

**UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CATEDRA DE ENDODONCIA**



**ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS ROTATORIOS QUANTEC Y
PROFILE DURANTE LA PBM IN VITRO.**

Alumnos:

**Hernán Gandarillas Fuentes
Marco Nasi Toso**

**Trabajo de Investigación
Requisito para optar al Título de
Cirujano-Dentista**

Profesor Guía:

Dra. Emma Fuenzalida N.

**Valparaíso-Chile
2000**

Dedicada a nuestros padres, en agradecimiento por su constante preocupación en nuestra formación y por su apoyo entregado durante el largo camino de nuestra educación en las ciencias, en las letras y en la virtud para ser futuros profesionales.

AGRADECIMIENTOS.

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra docente guía, Dra. Emma Fuenzalida y al Dr. Gastón Zamora por su apoyo incondicional en el transcurso de este proyecto de título.

A la Dirección de la Escuela de Odontología, Universidad de Valparaíso por permitirnos hacer uso del equipo de rayos fundamental para el desarrollo de este proyecto.

A Gerardo Sdam Alberti, técnico en el laboratorio de microscopía electrónica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valparaíso por su valiosa y desinteresada colaboración.

Al Dr. Eduardo Couve M. por sus valiosas ideas aportadas al desarrollo de este experimento.



ÍNDICE.

I. Introducción	Pág. 1
II. Marco Teórico	Pág. 4
Desbridamiento y limpieza.....	Pág. 4
Irrigación de conductos.....	Pág. 10
Medicación intracanalicular.....	Pág. 12.
Técnicas de PBM.....	Pág. 13
Instrumental endodóntico para PBM.....	Pág. 18
Propiedades físicas de los instrumentos para PBM.....	Pág. 24
Instrumental de NiTi.....	Pág. 25
Objetivos de la creación de sistemas rotatorios.....	Pág. 27
Investigaciones recientes.....	Pág. 28
III. Hipótesis	Pág. 31
IV. Objetivos	Pág. 31
V. Materiales y Métodos	Pág. 32
VI. Análisis estadístico de resultados	Pág. 40
Gráficos de datos estadísticos.....	Pág. 56
Gráfico 1.....	Pág. 56
Gráfico 2.....	Pág. 57
Gráfico 3.....	Pág. 57
Gráfico 4.....	Pág. 58
Gráfico 5.....	Pág. 58
Radiografías de dientes digitalizadas.....	Pág. 59

VII. Discusión.....	Pág. 62
VIII. Conclusiones.....	Pág. 65
IX. Sugerencias.....	Pág. 66
X. Resumen.....	Pág. 67
XI. Bibliografía.....	Pág. 68



Imagen 1: Rx. Frontal Diente #10 correspondiente al cuerpo de prueba del grupo control con angulación alta.

I. INTRODUCCION

La ENDODONCIA es considerada hoy en día como una de las ramas más importantes de la Odontología, ya que permite, a través de su ciencia, hacer permanecer al odontón en boca entregando a nuestra profesión una útil alternativa de tratamiento para la conservación de dientes, ya que antiguamente la única solución ante problemas del órgano pulpar era realizar la extracción dental, aun cuando el diente conservara su mayor parte o integridad.

Dentro de las etapas de un tratamiento endodóntico, nos encontramos con la PREPARACION BIOMECÁNICA (PBM), que consiste en preparar el conducto dentario, tratando de obtener un acceso directo al limite cemento-dentinario, a través de la cámara pulpar y

del conducto, preparándolos convenientemente para una adecuada desinfección, fácil y perfecta obturación, así como para el éxito del tratamiento. Esta fase es realizada didácticamente a través de medios químicos (soluciones irrigadoras), medios físicos (actos de irrigar y aspirar) y medios mecánicos (instrumentos o instrumentación) (Weine, 1997). Es así que, hoy por hoy, gracias a la realización de diversos estudios *in vitro* y clínicos, se ha demostrado que la PBM se constituye como una etapa fundamental en el éxito de tratamientos endodónticos, evolucionando los conceptos desde un simple "tallado" del sistema de conductos radiculares, hacia un concepto más amplio y biológico que permita la "desinfección" del sistema de conductos radiculares, favoreciendo así un buen acceso y completa desinfección del tercio apical.

Con el paso del tiempo la endodoncia se hace más exigente y rigurosa en cuanto a la forma de realizar los tratamientos, es así que surge mayor número de limitaciones o complicaciones que el clínico deberá enfrentar y sortear con un buen pronóstico para el tratamiento, asegurando la permanencia del diente sin ninguna complicación en boca. Para esto es necesario contar con los conocimientos y la tecnología adecuada.

Una de las grandes limitaciones que se presenta, es la problemática del conducto curvo con un difícil acceso al tercio apical, debido fundamentalmente a su angulación dificultando la eliminación de residuos, limitando el buen acceso de los instrumentos convencionales e incluso ocasionando más de alguna vez un problema al Odontólogo, ya sea porque el instrumento se fracturo en el interior del conducto debido a su poca flexibilidad, por alguna perforación de las paredes del conducto por un excesivo desgaste o por la creación de falsas vías o escalones dentro del conducto.

Es así, que surge una relación entre conducto curvo y técnicas convencionales en las que se busca la rectificación del ángulo y de la porción curva del conducto a través del limado de una de sus paredes. Clásicamente, la técnica convencional utiliza instrumentos de acero inoxidable que son rígidos y por tanto incapaces de respetar la curvatura de los conductos por lo que actúan "rectificando" la curvatura con un elevado riesgo de producir alguna alteración como las mencionadas anteriormente. Esto nos hace pensar lo importante que sería el que se mantuviese y respetase la curvatura original del conducto, dando una forma cónica continua a lo largo del conducto, a través de la PBM.

Para poder solucionar esta serie de limitantes es que surgen nuevos instrumentos y técnicas revolucionarias en el concepto de la PBM; aparecen los instrumentos de Níquel-Titanio (NiTi) con una elasticidad y flexibilidad excepcional permitiéndole al clínico adaptarlos aun en las condiciones más extremas de curvaturas de un conducto dentario, con una mayor seguridad y disminuyendo el riesgo de fractura del instrumento, algo común hasta este momento con los instrumentos convencionales de acero inoxidable. Así, para facilitar el desempeño del clínico y acotar el tiempo de tratamiento, es que aparecen los sistemas no convencionales para la PBM, nos referimos a los sistemas rotatorios con limas de NiTi, permitiendo con su técnica, disminuir el tiempo de tratamiento, mantener la forma del conducto, todo esto con una mayor seguridad, cumpliendo así con las normas para la preparación del conducto en donde se establece que se debe mantener la forma del conducto preoperatorio y procurando conseguir la forma más idónea para la obturación. (WEINE, 1997).

II. MARCO TEÓRICO.

El tratamiento endodóntico comprende tres fases fundamentales. La primera fase es la fase de diagnóstico en la que se identifica el trastorno que se va a tratar y se desarrolla el plan de tratamiento. La segunda fase es la de preparación, en la que se vacía el contenido del conducto y se le prepara para recibir el material de obturación. La tercera fase es la de obturación propiamente tal u obliteración del conducto para formar un sello hermético con un material inerte, tan cercano a la unión cemento-dentina como sea posible.

Definiciones.

- Preparación biomecánica (trabajo del conducto): Corresponde a la cantidad de desgaste producido por la instrumentación del conducto sobre sus paredes a lo largo de todo este, llegando a 1 mm del ápice radiográfico, lo que se observará en las radiografías posteriores a la instrumentación de los cuerpos de prueba lo que será cuantificado a través de mediciones estandarizadas.
- Ángulo de curvatura: Corresponde al ángulo formado por la proyección sobre la radiografía, del cuerpo de prueba, de una línea trazada paralela a la porción coronal del diente con otra línea proyectada paralela a la porción apical de la raíz siguiendo el eje mayor del conducto.
- Radio de curvatura: corresponde a la línea trazada por la intersección de dos perpendiculares que parten de dos puntos correspondientes al lugar donde cada línea que forma el ángulo de curvatura deja el paralelismo con el conducto radicular.
- Longitud de trabajo : Corresponde a una longitud estandarizada que se obtiene al medir en las radiografías de estudio de los cuerpos de prueba desde la cúspide vestibular al ápice radiográfico radicular restando a esta medida 1 mm.

El tratamiento endodóntico consiste esencialmente en un proceso de **desbridamiento** durante el cual se debe retirar del sistema de conductos radiculares los irritantes existentes o potenciales esto es, eliminar de los conductos radiculares todo remanente de tejido pulpar, toda sustancia química antigénica e inflamatoria y las bacterias. A continuación, los irrigantes lavan del conducto todos los desechos desprendidos y suspendidos. La acción química de la solución irrigante disuelve los residuos orgánicos y destruye los microorganismos, liberando de irritantes el sistema de conductos. Sin embargo, actualmente se ha demostrado que el desbridamiento completo es muy difícil, sino, imposible. El no cumplir con estos objetivos acarrea el riesgo de fracaso del tratamiento a corto plazo y también genera inflamación perirradicular, inflamación persistente o ambas. El objetivo es eliminar dichos irritantes; pero en realidad sólo ocurre una reducción importante. Los irritantes constan de lo siguiente: bacterias, productos bacterianos de desecho, tejido necrótico, desechos orgánicos, tejido vital, productos salivales de desecho, hemorragia y otros. Sin duda, el contenido necrótico de un espacio pulpar es un irritante

poderoso. Esto no significa únicamente que haya que suprimir el tejido pulpar, los restos necróticos, los microorganismos y la dentina afectada, sino que también se debe preparar las paredes del conducto para que pueda recibir el material de obturación que sellará el agujero apical.

Un segundo objetivo consiste en la **conformación específica** de la preparación del conducto radicular para recibir algún tipo específico de obturación. El objetivo final es la **obturación** total del espacio diseñado (Ingle, 1982).

Schilder ha utilizado el nombre de limpieza y modelado, para destacar la necesidad de desbridar y formar un receptáculo adecuado para el material de obturación. Es preferible el término de **preparación del conducto** que debe incluir la limpieza y el modelado para poder alcanzar los objetivos buscados. No se debe decir "ensanchamiento del conducto"; la mera ampliación del diámetro del conducto puede no bastar para conseguir la forma necesaria, ni permite siempre eliminar el contenido innecesario del conducto. Por tanto, la adecuada preparación del conducto radicular para recibir el material de obturación que involucra un adecuado desbridamiento y tallado del conducto radicular son llevados a cabo durante la etapa llamada **Preparación Biomecánica de los conductos**.

La Preparación Biomecánica consiste en todas aquellas maniobras que se efectúan al interior del conducto radicular para procurar obtener un acceso directo y franco a las proximidades de la unión cemento-dentina-conducto (límite CDC), preparando a continuación el conducto dentinario a fin de entregarle una forma cónica para la completa desinfección y/o para recibir una fácil y perfecta obturación. El término "biomecánica" se introdujo en la 2ª Convención de Endodoncia efectuada en la Universidad de Pensilvania, Filadelfia, EEUU, en 1953, para designar al conjunto de intervenciones técnicas que preparan la cavidad pulpar para su posterior obturación. Fue creado para sustituir a los que utilizaban hasta entonces: preparación mecánica, preparación químico-mecánica, instrumentación, etc.

El término se cambió por "biomecánica" puesto que al realizar el acto operatorio se deben tener presentes los principios y exigencias biológicas que rigen el tratamiento endodóntico. (Cohen, 1995).

1. DESBRIDAMIENTO Y LIMPIEZA.

El **desbridamiento** puede efectuarse de diferentes formas, dependiendo de las circunstancias, mediante la instrumentación del conducto, aplicación de medicamentos e irrigantes, electrólisis o cirugía. En ningún caso se pueden obtener resultados aceptables sin alguna forma de desbridamiento. Aunque la preparación del conducto suele ser un trabajo tedioso y sus resultados no siempre son evidenciados inmediatamente en las radiografías postoperatorias de los conductos obturados, no cabe ninguna duda que el desbridamiento de los conductos es vital. Cuando se prepara correctamente un conducto es casi seguro que cualquiera de los métodos de obturación aceptados producirá unos resultados satisfactorios.

Para obtener una adecuada limpieza y desbridamiento es preciso realizar una manipulación hábil junto a una profusa irrigación, lo que elimina la mayor parte de los contaminantes bacterianos junto a residuos necróticos y dentina. Se debe eliminar una porción suficiente de la

pared dentinaria del conducto radicular para retirar los residuos necróticos adheridos y las bacterias y los residuos al interior de los túbulillos dentinarios. Las paredes deben quedar tan lisas como vidrio.

Junto a estas maniobras, se debe dejar medicamentos al interior del conducto entre las sesiones para controlar las bacterias remanentes.(Weine, 1997).

Conformación o modelado.

El objetivo de los procedimientos endodónticos de **modelado o conformación** del conducto endodóntico consiste en crear una forma que permita el relleno total y controlado de todo el sistema de conductos radiculares, en todas las dimensiones. La obturación inadecuada deja un alojamiento seguro para los irritantes persistentes o los que son reintroducidos en el espacio del conducto radicular avascular. La lenta diseminación de estas sustancias a través de puntos de salida no sellados es la causa más común de los fracasos endodónticos a corto plazo. Casi todas las dificultades que encuentran los operadores para obturar se relacionan con malos logros en el modelado, etapa anterior del tratamiento. Los conductos simples, mal conformados, son difíciles o imposibles de obturar en forma satisfactoria, pero incluso sistemas radiculares extremadamente complejos pueden ser sellados con facilidad cuando se los prepara hábilmente. (Weine, 1997).

El tercio apical deberá tener entre 2 a 5 mm de paredes casi paralelas para asegurar la retención del cono primario de obturación (**forma de retención**). Esto puede ser comprobado mediante la resistencia "tug back" que se siente al traccionar el cono primario. (Ingle) En los 2 o 3 mm finales se realiza el sellado contra una futura infiltración o percolación hacia el conducto. También corresponde a la zona donde se presentan la mayoría de los conductos laterales o accesorios. (Ingle, 1982).

Junto a la zona de retención, es importante crear una resistencia a la sobreobtención (**zona de resistencia**). Esto es importante para conservar así la integridad de la constricción natural del agujero apical ya que de no ser así se cae en sobreinstrumentación lo que puede producir una inflamación aguda del tejido periapical por lesiones provocadas ya sea por los instrumentos o por los residuos empujados hacia los tejidos periapicales o bien producir una inflamación crónica a través de una reacción de cuerpo extraño causada por el material de obturación en los tejidos periapicales. También se puede producir una incapacidad de compactar la obturación al interior del conducto endodóntico por pérdida del límite apical. (Ingle, 1982).

Durante mucho tiempo se recomendó el tope apical que se conseguía al utilizar limas aumentando su diámetro en forma progresiva hasta alcanzar toda la profundidad del conducto, lo que genera una forma de resistencia apical abrupta. Este escalón intencional es creado a poca distancia de la terminación del conducto para retener el material de obturación. En conductos pequeños la preparación apical usualmente se hacía hasta el instrumento n° 35 por lo menos; después se retrocedía unos 3 mm y el conducto era levemente ensanchado con tres tamaños mayores a fin de crear una preparación apical estandarizada, relativamente paralela donde adaptar un cono estandarizado. Esto presentaba problemas en conductos con curvaturas, aunque fuesen

leves. Las limas progresivamente más rígidas, con movimiento cortante hacia apical, producen un sendero cada vez más recto que da como resultado la traslación del ápice, expresada como escalón, estriación, perforación o desgarró de la terminación del conducto. Las formas de los conductos resultantes tenían escalón apical, con el diámetro más pequeño algo antes de la terminación apical del conducto, forma que fue denominada como "reloj de arena". Esto conducía inevitablemente a una subobturación puesto que se producía un sellado solo en la constricción mayor y no más allá, aunque el cono se adaptase a la longitud correcta del conducto. Debido a esto, se cambió la filosofía del modelado creando un acampanado coronario más adecuado lo más temprano posible, manteniendo la preparación tan pequeña como resulte práctico. Las formas coronarias más adecuadas desarrolladas con ese objetivo de modelado proveen importantes beneficios en cuanto a eficacia de la irrigación, control apical y procedimientos de condensación, independiente de la técnica de obturación utilizada. Los menores tamaños de preparación permiten evitar mejor los escalones, desgarró y perforaciones apicales a la vez que permiten contar con formas de resistencia apical más confiables para contener el material de relleno dentro de la raíz. (Ingle, 1982).

Es conveniente la creación de una "**matríz apical**". La matríz apical tiene dos fines: primero, ayuda a confinar los instrumentos, materiales y sustancias químicas al espacio del conducto y segundo, crea una barrera contra la cual se condensa la gutapercha. Dependiendo de la configuración del agujero apical y de la forma y el tamaño del conducto, se crea un "tope" apical, un "asiento" apical o un ápice abierto. El resultado, cualquiera de los tres, modifica la técnica de obturación y tal vez el pronóstico final. (Cohen, 1995).

- **Tope apical:** Consiste en crear una barrera completa en el extremo de la preparación.
- **Asiento apical:** Corresponde a la ausencia de una barrera total pero si la presencia de una constricción.
- **Ápice abierto:** La preparación apical se percibe como un cilindro abierto (ni una barrera ni una constricción).

Aunque algunas técnicas se basan en la irritación intencional del tejido periapical, numerosos estudios realizados indican que todo el proceso de ensanchamiento y obturación debe limitarse al conducto. Estos estudios han demostrado que cuando existían incluso zonas radiolúcidas extensas, si el desbridamiento y la obturación se confinan al conducto, la zona sana en la mayoría de los casos sin necesidad de cirugía. La instrumentación excesiva es la causa más frecuente de dolor post operatorio, por tanto se debe medir con exactitud la longitud del conducto y ceñirse a la misma al ensanchar y obturar el conducto. El tratamiento correcto de los tejidos periapicales implica también la renuncia al uso de productos cáusticos como medicamentos. Aunque el tratamiento endodóntico obliga siempre a trabajar en el interior del diente, son las estructuras adyacentes y su respuesta lo que determina el éxito o el fracaso del tratamiento endodóntico. (Weine, 1997).

Existe una división biológica del conducto radicular, esta es, el conducto dentinario y el conducto cementario que pertenece a la zona apical y periapical. De esta forma, jamás se debe irritar, lesionar o traumatizar esta zona, tanto por medios químicos como por medios mecánicos puesto que esta zona es vital por su potencial autorreparador. En el caso de las biopulpectomías, debe preservarse el tejido del conducto cementario, mientras que en las necropulpectomías el agente etiológico de las alteraciones periapicales se localiza precisamente en el conducto dentinario y no en la región periapical. Es por esto que una vez eliminada la causa disminuirá el efecto. Al tratar el conducto dentinario se obtendrá reparación de la zona apical y periapical gracias a los elementos de defensa del organismo.

Descripción precisa de los hitos anatómicos.

- **Ápice :** Corresponde al vértice o punta de la raíz. Hito radicular externo, que no es sinónimo de terminación del conducto; el foramen apical de un conducto (donde termina la pulpa y comienza el ligamento periodontal) puede estar en una ubicación diferente de la del ápice de la raíz.
- **Terminación apical del conducto:** Fin del conducto radicular. En sentido operatorio es sinónimo de constricción apical y en sentido anatómico corresponde al foramen.
- **Constricción apical:** Es el menor diámetro apical del conducto. Es otro hito anatómico que en los debates acerca de la longitud operatoria ideal es confundido con la unión cementodentinaria.
- **Unión cementodentina (UCD):** Es la interfase de dentina y cemento que está hacia apical, cerca del forámen. Es considerada por los histólogos como el lugar donde la pulpa se transforma en tejido periapical. Este hito histológico no es sinónimo de constricción apical, aunque ambos pueden estar en una misma localización.
- **Forámen:** Es la apertura creada por la terminación del conducto sobre la superficie externa de la raíz. La constricción apical del conducto está algo por dentro del forámen, por lo cual se forma un espacio infundibular.

Objetivos (Cohen, 1995):

Algunos objetivos clínicos deben ser alcanzados para obtener resultados constantes y predecibles en la limpieza y el modelado. Los objetivos de todo procedimiento de limpieza y modelado son:

1. No dañar.
2. Limpiar por completo el sistema de conductos radiculares.
3. Crear una preparación del conducto radicular que sea de forma cónica o ahusada.
4. Conservar la constricción apical pequeña y en su posición original.

En las biopulpectomías, el fin de la PBM es:

1. Combatir la posible infección superficial de la pulpa.
2. Eliminar la pulpa coronaria y radicular, restos pulpares, sangre infiltrada en los túbulos dentinarios.
3. Prevenir el oscurecimiento de la corona dentaria.
4. Rectificar, al máximo posible, las curvaturas del conducto radicular.
5. Preparar la "batiente apical"
6. Enzanchar y alisar las paredes del conducto dentinario, entregándole una forma cónica y preparándolo para una fácil y perfecta obturación.
7. Eliminar restos pulpares, virutas de dentina y el smear layer, que se producen por la instrumentación del conducto radicular.
8. Preservar la vitalidad de los tejidos del sistema de conductos radiculares (ramificaciones laterales, secundarios y accesorios) y, principalmente del muñón pulpar.
9. Reducir la tensión superficial de las paredes dentinarias.

