preparation. *J Endod* 2001;8:533-6.
- Lam TV, Lewis DJ, Atkins DR, Macfarlane RH, Clarkson RM, Whitehead MG, Brockhurst PJ, Moule AJ. Changes in root canal morphology in simulated curved canals over-instrumented with a variety of stainless steel and nickel titanium files. *Aust Dent J.* 1999 Mar;44(1):12-9.
- Leeb J. Canal orifice enlargement as related to biomechanical preparation. *J Endod* 1983; 9: 463-470.
- Leonardi LE, Atlas DM, Raiden G. Transportation of curved canals instrumented with manual and mechanical techniques. *Acta Odontol Latinoam.* 2005;18(1):15-21.
- Leseberg DA, Montgomery S (1991) The effects os Canal master, Flex-R, and K-Flex instrumentation on root canal configuration. *J Endod* 1991;17:59-65.
- Lev R, Reader A, Beck M, Meyers W. An in vitro comparison of the stepback technique versus a stepback/ ultrasonic technique for 1 and 3 minutes. *J Endod* 1987; 13: 523-530.
- Levin J, Liu DT, Jou YT. The accuracy of two clinical techniques to determine the size of the apical foramen. *J Endod* 1999;25:294.

- Levy G (1992). Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam: a comparative study. *J Endod* 18:123-7.
- Liberati A, Himel HN, Chalmers TC (1986). A quality assessment of randomized control trials of primary treatment of breast cancer. *J Clin Oncol* 4:942-951.
- Lilley JD. Instrumentation. *Journal of the British Endodontic Society* 1979, 12 (Supplement) 47-53.
- Lim S, Stock CJ. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endod J* 1987; 20: 33-39.
- Lim KC, Webber J. The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J* 1985a;18:233-9.
- Lim KC, Webber J. The validity of simulated canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J* 1985b;18:240-6.
- Lindhe J. (1964) Orthogonal cutting of dentine. A methodical study. *Odontologisk Revy*, 15, supplement 8.
- Littman SH. Evaluation of root canal debridement by use of a radiopaque medium. *J Endod* 1977;3:135-8.
- Liu DT, Jou YT. A technique estimating apical constriction with K-files and NT Lightspeed rotary instruments. *J Endod* 1999;25:306.
- Liu SB, Fan B, Cheung GS, Peng B, Fan MW, Gutmann JL, Song YL, Fu Q, Bian Z. Cleaning effectiveness and shaping ability of rotary ProTaper compared with rotary GT and manual K-Flexofile. *Am J Dent.* 2006 Dec;19(6):353-8.
- Loizides A, Eliopoulos D, Kontakiotis E. Root canal transportation with a Ni-Ti rotary file system and stainless steel hand files in simulated root canals. *Quintessence Int.* 2006 May;37(5):369-74.
- Loizides AL, Kakavetsos VD, Tzanetakakis GN, Kontakiotis EG, Eliades G. A comparative study of the effects of two nickel-titanium preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. *J Endod.* 2007 Dec;33(12):1455-9.
- Lopes HP, Elias CN, Estrela C, Siqueira JF Jr. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. *Braz Dent J.* 1998;9(1):39-45.
- López FU, Fachin EV, Camargo Fontanella VR, Barletta FB, Só MV, Grecca FS. Apical transportation: a comparative evaluation of three root canal instrumentation techniques with three different apical diameters. *J Endod.* 2008 Dec;34(12):1545-8. Epub 2008 Oct 18.
- Loushine RJ, Weller RN, Hartwell GR (1989) Stereomicroscopic evaluation of canal shape following hand, sonic, and ultrasonic instrumentation. *J Endod* 15, 417-21.
- Luiten DJ, Morgan LA, Baumgartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endod* 1995; 21: 26-32.
- Mahran A, AboEl-Fotouh M. Comparison of effects of ProTaper, HeroShaper, and Gates Glidden Burs on Cervical Dentin Thickness and Root Canal Volume by Using Multislice Computed Tomography. *J Endod* 2008;34:1219-22.
- Marshall FL, Pappin I. A crown-down pressure less preparation root canal enlargement technique. *Technique manual*, Oregon Health Sciences University, 1980.
- Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg* 1982;53:611-3.
- Matwychuk MJ, Bowles WR, McClanahan SB, Hodges JS, Pesun IJ. Shaping abilities of two different engine-driven rotary nickel titanium systems or stainless steel balanced-force technique in mandibular molars. *J Endod.* 2007 Jul;33(7):868-71. Epub 2007 Apr 17.
- Mayo CM, Montgomery S, Del Rio C. A computerized method for evaluation root canal morphology. *J Endod* 1986;12:2-7.