En las necropulpectomías:

1. Neutralizar el contenido tóxico de la cavidad pulpar.
2. Eliminar por medios mecánicos y químicos las bacterias y sus productos, reduciendo la flora microbiana del conducto radicular.
3. Extraer los restos necróticos, dentina infectada y reblandecida que, si permanecieran al interior del conducto radicular, impedirían la acción de los medicamentos (paramonoclorofenol alcanforado o hidróxido de calcio).
4. Iniciar el ataque a la infección del sistema de conductos radiculares, que se puede complementar con el uso de medicación intraconducto.
5. Ensanchar y alisar las paredes dentinarias del conducto radicular entregándole una forma cónica y preparándolo para el uso de medicación que complementa la desinfección y una obturación lo más hermética posible.
6. Rectificar al máximo posible las curvaturas del conducto radicular.
7. Eliminar las virutas de dentina desprendidas durante la instrumentación.
8. Eliminar la capa de smear layer (barro dentinario) para favorecer la acción de la medicación temporal y permitir un mejor contacto de las sustancias obturadoras con las paredes dentinarias.
9. Reducir la tensión superficial de las paredes dentinarias.

Para muchos autores, la PBM es la etapa más importante de la terapéutica endodóntica. No obstante, es fundamental complementarla con una adecuada medicación antiséptica temporal entre sesiones. La instrumentación adecuada, complementada con irrigación y aspiración constituyen recursos insuperables en la eliminación del material orgánico, inorgánico, bacterias y otros detritus del conducto radicular.

Fundamento biológico de la longitud de trabajo operatoria.

En 1955 Yuri Kuttler pensaba que, gracias a un estudio de las dimensiones de los conductos radiculares, que la UCD era el sitio lógico para terminar el tratamiento endodóntico ya

que, en sentido histológico, es allí donde la pulpa se transforma en tejido periapical. Como este autor encontró que la UCD se encontraba en promedio a 0,75-2,0 mm antes del ápice radicular, surgió la idea empírica de terminar el tratamiento a nivel de la UCD, esto es, todos los conductos deberían ser tratados hasta 1-2 mm del ápice radicular. Sin embargo, dado las diferencias anatómicas particulares de cada raíz en particular, no es posible aplicar esta regla en todos los casos. Por tanto, la medición de distancias promedio desde el ápice radicular es de poca ayuda para la clínica, puesto que éste tiene poca o ninguna relación con la terminación del conducto, ya sea que se lo defina como la UCD, la constricción apical o el foramen del conducto.

La UCD es un hito histológico, no morfológico por lo que clínicamente es indistinguible; el operador no puede verlo en la radiografía ni sentirlo al instrumentar el conducto. El hito clínicamente más relevante para la longitud de trabajo es la constricción apical, a pesar de que sea a expensas de dentina o cemento. Sin embargo, biológicamente no es racional terminar el tratamiento en este punto puesto que dentro del conducto mismo existe una irrigación relativamente limitada; mientras que del lado periapical de la constricción existe una excelente irrigación sanguínea. La limpieza y tallado hasta la constricción apical eliminará efectivamente el contenido patogénico del conducto en las áreas avasculares dentro de la raíz. Desde el punto de vista del procedimiento también esto es ventajoso puesto que la constricción apical puede ser percibida por el clínico. Al crear una forma por detrás de la constricción apical se hace significativamente más fácil localizar la constricción por el tacto, mediante limas de pasaje precurvadas. Además, si para el tallado se utiliza un procedimiento seriado, las limas apicales comienzan su acción detrás del nivel de la constricción. Si la longitud operatoria es excesiva, se notará de inmediato, porque al utilizar limas cada vez más grandes, en forma inesperada llegarán hasta la longitud operatoria. (Cohen, 1997) (Ingle, 1982).

Es deseable el uso de la constricción apical como hito para la longitud de trabajo, ya que la terminación de la preparación se encontrará en el menor diámetro del conducto, lo que hace óptimo el sellado apical al obturar el conducto. No es recomendable tratar conductos radiculares sin llegar hasta su punto terminal ya que la incidencia de conductos laterales y accesorios aumenta a medida que nos aproximamos a la terminación. El tratamiento de conductos hasta 1 o 2 mm antes de la constricción apical puede dejar 2 a 4 mm de conducto sin tratar, con lo que aumenta la posibilidad de infección periapical.

Auxiliares químicos.

Los instrumentos por si solos son incapaces de limpiar el sistema pulpar por si solos. Por ello es preciso incluir agentes que pueden alterar la dentina para facilitar el ensanchado; todos varían su grado de eficacia. Los lubricantes son otros auxiliares de la preparación; facilitan el trabajo en conductos pequeños y los desecantes se emplean para ayudar a secar antes de obturar.

2. IRRIGACIÓN DE LOS CONDUCTOS.

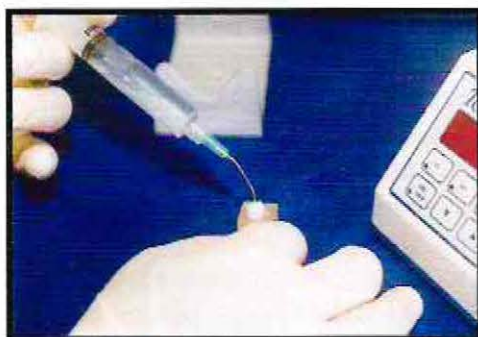


Imagen 2: Irrigación .

La otra mitad del desbridamiento del conducto es la irrigación. La cámara pulpar y los conductos radiculares de dientes sin tratar y desvitalizados están llenos de una masa gelatinosa de restos pulpares necrosados y líquidos tisulares, porciones de tejido momificado y tejido vivo, que se encuentra algunas veces en la porción apical del conducto radicular. Un instrumento al interior del conducto puede proyectar este material al periápice, provocando inflamación, infección periapical o ambas. Es por esto que antes de la instrumentación y a intervalos frecuentes durante ella, los conductos deben ser lavados o irrigados con una solución capaz de desinfectar y disolver el material orgánico. Además de desbridar, la irrigación facilita la instrumentación al lubricar las paredes de los conductos y suspender el polvo de dentina. (Lasala, 1992).

Soluciones irrigadoras.

Usualmente se utiliza hipoclorito de sodio (en soluciones al 5,25%, 2,6%, 1% o 0,5%) o hipoclorito de sodio combinado con otros agentes para irrigación y quelantes. Además, se utilizan como irrigantes solución salina, agua, peróxido de hidrógeno (en solución al 3%) y glioxide, agentes quelantes como EDTA, Salvisol, RC Prep, EDTAC, urea, 9-aminoacridina, ácido 1,5-pentamedial potenciado al 2%, ácido fosfórico (50%), láctico (50%) y cítrico (6% a 50%), Tublicid (azul y rojo) y soluciones diversas para irrigación como cloramina T al 5%, Jodopax al 0,4%, Biosept al 0,1% e Hibitane al 0,1%. (Ingle, 1982).

Objetivos de la irrigación.

Se deben cumplir tres objetivos durante la irrigación (Ingle, 1982) :

1. Disolución tisular.
2. Acción antibacteriana.
3. Lubricación.

Los instrumentos por si solos no son capaces de eliminar todos los residuos tisulares de la cámara pulpar y conductos por lo que se debe efectuar el lavado y algún medio de disolución química de los tejidos remanentes. También es importante considerar el tipo de residuo remanente que puede ser tejido vital, necrosado o químicamente fijado. Por desgracia, las soluciones irrigantes no son igualmente eficaces para los tres tipos de tejidos. También influye el método y la extensión de la instrumentación del conducto. También influyen variables dependientes del operador: la extensión de la instrumentación y el tamaño del último instrumento utilizado hasta la longitud de trabajo. Otros factores que deberán ser considerados encontramos la cantidad y temperatura de la solución irrigante, el tiempo de contacto, el nivel de observación (apical, medio o coronal), la presencia de proteínas séricas, la profundidad de penetración de la aguja, el tipo y calibre de la aguja, la tensión superficial de la solución (alcohol o detergente) y la edad del irrigante.

Propiedades de la solución ideal (Cohen, 1997).

- Solvente de tejidos o desechos: Podría disolver o alterar el tejido blando, los restos de tejido duro o ambos, para permitir su retiro donde los instrumentos no puedan llegar.
- Baja toxicidad: El irrigante no debe provocar reacciones en los tejidos periapicales.
- Baja tensión superficial: Esto permite su flujo hacia zonas inaccesibles.
- Lubricante : Ayuda a que los instrumentos se deslicen con facilidad por el conducto. Todos los líquidos presentan este efecto, algunos mas que otros.
- Esterilización (o al menos desinfección): Como objetivo primario del desbridamiento es el destruir y eliminar microorganismos del conducto, ésta sería una propiedad deseable.
- Eliminación de la capa superficial de desechos: Corresponde a un estrato de desechos microcristalinos diseminados sobre las paredes del conducto luego de su preparación. Se sabe que las soluciones quelantes y otras descalcificadoras quitan la capa superficial.
- Otros elementos: Se relacionan con la utilidad del irrigante, su disponibilidad, costo moderado, un adecuado período de almacenamiento y la facilidad para guardarlo. Otro requisito importante es que en el conducto, no sea neutralizado fácilmente y conserve su eficacia.

Soluciones preferidas (Ingle, 1982) :

- Hipoclorito de sodio: El irrigante más utilizado es el hipoclorito de sodio en diferentes concentraciones. Los análisis in vitro señalan que el hipoclorito de sodio es muy eficaz, sin embargo, esto no es tan efectivo en estudios realizados in vivo. La mayor parte de los análisis histológicos y de microscopía electrónica de barrido no muestran que las propiedades químicas o de esterilización sean uniformemente eficaces desde la perspectiva clínica. A diferencia de los estudios in vitro, en la clínica las soluciones irrigantes poseen un contacto

superficial muy limitado y además pueden sufrir un rápido amortiguamiento (neutralización). En el conducto, los irrigantes no tendrían el contacto estrecho y prolongado con todas las zonas de tejido. También es posible que el irrigante posea poco o nulo acceso a las regiones secuestradas y por tanto, sin desbridamiento, lo que también puede limitar la acción antibacteriana de los irrigantes. Aunque el hipoclorito de sodio reduce las poblaciones bacterianas al interior de los conductos, generalmente no elimina por completo a dichos microorganismos.

- Agentes quelantes: Las soluciones quelantes más utilizadas son el EDTA, EDTAC y RC Prep, que contienen ácido diaminoetilentetracético como compuesto activo.
- La solución RC Prep está formada por EDTA y peróxido de urea en una base de carbowax. Al combinarse el peróxido de urea con la solución de NaOCl produce una acción efervescente la cual se cree que ayuda a desalojar por flotación los residuos dentinarios.
- La 9-aminoacridina es un antiséptico de baja toxicidad y acción antimicrobiana la cual se dice que posee potencial osteogénico.
- La cloramina-T tiene poca capacidad para disolver tejido necrosado.
- Las soluciones de compuestos de amonio cuaternario y los antibióticos también son prometedores, aunque serían más aceptados si se combinaran con solventes tisulares más eficaces.
- Clorhexidina : Se ha informado el empleo del gluconato de clorhexidina (0,2%) pero no se demostró que fuera superior como antimicrobiano al NaOCl al 2,5%. Sin embargo, sí es superior a la solución salina para reducir la flora del conducto radicular.
- Algunos autores (Kuruvilla y Premanand., 1997) han demostrado actualmente la ventaja de utilizar una mezcla de hipoclorito de sodio con clorhexidina que produce cloruro de clorhexidina, que posee un potencial ionizante y eleva el pH hasta 10.

En conclusión se recomienda utilizar ya sea una solución de NaOCl al 5,25% o una al 2,6%. Estas concentraciones ofrecen tanto control microbiano como máxima capacidad para disolver tejido pulpar o necrosado. Si se desea eliminar la capa residual antes de la obturación, se debe considerar utilizar ácidos orgánicos (cítrico o fosfórico) o EDTA junto con NaOCl.

3. MEDICACION INTRACANALICULAR:

Los antimicrobianos en la endodoncia se usan por aplicación local, dentro del espacio del conducto o por una vía sistémica en forma oral o parenteral (Ingle, 1982).

Tratamiento Local

Por medios de estudios y de pruebas, la evolución de la antisepsia ha permitido que surja una técnica de enfoque más biológico; debido a la presencia de microorganismos residuales que

quedan en el sistema de conductos radiculares lo cual complicaría y alteraría los resultados del tratamiento. Así queda a criterio del clínico saber escoger el adecuado elemento de medicación, que permita el tratamiento sin retraso en la cicatrización, sin embargo debemos considerar el efecto tóxico que tienen sobre los tejidos estas sustancias lo cual puede producir irritación en la zona de aplicación.

Muchas discrepancias surgen con relación al tema de la Medicación, pero si existe un consenso casi unánime, de que la curación mejorara si antes de la obturación se controla la infección que esta en el sistema de conductos.

Ha sido un principio aceptado que la limpieza mecánica química del conducto radicular es la parte más importante del proceso del control de la infección. El desbridamiento mecánico se ha facilitado notablemente por el uso de sustancias químicas que tengan propiedades tensoactivas, histolíticas o descalcificantes. Estos líquidos de lavado también pueden intervenir importantemente para expulsar los restos hísticos infectados, del sistema de conductos.

TÉCNICAS DE PREPARACIÓN BIOMECÁNICA.

1) Técnica convencional (INGLE, 1982):

En los conductos radiculares rectos, la instrumentación es relativamente simple. Una vez determinada la longitud de trabajo, bajo aislamiento absoluto y habiendo irrigado en su totalidad el conducto para eliminar los residuos, se comienza el ensanchamiento del conducto. Deberá utilizarse una lima o escariador que penetre en el conducto hasta la longitud de trabajo y que a la vez corte las paredes al ser girado y retirado. En presencia de un irrigante, el primer instrumento penetra hacia el conducto utilizando la acción de "dar cuerda al reloj" hasta su longitud total, luego se hace girar un cuarto o media vuelta y se retira con fuerza. Así comienza el desarrollo de la forma de retención en el tercio apical y paralelamente la forma de resistencia a nivel del agujero apical. Se limpia el instrumento, se irriga profusamente, se vuelve a introducir, se hace girar y se retira hasta que ya no corte. Luego se aumenta en forma progresiva y secuencial el número de los instrumentos hasta concluir la preparación alternando con irrigación entre cada instrumento. ¿Hasta qué tamaño es preciso aumentar el conducto? La respuesta es simple aunque difícil de llevar a cabo: lo suficiente para lograr un desbridamiento adecuado y para permitir también la manipulación y el control de los materiales y los instrumentos de obturación, pero no demasiado a fin de disminuir las posibilidades de que ocurran errores de procedimiento y debilitamiento innecesario de la raíz. No existen parámetros ni definiciones precisas para establecer el punto terminal del desbridamiento. La regla utilizada con mayor frecuencia para determinar hasta qué instrumento utilizar es "tres instrumentos mayores que el primer instrumento que se trabe" lo que es inadecuado más allá del instrumento número 35. Otro criterio es que la solución irrigadora salga limpia, lo que también es inexacto y sólo sirve como un indicador burdo. Lo más conveniente es obtener paredes "cristalinas uniformes" lo que se evalúa al empujar las puntas de instrumentos pequeños a lo largo de cada una de las paredes, con movimientos hacia fuera, puesto que al preparar el conducto se debe alisar las paredes por completo.

Además de preparar la forma de retención del asiento apical mediante el ensanchado, la mayor parte de los conductos radiculares requieren de limado. Casi todos los conductos radiculares poseen una mayor divergencia que el ahogado del instrumento utilizado en la preparación del tercio apical, por cuanto es necesario efectuar el limado para agrandar la porción ovoide de los conductos donde el escariador es ineficaz.

Al limar los dos tercios coronarios utilizando limas K o Hedström, se debe evitar el tercio apical, que ha sido preparado hasta formar una cavidad tan circular como sea posible y ligeramente convergente para recibir el material de obturación inicial. Para ello, se selecciona una lima de igual tamaño que el del último escariador utilizado. A continuación se calibra el tope en la lima a 2/3 de la medida de la longitud de trabajo, se irriga el conducto y se introduce al interior del conducto. La lima se utiliza con un movimiento de raspado de arriba abajo, haciendo presión contra todas las paredes del conducto, donde la lima actuará en forma cruzada.

Una vez limadas todas las paredes del conducto, se lava profusamente con suero fisiológico, quedando listo el conducto para su posterior obturación.

2) Técnica Convencional Para Conductos Curvos:

Para poder realizar eficientemente la PBM en conductos curvos, será necesario utilizar una técnica donde será necesario rectificar la curvatura para realizar la obturación de la mejor forma posible. Para ello se utilizan las limas K, que se trabajan con un movimiento de intrusión y tracción, no existiendo rotación. Una vez determinada la longitud de trabajo (LT), se irriga profusamente el conducto, se marca la lima inicial #10 o #15 a la longitud de trabajo y se precurva, fuera del conducto. El instrumento curvo no permanecerá curvo durante todo el ensanchamiento, sino que será enderezado al retirarlo con fuerza de su posición trabada al interior del conducto. La retracción que realiza el corte desdoble a la vez el instrumento. Es por esto que es necesario precurvar nuevamente el instrumento cada vez que se retira del conducto. A continuación se introduce realizando un movimiento de impulsión y vaivén hasta llegar completamente a la longitud de trabajo. Luego se realiza el movimiento de tracción. Posteriormente se irriga, se precurva el instrumento y se procede de igual manera las veces que sea necesario hasta que no se traben dentro del conducto y se deslice libremente dentro de él. Luego, se aumenta en forma secuencial la numeración de las limas, trabajándolas de la misma forma. Los conductos curvos suelen ser de pequeño diámetro siendo rara vez necesario preparar la porción final en el tercio apical más allá del número #25 o #30. Existen ciertas excepciones, principalmente en dientes jóvenes. No obstante, los conductos curvos amplios no presentan el mismo problema que los conductos curvos finos puesto que la amplia luz de un conducto grande favorece la instrumentación en todo el ancho del espacio, mientras que en un conducto curvo fino, el instrumento se sostiene firmemente contra toda la superficie de la pared.

3) Técnica Telescópica para instrumentación de conductos curvos (Weine, 1997).

Esta corresponde a una de las técnicas convencionales que se utilizan para realizar la PBM en conductos curvos, pero, a diferencia de la técnica con precurvado de limas, esta técnica no corrige la curvatura sino que la mantiene, lo cual disminuye el riesgo de transportación del

conducto. También se conoce como técnica **step back** o de paso atrás, donde la preparación final tiene el aspecto de un telescopio desplegado que aumenta su tamaño de sección a sección, desde el ápice hasta la cámara pulpar. A diferencia de la técnica de precurvado de limas, cuyo objetivo es corregir la curvatura, ésta técnica tiene por objeto el mantener la curvatura del conducto curvo lo cual es conveniente por cuanto se disminuyen las posibilidades de perforaciones laterales, escalones y falsas vías. Utiliza limas más flexibles como las limas K-flex, limas flexofiles o escariadores Flexorimer que facilitan la técnica.

Fase I : Instrumentación apical del conducto.

En esta etapa se realiza el ensanchamiento apical básico. Para ello, se comienza con un instrumento número 8 ó 10 a la longitud de trabajo establecida previamente. Estos se van aumentando en forma sucesiva y secuencial, junto a una abundante irrigación hasta el instrumento n° 25 ó 30. Si se utiliza un instrumento de mayor número a la longitud de trabajo existe el peligro de crear un "zip" ya que no será lo suficientemente flexible como para pasar la curva.

En esta fase es muy importante el concepto de **recapitulación**, que consiste en utilizar el instrumento de número menor al empleado a LT para eliminar el barro dentinario pues la irrigación por si sola no es capaz de eliminarlos completamente por el pequeño tamaño del conducto. Por tanto, una vez utilizado el instrumento n° 10, se debe irrigar y recapitular con el instrumento n° 8, luego se continúa con el instrumento n° 15 recapitulando con el n° 10 y así sucesivamente hasta trabajar con el instrumento n° 25 ó 30 (lima apical maestra, master apical file o MAF).

Fase II : Instrumentación del conducto (paso atrás).

En esta fase, se utiliza un instrumento n° 30 a LT-1mm, n° 35 a LT-2mm, n° 40 a LT-3 mm y así sucesivamente, restando en incrementos de 1 mm a cada instrumento mayor con recapitulación, para comenzar el tallado de una convergencia coronaria en el cuerpo del conducto radicular. Entre cada instrumento se debe recapitular con la MAF a la longitud de trabajo para asegurar la mantención del ensanchamiento realizado en la fase I.

Fase IIA : Se trabaja hasta el instrumento n° 80 o con fresas Gates-Glidden n° 2 ó 3 (que equivalen a los instrumentos n°60 y 80 respectivamente), para dar un alisado inicial. Al utilizar fresas de Gates-Glidden, se debe tener cuidado en la zona distal de los conductos mesiales de los molares inferiores, ya que si se ensancha demasiado y sin cuidado esta zona, se puede producir una perforación lateral de la pared. La fuerza debe aplicarse suavemente y hacia mesial, donde existe la mayor cantidad de estructura dental. Se debe evitar la pared distal, especialmente durante la fase II, para evitar desgastar demasiado o debilitar la pared lo que predispone a la fractura radicular durante la obturación.

Fase IIB : El alisado final se realiza con un instrumento n° 25 un poco antes de la LT, haciendo un movimiento de limado o raspado lateral para alisar los escalones, asegurar la permeabilidad y para redondear los ángulos muertos que pudieran haber quedado.

Walton et als. sugieren que el paso atrás se realice acortando 0,5 mm en vez de 1 mm para que se pueda producir una preparación que permita la máxima inserción del condensador durante la condensación lateral.

LIMITACIONES DE LA PBM (Ingle, 1982).

El espacio pulpar es un lugar muy difícil para trabajar. Para ello es muy importante que las limas toquen y alisen las paredes a fin de desbridar con eficacia; sin embargo, esto es imposible de llevar a cabo debido al diseño y a las propiedades físicas de los instrumentos y por la irregularidad del sistema pulpar. Inicialmente, los instrumentos fueron diseñados sin considerar el espacio en el cual trabajarían. Los escariadores y las limas funcionaban mejor para ensanchar un conducto relativamente recto y un poco cónico, como para alojar un poste. El interior del conducto es irregular: posee depresiones, indentaciones, comunicaciones entre los conductos, cavidades ciegas, aletas inaccesibles y otras zonas secuestradas que los instrumentos no son capaces de alcanzar. Uno de los grandes desafíos de la preparación biomecánica corresponde a los conductos curvos donde habitualmente se trabaja con instrumentos relativamente inflexibles, lo que puede ocasionar transportaciones del conducto lo que se traduce en perforaciones, escalones, transportaciones apicales y zip o deformaciones apicales.

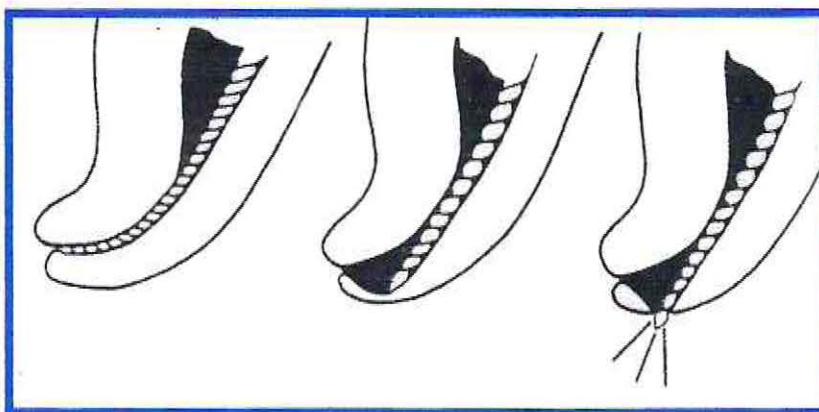


Imagen 3: Conformación apical normal, zip y perforación.

Traccion / rotacion 360°: Este es otro concepto que ha variado durante el desarrollo de la PBM, los primeros instrumentos sólo se limitaban a movimientos de tracción y giro 90°-180°, usados en forma manual, favoreciendo con esto el limado irregular de las paredes, no abordando todos los sectores de forma homogénea.

Actualmente con la modificación de los instrumentos existe la posibilidad de poder girarlos 360°, la incorporación del movimiento rotacional ya sea, en instrumentación manual o mecánica mediante la incorporación de sistemas rotatorios, es recomendable para alcanzar de forma más homogénea todas las paredes del conducto y para reducir la extrusión de tejido debridado hacia apical.

Clasificación de la Curvatura de las Raíces.

Generalmente, la curvatura de los conductos se clasifica según un parámetro único, una medida angular descrita por Schneider. Para determinar el grado de curvatura del conducto, él describió una línea paralela al eje mayor del conducto. A continuación se traza una segunda línea desde el forámen apical y que se intersecta con la primera línea en el punto donde el conducto comienza a dejar la longitud axial del conducto (punto donde comienza la curvatura). El ángulo agudo formado (α) fue definido como el grado de curvatura radicular.

Sin embargo, según Pruett (Pruett y cols., 1997) la agudeza de cualquier conducto radicular es descrita en forma más precisa utilizando dos parámetros: el ángulo de curvatura (α) y el radio de la curvatura (r). Para determinar estos parámetros, se traza una línea recta a lo largo del eje mayor de la porción coronal del conducto. Luego se traza una segunda línea a lo largo del eje mayor de la porción apical del conducto y se proyecta hasta intersectar la primera línea cuando abandona el conducto. A continuación se determina un punto en cada una de estas líneas donde cada línea se separa de la pared del conducto. Se forman así dos puntos: el punto **a** sobre la primera línea y el punto **b** sobre la segunda línea. Luego, se trazan en **a** y en **b** dos líneas perpendiculares a la línea correspondiente a partir de ese punto y hacia la concavidad radicular. El punto donde ambas líneas se intersecta es el punto **c** y será el centro del círculo que determina el radio de curvatura. El ángulo o grado de curvatura es el que se forma por la intersección de estas dos perpendiculares. Por otra parte, el **radio** es la distancia entre los puntos **a** y **c** (ó **b** y **c**, ya que es la misma) y permite medir cuán abrupta es la curvatura de un conducto. Los parámetros de ángulo de curvatura y el radio de la curvatura son independientes entre ellos. Los conductos pueden tener el mismo ángulo de curvatura mientras poseen diferentes radios de curvatura, resultando en curvas más pronunciadas.

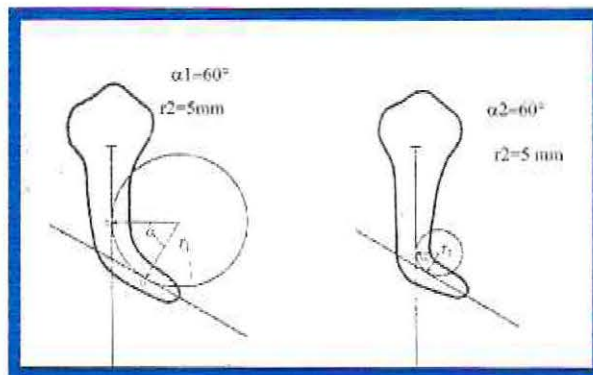


Imagen 4 : Determinación de ángulo y radio de curvatura según técnica de Pruett.

INSTRUMENTAL ENDODÓNTICO PARA REALIZAR LA PBM.

La configuración estructural de los instrumentos endodónticos ha evolucionado desde los originales escariadores de sección triangular hacia otros diseños que favorecen la preparación, en los que se ha modificado la configuración de las hojas cortantes, el área de corte, la punta del instrumento, el tamaño del sector cortante o activo. Un tipo de configuración utilizada en los instrumentos actuales es una sección en forma de cruz en U, con áreas (y no filos) radiales de contacto entre el conducto y el instrumento, con lo que se logra un corte más eficaz por la existencia de un ángulo más apropiado y un espacio extra entre el instrumento y las paredes lo que favorece la evacuación de la dentina y detritus a medida que avanza el instrumento, eliminándose así el riesgo de dentina empacada o empujada hacia el ápice.

El diseño de la punta ha cambiado radicalmente, de ser una punta "Activa" o cortante con un marcado ángulo, transición entre el cuerpo y la punta propiamente tal, afectando así la resistencia al avance a lo largo del conducto y debido a la rotación del instrumento este ángulo se volvería más agresivo y con mayor poder de corte. Ahora las puntas de los instrumentos se diseñan "Inactivas" o no cortantes en la que el ángulo de transición es liso o atenuado disminuyendo así su acción de corte, y le permite desarrollar su función guiando el instrumento, favoreciendo un mejor control a lo largo del conducto evitando con esto la posibilidad de perforaciones, transportación y modificaciones en el conducto por esta causa.

Existen algunos instrumentos que también han sufrido mejoras o modificaciones con relación al tamaño del área de corte o porción activa, disminuyendo de una longitud habitual de 16 mm a una de 1 – 2 mm con el objetivo de favorecer la adecuación del instrumento al conducto y evitar la aparición de errores en los procedimientos; también se ha demostrado la efectividad de esto a través de diversos estudios.

1) Instrumentos convencionales para la preparación biomecánica.

Los instrumentos endodónticos convencionales para realizar la PBM usualmente están fabricados de acero inoxidable que es una aleación de acero con cromo, muy resistente a la corrosión pero muy rígida. Sin embargo, presenta una mayor resistencia mecánica que el acero al carbono que es una aleación de hierro y carbono (no más del 2%) con la cual se fabricaron los primeros instrumentos endodónticos.

Los instrumentos convencionales para la PBM actualmente se encuentran estandarizados lo cual es de vital importancia para conseguir preparaciones radiculares precisas. Antes de la estandarización, los instrumentos se numeraban del 1 al 12 lo cual solo designaba el calibre de los instrumentos de menor a mayor. El inconveniente era que cada fabricante determinaba por su cuenta tanto el calibre como la longitud por lo que un instrumento de igual calibre pero de diferente marca no eran precisamente iguales. Además, no existía ningún sistema para determinar el taper o conicidad del instrumento, aunque generalmente, las limas y escariadores más grandes presentaban un mayor decrecimiento que los de menor tamaño, lo que generaba grandes dificultades para preparar uniformemente todo el conducto.

Ingle creó una nomenclatura para los instrumentos endodónticos básicos convirtiéndose en el primer estándar nacional norteamericano para las limas y escariadores, rigiendo la numeración, el color del mango, el diámetro y la longitud de la parte activa.

En el año 1976 surge la estandarización n° 28 de la ADA, donde se eliminó la antigua tendencia de los fabricantes de efectuar la PBM con solo 6 instrumentos. Esta especificación aumentó en número de instrumentos a 19 y en 1982 llegó a 20. Gracias a la estandarización, se unificó la numeración, el color, el diámetro, la longitud de la parte activa, la longitud total del vástago y el material de la parte activa.

Los instrumentos en general constan de un mango, un vástago, la parte activa, el punto D1 y el punto D2.

El sistema numérico para denominar los instrumentos se basa en el diámetro existente en el punto D1 en centésimas de milímetro, que es un punto que se encuentra a 1 mm de la punta del instrumento. El punto D2 se ubica al final de la parte activa del instrumento. La distancia existente entre D1 y D2 se fijó en 16 mm. Entre ambos puntos existe un aumento progresivo de la conicidad a lo que se llamó "taper" del instrumento. El taper clásico es de 0,02. Esto significa que la conicidad aumenta 0,02 mm por cada milímetro recorrido a lo largo de la parte activa del instrumento y como ésta es de 16 mm de longitud, el resultado final será de 0,32 mm que es una constante que da la conicidad, la cual posee una incerteza de $\pm 0,02$ mm. Entonces :

$$D2 = D1 + 0,32 (\pm 0,02)$$

Para facilitar la labor del profesional, se creó una clave cromática que utiliza seis colores : blanco para el tamaño 15, amarillo para el 20, rojo para el 25, azul para el 30, verde para el 35 y negro para el 40. Esta secuencia se repite con cada serie, siendo la primera entre el 15 y el 40, la segunda entre el 45 y el 80 y la tercera entre el 90 y el 140. Además se creó una coloración especial para los instrumentos más finos : rosa para el instrumento n° 6, gris para el instrumento n° 8 y violeta para el n° 10 los que no pertenecen a la primera serie. Es importante destacar que entre el n°15 y el 60 el diámetro aumenta en 0,05 y entre el número 60 y mayores el diámetro aumenta en 0,10 mm entre cada instrumento.(Ingle, 1982).

2) Diseño de los instrumentos.

En un corte transversal, los instrumentos endodónticos para PBM poseen diferente forma :

- Escariador K : Forma triangular.
- Lima K : Forma cuadrangular.
- Lima Flexofile : Forma triangular.
- Lima K-flex : Forma romboidal.
- Lima Hedstroëm : Forma circular.
- Lima Unifile : Forma en S.

- 1) Escariadores K : Se fabrican retorciendo un vástago piramidal de tres lados en torno a su propio eje, determinando una sección transversal triangular. Su parte activa es de paso largo con 0,5 a 1 estría por mm. Cada torsión posee una angulación de 60° para producir una arista cortante que raspa y reduce las paredes del conducto. Como su sección transversal no es muy amplia, este instrumento posee mayor flexibilidad que las limas K. Se utilizan para cortar dentina durante la PBM, ensanchando el conducto en forma uniforme y progresiva, realizando movimientos alternados de intrusión, rotación de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ vuelta en sentido horario y tracción. Su mayor acción la realizan en el tercio apical de conductos rectos o con pequeñas curvaturas. También se pueden utilizar para remover obturaciones de gutapercha antiguas tras su reblandecimiento o para introducir materiales como selladores de conducto o medicaciones cremosas en la porción apical al ser girados en sentido antihorario.
- 2) Limas K : El primer fabricante en producirlas fue Kerr. Se fabrican retorciendo un vástago piramidal de cuatro lados, de sección transversal cuadrangular; algunos fabricantes utilizan una sección triangular a partir del instrumento n° 35 en adelante para disminuir su rigidez. Su vástago es de sección cuadrangular (ángulo de 90°) por lo que el corte no es tan eficiente como con los escariadores, lo cual fue compensado por un aumento en el número de estrías por milímetro. Poseen entre $\frac{1}{4}$ y un poco más de $\frac{1}{2}$ espiral por mm de longitud (paso corto) lo que disminuye su flexibilidad. Se utilizan con acción de raspado o de limado, colocándolos suavemente en la porción apical del conducto y efectuando un movimiento de arrastre y barrido sobre cada pared (intrusión y tracción) ya que el ángulo de la hoja cortante las hace indicadas para funcionar como cortadores de dentina con movimientos de intrusión y tracción durante la PBM.
- 3) Lima K-flex : Este es un instrumento flexible fabricado al retorcer un vástago cónico con una sección transversal romboidal, lo que genera ranuras de alta y baja profundidad, lo cual aumenta la flexibilidad y a su vez facilita la eliminación de detritus. Las ranuras altas (externas) cotran dentina y las bajas (internas) remueven dentina. La sección romboidal determina aristas más afiladas por una angulación menor a la convencional de 90° . Así, existe un espacio mayor entre las aristas del vástago debido a su torsión, por lo que se pueden eliminar más detritus. Además, al reducirse el ancho del vástago, el instrumento se hace más flexible que la lima convencional y modifica menos la forma de conductos curvos. Se utilizan para ensanchar, alisar y limpiar conductos curvos y atrésicos ya que son capaces de rectificar pequeñas curvaturas. Se introducen al LT y luego se traccionan (ver imagen n° 5).
- 4) Limas Hedstroëm : Se fabrican a partir de un vástago de sección circular, las ranuras se producen fresando una hélice única en el vástago de metal, produciéndose una serie de conos superpuestos que aumentan de tamaño desde la punta al mango. La fortaleza y flexibilidad está determinada por la profundidad de las ranuras o por el espesor de metal remanente en la parte central de la lima. Las hojas de corte formadas están casi en ángulo recto en relación a la superficie dentaria y el movimiento indicado para su utilización es el de tracción, ya que no se eliminará nada con el movimiento de intrusión. Es fácil fracturar el instrumento al rotarlo con la punta de la lima detenida en dentina. Se utilizan para regularizar las paredes de los conductos y remover residuos, instrumentar dientes inmaduros que posean paredes irregulares y con una gran cantidad de detritus. También son útiles para remover puntas de plata o

fragmentos de instrumentos. Usualmente durante la PBM se introducen a 2/3 de LT y se traccionan repitiendo esto por cada cara dentaria.

- 5) Limas flexofile : Instrumento flexible fabricado retorciendo un vástago de acero inoxidable de sección transversal triangular con 1,81 ranuras por mm de longitud con una punta inactiva. Recientemente se presentó una gama de tamaños intermedios a los convencionales, agrupadas en la serie "Golden Medium".
- 6) Lima Unifile : La fabricación de las espiras laterales es por medio del fresado, en vez de aplicar torsión al vástago del alambre. Burns y McSpadden modificaron el vástago convencional de sección cuadrangular aumentando el número de surcos hasta obtener una angulación más aguda y por tanto, más aristas cortantes. Poseen una sección transversal en forma de S y espiras con forma geométrica imposible de conseguir por torsión. La lima Unifile es similar a los instrumentos H en cuanto a que sus espiras están torneadas dentro del tallo del alambre. Una doble hélice forma los bordes cortantes espiralados a lo largo del tallo, lo que entrega una resistencia adicional a la torsión, de modo que el instrumento pueda utilizarse efectivamente para el limado y rotación.

Instrumental rotatorio.

1. Limas ProFile : La fabricación de estos instrumentos es a base de una aleación de níquel-titanio (NiTinol, creada en 1960). El nombre NiTinol proviene de Ni por Níquel Ti por Titanio, N por Naval, O por Ordenance y L por Laboratorio Silver Spring, Mariland USA. La aleación de Níquel-Titanio (NiTi) es un material monocristal superelástico compuesto de un 56% de Níquel, 44% de Titanio y algunos restos de C, O₂, Fe, N y H. Una característica muy importante de esta aleación es su memoria que le permite volver a su forma original. Estos instrumentos tienen una sección en forma de cruz en "U" con una radial-land que es la zona de contacto entre el instrumento y el conducto con una punta inactiva. Poseen un ángulo apropiado y un espacio extra entre el instrumento y las paredes del conducto, permitiendo evacuar fácilmente la dentina, con los avances del instrumento. Además poseen un taper aumentado de 0,06 y 0,04 lo que permite producir un acceso más fácil al tercio apical. (Ver imagen n° 6)
2. Limas Quantec : Estan fabricados en base a una aleación de Níquel-Titanio. Las limas se presentan con tapers variables entre 0,02 y 0,06. Además existe una serie especial llamada Flare con tapers aun mayores: 0,08; 0,10 y 0,12. Existen dos tipos de puntas : activa (serie SC) e inactiva (serie LX). Poseen un ángulo de corte ligeramente positivo para evitar desgarrar la dentina. (Ver imagen n° 7).

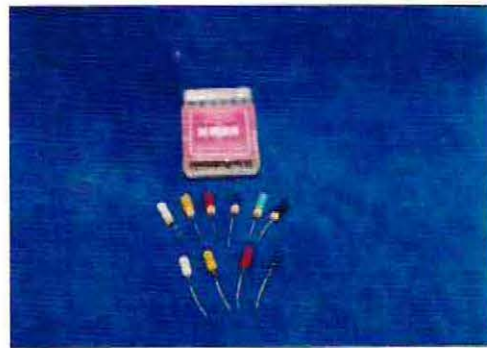


Imagen 5: Serie de limas K-Flex.



Imagen 6 : Kit de limas ProFile.



Imagen 7 : Kit de limas Quantec.

3. Características de los instrumentos.

(a) numeracion y conicidad.

Las Series Estandarizadas con números enteros que varían 0.5 entre cada uno de ellos, han sido complementados con números intermedios en consideración a la dificultad en diversas ocasiones de avanzar entre un N° y el siguiente (ej. Desde el 25 al 30), un ejemplo son las series Golden Medium de Maillefer. Se ha estudiado la eficacia en disminuir la prevalencia de aberraciones en el conducto, ya que disminuirían el aumento brusco del diámetro evitando así el exceso de fuerza o presión sobre el instrumento.

La conicidad estándar ISO.02 ha sido modificada aumentándola 2 ó 3 veces más. La incorporación de tapers aumentados a 0,04 - 0,06 – GT, teóricamente favorecería el concepto Crown –Down, mejorando la preparación, facilitando la limpieza, irrigación y obturación radicular. Es importante un correcto análisis previo a su aplicación, debido a que pueda presentar algunos inconvenientes por ejemplo en las raíces mesiales del primer molar inferior con una superficie distal cóncava, con muy poco espesor, siendo un sector especialmente sujeto a perforaciones.

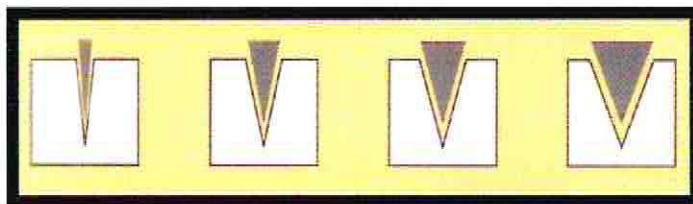


Imagen 8: Secuencia de incremento de taper.

(b) mecanismo de acción.

Los instrumentos para la PBM deben cumplir básicamente con dos requisitos para su funcionamiento:

- 1-El ensanchamiento periférico del lumen radicular.
- 2-La regularización de una pared.

Cuando se usan para ensanchar un conducto, la lima es impulsada axialmente en sentido apical hasta que su punta quede en las inmediaciones de la longitud de trabajo o hasta que las paredes impidan su avance. Enseguida es necesario que los espirales de corte del instrumento hiendan la dentina, para lo cual es preciso girar el instrumento en sentido de los punteros del reloj a la vez que se impulsa axialmente. La remoción del material o producción de detritos ocurrirá cuando la lima sea traccionada en sentido coronario. En este caso el instrumento trabajara en toda su periferia, aunque por la topología del conducto solo algunas secciones del instrumento hiendan la dentina. Durante la impulsión y penetración por rotación, la lima debe soportar un esfuerzo de

compresión axial que puede llegar a flectarla y un esfuerzo de torsión que tendera a desenrollar los espirales, elongando el instrumento.

Al momento de la extrusión del instrumento del conducto, los filos cortan la dentina radicular y la lima se ve sometida a un esfuerzo de tracción, que tiende a alargarla y a un esfuerzo de torsión, que también contribuye a desenrollar la hélice.

Es importante mantener una irrigación profusa antes, durante y después de la instrumentación del conducto endodóntico; esto para producir una refrigeración, remoción de detritos y lubricación tanto del instrumento como de las paredes dentinarias del conducto.