- McCann J, Keller D, Labounty G (1990a). Remaining dentine/cementum thickness after hand or ultrasonic instrumentation. *J Endod* 16:109-13.
- McCann JT, Keller DL, LaBounty GL. A modification of the muffle model system to study root canal morphology. *J Endod* 1990b;16:114-5.
- Merrett SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of the shaping ability of RaCe and FlexMaster rotary nickel-titanium systems in simulated canals. *J Endod.* 2006 Oct;32(10):960-2. Epub 2006 Jul 3.
- Miserendino LJ, Miserendino CA, Moser JB, Heuer MA, Osetek EM. Cutting efficiency of endodontic instruments. Part III: comparison of sonic and ultrasonic instrument systems. *J Endod* 1988; 14:24-30.
- Miyashita H, Worthington HV, Qualtrough A, Plasschaert A. Pulp management for caries in adults: maintaining pulp vitality. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007, Issue 2. Art. No.: CD004484. DOI: 10.1002/14651858.CD004484.pub2.
- Mizrahi SJ, Tucker JW, Seltzer S. A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. *J Endod* 1975;1:324-33.
- Moher D, Pham B, Klassen TP, Schulz KF, Berlin JA, Jadad AR, and others. What contributions do languages other than English make on the results of meta-analyses? *J Clin Epidemiol* 2000; 53(9):964-72
- Montgomery S (1985) Root canal wall thickness of mandibular molars after biomechanical preparation. *J Endod* 11,257-63.
- Morgan L, Montgomery S. An Evaluation of the Crown-down Pressureless Technique. *J Endod* 1984;10:491-8.
- Mounce R. Rotary nickel titanium instrumentation. A literature review. *Dent Today* 2004;23: 119-20, 124-6, 128; quiz 129.
- Mounce R., (2004) Capítulo 21 The K3 Rotary NiTi Instrument System. En Castellucci: *Endodontics*, 1st ed. English. Il Tridente Edizione Odontoiatrice.
- Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 1979; 23: 575-592.
- Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod* 1991; 17: 275-279.
- Nagy DC, Szabo J, Szabo J. A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J Endod* 1995; 21: 557-560.
- Nagy CD, Bartha K, Bernath M, Verdes E, Szabo J. A comparative study of seven instruments in shaping the root canal in vitro. *Int Endod J* 1997a; 30: 124-132.
- Nagy CD, Bartha K, Bernath M, Verdes E, Szabo J. The effect of root canal morphology on canal shape following instrumentation using different techniques. *Int Endod J* 1997b; 30: 133-140.
- Namazikhah MS, Mokhlis HR, Alasmakh K. Comparison between a hand stainless-steel K file and a rotary NiTi 0.04 taper. *J Calif Dent Assoc.* 2000 Jun;28(6):421-6.
- Ng Y.-L., Mann V., Rahbaran S., Lewsey J., Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J* 2007;40:921-39.
- Ng Y.-L., Mann V., Rahbaran S., Lewsey J., Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature – Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J* 2008a;41:6-31.
- Ng Y.-L., Mann V., Gulabivala K. Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J* 2008b;41:1026-46.
- Nair M, Nair U. Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review. *J Endod* 2007;33:1-6.

- New P (1975). Computer-assisted tomography. *J Am Med Assoc* 232:941-3.
- Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J (1995) Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *J Endod* 21, 561-8.
- Ørstavik D, Pitt Ford TR. Apical periodontitis. Microbial infection and host responses. *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*. Oxford: Blackwell Science, 1998.
- Palmer AJ, Sendi PP. Meta-analysis in oral health care. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999 Feb;87(2):135-41.
- Paque F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2005a; 38: 8-16.
- Paque F, Barbakow F, Peters OA. Root canal preparation with Endo-Eze AET: changes in root canal shape assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2005b;38:456-64.
- Park H. A comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001 Jun;91(6):715-8.
- Parris J, Wilcox L, Walton R. Effectiveness of apical clearing: histologic and radiographical evaluation. *J Endod* 1994;20:219-24.
- Patterson, SS. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetraacetate on human dentin and its endodontic implications. *Oral Surg* 1963;16:83.
- Pedrazzi V, Oliveira-Neto JM, Sequeira P, Fedorowicz Z, Nasser M. Hand and ultrasonic instrumentation for orthograde root canal treatment of permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008, Issue 4. Art. No.: CD006384. DOI: 10.1002/14651858.CD006384.pub3.
- Peng L., Ye L., Tan H., Zhou X. Evaluation of the formocresol versus mineral trioxide aggregate primary molar pulpotomy: a meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:e40-e44.
- Peng L., Ye L., Tan H., Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm Gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod* 2007a;33:106-9.
- Peng L., Ye L., Guo X., Tan H., Zhou X., Wang C., Li R. Evaluation of formocresol versus ferric sulphate primary molar pulpotomy: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2007b;40:751-7.
- Perez F, Schoumacker M, Peli JF. Shaping ability of two rotary instruments in simulated canals: stainless steel ENDOflash and nickel-titanium HERO Shaper. *Int Endod J*. 2005 Sep;38(9):637-44.
- Pertot WJ, Camps J, Damiani MG. Transportation of curved canals prepared with canal master U, canal master U niti, and stainless steel K-type files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995 Apr;79(4):504-9.
- Peters OA, Laib A, Ruëgsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry using high-resolution computed tomography. *J Dent Res* 2000; 79: 1405-1409.
- Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod* 2001a; 27: 1-6.
- Peters OA, Schonenberger K, Laib A (2001b) Effects of four NiTi preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J* 34, 221-30.
- Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 2003a; 36: 86-92.
- Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, Barbakow F (2003b) ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J* 36,93-9.