Las limas deberían sufrir un deterioro físico previsible al ser usadas para ensanchar conductos:

a-Flexión: con deformación permanente o fractura debido a “pandeo” durante la compresión del instrumento.

b-Melladura: los filos se mellan por roce con el campo de trabajo o fractura de los bordes del filo al trabarse el instrumento en los bordes del conducto.

c-Estiramiento: los espirales se estiran debido al torque aplicado en la impulsión o penetración del instrumento al conducto.

d-Enrollamiento: las espirales también producto del torque se enrollan aplicadas en sentido contrario al horario, durante la tracción.

e-Fractura: de la parte activa por tracción excesiva.

Para regularizar las paredes del conducto radicular, se ponen en contacto la parte activa del instrumento, aplicando presión lateral sobre la pared dentinaria a regularizar, y se mantiene dicha presión, luego se retira la lima procurando remover material de la pared. En este momento, el instrumento trabaja en su parte periférica.

PROPIEDADES FISICAS DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA PBM

Los investigadores y fabricantes de materiales dentales especulan acerca de las propiedades de estos, especialmente acerca de los instrumentos endodónticos. Generalmente se dice que puede aumentarse la flexibilidad si se aumenta el largo o se disminuye el diámetro en sentido transversal. También se menciona que mientras menos sea el ángulo de corte, mas eficaz es el efecto de la hoja.

A pesar de ello, la investigación actual determina que existen limites importantes en las propiedades físicas específicas en una serie de normas, para la elaboración de instrumental específico para endodoncia (Ingle, 1982).

En el año 1976 se publicaron tales especificaciones para las limas y los escariadores, agrupándolas en la N°28. Se establecieron detalles para la resistencia a la fractura por torsión, rigidez de limas y escariadores y la resistencia a la corrosión. También se normaron las

características físicas del acero y las tolerancias que se utilizan en la fabricación de los instrumentos (Walton).

Límite de torsion :

Este término describe la cantidad de torsión o torque que puede aplicarse a un instrumento trabado antes que este se fracture. Es importante tener un instrumento con suficiente resistencia para rotarlo y trabajarlo vigorosamente sin que se fracture.

La estandarización N° 28 de la ADA estableció un nivel para los límites rotacionales o puntos de fractura para el instrumental de distinto tamaño. Los instrumentos del N°10 al N°20 soportaban un límite de 1,5 rotaciones antes de romperse, mientras que los instrumentos del N°40 y mas soportaban solo 0,5 vuelta.

INSTRUMENTAL DE NÍQUEL-TITANIO.

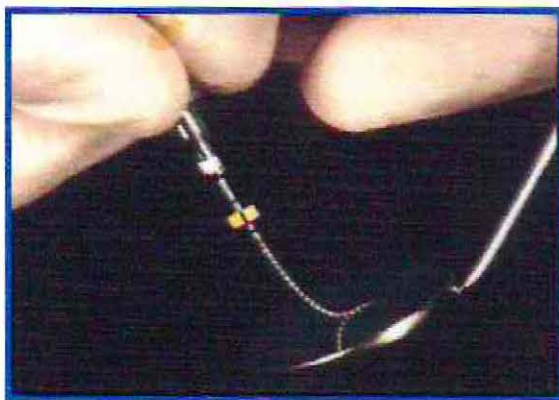


Imagen 9: Flexibilidad del instrumental de NiTi.

Los primeros materiales o instrumentos fueron fabricados de acero al carbono, luego vinieron los de acero inoxidable. Instrumentos que son muy poco flexibles, fundamentalmente del N°30 hacia arriba, lo que dificulta notablemente su acción, pudiendo ser una de las causantes de accidentes operatorios durante la PBM. Por esta razón es que se ha incorporado la aleación de Níquel – Titanio.

Walia y cols. se refirieron por primera vez en los años 60 a un metal nuevo para fabricar limas endodónticas, el alambre de ortodoncia de Nitiol. Los resultados mecánicos obtenidos luego de varios estudios mostraron que tenían dos a tres veces mas flexibilidad que las limas de acero inoxidable y mayor resistencia a la fractura por torsión.

La composición y el procesado metalúrgico del NiTi se han adaptada para el uso endodóntico desde entonces. Las fórmulas químicas específicas y las técnicas de procesado están registradas, y han sido desarrolladas fundamentalmente mediante pruebas de ensayo y error.

El proceso de producción del NiTi es complejo y requiere la utilización del vacío. Existen escasos centros capaces de producir lingotes de la aleación, siendo uno de ellos el Quality Dental Products (QDP), en los EE.UU. El titanio es Pirofórico, es capaz de formar una capa de óxido que le permite incorporarse o ser citocompatible, otorgar la resistencia o la memoria, el níquel por su parte, es dúctil y maleable, da la característica de flexibilidad, Se utilizan diferentes formulas para diferentes tamaños de lima, dando formulas mas rígidas para los calibres mas pequeños y mas flexibles para los calibres mayores, aunque en general se podría asumir que el 55% del material en peso es níquel y el 45% en peso es titanio. En 1991 se llevo a cabo un análisis de elementos de una barra de NiTi de calibre de 0.40 utilizada para hacer limas de tamaños N°50, N°55 y N°60. El análisis mostró una composición del 58,01% de Níquel y 41,9% de Titanio en peso (Khier, 1991).

La principal ventaja de las limas de NiTi es su superflexibilidad, pudiendo adoptar fácilmente la forma del conducto, lo cual debería, en teoría, permitir al clínico abordar, limpiar y modelar los conductos curvos con una menor incidencia de transportación apical, escalones y perforaciones. Sin embargo presentan también algunas desventajas o restricciones, que requieren cuidado y observación directa del operador, hay falta de sensibilidad en relación al entravamiento (puede rotar 1,5 vueltas a pesar de estar trabado), sobre los N°40 a pesar de tener punta modificada produce mayor transportación que los números menores y finalmente no están indicados para conductos muy estrechos. Así es que se necesitan modificaciones en el diseño, de modo tal que prevengan un excesivo enclavamiento de los instrumentos en las paredes del conducto, y la tendencia de atornillarse en el mismo.

Para esto se siguen dos diseños: uno de ellos es el MAC, el cual previene el enclavamiento indeseado del instrumento en las paredes del conducto mediante la presencia en los costados del instrumento de espiras no paralelas con ángulos helicoidales diferentes que giran alrededor de un vástago a ángulos diferentes. Esto con el fin de producir la acción de dos hojas de corte de angulación diferentes manteniendo la lima holgada en el conducto.

El otro diseño utiliza superficies planas radiales entre cada surco que impiden el enclavamiento de las limas en las paredes del conducto, estas son las limas U o H, además de estas se fabrican las limas Lightspeed de especial diseño que es, en realidad, una versión mecánica de la Canal Master U de NiTi.

OBJETIVOS DE LA CREACION DE LOS SISTEMAS ROTATORIOS.

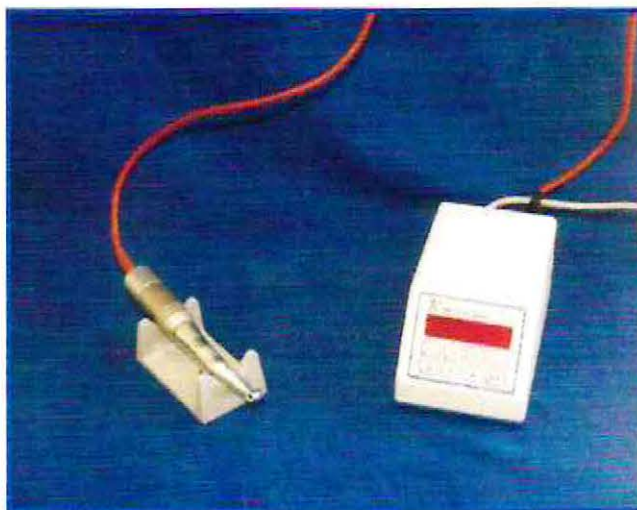


Imagen 10: Motor eléctrico de baja velocidad y alto torque.

La PBM con sistemas manuales o rotatorios depende la morfología o dificultad de abordar el conducto, la efectividad de una limpieza y tallado de los conductos, depende de la instrumentación e irrigación. Las técnicas de preparación pueden por si solas tener cierta eficacia en remover el tejido desbridado, nosotros debemos tener el criterio adecuado para elegir la mejor alternativa para obtener los mejores resultados. La incorporación del movimiento rotacional en instrumental manual o mecánico es recomendable para reducir la extrusión de los tejidos desbridados hacia apical. Los sistemas rotatorios, han sido desarrollados para facilitar el tallado y la limpieza, aumentar la velocidad, eficiencia y disminuir la fatiga del operador durante la preparación de los conductos. Es importante considerar la responsabilidad de cada profesional que vaya a utilizar alguno de estos sistemas de conocer la técnica y tener una practica in vitro previo a su uso clínico, debido a que cada sistema, tiene características particulares y específicas que los diferencian. Así el clínico desarrollara el criterio necesario para determinar cual sistema es el que mejor maneja y por ende el que mejor resultados le dará en las terapias que deba realizar, siendo un tema de preferencia personal y de investigación de cada especialista.

Ventajas y desventajas del uso de sistemas rotatorios

El uso consciente de los sistemas rotatorios, una correcta indicación y preparación por parte del operador, presentarían diversas ventajas que no hacen descartable su uso, si bien es cierto tal vez no rutinario, pero si para casos clínicos correctamente indicados.

Su uso representa diversas ventajas, estos sistemas disminuirían el tiempo de trabajo (correctamente utilizados y teniendo practica previa), aumentando la eficacia ya que la misma cantidad de trabajo se podría realizar en menor tiempo; aliviarían la fatiga del operador ya que solo seria necesario sostener la pieza de mano y no realizar movimientos específicos y muchas veces tensionando los dedos; permitirían bajo ciertas restricciones trabajar en la mayoría de los conductos según su diseño y técnica se favorecería el trabajo en conductos curvos permitiendo

otorgarles una forma cónica ideal para recibir la obturación. Tiene otras ventajas como la ergonomía y fácil recambio de limas.

Sin embargo, tienen sus desventajas. Por este motivo es que su uso está más indicado para el especialista, el que debe tener conocimientos previos de características, indicaciones y precauciones. La primera y fundamental desventaja del uso de estos sistemas, es que se ve afectada la sensación táctil, haciendo difícil conocer la posición exacta de la lima durante la preparación, por lo tanto, la ausencia de control respecto a donde y cuanta dentina es retirada de las paredes, dificultando la preparación precisa del tercio apical aumentando las posibilidades de destruir la constricción apical. Otra gran desventaja que se podría presentar con las preparaciones mecánicas con instrumental de Níquel – Titanio, podría ser la fractura accidental, debido a que la fuerza aplicada sobre la superficie de la lima es inversamente proporcional a su diámetro, es que las limas pequeñas son más propensas a la fractura, una buena razón para no llevarlas a conductos estrechos, ya que removerlas resulta prácticamente imposible, se debe entonces desarrollar técnicas apropiadas para minimizar el peligro.

INVESTIGACIONES RECIENTES.

Los investigadores han publicado numerosos artículos en los cuales comparan diversas propiedades de los instrumentos de Ni-Ti y de acero inoxidable, también verifican la calidad de la instrumentación por técnicas e instrumentos diferentes o evalúan la respuesta del material a la exposición de las soluciones de irrigación, desinfección, además de la esterilización.

Comparación de acero inoxidable y Ni-Ti

-Gambill y col mostraron que, al TAC los instrumentos manuales de Ni-Ti causaban menos transportación, removían mucho menos dentina y requieren menor tiempo de instrumentación que los instrumentos manuales de acero inoxidable en presencia de una técnica.

-En 1997, Kuhn y col evaluaron el efecto del diseño de puntas de limas de Ni-Ti y acero inoxidable sobre la preparación del conducto. Sin importar el diseño de la punta, las limas de Ni-Ti permanecían significativamente más centradas y mostraron menos transportación apical que las limas de acero inoxidable a tamaño 25. Si el tamaño del instrumento superaba el 40 no había diferencias significativas usando la técnica Step-Back. Sin embargo, sobre el valor de 40, la combinación de puntas modificadas y Ni-Ti produjo mucha más transportación apical y remoción de dentina, mientras que produjo mayor desviación en los sectores medios y coronales del conducto, las cuales no producirían grandes consecuencias clínicas. A pesar de estos resultados, los autores creen que existen otros factores que deben ser considerados, tales como la sensación táctil y la técnica de instrumentación.

-En 1988 Walia y cols. investigaron las limas Ni-Ti y observaron que tenían dos o tres veces más flexibilidad elástica y resistencia a la fractura en movimiento horario y antihorario que las limas de acero inoxidable, lo cual fue atribuido a la ductilidad de la aleación de Ni-Ti.

-Rowan y cols. no encontraron diferencias significativas entre las limas de acero inoxidable y las Ni-Ti respecto de sus propiedades torsionales. Dentro de ese mismo contexto, un estudio similar de Wolcott y col tampoco encontró diferencias esenciales.

-Tepel y cols. mostraron que las limas de Ni-Ti tenían una resistencia a la torsión claramente superior a la de las limas de acero inoxidable.

-Zoulu y Walton indican que las limas de acero inoxidable manuales eran menos resistentes al untwisting redondeado de bordes y alteraciones de la punta, que las limas de Ni-Ti.

-Coleman y cols. mostraron que las limas de Ni-Ti ofrecían una ventaja sobre las limas de acero inoxidable permaneciendo más centradas en el conducto a nivel apical cuando se trataba de conductos curvos. Diandreth y col encontraron que los instrumentos de Ni-Ti se desviaban menos de la configuración original del conducto a nivel apical.

-Himel y cols. indicaron que las limas de Ni-Ti rotatorias fueron más rápidas que las limas manuales de Ni-Ti y de acero inoxidable y mantenían la forma del conducto. Los autores concluyeron que las limas de Nitiol deberían utilizarse con un movimiento de escariado y son efectivas en preparar sistemas de conductos.

Forma del conducto.

-Espósito y cols. demostraron que las limas de Nitiol manuales y rotatorias eran mucho más efectivas que las limas K-Flex de acero inoxidable en cuanto a mantener la forma original de los conductos curvos cuando la preparación superaba las limas N° 35 o superiores.

-Kersh y cols. mostraron que las limas de Nitiol eran capaces de mantener la forma original de conductos curvos cuando eran utilizadas con un método mecánico. En cuanto al instrumental manual Royal y Donnelly indicaron que las limas de Ni-Ti eran capaces de mantener la forma del conducto curvo de mejor forma que las limas K-Flex y Flex-R.

-Luiten y cols. no encontraron diferencias significativas respecto de la aparición de transportación apical usando una preparación step-back para limas K y preparación crown-down, instrumentación sónica con limas Shaper Sonic y preparación Ni-TiMatic.

-Haller y cols. compararon instrumentos de Nitiol manuales y mecánicos, encontrando que los Ni-Ti en movimiento de escariador eran superiores a los que dan ¼ de vuelta, permanecen más centradas, remueven menos dentina y dejan preparaciones más redondeadas que las limas K-Flex.

-Chan y Cheung encontraron que las limas de Nitiol dejaron una capa de dentina más delgada en las zonas mesiales y furcales; pero demostraron ser más seguras porque dejaron menos transportación hacia el área de peligro.

-Short y Morgan indicaron que existe mucha mayor transportación apical usando limas Flex-R de acero inoxidable que varios sistemas de Ni-Ti, los cuales demostraron ser mucho más rápidos.

-Horneberg y cols. compararon cuatro técnicas de preparación y vieron que existe un riesgo reducido de perforaciones cuando se utiliza un instrumento rotatorio de Nitiol en conductos curvos durante situaciones clínicas. Profile, Lightspeed y la técnica step-back, produjeron transportación hacia fuera de la curvatura del conducto a niveles de 1 y 3 mm. Sin embargo, los instrumentos rotatorios redujeron ampliamente la transportación a los niveles de 6 y 9 mm.

-Respecto de los efectos de procedimientos de limpieza, desinfección y esterilización de los instrumentos, Haikel y cols. demostraron que la eficacia de corte decreció de 1 al 77% dependiendo del diseño de la lima y el tipo de procedimiento de tratamiento. La esterilización en pupinel no modifica la eficacia de corte de la Unifile y Flexofile. La disminución de la eficacia de corte era independiente de la frecuencia y duración de los procedimientos de tratamiento.

-Yguel Henry y cols. presentaron un método de alta precisión para la medición de la eficacia de corte de los instrumentos para la PBM en movimientos puros y lineales. Además mostraron que la lubricación con agua y con hipoclorito de sodio al 2,5% aumentó la eficacia de corte de una manera similar.

-Glossen y cols. compararon en 1995 preparaciones realizadas con Ni-Ti manual, rotatoria, y limas K-Flex, llegando a la conclusión que los dos primeros instrumentos causaban menor transportación, remoción de dentina, permanecían mas centradas y producían preparaciones mas redondeadas que las limas K-Flex.

-Branklin y cols. demostraron que la flexibilidad de las limas del N° 10 al 40 de Ni-Ti son mas flexibles que las limas K-Flex y Flex-R.

-Shaefer y cols. Los instrumentos de Ni-Ti fueron claramente superiores a los K-Flex en cuanto a la eficiencia de corte y la instrumentación de canales curvos. Los mejores resultados fueron obtenidos con instrumentos de punta inactiva, sin importar si el movimiento era de origen manual o mecánico.

-Shaefer y cols. concluyeron que la mejor instrumentación encontrada fue la que combinaba instrumentos flexibles con puntas inactivas.

III. HIPOTESIS

En la presente investigación la hipótesis de trabajo tratará de establecer el que existen diferencias significativas entre el sistema rotatorio Quantec y ProFile y a su vez entre estos y la técnica convencional para conductos curvos.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general: Comparar la PBM de conductos curvos en una muestra in vitro entre sistemas rotatorios de Níquel-Titanio (Quantec v/s ProFile) y con un grupo Control.

Objetivos específicos :

- Determinar si existe mantención de la curvatura de los conductos radiculares al utilizar sistemas rotatorios de NiTi.
- Determinar si es posible utilizar sistemas rotatorios de NiTi por parte de operadores inexpertos y sin entrenamiento previo.
- Determinar si los sistemas rotatorios de NiTi son capaces de trabajar todas las paredes de los conductos radiculares en forma uniforme.
- Evaluar la capacidad de fatiga de los metales utilizados al trabajar múltiples conductos radiculares.
- Desarrollar una metodología para evaluar la PBM aplicable en clínica.
- Determinar la relación tiempo v/s costo al utilizar sistemas rotatorios de Níquel-Titanio comparándolos con instrumentos manuales de acero inoxidable.



V. MATERIALES Y MÉTODOS.

1. Selección de la muestra.

En este estudio *in vitro* se optó por trabajar sobre dientes unirradiculados (premolares y caninos) con un conducto radicular único y que además presentaran un cierto grado de curvatura radicular. Estos fueron recolectados durante los años 1999-2000 en el Consultorio de Especialidades de la Armada, Consultorio de Especialidades de la Fuerza Aérea y Clínica de Pregrado de la Universidad de Valparaíso. Los dientes seleccionados fueron extraídos recientemente, generalmente por indicación ortodóncica y además presentaban su corona clínica y raíces indemnes. Gracias a esto último, se aseguró que la dentina radicular fuese homogénea a lo largo de todo el conducto, no presentando dentina esclerótica o reparativa, lo que habría alterado los resultados de las mediciones. Se trabajó solamente en unirradiculados puesto que se facilitaría su estudio radiográfico en los dos sentidos del espacio: mesio-distal y vestibulo-palatino, lo que se hubiese dificultado en dientes bi o trirradiculados, por la superposición de imágenes entre las distintas raíces y conductos. Una vez extraídos fueron lavados y almacenados en recipientes herméticos con suero fisiológico para evitar la desecación.

Una de las limitantes que se presentan al recolectar este tipo de muestra es la dificultad en encontrar una casuística suficiente de unirradiculados que presentaran efectivamente un cierto grado de curvatura radicular razón por la cual la muestra se limitó a 44 dientes. De estos 44 dientes recolectados, se optó por trabajar solo en los 30 dientes que cumplían de mejor forma con los requisitos anteriormente expuestos, lo que llevaría a tener una significancia estadística.

La muestra podía ser afectada por la calidad de la dentina dentaria la que varía su contenido mineral según la edad de los dientes y la presencia de caries o restauraciones, con lo que aparece dentina esclerótica o reparativa como así también calcificaciones distróficas (pulpolitos) al interior de los conductos lo que sin duda dificultarían la instrumentación. Gracias a la metodología estandarizada de selección de la muestra señalada anteriormente, fue posible minimizar estas variables.

Diseño de la investigación.

El presente estudio fue un trabajo de **diseño y experimento** donde se buscó determinar la existencia o no de diferencias entre realizar la preparación biomecánica de los conductos curvos en forma manual con instrumentos convencionales y la instrumentación con sistemas rotatorios de níquel titanio. Para ello, en la literatura se señalan diferentes metodologías de evaluación de la preparación biomecánica (técnica de Bramante y cols., 1987) pero donde es necesario cortar el diente para examinarlo y determinar así la eficacia del tratamiento. Es por esto que nosotros buscamos desarrollar una nueva metodología donde no fuese necesario cortar los dientes, es decir, donde solo se trabajase con imágenes radiográficas para evaluar el correcto tallado de los conductos radiculares tanto cualitativa como cuantitativamente, lo que es sin dudas muy beneficioso, por la facilidad con que se podría aplicar en clínica, donde no es posible extraer ni cortar los dientes tratados en pacientes.



1) Montaje de los dientes.

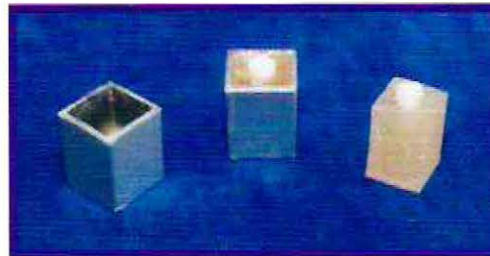


Imagen 8: Procedimiento de montaje de dientes sobre matrices de aluminio en acrílico transparente.

Se comenzó buscando una forma de fijar los dientes en forma estandarizada para poder tomar radiografías bajo las mismas condiciones. Para ello, se optó por montar los dientes en cubos de acrílico transparente. Para confeccionar los cubos se crearon matrices de aluminio con las dimensiones exactas de 20x20x25 mm, que permitían la inserción del acrílico en estado líquido y su retiro en estado duro. Antes de agregar el acrílico fueron aisladas cuidadosamente con una delgada película de vaselina. Antes de montar cada diente, previamente su ápice fue sellado con una pequeña bolita de acrílico transparente en estado gomoso colocada sobre el apice radicular de cada diente para evitar el ingreso de acrílico líquido al interior de los conductos durante el montaje. Luego, se preparó acrílico transparente de autocurado el que fue llevado al interior de las matrices en estado líquido con ayuda de una espátula de cemento. Se esperó que llegase a un estado plástico-gomoso y se insertó cada diente en el interior de la masa de acrílico cuidando el colocarlos lo más centrados posible quedando su raíz totalmente incluida en la masa de acrílico pero su corona clínica sin acrílico el cual llegaba hasta el límite amelocementario. Para minimizar la contracción de polimerización del acrílico que podía inducir fuerzas nocivas sobre los dientes y desecación de la dentina producto del alza térmica, los cubos fueron llevados inmediatamente a un recipiente con agua fría. Estos cubos (cuerpos de prueba) fueron almacenados posteriormente en un recipiente hermético con suero fisiológico.

2) Apertura coronaria.



Imagen 9: Apertura coronaria con alta velocidad.

Con una turbina de alta velocidad bajo refrigeración acuosa y con una piedra de diamante redonda grande (ISO 801-018) se procedió a la apertura cameral convencional (Ingle, 1982) para cada diente a fin de dejar una vía de acceso lo más expedita posible al conducto radicular. Luego se refinó la apertura cameral con fresas redondas a baja velocidad para dejar un pasaje expedito a los instrumentos hacia el ápice radicular. A continuación, se lavó el conducto con suero fisiológico y se utilizó un extirpador pulpar fino (blanco) el cual se trabajó con movimientos de intrusión y extrusión al interior de los conductos pero sin ser forzado para remover así los restos pulpares remanentes al interior de los conductos radiculares. Este procedimiento fue realizado por un mismo operador. Finalmente se volvió a lavar profusamente con suero fisiológico para arrastrar todo el material que se hubiese desprendido de las paredes y que no hubiese sido removido por el extirpador.

3. Determinación y clasificación de la curvatura radicular.

Para clasificar la curvatura que presentaban los conductos radiculares, se procedió a utilizar el método descrito por Pruett et al. que utiliza como parámetros el radio y el grado de curvatura. Para ello, era necesario radiografiar cada cuerpo de prueba en forma estandarizada para lo cual se confeccionó un posicionador radiográfico que permitió mantener un ángulo y distancia foco-película constante en cada radiografía, lo que permitió minimizar al máximo el fenómeno de distorsión radiográfica uniformando así la técnica. En su confección se utilizó un posicionador intraoral convencional de películas de material plástico utilizado para la técnica de paralelismo el que fue adaptado mediante trozos de madera de modelismo de 3x3 mm. Entre las modificaciones se le agregaron pilares de apoyo para que se sostuviera en pie al colocarlo sobre una superficie plana y se creó un espacio inmediatamente por delante de la película radiográfica con forma de C donde se colocaba el cuerpo de pruebas. Gracias a estas modificaciones, la película radiográfica entraba en una ranura con una uñeta plástica que la fijaba y por otro lado el cuerpo de pruebas se posicionaba inmediatamente por delante de la película radiográfica eliminando así cualquier posibilidad de movimiento. Además fue posible fijar tanto la película como el cuerpo de pruebas siempre a la misma distancia del tubo de rayos X (20 mm de distancia película-cono del cabezal de rayos X) gracias a un vástago con un tope horizontal en su extremo distal de 6 cm de longitud donde se apoyaba el tubo del cabezal de rayos. Se utilizaron películas periapicales convencionales (Kodak DF-58 Ultra Speed) y un equipo de rayos X dental utilizando una intensidad de 40 kilovolts. Para tomar las radiografías, el posicionador se colocó en una mesita de madera con una base plana, cuidando que el vástago anterior sobresaliera del borde de la mesa, apoyándose aquí la cara lateral del tubo del cabezal radiográfico. El vástago debía coincidir con una línea marcada en sentido anteroposterior en el centro de la cara lateral del tubo del cabezal lo que aseguraba que éste se encontraba perpendicular a la película en el plano vertical. En el plano horizontal también quedaba totalmente perpendicular a la película puesto que se apoyaba completamente el extremo anterior del tubo en el tope horizontal del extremo distal del vástago. Paralelamente, gracias a estas precauciones, se aseguró que el rayo central pasara por el centro de la película radiográfica.

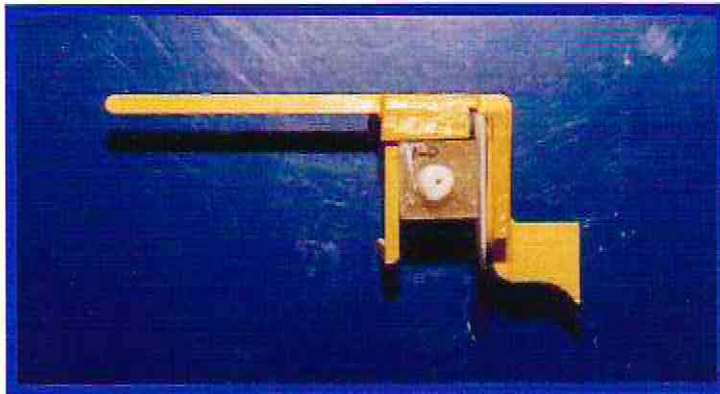


Imagen 10: Posicionador diseñado para tomar radiografías estandarizadas.

Cada cuerpo de pruebas fue radiografiado en los dos sentidos del espacio, es decir, se obtuvo una radiografía en sentido mesio-distal y otra en sentido vestibulo-palatino para cada diente lo que permitiría analizar y clasificar las curvaturas radiculares como para analizar posteriormente la preparación de los conductos en ambos sentidos del espacio.

Luego, se procedió a seleccionar de las dos radiografías de cada diente, aquella que mostraba el mayor grado de curvatura radicular por simple inspección visual. Una vez seleccionada una radiografía por cada diente, se procedió a calcar sobre una transparencia con un plumón indeleble de 0,2 mm de color negro el contorno del conducto de cada diente, lo que fue efectuado sobre un negatoscopio horizontal para conseguir una retroiluminación adecuada. Una vez obtenido el dibujo del contorno de cada conducto radicular, se procedió a medir el ángulo y el radio de curvatura con la técnica descrita por Pruett (Pruett y cols., 1997).

4. Clasificación de los dientes.

Una vez obtenido el ángulo y el radio de curvatura se procedió a clasificar los dientes en dos grupos según su **grado de curvatura**, puesto que el radio de curvatura, si bien influye en la severidad de la curvatura de los conductos, es una variable totalmente independiente pero que de igual manera se debe considerar al trabajar el conducto. Entonces se formaron dos grupos de 15 dientes cada uno: Grupo de alta curvatura y grupo de baja curvatura, utilizando 19° como la angulación que dividió ambos grupos (la media). El grupo de alta curvatura consideró curvaturas sobre 20° y el de baja curvatura entre 1° y 19° . Luego, cada grupo (Alta y Baja curvatura) fue dividido por aleatorización en una secuencia de pruebas aleatorias (Montgomery, 1991) en 3 subgrupos de 5 dientes cada uno: el grupo 1 sería trabajado con el sistema ProFile, el grupo 2 sería trabajado con el sistema Quantec y el grupo 3 sería trabajado con la técnica convencional de precurvado de limas K.

5. Determinación de la longitud de trabajo.

Para determinar la longitud de trabajo, se midió cada diente desde una cúspide (vestibular para los bicúspides) hasta el ápice radiográfico. Esto fue posible gracias a que las radiografías no presentaban distorsión radiográfica. Luego, a la longitud obtenida se le restó un milímetro obteniendo así la longitud de trabajo para cada diente.

6. Instrumentación de los conductos.

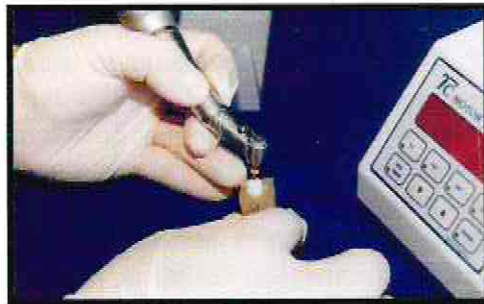


Figura 11: Instrumentación de cuerpos de prueba.

Una vez seleccionadas las muestras se estableció un orden para la instrumentación de los dientes, para lo cual se determinó trabajar en primer orden los cuerpos de prueba de baja curvatura para cada instrumento y luego los cuerpos de prueba de alta curvatura. Para trabajar tanto con el sistema ProFile como Quantec se utilizó un micromotor eléctrico (Motor TC 3000, W&H) que entregaba una velocidad y torque constantes. Se optó por trabajar ambos sistemas a la misma velocidad de 250 rpm. Como irrigante, se utilizó glicerina líquida por sus excelentes propiedades lubricantes, la que se llevó al conducto con jeringas y agujas hipodérmicas. Como uno de los objetivos era el determinar si los sistemas rotatorios de níquel-titanio requerían de un entrenamiento previo, la instrumentación fue realizada por dos operadores inexpertos que nunca habían trabajado con estos sistemas rotatorios los que trabajarían los conductos al azar en cada grupo, siguiendo las indicaciones de cada fabricante para cada uno de los sistemas trabajados. Es importante señalar que cada grupo fue trabajado con un único kit de instrumentos para probar así cual de los tres instrumentos era más resistente a la fractura por fatiga del material. Si un instrumento se fracturaba, era reemplazado por uno nuevo pero no así el resto de los instrumentos de cada serie.

(a) Grupo 1: Sistema ProFile.

En este grupo se trabajó con la serie ProFile Orifice Shaper comprendida por seis instrumentos: instrumento N°1 OS 3 con tres anillos de color rojo taper y tamaño 0,06/#40, instrumento N° 2 OS 2 con tres anillos de color rojo taper y tamaño 0,06/30, instrumento N° 3 con dos anillos de color rojo taper y tamaño 0,06/#25, instrumento N° 4 con dos anillos de color amarillo taper y tamaño 0,06/#20, instrumento N° 5 con un anillo de color rojo taper y tamaño 0,04/#25, instrumento N° 6 con un anillo de color amarillo taper y tamaño 0,04/#20.

La secuencia operacional comprende cuatro pasos:1).Crown down.,2).Determinación de la longitud de trabajo,3)Preparación apical, 4)Tallado final.

Con una estimación de la longitud de trabajo con la radiografía de estudio se obtiene los 2/3 de la longitud del conducto. El primer objetivo de la técnica Crown Down es la apertura superior del conducto radicular trabajando a la longitud de trabajo menos 3 mm. La técnica Crown Down se realiza utilizando el instrumento N° 1 que es relativamente corto (19mm). El

instrumento se insertó sin excesiva presión y aplicando un movimiento de intrusión y extrusión durante 5 a 10 segundos. Es importante destacar que todos los instrumentos deben ingresar rotando al interior del conducto. Si se presentaban dificultades al avanzar por el conducto, no se debía incrementar la presión sino que se continuaba con el instrumento N° 2 el cual podía llegar un poco más apicalmente. Luego, se utilizó el instrumento N° 3 de la misma forma, luego el instrumento N°4, hasta el instrumento N° 5 que llegó hasta pocos milímetros de la longitud de trabajo. A continuación se realizó la preparación apical no siendo necesario el determinar en esta etapa la longitud de trabajo puesto que se había establecido con precisión anteriormente. Luego se procedió con la preparación apical primero con el instrumento N° 6 trabajando a la longitud de trabajo durante 5 a 10 segundos y finalmente se utilizó el instrumento N°6 de la misma manera que el anterior. Para el tallado final se utilizó nuevamente el instrumento N°4 a la longitud de trabajo. Es importante destacar que siempre se utilizó lubricación con glicerina entre cada instrumento y que los instrumentos eran limpiados en una gasa luego de su utilización.

(b) Grupo 2: Sistema Quantec.

En este grupo se trabajó con una serie corta que comprendía solo 3 instrumentos : un instrumento de la serie Flare tamaño ISO 25 taper 0,08, un instrumento LX tamaño ISO 25 taper 0,02 y un instrumento LX tamaño ISO 40 taper 0,02. Se realizó una técnica crown down modificada recomendada por el fabricante, pero, como se trataba de dientes de individuos jóvenes, sin caries y recientemente extraídos, se optó por reducir el número de instrumentos a utilizar para así acortar el tiempo de trabajo, puesto que el fabricante señala que es posible acortar la serie de instrumentos Quantec en estas condiciones. Se comenzó explorando los conductos, previo a su irrigación con glicerina, con una lima manual de níquel-titanio (Maillefer Dentsply) #15. Luego, para establecer la preparación del tercio coronario se utilizó el primer instrumento Flare #25 con taper 0,08 de 17 mm de largo a una profundidad de 1/3 de la longitud de trabajo. A continuación se estableció la trayectoria de desplazamiento descrita por el fabricante (Glide Path) para lo cual se utilizaron las limas de NiTi manuales #15, #20 y #25 a la longitud de trabajo, irrigando profusamente con glicerina entre cada instrumento y cuidando de no forzarlo. Posteriormente se realizó la conformación con la lima Quantec ISO 25 taper 0,02 tratando de alcanzar la longitud de trabajo pero sin forzarla, irrigando previamente con glicerina. Finalmente, se irrigó con glicerina y se realizó la preparación apical con la lima Quantec LX #40 a la longitud de trabajo para tallar la forma de resistencia apical. En esta técnica se tuvo especial cuidado de no forzar los instrumentos, utilizando un movimiento pasivo y continuo sin dejar nunca la lima estacionaria al interior del conducto, trabajando no más de 5 segundos con cada instrumento a fin de minimizar las posibilidades de fractura del instrumento, a una velocidad constante de 250 rpm. Cuando no fue posible alcanzar la longitud de trabajo luego de los 5 segundos de trabajo con un mismo instrumento, se retiraba del conducto, se lubricaba nuevamente y se volvía a introducir por otros 5 segundos hasta alcanzar fácilmente la longitud de trabajo. Una vez utilizado el último instrumento, se procedió a lavar profusamente con suero fisiológico.

(c) Grupo Control.

Como técnica de control se utilizó la técnica de precurvado de limas K de acero inoxidable utilizada tradicionalmente hasta el día de hoy, que, a diferencia de los sistemas rotatorios, no mantiene la curvatura del conducto sino que busca rectificarla. Para ello se utilizaron limas K de

acero inoxidable (Kerr, Sybron), taper convencional (0,02), trabajando en forma secuencial hasta el instrumento n° 60, irrigando con glicerina entre cada instrumento.

Se comenzó con el instrumento #15 el que fue precurvado manualmente fuera del conducto apoyándolo contra el mango de un instrumento hasta entregar una curvatura similar a la que poseía el conducto radicular a tratar comparando la curvatura del instrumento con la radiografía del conducto por superposición a fin de determinar hacia que lado de abría la curvatura y para que el grado de curvatura entregada al instrumento se correspondiese con la curvatura del conducto. Cada instrumento se introducía con un movimiento de intrusión, ayudado por un leve movimiento de vaivén y luego se traccionaba fuera del conducto, lo que se repetía hasta alcanzar la longitud de trabajo y hasta que el instrumento ya no se trababa al interior del conducto. A continuación se lubricó con glicerina y se prosiguió de la misma manera con los instrumentos #20, #25, #30, #35, #40, #45, #50, #55 y #60 irrigando profusamente entre cada instrumento. Finalmente se lavó con suero fisiológico.

7. Radiografía de control de PBM.

Cada diente fue radiografiado en ambos sentidos (vestíbulo-lingual;mesio-distal), utilizando para ello la misma técnica utilizada anteriormente con la ayuda del posicionador radiográfico diseñado para ello.

Plan Para la recolección de datos.

1. Evaluación de la PBM.

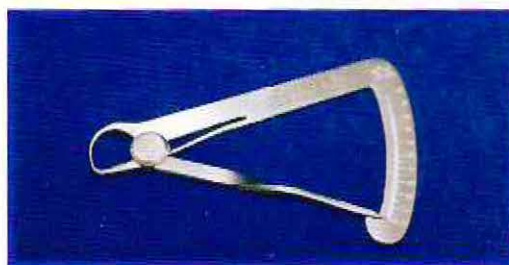


Imagen 12: Calibrador de metales.

Para evaluar la PBM realizada con los tres sistemas antes descritos, se optó por utilizar una metodología simple y manual-visual que puede ser fácilmente reproducida. Una vez obtenida las radiografías de control de preparación biomecánica, se procedió a comprobar la estandarización midiendo la longitud total del diente en las cuatro radiografía donde gracias a esta estandarización coincidió en todos los dientes. Con las radiografías montadas en el negatoscopio y con la ayuda de un portaminas n° 0,3 mm se trazó directamente sobre cada radiografía una línea perpendicular al eje mayor del diente a la altura del ápice y otra a la altura del límite amelocementario (uniendo la cresta adamantina derecha e izquierda) de la radiografía de estudio de cada diente (correspondiendo ésta a la radiografía vestibulo-lingual). Esta medida se traspasó a las 3 radiografías restantes de cada diente a fin de estandarizar la longitud del conducto. A continuación se trazó el punto medio de la línea que une los límites

amelocementarios de cada diente. Luego se midió desde el ápice del diente a este punto medio dividiéndose esta medida en tres tramos lo más precisos posible, trabajando con una escala de hasta medios de milímetro. Así, cuando el largo del conducto media 11-11,5; 12-12,5 mm se trazaron tramos de 3 mm a partir del ápice radiográfico. Cuando fuese de 13-13,5; 14-14,5 mm se trazaron tramos de 3,5 mm. Cuando fuese de 15-15,5; 16-16,5 se trazaron tramos de 4 mm y así progresivamente por cada 1,5 mm de longitud se aumentaría 0,5 mm la longitud en cada tramo. Una vez obtenidos los puntos límites de cada tramo, con la ayuda de una lupa de 35X y un calibrador de metales de acero inoxidable se procedió a medir el ancho del conducto en el punto apical, medio y coronal en las cuatro radiografías de cada diente, entregando estos puntos cortes imaginarios del conducto a nivel apical, medio y coronal. Estos datos fueron traspasados a una tabla comparativa donde cada diente entregó doce medidas: tres medidas por cada radiografía vestibulo-lingual y tres medidas por cada radiografía en sentido mesio-distal sin preparación biomecánica. Lo mismo fue realizado en las radiografías con PBM.

A fin de corroborar la técnica propuesta visual-manual, se utilizó un sistema computacional y un software de análisis de imágenes (Paint Shop Pro). Se seleccionó un diente de cada una de las seis muestras donde tanto la radiografías frontales como de perfil fueron digitalizadas y medidas a través de una grilla de 2x4 mm con intervalos de décimas de milímetros para posteriormente superponer las imágenes de las radiografías antes y después de la instrumentación, corroborando la metodología de estandarización y el grado de instrumentación.

2. Calibración y estandarización.

Este estudio fue realizado por dos operadores dividiéndose el trabajo de acuerdo a las etapas planificadas previamente para el desarrollo de la investigación. Una vez seleccionada la muestra un operador procedió a realizar el montaje de los dientes sobre las matrices de aluminio en acrílico transparente de la forma previamente definida (centrados en el acrílico, con su raíz totalmente incluida en el acrílico que llegó hasta el nivel del límite amelocementario). Posterior al montaje, el mismo operador realizó la totalidad de aperturas endodónticas realizando las aperturas estándar para premolares y caninos. Un segundo operador realizó el examen radiográfico de cada diente utilizando las mismas películas radiográficas con el mismo equipo de rayos X, el mismo equipo revelador y un posicionador que aseguraría una secuencia radiográfica estandarizada para toda la muestra. Una vez obtenidas las radiografías el mismo operador realizó la clasificación de Pruett et als. la que considera el ángulo y el radio de curvatura y posteriormente las conductometrías correspondientes. Ambos operadores determinaron realizar las pruebas de preparación biomecánica. En esta etapa, donde ambos operadores nunca habían trabajado con instrumental rotatorio, y su experiencia clínica en técnica convencional para conductos curvos era mínima, la calibración consistió en un entrenamiento siguiendo las normas establecidas por los fabricantes en sus catálogos respectivos en los sistemas rotatorios, y la técnica convencional aprendida en los cursos de endodoncia de pregrado. Luego, los operadores procedieron a trabajar directamente sobre los cuerpos de prueba, dividiéndose las técnicas rotatorias de manera que un operador trabajara ambas técnicas tanto en dientes con un grado alto como bajo de curvatura. Posteriormente, solo un operador se encargó de realizar la toma de las radiografías de los cuerpos de prueba ya preparados siguiendo las normas estandarizadas previamente. Una vez obtenidas y clasificadas las radiografías, el mismo operador realizó las mediciones y comparaciones correspondientes de acuerdo a la metodología diseñada específicamente para este estudio.