- Peters OA (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 30: 559–567.
- Peters O and Peters C: Cleaning and shaping the root canal system. In Cohen S, Burns RC, editors: *Pathways of the Pulp*, ed 9, St Louis, 2006, Mosby.
- Pettiette MT, Metzger Z, Phillips C, Trope M. Endodontic complications of root canal therapy performed by dental students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endod* 1999;25:230–4.
- Plotino G, Pameijer CH, Maria Grande N, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod* 2007;33:81–95.
- Ponti TM, McDonald NJ, Kuttler S, Strassler HE, Dumsha TC. Canal-centering ability of two rotary file systems. *J Endod*. 2002 Apr;28(4):283-6.
- Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. *Int Endod J* 1998;31:103–11.
- Poulsen WB, Dove SB, del Rio CE. Effect of nickel-titanium engine-driven instrument rotational speed on root canal morphology. *J Endod*. 1995 Dec;21(12):609-12.
- Powell S, Simon JS. A comparison of the effect of modified and non modified instrument tips on apical canal configuration. *J Endod* 1986;12:293-300.
- Prati C, Selighini M, Ferrieri P, Mongiorgi R. Scanning electron microscopic evaluation of different endodontic procedures on dentin morphology of human teeth. *J Endod* 1994; 20: 174–179.
- Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S (2004) Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clinical Oral Investigations* 8, 102–10.
- Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickeltitanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
- Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;44:306–12.
- Reynolds MA, Madison S, Walton RE, Krell KV, Rittman BR. An in vitro histological comparison of the stepback, sonic, and ultrasonic techniques in small, curved root canals. *J Endod* 1987; 13: 307–314.
- Rhodes JS, Pitt Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV (1999) Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 32, 165-70.
- Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *Int Endod J*. 2000 May;33(3):279-85.
- Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985;11:203-11.
- Robertson D, Leeb J, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod* 1980;6:421-424.
- Rödig T, Hülsmann M, Muhge M, Schäfers F. Quality of preparation of oval distal root canals in mandibular molars using Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2002; 35: 919–928.
- Rödig T, Hülsmann M, Kahlmeier C. Comparison of root canal preparation with two rotary Ni-Ti instruments: ProFile .04 and GT rotary. *Int Endod J* 2007;40:553-62.
- Rohlin M, Kullendorff B, Ahlqwist M, Stenstrom B (1991) Observer performance in the assessment of periapical pathology: a comparison of panoramic with periapical radiography. *Dento-Maxillo-Facial Radiology* 20, 127±31.
- Roig-Cayon M, Brau-Aguade E, Canalda-Sahli C, Moreno-Aguado V. A comparison of molar root canal preparations using Flexofile, Canal Master U, and Heliapical instruments. *J Endod* 1994;20:495-9.

- Rothman KJ (1986). Significance questing. *Ann Intern Med.* 105:445-7.
- Ruddle C. Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns R, eds. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. St Louis, MO: Mosby, 2002: 231–292.
- Runyon RP *Fundamentals of behavioral statistics*. 2nd ed. Reading: Addison-Wesley Publishing Co, 1974.
- Sackett D, Rosenberg W, Gray JA, Haynes R, Richardson W (1996). Evidence-based medicine: what it is and what it isn't. *British Medical Journal* Jan 13;312(7023):71-2.
- Sackett D, Richardson W, Rosenberg W, Haynes R. *Evidence-based medicine: how to practice and teach EBM*. London: Churchill Livingstone; 1997.
- Sathorn C., Parashos P., Messer H. Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2005;38:347-55.
- Sathorn C., Parashos P., Messer H. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* 2007;40:2–10.
- Sathorn C Parashos P Messer H The prevalence of postoperative pain and flare-up in single and multiplevisit endodontic treatment: a systematic review. *Int Endod J* 2008;41:91-9.
- Saunders WP, Saunders EM. Effect of noncutting tipped instruments on the quality of root canal preparation using a modified double-flared technique. *J Endod* 1992; 18: 32–36.
- Saunders WP, Saunders EM. Comparison of three instruments in the preparation of the curved root canal using the modified double-flared technique. *J Endod* 1994; 20: 440–444.
- Schaeffer M., White R., Walton R. Determining the Optimal Obturation Length: A Meta-Analysis of Literature. *J Endod* 2005;31:271-4.
- Schäfer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2: instrumentation of curved canals. *J Endod* 1995; 21: 493–497.
- Schäfer E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: a comparison study. *J Endod.* 1996 Dec;22(12):685-9.
- Schäfer E. Root canal instruments for manual use: A review. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 51-64.
- Schäfer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficiency of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod* 2000;26:660–4.
- Schäfer E. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexofiles in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001 Aug;92(2):215-20.
- Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. *J Endod* 2002; 28: 211–216.
- Schäfer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile—Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2002a Jun;35(6):505-13.
- Schäfer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel–titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2002b; 35: 514–521.
- Schäfer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J.* 2003 Mar;36(3):199-207.
- Schäfer E, Schlingemann R (2003) Efficiency of rotary nickel–titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and

- instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 36, 208–17.
- Schäfer E, Vlassis M (2004). Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: protaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 37: 239–248.
- Schäfer E., Schulz-Bongert U., Tulus G. Comparison of Hand Stainless Steel and Nickel-Titanium Rotary Instrumentation: A Clinical Study. *J Endod* 2004;30:432-5.
- Schäfer E, Erler M, Dammaschke T (2006) Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 39, 203–12.
- Shahravan A., Haghdoost A., Adl A, Rahimi H., Shadifar F. Effect of Smear Layer on Sealing Ability of Canal Obturation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod* 2007;33:96-105.
- Schilder H, Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-96.
- Schneider SW. A comparison of the canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg* 1971;32:271-5.
- Schulz KF, Chalmers I, Hayes RJ, Altman DG (1995). Empirical evidence of bias. Dimensions of methodological quality associated with estimates of treatment effects in controlled trials. *J Am Med Assoc* 273:408-412.
- Sepic AO, Pantera EA, Neaverth EJ, Anderson RW. A comparison of Flex-R files and K-type files for the enlargement of severely curved molar root canals. *J Endod* 1989; 15: 240–245.
- Shadid DB, Nicholls JI, Steiner JC. A comparison of curved canal transportation with balanced force versus lightspeed. *J Endod.* 1998 Oct;24(10):651-4.
- Shankar P, Parameswaran A, Lakshminarayanan L. Apical third instrumentation of curved canals with K-type and canal master instruments. *J Endod.* 1993 May;19(5):224-7.
- Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod.* 1997 Aug;23(8):503-7.
- Siqueira Jr JF, Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimes in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod* 2002; 28: 181–184.
- Simon R. Confidence intervals for reporting results of clinical trials. *Ann Intern Med.* 1986;105:429-435.
- Song YL, Bian Z, Fan B, Fan MW, Gutmann JL, Peng B. A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2004 Apr;37(4):265-71.
- Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J.* 2007 Aug;33(2):73-81.
- Southard DW, Oswald RJ, Natkin E (1987) Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod* 13, 479–89.
- Sproles, RA. An anatomical investigation of the coronal pulp chamber of molar teeth utilizing a silicone injection technique. Thesis University of Southern California, 1975.
- Spyropoulos S, ElDeeb ME, Messer HH. The effect of Giromatic files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J* 1987; 20: 133–142.
- Stheeman SE, Mileman PA, Van't Hof MA, Van der Stelt PF (1995) Diagnostic confidence and the accuracy of treatment decisions for radiopaque periapical lesions. *Int Endod J* 28, 121±8.
- Stewart, CC. The importance of chemomechanical preparation of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1955;8(9):993-7.

- Sutherland S., Matthews D (2003). Emergency Management of Acute Apical Periodontitis in the Permanent Dentition: A Systematic Review of the Literature. *J Can Dent Assoc* 69:160.
- Sutton AJ (2000) *Methods for Meta-analysis in Medical Research*. Chichester, West Sussex, UK; New York: John Wiley.
- Svec TA, Wang MM. Precurving of nickel-titanium files affects transportation in simulated canals. *J Endod*. 1998a; Jan;24(1):23-5.
- Svec TA, Wang MM. The effect of instrument precurving on transportation in simulated curved canals. *J Endod*. 1998b; Feb;24(2):122-4.
- Swindle RB, Neaverth EJ, Pantera EA, Ringle RD. Effect of coronal-radicular flaring on apical transportation. *J Endod* 1991; 17: 147-149.
- Sydney GB, Batista A, Loureiro de Melo L. The radiographic platform: a new method to evaluate root canal preparation in vitro. *J Endod* 1991;17:570-2.
- Szep S, Gerhardt T, Leitzbach C, Lüder W, Heidemann D. Preparation of severely curved simulated root canals using engine-driven rotary and conventional hand instruments. *Clin Oral Investig*. 2001 Mar;5(1):17-25.
- Tachibana H, Matsumoto K (1990) Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endodontics and Dental Traumatology* 6, 16-20.
- Tamse A, Pilo R. A new muffle model system to study root canal morphology and instrumentation techniques. *J Endod* 1998;24:540-2.
- Tan BT, Messer HH. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. *Int Endod J* 2002;35:752-8.
- Taşdemir T., Aydemir H., Inan U., Ünal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J* 2005, 38, 402-408.
- Tepel J, Schäfer E. Endodontic hand instruments: cutting efficiency, instrumentation of curved canals, bending and torsional properties. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13: 201-21
- Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG. A comparison of canal preparation using the K-file and Lightspeed in resin blocks. *J Endod*. 1996 Sep;22(9):474-6.
- The Editorial Board of the Journal of Endodontics. Root Canal Debridement: An Online Study Guide. *J Endod* 2008;34:e17-e31.
- Thompson SA, Dummer PMH (1997a). Shaping ability of Profile 0.04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J* 30, 1-7.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of NT Engine and McXim rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int Endod J*. 1997b; Jul;30(4):270-8.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *J Endod*. 1997c; Dec;23(12):742-7.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Mity Roto 360 degrees and Naviflex rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *J Endod*. 1998a; Feb;24(2):135-42.
- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J*. 1998b; Jul;31(4):268-74.
- Torabinejad M. Passive stepback technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 398-401.
- Tsesis I., Faivishevsky V., Fuss Z., Zukerman O. Flare-ups after Endodontic Treatment: A Meta-analysis of Literature. *J Endod* 2008;34:1177-81.
- Tu MG, Chen SY, Huang HL, Tsai CC. Endodontic shaping performance using nickel-titanium hand and motor ProTaper systems by novice dental students. *J Formos Med Assoc*. 2008 May;107(5):381-8.