VI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS.

Test T De Rangos Señalados Y Pares Igualados De Wilcoxon (Muestras Pareadas)

La prueba paramétrica usual para analizar datos provenientes de dos muestras relacionadas es aplicar una prueba t (t-student) a los puntajes de la diferencia. Esta prueba supone que estos puntajes de diferencia están distribuidos normal e independientemente en la población de la cual se tomó la muestra, y requiere que sean medidos por lo menos en una escala de intervalo. La prueba t es inaplicable en numerosos casos ya que el investigador puede encontrar que: los supuestos y requerimientos de la prueba t son poco realistas para sus datos, prefiere evitar hacer los supuestos o probar los requerimientos para dar mayor generalidad a sus datos, etc. En circunstancias como estas, se prefiere la prueba no paramétrica como la de Wilcoxon de rangos señalados y pares igualados.

Las pruebas no paramétricas de dos muestras pareadas se usan cuando el investigador desea establecer la diferencia entre dos tratamientos o si un tratamiento es mejor que otro. Se puede igualar o relacionar dos muestras estudiadas (del mismo tamaño), cosa que puede lograrse cuando cada sujeto es su propio control. La prueba de Wilcoxon considera la magnitud relativa así como la dirección de diferencias: da mayor peso al par que muestra una diferencia grande entre las dos condiciones que al par que muestra una diferencia pequeña.

Hipótesis

H_0 : No hay diferencia entre tratamientos (la suma de los rangos positivos es igual a la suma de los rangos negativos).

H_1 : Los tratamientos difieren (la suma de los rangos positivos no equivale a la suma de los rangos negativos).

Prueba Estadística

Wilcoxon, ya que es adecuada para un estudio que emplea dos muestras relacionadas y da puntajes de diferencia que pueden clasificarse en orden de magnitud absoluta.

Nivel De Significación

Un $\alpha=0.05$ (un nivel de significación o error tipo I del 5%) y N el número de pares menos los pares cuya diferencia resulten cero.

Región Crítica De Rechazo

Región de rechazo de dos colas. La región de rechazo se compone de todos los valores de T tan pequeños que la probabilidad asociada a su ocurrencia conforme H_0 es igual o menor que $\alpha=0,05$ (Rechace H_0 para un valor de p menor o igual que α).

Resumen Del Procedimiento

1. Para cada par igualado, se determina la diferencia del signo (d_i) entre los dos puntajes.
2. Se ordenan estas d_i sin respetar el signo.
3. Se añade a cada rango el signo (+ o -) de la d que representa.
4. Se determina T, la más pequeña suma de los rangos igualados.
5. Se determina N, El número total de d con un signo.
6. Si la p obtenida es igual o menor que α , se rechaza H_0 .

Tabla I: Análisis de datos Grupo Control Angulo Leve Rx Frontal Pre y Post PBM

\angle Leve	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	2,022600	0,043123	Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	2,022600	0,043123	Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En el nivel 1 (tercio coronal) no se encontraron diferencias con significación estadística en los dientes luego de ser instrumentados.

En el nivel 2 (tercio medio) si se encontraron diferencias con significación estadística en los dientes luego de ser instrumentados.

En el nivel 3 (tercio apical) si se encontraron diferencias con significación estadística en los dientes luego de ser instrumentados.

Tabla II: Análisis de datos Grupo Control Angulo Leve Rx Perfil Pre y Post PBM

\angle Leve	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	1,825742	0,067898	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	2,022600	0,043123	Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En el nivel 1 (tercio coronal) no se encontraron diferencias con significación estadística en los dientes luego de ser instrumentados.

En el nivel 2 (tercio medio) no se encontraron diferencias con significación estadística en los dientes luego de ser instrumentados.

En el nivel 3 (tercio apical) si se encontraron diferencias con significación estadística en los dientes luego de ser instrumentados.

Tabla III: Análisis de datos Grupo Control Angulo Alto Rx Frontal Pre y Post PBM

∠ Alto	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	1,825742	0,067898	No Rechazar

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además en el nivel 1 no se encontraron diferencias en las medidas después de instrumentar el conducto.

Tabla IV: Análisis de datos Grupo Control Angulo Alto Rx Perfil Pre y Post PBM

∠ Alto	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	1,825742	0,067898	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	1,825742	0,067898	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados.

Tabla V: Análisis de datos Grupo Profile Angulo Leve Rx Frontal Pre y Post PBM

∠ Leve	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	1,825742	0,067898	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	1,825742	0,067898	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados.

Tabla VI: Análisis de datos Grupo Profile Angulo Leve Rx Perfil Pre y Post PBM

∠ Leve	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además, en los niveles 1 y 2 no se encontraron diferencias en las mediciones luego de instrumentar los conductos.

Tabla VII: Análisis de datos Grupo Profile Angulo Alto Rx Frontal Pre y Post PBM

∠ Alto	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	-----	-----	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además en los niveles 2 y 3 no se encontraron diferencias en las mediciones luego de la instrumentación de los conductos. También se debe señalar que en el cuerpo de prueba N°35 cuarto de esta muestra equivalente al noveno diente trabajado con el kit ProFile, el instrumento N°5 de taper y tamaño 0.4/25 correspondientemente, sufrió una posible fatiga del material ocasionando la fractura de este a nivel del tercio apical del conducto radicular de dicho diente. Por lo cual para efectos de las mediciones se consideró a estos dientes como si no hubiesen sido instrumentados conservándose las mediciones iniciales.

Tabla VIII: Análisis de datos Grupo Profile Angulo Alto Rx Perfil Pre y Post PBM

∠ Alto	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	1,825742	0,067898	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	-----	-----	No rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además, en el nivel 3 no se encontraron diferencias en las mediciones luego de la instrumentación de los conductos. También se debe señalar que en el cuerpo de prueba N°35 cuarto de esta muestra equivalente al noveno diente trabajado con el kit ProFile, el instrumento N°5 de taper y tamaño 0.4/25 correspondientemente, sufrió una posible fatiga del material ocasionando la fractura de este a nivel del tercio apical del conducto radicular de dicho diente. Por lo cual para efectos de las mediciones se consideró a estos dientes como si no hubiesen sido instrumentados conservándose las mediciones iniciales.

Tabla IX: Análisis de datos Grupo Quantec Angulo Leve Rx Frontal Pre y Post PBM

∠ Leve	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	-----	-----	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además, en el nivel 1 y 3 no hubo diferencias en la mediciones posteriores a la instrumentación del conducto. También se debe señalar que en los cuerpos de prueba N°18 y N°24 equivalentes al segundo y cuarto diente de esta muestra y también a los dientes trabajados con el kit Quantec, el instrumento N° 2 de taper y tamaño 0,02/25 correspondientemente, sufrieron una posible fatiga del material ocasionando la fractura de este a nivel del tercio apical del conducto radicular de dichos dientes. Por lo cual para efectos de las mediciones se consideró a estos dientes como si no hubiesen sido instrumentados conservándose las mediciones iniciales.

Tabla X: Análisis de datos Grupo Quantec Angulo Leve Rx Perfil Pre y Post PBM

∠ Leve	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	-----	-----	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además, en los 3 niveles no hubo diferencias en las mediciones posteriores a la instrumentación del conducto. También se debe señalar que en los cuerpos de prueba N°18 y N°24 equivalentes al segundo y cuarto diente de esta muestra y también a los dientes trabajados con el kit Quantec, el instrumento N° 2 de taper y tamaño 0,02/25 correspondientemente, sufrieron una posible fatiga del material ocasionando la fractura de este a nivel del tercio apical del conducto radicular de dichos dientes. Por lo cual para efectos de las mediciones se consideró a estos dientes como si no hubiesen sido instrumentados conservándose las mediciones iniciales.

Tabla XI: Análisis de datos Grupo Quantec Angulo Alto Rx Frontal Pre y Post PBM

∠ Alto	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	-----	-----	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además, en el nivel 1 y 2 no hubo diferencias en las mediciones posteriores a la instrumentación del conducto.

Tabla XII: Análisis de datos Grupo Quantec Angulo Alto Rx Perfil Pre y Post PBM

∠ Alto	N Válido	T	Z	Nivel p	Decisión
Sin PBM 1 & Con PBM 1	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 2 & Con PBM 2	5	0	1,603567	0,108819	No Rechazar.
Sin PBM 3 & Con PBM 3	5	0	-----	-----	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

En ninguno de los tres niveles de medición (coronal, medio y apical) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los dientes luego de ser instrumentados. Además, en el nivel 3 no hubo diferencias en las mediciones posteriores a la instrumentación del conducto.

Test U De Mann-Whitney Para Muestras Independientes

Cuando el uso de dos muestras relacionadas no es práctico ni adecuado, pueden usarse dos muestras independientes. En este diseño, las muestras pueden obtenerse con la ayuda de dos métodos: tomadas al azar de dos poblaciones, o asignando al azar ambos tratamientos a miembros de alguna muestra de origen arbitrario. No es necesario que las muestras sean del mismo tamaño.

Las técnicas paramétricas usuales para analizar datos de dos muestras independientes consiste en aplicar una prueba t a las medias de los dos grupos. La prueba t supone que los puntajes (que se suman al calcular las medias) son observaciones independientes de poblaciones distribuidas normalmente con varianzas iguales. El investigador puede encontrar que la prueba t es inaplicable por varias razones: las suposiciones de la prueba t son poco adecuadas para sus datos, prefiere no hacer suposiciones y así dar a sus conclusiones mayor generalidad, etc. En circunstancias como estas, se preferirá utilizar una prueba no paramétrica para muestras independientes tipo Mann-Whitney para analizar los datos.

Cuando se ha logrado por lo menos una medida ordinal, la prueba U de Mann-Whitney se utiliza para probar si dos grupos independientes han sido tomados de la misma población. Es una de las pruebas no paramétricas más poderosas y constituye la alternativa más útil ante la prueba paramétrica t cuando el investigador desea evitar las suposiciones que esta exige o si la medición en la investigación es más vaga que la escala de intervalo.

Hipótesis

H_0 : Ambos grupos (muestras) tienen la misma distribución (Implica igualdad de Medias $E(x)=E(y)$).

H_1 : Los grupos tienen distribución distinta ($E(x) \neq E(y)$).

Prueba Estadística

Mann-Whitney, ya que este estudio emplea dos muestras independientes y pequeñas, y utiliza una escala de medida intervalar.

Nivel De Significación

Un $\alpha=0,05$, $N=5$ para el primer grupo y $N=5$ para el segundo grupo.

Región Crítica De Rechazo

Todos los valores de U tan pequeños que la probabilidad asociada a su ocurrencia conforme a H_0 es igual o menor que $\alpha=0,05$ (Rechace H_0 para un valor de p menor o igual que α).

Resumen Del Procedimiento

1. Se determinan los valores de N_1 y N_2 , N_1 es el número de casos en el grupo más pequeño; N_2 , el número de casos en el grupo más grande.
2. Se ordenan juntos los puntajes de ambos grupos, asignando el rango de 1 al puntaje que sea algebraicamente mas bajo. Los rangos van desde 1 Hasta $N=N_1+N_2$. Se asigna a las observaciones ligadas el promedio de los rangos ligados.
3. Se determina el valor de U por medio de la siguiente formula:

$$U = N_1 \cdot N_2 + \frac{N_1(N_1 + 1)}{2} - R_1$$

donde R_1 es la suma de los rangos asignados al grupo cuyo tamaño muestral es N_1 .

4. Si el valor observado de U tiene una probabilidad asociada igual o menor que α , se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Tabla XIII: Comparación Datos Grupo Control De Diferencias de Ángulos Leves y Altos Pre y Post PBM Rx Frontal

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias					
PBM 1 \angle Leve & PBM 1 \angle Alto	5	5	9	0,547619	No Rechazar.
PBM 2 \angle Leve & PBM 2 \angle Alto	5	5	12,5	1	No Rechazar.
PBM 3 \angle Leve & PBM 3 \angle Alto	5	5	9,5	0,547619	No Rechazar.

Se obtiene como resultado :

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de angulación leve v/s las muestras de angulación alta, para un mismo instrumento, con respecto a las mediciones posteriores a la instrumentación de los conductos en ninguno de los niveles (coronal, medio y apical).

Tabla XIV: Comparación Datos Grupo Control De Diferencias de Angulos Leves y Altos Pre y Post PBM Rx Perfil.

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias					
PBM 1 ∠ Leve & PBM 1 ∠ Alto	5	5	7,5	0,309524	No Rechazar.
PBM 2 ∠ Leve & PBM 2 ∠ Alto	5	5	10	0,690476	No Rechazar.
PBM 3 ∠ Leve & PBM 3 ∠ Alto	5	5	5,5	0,150794	No Rechazar.

Se obtiene como resultado :

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de angulación leve v/s las muestras de angulación alta, para un mismo instrumento, con respecto a las mediciones posteriores a la instrumentación de los conductos en ninguno de los niveles (coronal, medio y apical).

Tabla XV: Comparación Datos Grupo Profile De Diferencias de Angulos Leves y Altos Pre y Post PBM Rx Frontal

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias					
PBM 1 ∠ Leve & PBM 1 ∠ Alto	5	5	12	1	No Rechazar.
PBM 2 ∠ Leve & PBM 2 ∠ Alto	5	5	10,5	0,690476	No Rechazar.
PBM 3 ∠ Leve & PBM 3 ∠ Alto	5	5	5,5	0,150794	No Rechazar.

Se obtiene como resultado :

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de angulación leve v/s las muestras de angulación alta, para un mismo instrumento, con respecto a las mediciones posteriores a la instrumentación de los conductos en ninguno de los niveles (coronal, medio y apical).

Tabla XVI: Comparación Datos Grupo Profile De Diferencias de Angulos Leves y Altos Pre y Post PBM Rx Perfil

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias					
PBM 1 ∠ Leve & PBM 1 ∠ Alto	5	5	8,5	0,420635	No Rechazar.
PBM 2 ∠ Leve & PBM 2 ∠ Alto	5	5	10	0,690476	No Rechazar.
PBM 3 ∠ Leve & PBM 3 ∠ Alto	5	5	7,5	0,309524	No Rechazar.

Se obtiene como resultado :

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de angulación leve v/s las muestras de angulación alta, para un mismo instrumento, con respecto a las mediciones posteriores a la instrumentación de los conductos en ninguno de los niveles (coronal, medio y apical).

Tabla XVII: Comparación Datos Grupo Quantec De Diferencias de Angulos Leves y Altos Pre y Post PBM Rx Frontal

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias					
PBM 1 ∠ Leve & PBM 1 ∠ Alto	5	5	11,5	0,841270	No Rechazar.
PBM 2 ∠ Leve & PBM 2 ∠ Alto	5	5	11,5	0,841270	No Rechazar.
PBM 3 ∠ Leve & PBM 3 ∠ Alto	5	5	7,5	0,309524	No Rechazar.

Se obtiene como resultado :

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de angulación leve v/s las muestras de angulación alta, para un mismo instrumento, con respecto a las mediciones posteriores a la instrumentación de los conductos en ninguno de los niveles (coronal, medio y apical).

**Tabla XVIII: Comparación Datos Grupo Quantec De Diferencias de Angulos Leves y Altos
Pre y Post PBM Rx Perfil**

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias					
PBM 1 \angle Leve & PBM 1 \angle Alto	5	5	11,5	0,841270	No Rechazar.
PBM 2 \angle Leve & PBM 2 \angle Alto	5	5	9	0,547619	No Rechazar.
PBM 3 \angle Leve & PBM 3 \angle Alto	5	5	12,5	1	No Rechazar.

Se obtiene como resultado :

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de angulación leve v/s las muestras de angulación alta, para un mismo instrumento, con respecto a las mediciones posteriores a la instrumentación de los conductos en ninguno de los niveles (coronal, medio y apical).



Tabla XIX: Comparación De Diferencias de Angulos Leves Grupos Control, Profile y Quantec Pre y Post PBM Rx Frontal

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias < Leve					
PBM 1 Control & PBM 1 Profile	5	5	7	0,309524	No Rechazar.
PBM 1 Control & PBM 1 Quantec	5	5	11,5	0,841270	No Rechazar.
PBM 1 Profile & PBM 1 Quantec	5	5	8,5	0,420635	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Profile	5	5	8	0,420635	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Quantec	5	5	6	0,222222	No Rechazar.
PBM 2 Profile & PBM 2 Quantec	5	5	11	0,841270	No Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Profile	5	5	7	0,309524	No Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Quantec	5	5	1	0,015873	Rechazar.
PBM 3 Profile & PBM 3 Quantec	5	5	4	0,095238	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

Salvo en la comparación entre la muestra **Control** y la muestra **Quantec** en el nivel 3 (apical) donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a las mediciones realizadas posteriormente a la instrumentación de los conductos, ninguna de las otras comparaciones mostró diferencias estadísticamente significativas.

Tabla XX: Comparación De Diferencias de Angulos Leves Grupos Control, Profile y Quantec Pre y Post PBM Rx Perfil

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias < Leve					
PBM 1 Control & PBM 1 Profile	5	5	5,5	0,150794	No rechazar.
PBM 1 Control & PBM 1 Quantec	5	5	5,5	0,150794	No Rechazar.
PBM 1 Profile & PBM 1 Quantec	5	5	12,5	1	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Profile	5	5	8	0,420635	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Quantec	5	5	9	0,547619	No Rechazar.
PBM 2 Profile & PBM 2 Quantec	5	5	11	0,841270	No Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Profile	5	5	1,5	0,015873	Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Quantec	5	5	5	0,007937	Rechazar.
PBM 3 Profile & PBM 3 Quantec	5	5	7,5	0,309524	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

Salvo en las comparaciones entre las muestras **Control v/s ProFile** y la muestra **Control v/s Quantec** en el nivel 3 (apical) donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a las mediciones realizadas posteriormente a la instrumentación de los conductos, ninguna de las otras comparaciones mostró diferencias estadísticamente significativas.

Tabla XXI: Comparación De Diferencias de Ángulos Altos Grupos Control, Profile y Quantec Pre y Post PBM Rx Frontal

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias \angle Alto					
PBM 1 Control & PBM 1 Profile	5	5	9	0,547619	No Rechazar.
PBM 1 Control & PBM 1 Quantec	5	5	11	0,841270	No Rechazar.
PBM 1 Profile & PBM 1 Quantec	5	5	7	0,309524	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Profile	5	5	7,5	0,309524	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Quantec	5	5	7,5	0,309524	No Rechazar.
PBM 2 Profile & PBM 2 Quantec	5	5	12,5	1	No Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Profile	5	5	4,5	0,095238	No Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Quantec	5	5	5,5	0,150794	No Rechazar.
PBM 3 Profile & PBM 3 Quantec	5	5	10	0,690476	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las comparaciones entre los grupos en relación a las mediciones realizadas posteriormente a la instrumentación de los conductos.

Tabla XXII: Comparación De Diferencias de Angulos Altos Grupos Control, Profile y Quantec Pre y Post PBM Rx Perfil

	N válido grupo I	N válido grupo II	U	Nivel p	Decisión
Diferencias \angle Alto					
PBM 1 Control & PBM 1 Profile	5	5	12	1	No Rechazar.
PBM 1 Control & PBM 1 Quantec	5	5	5,5	0,150794	No Rechazar.
PBM 1 Profile & PBM 1 Quantec	5	5	7	0,309524	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Profile	5	5	8,5	0,420635	No Rechazar.
PBM 2 Control & PBM 2 Quantec	5	5	8	0,420635	No Rechazar.
PBM 2 Profile & PBM 2 Quantec	5	5	12	1	No Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Profile	5	5	6,5	0,222222	No Rechazar.
PBM 3 Control & PBM 3 Quantec	5	5	6,5	0,222222	No Rechazar.
PBM 3 Profile & PBM 3 Quantec	5	5	12,5	1	No Rechazar.

Se obtiene como resultado:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las comparaciones entre los grupos en relación a las mediciones realizadas posteriormente a la instrumentación de los conductos.

Tabla XXIII: Comparación de diferencias ángulos y radios de curvatura en las diferentes muestras de los grupos Control, Quantec y ProFile pre y post PBM.