- Tucker DM, Wenckus CS, Bentkover SK (1997). Canal wall planning by engine-driven Nickel-titanium instruments, compared with stainless steel hand instrumentation. *J Endod* 23: 170-173.
- Uyanik OM, Cehreli CZ, Mocan OB, Dagli TF. Comparative evaluation of three nickeltitanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod* 2006;32:668-71.
- Uzun O, Topuz O, Aydyn C, Alacam T, Aslan B. Enlarging characteristics of four nickel-titanium rotary instruments systems under standardized conditions of operator-related variables. *J Endod* 2007;33:1117-20.
- Valachovic RW, Douglas CW, Berkley CS, McNeil BJ, Chauncey HH (1986) Examiner reliability in dental radiography. *Journal of Dental Research* 65, 432±6.
- Vande Visse JE, Brilliant JD (1975) Effect of the irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod* 1, 243-6.
- Vanni JR, Santos R, Limongi O, Guerisoli DMZ, Capelli A, Pécora JD. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM analysis. *Braz Dent J* 2005;16:181-6.
- Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LF, Balleri P. In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT Rotary files. *J Endod* 2004; 30: 163-166.
- Veltri M, Mollo A, Mantovani L, Pini P, Balleri P, Grandidni S. A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endod J* 2005;38:610-6.
- Versumer J, Hülsmann M, Schäfers F (2002) A comparative study of root canal preparation using ProFile .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 35,37-46.
- Vessey RA. The effect of filing versus reaming on the shape of the prepared root canal. *Oral Surg Oral Med oral Pathol* 1969; 27: 543-547.
- Walton RE (1976) Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod* 2, 304-11.
- Wei X, Ling J, Zhang S. (2002). The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments on preparing curved canals in posterior teeth. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. Sep;37(5):333-5.
- Weiger R, Brückner M, ElAyouti A, Löst C. Preparation of curved root canals with rotary FlexMaster instruments compared to lightspeed instruments and NiTi hand files. *Int Endod J* 2003; 36: 483-490.
- Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. *J Canad Dent Assn* 1970;4:155-7.
- Weine FS, Kely RF, Lio PF. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975;1:255-62.
- Weine F, Kelly R, Bray K. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod* 1976; 2: 298-203.
- Weine FS. *Endodontic therapy*. 3a ed. St. Louis: CV Mosby, 1982:183-8.
- Willey W, Senia S. A new root canal instrument and instrumentation technique: a preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 67: 198-207.
- Wolcott J, Himel VT. Torsional properties of nickel-titanium versus stainless steel endodontic files. *J Endod* 1997; 23:217-220.
- Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. *J Endod* 2000; 26: 210-217.
- Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J*. 2006 Oct;39(10):791-9.

- Yang GB, Zhou XD, Zheng YL, Zhang H, Shu Y, Wu HK (2007). Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J.* Sep;40(9):707-14. Epub 2007 Jul 23.
- Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2005 May;31(5):373-5.
- Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J.* 2007 Mar;52(1 Suppl):S52-63.
- Zaia AA, Ferraz CCR, Yoshinari GH, de Souza Filho FJ. A simple method for the analysis of root canal preparation. *J Endod* 2000;26:172-4.
- Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-398.
- Zhang L, Luo HX, Zhou XD, Tan H, Huang DM. The shaping effect of the combination of two rotary nickel-titanium instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2008 Apr;34(4):456-8. Epub 2008 Feb 8.
- Zmener O, Marrero G. Effectiveness of different endodontic files for preparing curved root canals: a scanning electron microscopic study. *Endod Dent Traumatol.* 1992 Jun;8(3):99-103.
- Zmener O, Banegas G. Comparison of three instrumentation techniques in the preparation of simulated curved root canals. *Int Endod J.* 1996 Sep;29(5):315-9.
- Zuolo ML, Walton RE. Instrument deterioration with usage: Nickel-titanium versus stainless steel. *Quintessence Int* 1997; 28: 397-402.

ANEXOS

ANEXO N°1

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA UTILIZADA EN MEDLINE (PUBMED).

Search	Most Recent Queries	Time	Result
#22	Search (((#1) AND (#17)) AND (#18)) AND (#19) AND (#20) Limits: English	14:03:30	102
#21	Search (((#1) AND (#17)) AND (#18)) AND (#19) AND (#20)	13:47:32	107
#20	Search (((#12) OR (#13)) OR (#14)) OR (#15) OR (#16)	13:40:13	5183924
#19	Search (#10) OR (#11)	13:35:09	54124
#18	Search ((((((#2) OR (#3)) OR (#4)) OR (#5)) OR (#6)) OR (#7)) OR (#8)) OR (#9)	13:26:22	709680
#17	Search compar*	13:21:55	3192385
#16	Search technique	13:21:12	609716
#15	Search system	13:20:58	1491604
#14	Search method	13:20:47	3795721
#13	Search instrument	13:20:29	51534
#12	Search file	13:20:14	10283
#11	Search transportation	13:19:10	52882
#10	Search centering	13:18:54	1256
#9	Search zapping	13:18:04	8450
#8	Search preparing	13:17:46	15680
#7	Search preparation	13:17:33	187271
#6	Search instrumentation	13:17:14	379653
#5	Search enlarging	13:16:56	3625
#4	Search enlargement	13:16:44	108355
#3	Search debridement	13:16:31	15211
#2	Search clearing	13:16:16	10168
#1	Search root canal	13:15:52	21186

Compar* equivale a: comparison, comparative, compared.