Grupo Control			S/PBM	S/PBM	C/PBM	C/PBM
	Nº Diente	LT	Ángulo	Radio	Ángulo	Radio
Curvatura leve	15	23	12	10	12	10
	8	20	14	14	14	14
	12	23	15	6	15	6
	13	20	16	13	16	13
	9	22	17	5	17	5
Curvatura alta	6	21	20	8	20	8
	7	19	21	6	21	6
	1	28	25	2	25	2
	3	26	32	2	32	2
	10	20	41	3	41	3
Grupo Quantec			S/PBM	S/PBM	C/PBM	C/PBM
	Nº Diente	LT	Ángulo	Radio	Ángulo	Radio
Curvatura leve	19	24	13	17	13	17
	18	16	16	8,5	16	8,5
	22	21	16	10	16	10
	24	23	16	5	16	5
	37	21	17	14,5	17	14,5
Curvatura alta	33	22	25	7	25	7
	23	21	28	3,5	28	3,5
	14	20	49	2	49	2
	26	24	53	1,5	53	1,5
	2	23	24	6	24	6
Grupo ProFile			S/PBM	S/PBM	C/PBM	C/PBM
	Nº Diente	LT	Ángulo	Radio	Ángulo	Radio
Curvatura leve	25	22	9	29	9	29
	30	20	11	11	11	11
	16	20	14	7,5	14	7,5
	31	22	15	13	15	13
	27	18	18	6	18	6
Curvatura alta	41	19	20	14	20	14
	44	21	20	7	20	7
	43	28	22	8	22	8
	35	22	25	7	25	7
	34	22	27	5	27	5

Se obtiene como resultado:

En las seis muestras tanto el ángulo como el radio de curvatura del conducto radicular de los cuerpos de prueba se mantuvo constante luego de que éstos fueran instrumentados con sus respectivos instrumentos (Limas K-Flex, Quantec y ProFile) siendo todos los dientes instrumentados a la LT.

GRÁFICA DE DATOS ESTADÍSTICOS.

Gráfico N° 1:

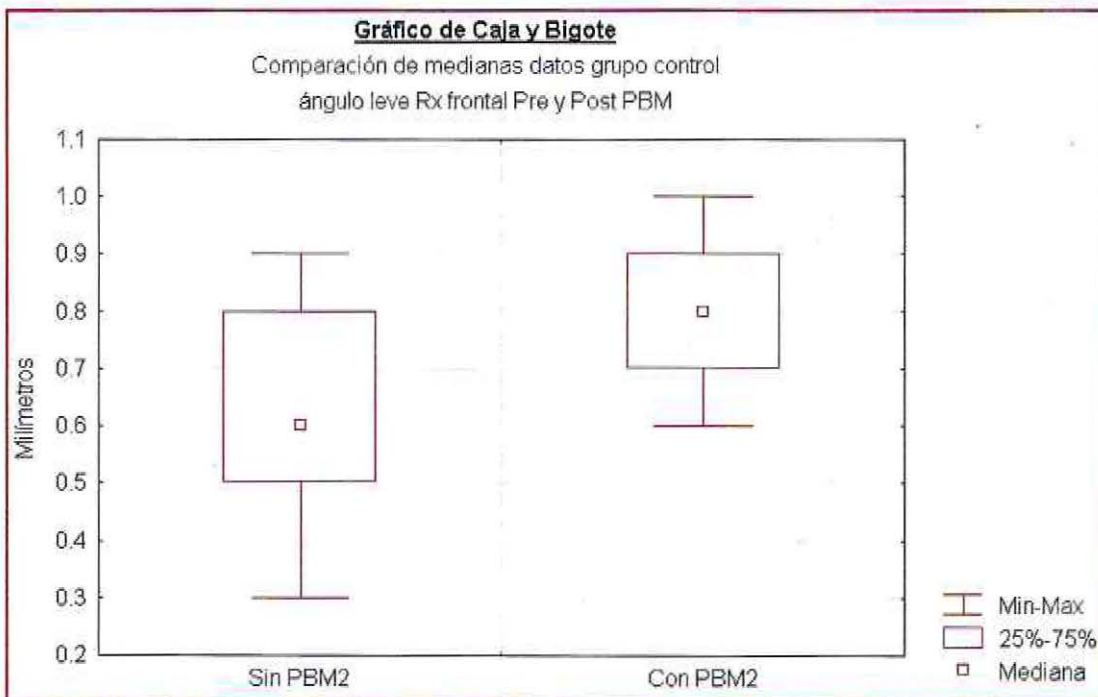


Gráfico N°2:

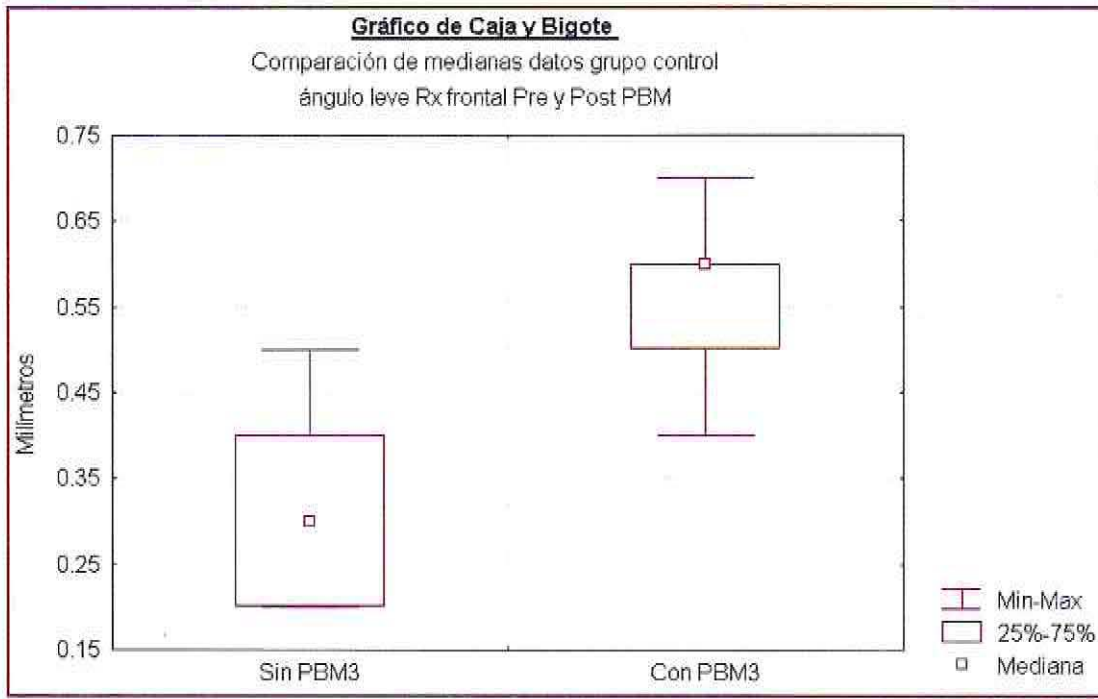


Gráfico N° 3:

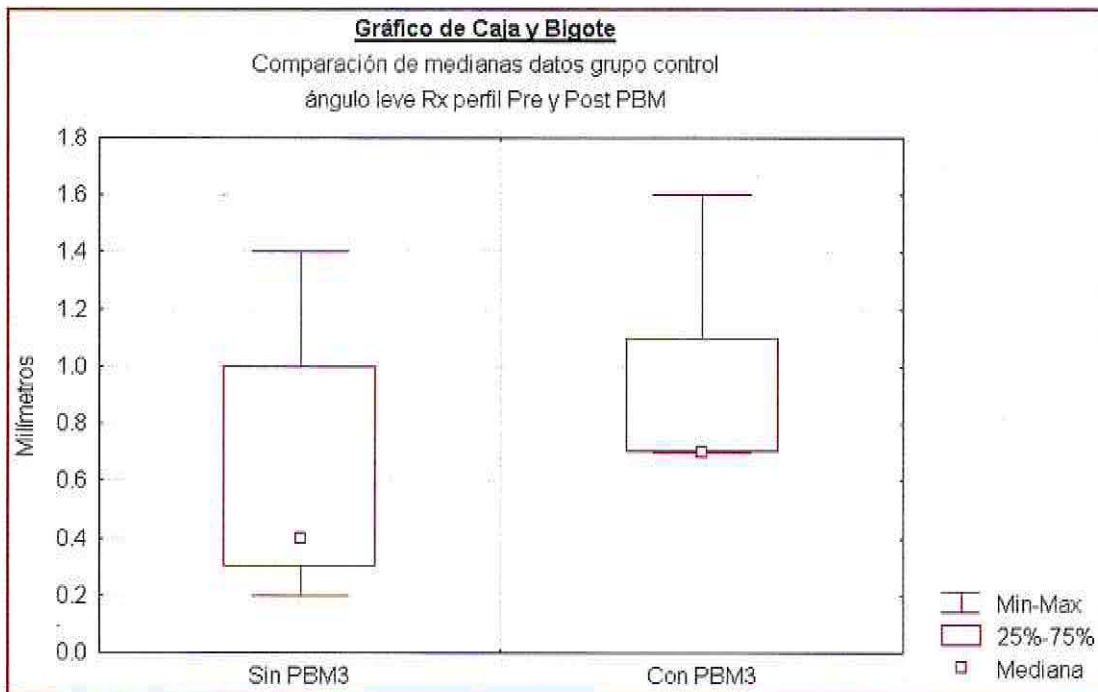


Gráfico N° 4:

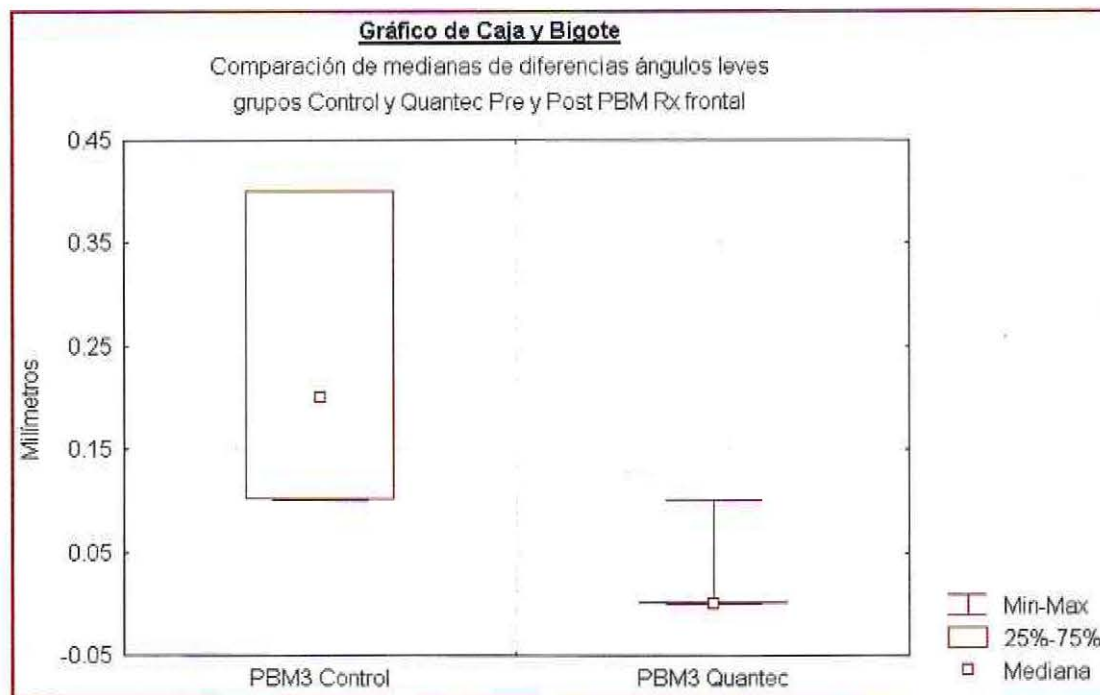
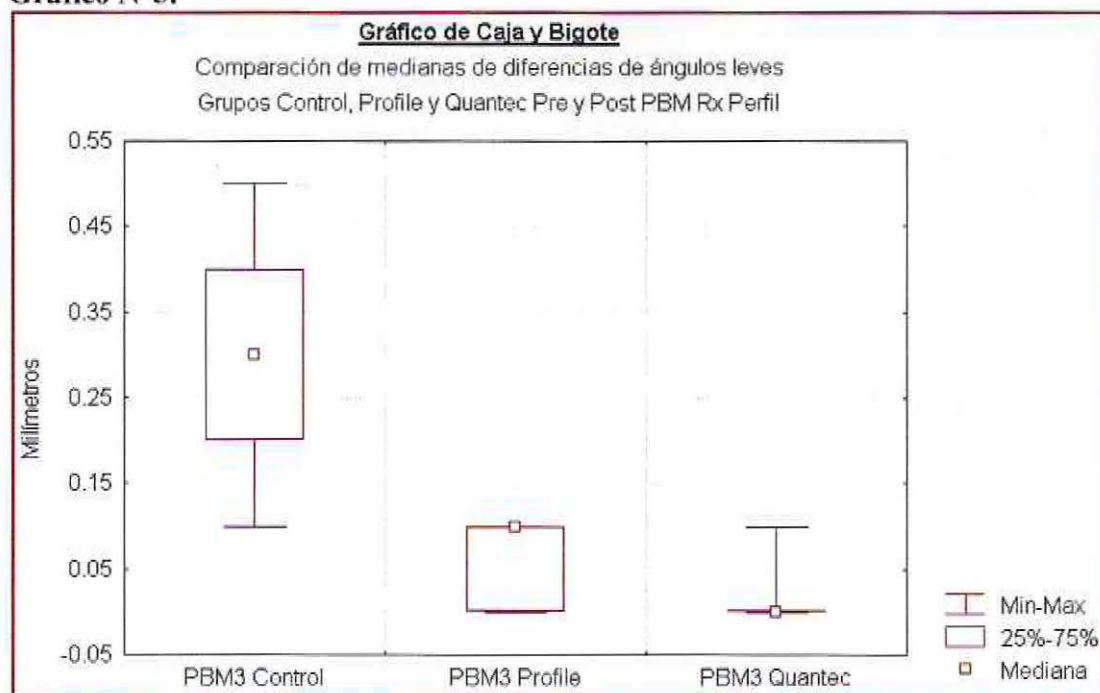
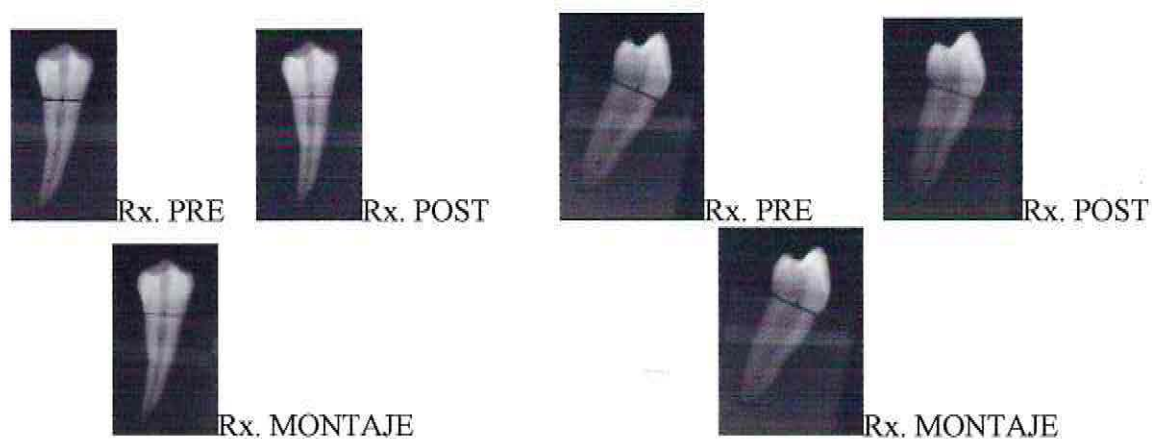


Gráfico N°5:

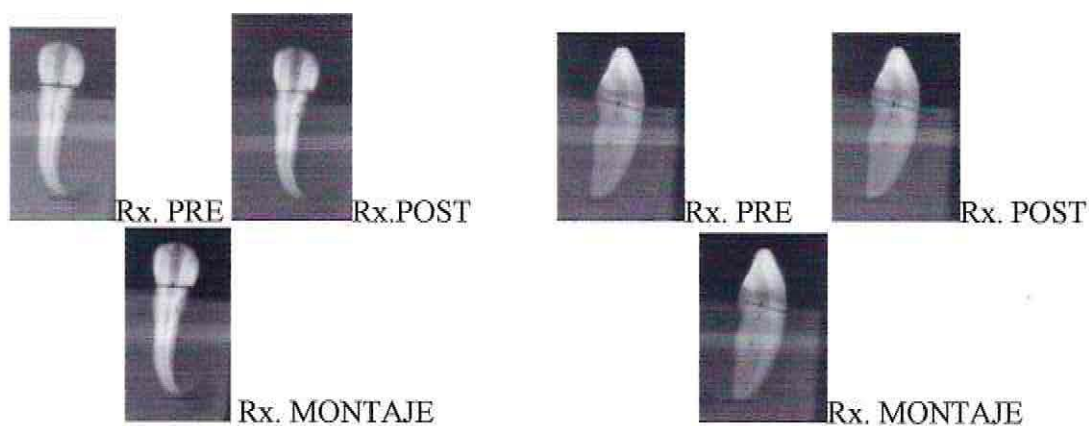


RADIOGRAFÍAS DE DIENTES DIGITALIZADOS CON SUPERPOSICIÓN DE IMAGENES

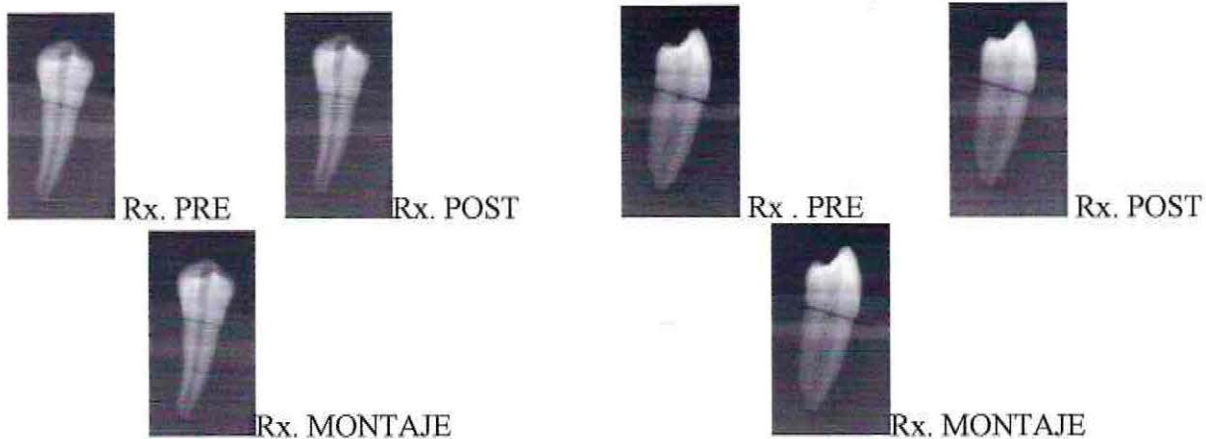
DIENTE N° 9: correspondiente a la muestra del grupo control con angulación baja.



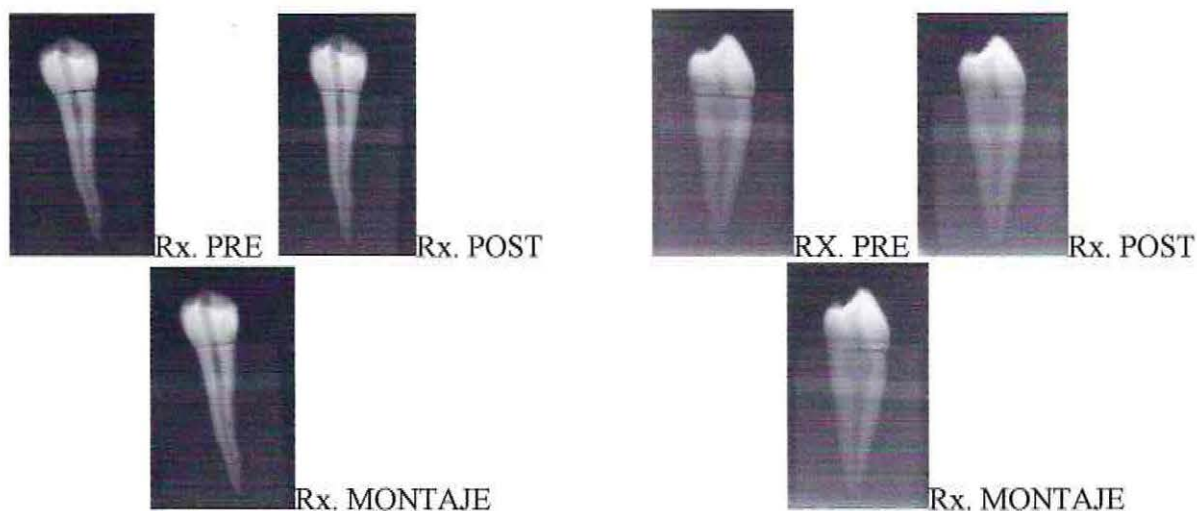
DIENTE N° 10: correspondiente a la muestra del grupo control con angulación alta



DIENTE N° 25: correspondiente a la muestra del grupo ProFile con angulación leve.