“Search” corresponde a los pasos de la búsqueda.

“Most recent queries” equivale a las palabras claves del #1 al #17 y a las combinaciones de palabras claves del #18 al #21.

“Result” corresponde al número de citas.

ANEXO N°2

FORMATO DE LA TABLA PARA LA EXTRACCIÓN DE LOS DATOS.

	CRITERIOS DE VALIDEZ	ARTÍCULO N°1
1	Hipótesis	
2	Nº y tipo de dientes	
3	Nº total de conductos	
4	Nº de grupos	
5	Nº de conductos por grupo	
6	Grado de curvatura de la muestra	
7	Requisitos de la muestra	
8	Cálculo del tamaño de la muestra	
9	Técnica de medición de la curva	
10	Especificaciones de la técnica radiográfica	
11	Homogeneidad de la curva por grupos	
12	Radio de la curva	
13	Diámetro, área o volumen previo del conducto	
14	Cálculo de la longitud de trabajo	
15	Sección de las coronas	
16	Sección de las raíces no evaluadas	
17	Uso de fantoma, maniquí o similar	
18	Aislamiento absoluto	
19	Detalle de la técnica de instrumentación	
20	Preensanche	
21	Precurvado	
22	Recapitulación	
23	Diámetro y taper apical final	
24	Irrigación (ml, %, diámetro aguja y quelantes)	
25	Nº de conductos por lima	
26	Nº de operadores y experiencia	
27	Parámetros a evaluar	
28	Definición, técnica y forma de medición	
29	Nº de evaluadores y técnica ciego	
30	Test confiabilidad intra-inter evaluadores	
31	Calibración de los operadores	
32	Calibración de los evaluadores	
33	Test estadístico y finalidad	
34	Nivel de significancia (p)	
35	Tipo de gráficos	
36	Cantidad y causa de conductos eliminados	

Tipos de respuesta codificadas: si, no, no reportado, poco claro, incompleto, no corresponde.

ANEXO N°3

PAUTA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD.

PAUTA DE EVALUACIÓN DE CALIDAD	0 puntos	1 punto	2 puntos
Hipótesis	no informa	informa	-
Tipo de dientes	no informa	informa	-
N° conductos por grupo	10 a 15	16 a 25	mayor de 25
Requisitos de la muestra	no informa	informa	-
Cálculo del tamaño de la muestra	no informa	informa	-
Técnica de medición de la curva	no informa	informa	-
Especificaciones de la técnica radiográfica (kV, A, tiempo)	no informa	incompleto	completo
Homogeneidad de la curva por grupos	no informa	Al azar sin test	con test
Radio de la curva	no informa	informa	-
Diámetro, área o volumen previo del conducto	no informa	calcula, no informa	calcula e informa
Cálculo de la longitud de trabajo	no informa	incompleto, poco claro	completo
Sección de coronas	no informa o secciona o aplana	no secciona	-
Sección de raíces no evaluadas	no informa o secciona	no secciona, uniradicular	-
Uso de fantoma, maniquí o similar	no informa o no usa	utiliza	in vivo
Aislamiento absoluto	no informa o no usa	utiliza	-
Detalle técnica de instrumentación	no informa	incompleto	completo
Preensanchamiento	no informa	informa	-
Precurvado	no informa	informa	-
Recapitulación	no informa	informa	-
Marca, diámetro y taper apical final	no informa o diámetro final diferente	incompleto, poco claro	completo
Irrigación (ml., %, diámetro aguja, quelante)	no informa	incompleto	completo
N° de conductos por lima	no informa	informa	-
N° de operadores	no informa	informa n°, no experiencia	informa n° y experiencia
N° de evaluadores y técnica ciego	no informa	Informa n° pero no técnica ciego	informa n° y técnica ciego
Test de confiabilidad intra-interevaluadores	no informa	informa	-
Calibración de los operadores	no informa	informa	-
Calibración de los evaluadores	no informa	informa	-
Test estadístico y su finalidad	no informa, no usa	informa test, no finalidad	informa test y finalidad
Nivel de significancia	no informa	incompleto o poco claro	completo
Tipo de gráficos	no usa	utiliza	-
Cantidad y causa de conductos eliminados	no informa	Informa n° pero no causa, informa causa pero no n°	informa n° y causa, no elimina

ANEXO N°4

INFORMACIÓN SOBRE LOS ARTÍCULOS SELECCIONADOS.