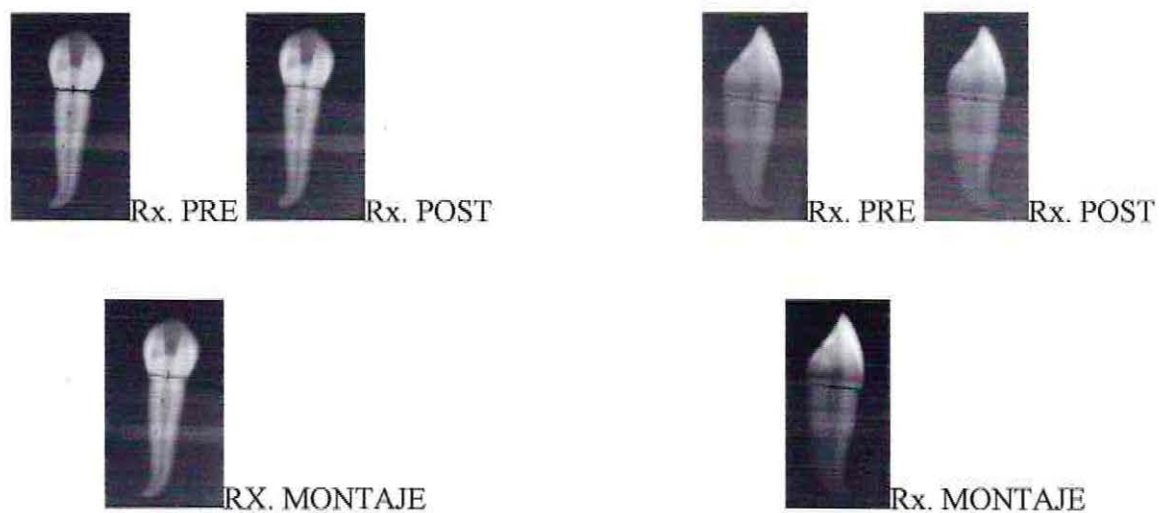
DIENTE N° 43: correspondiente a la muestra del grupo ProFile con angulación alta.



DIENTE N° 22: correspondiente a la muestra del grupo Quantec con angulación leve.



DIENTE N° 26: correspondiente a la muestra del grupo Quantec con angulación alta.





VII. DISCUSIÓN.

En el presente estudio se investigaron y compararon principalmente dos aspectos de las limas de Ni-Ti (Quantec y ProFile) entre sí y entre estas y las limas K-Flex de acero inoxidable: la cantidad de desgaste producido en las paredes de los conductos radiculares y la mantención del ángulo y radio de curvatura de los conductos sin causar transportación. Como ha sido analizado en estudios previos, se requiere de una metodología estandarizada para poder evaluar estos parámetros lo que se consiguió mediante la técnica visual-manual desarrollada y su posterior confirmación mediante un sistema computacional.

En todas las comparaciones realizadas dentro de cada muestra en relación a la remoción dentinaria de las paredes de los conductos radiculares, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas excepto en la comparación de los grupos controles (limas K-Flex) con angulación leve a nivel del tercio medio y apical pre y post PBM. Creemos que esto es producto de la mayor fuerza tensional que induce el instrumento de acero inoxidable sobre las paredes de un conducto al ser sometido a una flexión producto de la angulación propia de la curvatura radicular. También hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar el trabajo efectuado sobre las paredes, entre los diferentes tipos de instrumentos utilizados (Control, Quantec y ProFile). Es así como el grupo Control fue superior en desgaste en tercio apical de conductos de curvaturas leves en comparación al sistema Quantec y ProFile lo cual coincide con estudios realizados *in vitro* (Glosson y cols., 1995). Esto podría deberse a la flexibilidad que poseen las limas K-Flex, las cuales a nivel de curvaturas leves no presentan una mayor diferencia en comparación con las limas de Ni-Ti y además por la mayor instrumentación alcanzada, puesto que se trabajó hasta el #60, en comparación menor número utilizado por las técnicas rotatorias de Ni-Ti el cual es menor.

Cuando se estudió la mantención del ángulo y radio de curvatura luego de la instrumentación de los conductos, no hubo diferencias estadísticamente significativas y de mediciones entre los tres grupos estudiados (Control, Quantec y ProFile). Esto coincide con estudios previos (Glosson y cols, 1995), (Tucker y cols, 1997) donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los instrumentos rotatorios de Ni-Ti y las limas de acero inoxidable. En nuestro estudio, estos resultados eran esperables en los instrumentos de Ni-Ti ya que gracias a la mayor flexibilidad que presentan junto a su diseño de punta inactiva son capaces de mantenerse centrados en el conducto manteniendo la forma del conducto, pero no así en los instrumentos de acero inoxidable (limas K-Flex) que por ser más rígidos y con una punta activa deberían provocar una rectificación de la curvatura de los conductos. Sin embargo esto no ocurrió probablemente por la mayor flexibilidad de la aleación de acero inoxidable y por el diseño romboidal que presentan las limas K-Flex las cuales produjeron un desgaste homogéneo en todas las paredes de los conductos, manteniéndose centradas en ellos. Sería interesante realizar estudios posteriores en dientes con curvaturas aún más extremas donde probablemente la relativa flexibilidad de las limas K-Flex no sería suficiente para mantener inalterados el ángulo y el radio de curvatura de los conductos radiculares.

Al estudiar la producción de transportaciones, no hubo transportación en ninguno de los tres niveles medidos (coronal, medio y apical) medido tanto en sentido mesio-distal como vestibulo-palatino con ninguno de los instrumentos utilizados. Esto difiere del estudio de Glosson (Glosson

y cols., 1995), donde se produjo transportación mesial en el tercio apical y distal en el tercio medio) con todos los sistemas estudiados y donde además hubo diferencias entre los instrumentos rotatorios de Ni-Ti y las limas K-Flex, provocando estas últimas una transportación significativamente mayor en los conductos radiculares. La diferencia que se presentó con nuestro estudio probablemente podría estar relacionada con los instrumentos utilizados ya que utilizaron como instrumental de NiTi la limas NT Sensor y las limas Ni-Ti Lightspeed que poseen un diseño diferente a las limas Quantec y ProFile, lo que indicaría que Quantec y ProFile poseen un diseño superior por cuanto son capaces de no producir transportación. Un segundo factor que pudo influir en esta discrepancia fue la metodología utilizada para observar el desgaste de los conductos. Tampoco coincide con el estudio de Kosa (Kosa y cols., 1999) donde hubo una transportación significativamente mayor en el tercio apical con el sistema Quantec cuando fue comparado con el sistema ProFile. Tanto el estudio de Glosson como el de Kosa utilizaron el método de Bramante modificado donde el diente es seccionado y observado en sentido ocluso-apical bajo aumento lo cual permite una visión directa de las paredes del conducto lo cual puede ser más preciso que el análisis efectuado por nosotros utilizando imágenes radiográficas. Sin embargo, optamos por no trabajar con el método de Bramante por la imposibilidad de ser aplicado directamente en clínica. Una de las ventajas de la metodología desarrollada por nosotros es la posibilidad de su aplicación real en clínica.

Por otro lado, nuestro estudio coincide con el estudio de Tucker (Tucker y cols, 1997) donde no hubo diferencias significativas. En este último estudio la falta de significancia en las diferencias entre los grupos se atribuyó a que la muestra utilizada era relativamente pequeña (22 dientes). Nosotros no estamos de acuerdo con esto último puesto que en nuestro estudio, pese a que la muestra tenía significancia estadística, no hubo transportación en ningún caso, independiente del tamaño de la muestra. Esta falta de diferencias la hemos atribuido principalmente a la relativa flexibilidad de las limas K-Flex que se comportaron de manera similar a las limas de Ni-Ti. Otro factor que pudo influir en la no producción de transportaciones fue el haber utilizado como irrigante glicerina, que gracias a sus excelentes propiedades lubricantes evitó que las limas se trabaran al interior del conducto lo que habría llevado a transportaciones. Es importante destacar que en el estudio de Glosson y cols. no se especifica si hubo irrigación al realizar la instrumentación de los conductos. Sería interesante realizar estudios posteriores donde se comparase la instrumentación de conductos curvos utilizando irrigantes líquidos y glicerina a fin de probar el poder lubricante de la glicerina.

Al comparar la resistencia de los instrumentos rotatorios de NiTi (Quantec y ProFile) con las limas K-Flex hubo fractura de los instrumentos en los grupos ProFile alta curvatura frontal y perfil y en los grupos Quantec curvatura leve frontal y perfil. Esto concuerda con el estudio de Glosson y cols. donde hubo fractura de los instrumentos la que fue atribuida al diseño de los instrumentos. Por otro lado, difiere del estudio de Tucker et als. donde no hubo fractura de instrumentos. Esta diferencia pudo deberse a que como señala el estudio de Pruett et als. (Pruett y cols., 1997) la fatiga cíclica de la aleación de níquel-titanio está relacionada fundamentalmente con la geometría del conducto radicular por lo que se debe considerar tanto el radio como el ángulo de curvatura al instrumentar un conducto lo cual no fue considerado en el estudio anteriormente descrito. Otro factor a considerar es el de la velocidad del instrumento. Nosotros utilizamos tanto para los instrumentos Quantec como ProFile la misma velocidad de 250 rpm, que es el intermedio del rango de velocidades recomendado por los fabricantes (que fluctúa entre

150 y 350 rpm). El estudio de Dietz y cols. (Dietz y cols., 2000) concluye que la fractura de las limas rotatorias de NiTi disminuye si son utilizadas a velocidades menores (150 rpm). En consecuencia, sería interesante realizar estudios posteriores donde los conductos fueran instrumentados a una menor velocidad. El tercer factor que pudo influir en la discrepancia de resultados fue que la instrumentación fue realizada por dos operadores inexpertos, que no recibieron entrenamiento *in vitro* previo, limitándose únicamente a seguir las instrucciones entregadas por los respectivos fabricantes. Esto se hizo así a fin de determinar si era necesario efectuar un entrenamiento previo a los operadores pues Bauman (Baumann y cols., 1999) concluye que no existen diferencias entre la instrumentación efectuada por operadores expertos e inexpertos con instrumental rotatorio de NiTi. A diferencia de lo anterior, nosotros sugerimos realizar un entrenamiento previo con dientes *in vitro* a fin de familiarizarse con los instrumentos de NiTi pues la percepción es totalmente distinta a la que entregan los instrumentos manuales, donde se siente una mayor resistencia.

Finalmente, si bien en el presente estudio no hubo un análisis estadístico del tiempo de trabajo, este fue rigurosamente controlado. En todos los grupos de Quantec y ProFile hubo una gran diferencia en el tiempo de trabajo comparados con el grupo Control. El grupo Quantec, por utilizar solo tres instrumentos fue el que se demoró menos (aproximadamente 2-3 minutos), luego el grupo ProFile que por utilizar más instrumentos demoró un poco más (aproximadamente 5-6 minutos) y finalmente el grupo Control que demoró mucho más (aproximadamente 25-30 minutos). Esto coincide con el estudio de Glosson y cols. (Glosson y cols., 1995) donde se concluyó que la instrumentación mecánica fue significativamente mucho más rápida que la instrumentación manual. Esto señala la mayor conveniencia de los instrumentales rotatorios de NiTi pues existe una significativa ganancia de tiempo clínico, pudiendo realizar completamente la PBM en una sesión lo cual es más difícil de lograr con la técnica convencional. Además, la fatiga del operador es mucho mayor con la técnica convencional que con la técnica rotatoria.

Limitaciones.

Para la recolección de la muestra existieron algunos problemas como la obtención de un número estadísticamente significativo de dientes que presentaran los requisitos para ser seleccionados. Debido a que los dientes fueron obtenidos en forma indirecta la edad y estado en el que se encontraba cada diente no pudo ser igual para todos. Además, los primeros dientes recolectados en un plazo de 8 meses estuvieron en hidratación artificial por mayor tiempo que los dientes recolectados al final de este período de tiempo. Otro inconveniente fue el desconocer el estado pulpar que presentaba cada diente antes de su extracción.

Con relación a las técnicas e instrumentos utilizados, la mayor limitante se encontró en el sistema Quantec el cual no se encuentra en el comercio nacional por lo que la información en relación a entregar una técnica clara y estandarizada no se cumplió por lo que se diseñó una técnica acortada con la asesoría de un endodoncista de alta experiencia y conocimiento en el manejo de estos instrumentos, basándonos también en la técnica del sistema ProFile. Finalmente debemos señalar que el costo del sistema Quantec es excesivamente elevado para nuestro medio puesto que es necesario adquirir los instrumentos en packs de instrumentos iguales por lo que se debería comprar al menos tres packs de instrumentos, en vez de ofrecer la serie de trabajo completa en un único pack como lo ofrece ProFile.

VIII. CONCLUSIONES.

Al finalizar el presente estudio, podemos afirmar que la PBM de los conductos radiculares curvos es un procedimiento que debe ser evaluada en distintos parámetros (cantidad de dentina debridada, angulación y radio de curvatura del conducto, transportación del conducto, fractura del instrumento, tiempo de preparación, etc).

En relación a las técnicas de instrumentación, debemos señalar que la PBM de los conductos con los sistemas probados no producen un desgaste considerable de las paredes del conducto, guardando una relación inversamente proporcional con la amplitud de dicho conducto debido a que cuando mayor amplitud presentó el conducto (radiografías de perfil) fue donde menos instrumentación se pudo apreciar.

Quantec y ProFile, por la calidad de sus aleaciones (de NiTi), lograron mantener la angulación y el radio de curvatura, de la misma forma esto ocurrió con la técnica convencional manual con limas K-Flex las que permitieron con su diseño romboidal aún siendo aleaciones de acero inoxidable comportarse como un instrumento flexible. Cabe destacar que esta flexibilidad es menor que la que presenta la aleación de Niti puesto que se pudo apreciar un mayor desgaste en las zonas del tercio medio y apical de los conductos tratados con limas K-Flex, debido a la mayor tensión dado que el instrumento tiende a tener memoria dentro del conducto buscando adquirir su forma original junto con una mayor instrumentación debido a que se instrumentó hasta el #60, como lo indica la técnica.

Al comparar Quantec y ProFile entre si no se obtuvieron diferencias significativas respecto al trabajo del conducto por lo cual debemos señalar que la técnica ProFile aplicada entregó mayor seguridad operacional debido a que, aun siendo un procedimiento más largo que la técnica Quantec probada, sufrió la fractura del instrumento dentro de los rangos de vida útil establecidos por el fabricante, no así la técnica Quantec donde tempranamente ocurrió la fractura del instrumento. Es importante destacar que la técnica propuesta para Quantec fue una técnica simplificada. Así también Quantec y ProFile conllevan un riesgo mayor al preparar los conductos curvos, en la medida que el operador no haya sido entrenado previamente, que la técnica convencional, la cual no obstante ser la técnica más segura constituye la técnica más larga y fatigante para el operador.

En relación al costo, la técnica ProFile resulta la más costosa, luego Quantec y finalmente la técnica convencional con limas K-Flex. Al analizar el costo v/s el tiempo, la situación es diferente puesto que la técnica convencional, si bien es más barata en cuanto a los instrumentos utilizados, puede resultar la más costosa por el gran tiempo clínico que insume.

IX. SUGERENCIAS.

Al finalizar el presente estudio y en función de los resultados obtenidos, sugerimos la realización de nuevos estudios de preparación biomecánica en conductos curvos con sistemas rotatorios de NiTi a fin de avalar aún más su superioridad respecto al instrumental convencional de acero inoxidable. Es importante destacar la falta de estudios científicos donde se comparen dos sistemas rotatorios de NiTi actualmente en el mercado, por cuanto creemos conveniente continuar sometidos a pruebas.

También sería interesante diseñar un estudio donde se evalúe y se compare la resistencia a la fatiga del instrumental de NiTi puesto que en nuestro estudio hubo fractura de instrumentos luego de cierto tiempo de uso.

Ciertamente que otro estudio interesante es el realizar las mismas mediciones y con la misma metodología planteada por nosotros pero in vivo para determinar el comportamiento de los instrumentos de NiTi directamente en boca y la aplicación de nuestra metodología in vitro en la clínica.

Finalmente, sería importante analizar la PBM con sistemas rotatorios de NiTi a nivel de microscopía electrónica a fin de determinar si estos sistemas rotatorios efectivamente son capaces de remover la dentina contaminada de las paredes de los conductos radiculares en su totalidad, medido a diferentes niveles.



X. RESUMEN.

A fin de solucionar la problemática de efectuar la PBM en conductos curvos, recientemente han surgido instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio que por sus propiedades son capaces de mantener la curvatura de los conductos. Quantec (Analytic Dental) y ProFile (Maillefer) corresponden a dos de estos sistemas rotatorios de NiTi. Se realizó un estudio de diseño y experimento para comparar la PBM de conductos curvos en una muestra in vitro entre sistemas rotatorios de Níquel-Titanio (Quantec v/s ProFile) y con un grupo Control.

Se seleccionaron 30 dientes unirradiculados sin lesiones (premolares y caninos) los que fueron radiografiados y clasificados según su ángulo de curvatura dividiéndose en tres grupos: Quantec, ProFile y Control. A su vez, cada grupo fue dividido en dos subgrupos: alta y baja curvatura. Se midieron las radiografías antes y después de la PBM en tres niveles: coronal, medio y apical mediante una nueva metodología visual-manual, corroborando la técnica con un software de superposición de imágenes. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico no encontrándose diferencias significativas al comparar la PBM entre Quantec y ProFile ni entre ambos sistemas con la técnica control tanto en conductos de baja curvatura como de alta curvatura.



XI. BIBLIOGRAFÍA

- Baumann M. A. ; and Roth A. (1999) : Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. *Oral Surg.* Vol. 88. N°6 :714-719.
- Bramante C. M.; Berbert A. ; and Borges R. P. (1987) : Una metodología para la instrumentación de los conductos. *J.O.E.* Vol. 13, N°5
- Cohen S. ; y Burns R. C. (1995) : Endodoncia, los caminos de la pulpa. 5° edición Editorial Medica Panamericana. Cap 8 : 219-256.
- Coleman C. L. ; and Svec T. A. (1997) : Analysis of Ni-Ti versus stainless steel in resin simulated canals. *J.O.E.* Vol. 23, N°4 : 232-235.
- Conover, W. J. (1999): *Practical Nonparametric Statistics.* USA. John Wiley & Sons, Inc.
- Eggert C. ; Peters O. ; and Barbakow F. (1999) : Uso de instrumentos de baja velocidad de Ni-Ti evaluados con un microscopio electrónico de barrido, *J.O.E.* Vol. 25 N°7 : 494-498
- Esposito P. T. ; and Cunningham C. J. (1995) : a comparison of canal preparation with Ni-Ti and stainless steels instruments. *J.O.E.* Vol. 21, N°4 : 173-176.
- Glosson C. R. ; Haller R. H. ; Dove S. B. ; and del Rio C. E. (1995) : A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J.O.E.* Vol.21, N°3 : 146-151.
- Grossman L. J. (1981) : *Práctica endodóntica.* 4° edición Editorial Mundi S.A. /C y F.
- Haikel Y. ; Serfaty R. ; Bateman G. ; Senger B. ; and Allemann C. (1999) : Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary Ni-Ti endodontic instrument. *J.O.E.* Vol. 25 N°6 : 434-440.
- Harlan A. L. ; Nicholls J. I. ; and Steiner J. C. (1996) : A comparison of curved canal instrumentation using Ni-Ti or stainless steel files with the balanced-force techniques. *J.O.E.* Vol. 22, N° 8 : 410-413.
- Ingle J. I.;Beveridge E. E. (1982) : *Endodoncia,* 2a Edición, Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V., México, Cáp. 3, pág: 96-207.
- Isom T. L. ;Marshall J. G. ; and Baumgartner J. G. (1995) : Evaluation of root thicknesses in curved canals after flaring. *J.O.E.* Vol.21, N°7 : 368-371.

- Kosa D. A. ; Marshall G. ; Baumgartner J. C. (1999) : An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. J.O.E. Vol. 25, N°6 :441-445.
- Kuruvilla J.R. ; Premanand K. (1998) : Actividad antimicrobiana del hipoclorito de sodio al 2,5% y gluconato de clorhexidina al 0,2% separadamente y combinados, como irrigantes endodónticos.
- Lasala A. (1992) Endodoncia. 4ª edición, Editorial Salvat., España, Cáp. 9 : 177-213.
- Luiten D. J. ; Morgan L. A. ; Baumgartner J. C. ; and Marshall J. G. (1995) : A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. J.O.E. Vol. 21, N° 1: 26-33.
- Montgomery Douglas C. (1991): Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamericano, S.A. de C.V. Cap.1: 7-8; Cap.3: 45.
- Pruett J. P. ; Clement D. J. ; and Carnes, Jr., D. L. (1997) : Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. J.O.E. Vol. 23, N°2 :77-85.
- Reddy S. A. ; and Hicks M. L. (1998) : Apical extrusion of debris using two hands and two rotary instrumentation techniques. J.O.E. Vol. 24, N°3 :180-183.
- Schäfer E. ; and Lau R. (1999) : Comparison of cutting efficiency and instrumentation of curved canal with nickel-titanium and stainless-steel instrument.J.O.E. Vol. 25, N°6 :427-430.
- Short J. A. ; Morgan L. A. ; and Baumgartner J. C. (1997) : A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. J.O.E. Vol. 23, N°8 : 503- 507.
- Siegel. S. (1972): Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. México: Editorial Trillas.
- Tronstad L. (1993) : Endodoncia clínica. Editorial Manon. Cap. 9 :159-166.
- Tucker D. M. ; Wenckus C. S. ; and Bentkover S. K. (1997) : Canal wall planning by engine-driven Ni-Ti instruments, compared with stainless-steel hand instruments.J.O.E. Vol. 23, N°3 :170-173.
- Waine F. S. (1991) : Terapéutica en endodoncia. 2º edición Editorial Salvat . Cap. 7 : 289 –386. (1997) : Tratamiento endodóntico. 5º edición Editorial Harcourt Broce. Cap. 9 :309-393.
- Wolcott J. ; and Himel V. T. (1997) : Torsional properties of Ni-Ti versus stainless steel endodontic files. Vol. 23, N°4 : 217-220.