Nº	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	MÉTODO DE COMPARACIÓN	JOURNAL
1	López y cols., 2008	Mufla	J Endod
2	Loizides y cols., 2007	Tomografía	J Endod
3	Hartmann y cols., 2007	Tomografía	J Endod
4	Matwychuk y cols., 2007	Radiografías	J Endod
5	Yang y cols., 2007	Mufla y radiografías	Int Endod J
6	Javaheri y Javaheri, 2007	Radiografías	J Endod
7	Liu y cols., 2006	Radiografías y MEB	Am J Dent
8	Al-Sudani y Al-Shahrani, 2006	Mufla	J Endod
9	Uyanik y cols., 2006	Tomografía	J Endod
10	Leonardi y cols., 2005	Mufla	Acta Odontol Latinoam
11	Kaptan y cols., 2005	Mufla	Oral Surg
12	Tasdemir y cols., 2005	Tomografía	Int Endod J
13	Song y cols., 2004	Mufla	Int Endod J
14	Weiger y cols., 2003	Mufla	Int Endod J
15	Bergmans y cols., 2003	Tomografía	Int Endod J
16	Bergmans y cols., 2002	Tomografía	Int Endod J
17	Ponti y cols., 2002	Mufla	J Endod
18	Bertrand y cols., 2001	Mufla	Int Endod J
19	Kosa y cols., 1999	Mufla	J Endod
20	Shadid y cols., 1998	Mufla	J Endod
21	Lopes y cols., 1998	Radiografías	Braz Dent J
22	Goldberg y Araujo, 1997	Radiografías	Endod Traumatol Dent
23	Kuhn y cols., 1997	Mufla	J Endod
24	Short y cols., 1997	Mufla	J Endod
25	Chan y Cheung, 1996	mufla y secciones al microscopio no MEB	Int Endod J
26	Gambill y cols., 1996	Tomografía	J Endod
27	Glosson y cols., 1995	Mufla	J Endod
28	Luiten y cols., 1995	Radiografías	J Endod
29	Roig-Cayón y cols., 1994	Mufla	J Endod
30	Parris y cols., 1994	Radiografías y secciones al microscopio no MEB	J Endod
31	Zmener y Marrero, 1992	MEB	Endod Traumatol Dent
32	Swindle y cols., 1991	Radiografías	J Endod
33	Leseberg y Montgomery, 1991	Mufla	J Endod
34	Gilles y del Rio, 1990	Radiografías y secciones al microscopio no MEB	J Endod
35	Campos y del Rio, 1990	Mufla	J Endod
36	Sepic y cols., 1989	Radiografías	J Endod
37	Ehrlich y cols., 1989	Radiografías	J Endod
38	Schäfer y Zapke, 2000	MEB	J Endod

39	Schäfer y Lohmann, 2002	Radiografías y MEB	Int Endod J
40	Schäfer y Schlingemann, 2003	Radiografías y MEB	Int Endod J
41	Schäfer y Vlassis, 2004	Radiografías y MEB	Int Endod J
42	Schäfer y cols., 2004	Radiografías	J Endod
43	Schäfer y cols., 2006	Radiografías y MEB	Int Endod J
44	Veltri y cols., 2004	Radiografías	J Endod
45	Veltri y cols., 2005	Radiografías	Int Endod J
46	Guelzow y cols., 2005	Mufla y radiografías	Int Endod J
47	Calhoun y Montgomery, 1988	Mufla	J Endod
48	Haikel y Allemann, 1988	MEB	J Endod
49	Bolanos y cols., 1988	Secciones al microscopio no MEB	J Endod
50	Morgan y Montgomery, 1984	Modelos de silicona	J Endod
51	Al-Omari y Dummer, 1995	Dispositivo para detritus apical extruído	J Endod
52	Esposito y Cunningham, 1995	Radiografías	J Endod
53	Imura y cols., 2001	Mufla	J Endod
54	Coleman y cols., 1996	Mufla	J Endod
55	Goodman y cols., 1985	Secciones al microscopio no MEB	J Endod
56	Reynolds y cols., 1987	Secciones al microscopio no MEB	J Endod
57	Lev y cols., 1987	Secciones al microscopio no MEB	J Endod
58	Haidet y cols., 1989	Secciones al microscopio no MEB	J Endod
59	Lim y Webber, 1985a	Radiografías	Int Endod J
60	Fairbourn y cols., 1987	Dispositivo para detritus apical extruído	J Endod
61	Davis y cols., 2002	Cambio en longitud de trabajo	J Endod
62	Mahran y AboEl-Fotouh, 2008	Tomografía	J Endod
63	Garala y cols., 2003	Mufla	Int Endod J
64	Saunders y Saunders, 1992	Modelos de silicona y clareamiento	J Endod
65	Saunders y Saunders, 1994	Radiografías, silicona y clareamiento	J Endod
66	Backman y cols., 1992	Radiografías	J Endod
67	Nagy y cols., 1997a	Radiografías	Int Endod J
68	Nagy y cols., 1997b	Radiografías	Int Endod J
69	Hülsmann y Stryga, 1993	Radiografías	J Endod
70	Hülsmann y cols., 2001	Mufla, radiografías y MEB	Int Endod J
71	Versumer y cols., 2002	Mufla, radiografías y MEB	Int Endod J
72	Rödig y cols., 2002	Mufla y MEB	Int Endod J
73	Hülsmann y cols., 2003a	Mufla, radiografías y MEB	Int Endod J
74	Hülsmann y cols., 2003b	Mufla, radiografías y MEB	Int Endod J
75	Paque y cols., 2005a	Mufla, radiografías y MEB	Int Endod J
76	Jodway y Hülsmann, 2006	Mufla, radiografías y MEB	Int Endod J
77	Rödig y cols., 2007	Mufla, radiografías y MEB	Int Endod J
78	ElAyouti y cols., 2008	Secciones al microscopio no MEB	Int Endod J
79	Kustarci y cols., 2008	Cantidad de bacterias extruídas apicalmente	Int Endod J
80	Jungmann y cols., 1975	Secciones al microscopio no MEB	J Endod
81	Walton, 1976	Secciones al microscopio no MEB	J Endod
82	Southard y cols., 1987	Radiografías	J Endod
83	Barthel y cols., 1999	Modelos de silicona	J Endod
84	Lim y Stock, 1987	Secciones al microscopio no MEB	Int Endod J

Nota: Artículos seleccionados por la estrategia de búsqueda: nº 1 al 37.

Artículos seleccionados por la búsqueda bibliográfica adicional: nº 38 al 84.

MEB: microscopio electrónico de barrido.

Oral Surg: Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.

ANEXO N°5

Recomendaciones en cuanto a la información metodológica necesaria para diseñar estudios de comparación de técnicas e instrumentos usados en la preparación de los conductos radiculares

	INFORMACIÓN METODOLÓGICA NECESARIA	OCASIÓN
1	Hipótesis	Siempre
2	N° y tipo de dientes	Siempre
3	N° total de conductos	Siempre
4	N° de grupos	Siempre
5	N° de conductos por grupo	Siempre
6	Criterios o requisitos de selección de la muestra	Siempre
7	Método de cálculo del tamaño de la muestra	Siempre
8	Grado de curva de la muestra (promedio y desviación estándar por grupos, máximo y mínimo por grupo)	Siempre
9	Radio promedio de las curvas de la muestra	Siempre
10	Técnica de medición del grado y radio de las curvas	Siempre
11	Especificaciones de la técnica radiográfica (Kv, mA y seg.)	Siempre
12	Método de homogenización para distribuir las curvas por grupos	Siempre
13	Test utilizado para evaluar la homogeneidad de las curvas por grupos	Siempre
14	Diámetro o área o volumen previo del conducto	Siempre
15	Forma de calcular la longitud de trabajo	Siempre
16	Sección parcial o total de las coronas de los dientes	Siempre
17	Remoción de las raíces no evaluadas (pre o postinstrumentación)	Siempre
18	Uso de fantoma, maniquí, tipodonto o similar	Siempre
19	Uso de aislamiento absoluto	Siempre
20	Detalle de la técnica de instrumentación (secuencia y longitud de trabajo de cada lima)	Siempre
21	Uso de preensanchamiento (coronal o apical)	Siempre
22	Uso de precurvado de limas	Siempre
23	Uso de recapitulación	Siempre
24	Uso de lima de pasaje	Siempre
25	Marca, diámetro y taper apical final de los instrumentos	Siempre
26	Sustancia de irrigación (cantidad y porcentaje)	Siempre
27	Aguja de irrigación (diámetro y longitud a la que se inserta)	Siempre
28	Uso de quelantes (cantidad y porcentaje)	Siempre

29	Nº de conductos en que se utilizó cada instrumento	Siempre
30	Nº de operadores	Siempre
31	Experiencia de los operadores	Siempre
32	Parámetros o variables de comparación	Siempre
33	Definición de cada parámetro de comparación	Siempre
34	Técnica de medición de cada parámetro de comparación	Siempre
35	Resultados de cada parámetro de comparación (promedio con desviación estándar y mediana)	Siempre
36	Nº de evaluadores	Siempre
37	Uso de la técnica ciego por parte del evaluador	Siempre
38	Test de confiabilidad intra e interevaluadores	Siempre
39	Calibración de los operadores	Siempre
40	Calibración de los evaluadores (reproducibilidad de las evaluaciones)	Siempre
41	Test estadístico	Siempre
42	Finalidad de cada test estadístico	Siempre
43	Nivel de significancia (valor límite de significancia y valores P exactos)	Siempre
44	Cantidad de conductos eliminados del estudio	Siempre
45	Causa de eliminación de conductos	Siempre
46	Nivel o altura de las secciones radiculares transversales a ser evaluadas	Cortes transversales a las muestras
47	Cumplimiento de las instrucciones del autor de la técnica de preparación manual	Técnicas de instrumentación manuales
48	Cumplimiento de las instrucciones del fabricante de los instrumentos NiTi rotatorios	Técnicas de instrumentación rotatorias
49	Información del motor endodóntico, pieza de mano endodóntica, torque y rpm utilizados	Técnicas de instrumentación rotatorias
50	Información del ultrasonido (modelo, cps., tiempo e irrigante)	Uso de ultrasonido
51	Microscopio para evaluar las muestras (magnificación y parámetro evaluado)	Uso de microscopio
52	Software para comparar imágenes	Uso de software
53	Tomógrafo (resolución y software para reconstruir y analizar imágenes)	Uso de tomógrafo
54	Tipo de escáner tomográfico	Uso de tomógrafo
55	Información del láser (energía, longitud de onda)	Uso de láser
56	Controles in vivo (períodos de seguimiento)	Estudios in vivo
57	Escala para evaluar el dolor de tratamiento in vivo	Estudios in vivo
58	Escala para evaluar el resultado del tratamiento in vivo	Estudios in vivo

ANEXO N°6

Diagrama de flujo para la selección de artículos.

