



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SAF: UN SISTEMA DE CONFORMACIÓN RADICULAR,
BASADO EN LIMAS AUTOAJUSTABLES.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

EDUARDO RUIZ SALINAS

TUTOR: C.D. FRANCISCO JAVIER IBARRARÁN DÍAZ

ASESOR: C.D. SERGIO TREVIÑO DE LASCURAIN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

Esta tesina está dedica a mis padres y hermanos por todo su apoyo incondicional durante mi vida y más aún durante mi carrera profesional

Agradecimientos

A Dios por permitirme llegar a este momento y lograr otra meta en mi vida.

A mis padres por su amor, cariño, comprensión, paciencia y todas sus enseñanzas de la vida que no se aprende en un aula; pasando por sus regaños, gritos y castigos porque más de uno fue bien merecido.

A mis hermanos Silvestre, Oscar y Daniel por sus consejos y apoyo tanto moral como económico.

A Nalleli; a quien considero mi hermana y a todos mis amigos de la carrera por su confianza y lealtad. En especial Andrés, Edgar, Ángel, Karina, Minerva, Gabriela, Alfredo, Liliana, Araceli, Daniel, Ana, Beatriz, Andrea. Por todas las aventuras, los momentos buenos y malos que pasamos juntos en la facultad y fuera de ella.

A Verónica Martínez por su apoyo, comprensión y amor. Gracias por ser parte de mi vida; eres lo mejor que me ha pasado

A mi Tutor el C.D Javier Ibararán Díaz y al C.D. Sergio Treviño de Lascurain por ser mis guías en la elaboración de esta tesina.

A la Coordinadora de Endodoncia, la Mtra. Amalia Ballesteros Vizcarra por darme la oportunidad de estar en el seminario.

A cada uno de los maestros, que participaron en mi desarrollo profesional durante la carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora.

Gracias a todos.

ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Propósitos	5
3. Objetivos	5
4. Antecedentes	6
4.1 Antecedentes respecto a Sistemas Rotatorios	9
4.2 Técnica Crown-Down	12
4.3 Normas básicas de los sistemas rotatorios	13
5. Limas Auto Ajustables	15
5.1 Introducción	15
5.2 Características generales	18
5.3 Modo de operación	22
5.4 Adaptabilidad 3D	22
5.5 Análisis mecánico	24
5.6 Limpieza del conducto radicular	26
5.7 Obturación del conducto radicular	26
5.8 Protocolo de Uso	27
5.9 Precauciones	29
5.10 Esterilización	29
5.11 Equipo especial para el uso de la lima SAF	30
5.11.1 El contra-ángulo RDT3	30
5.11.2 Precauciones	31
5.11.3 Dispositivo para la irrigación Vatea	31
5.12 Ventajas de la lima SAF	32
5.13 Desventajas de la lima SAF	33
6. Estudios Realizados	34
7. Comparación del Sistema SAF con Sistema Rotatorio	49
8. Conclusiones	56
9. Bibliografía	59



1. INTRODUCCIÓN.

Con la incorporación de la aleación de níquel titanio al mundo odontológico, se han hecho grandes avances para la realización de diversos tratamientos en las distintas áreas de la Odontología.

En Endodoncia ha sido muy útil el empleo de esta aleación, utilizándola en la realización de limas ya sea manuales o utilizadas en sistemas rotatorios. Este tipo de limas han sido eficaces por su flexibilidad, estado de memoria, facilitando la entrada en conductos curvos y la realización del trabajo biomecánico.

En el mercado hay gran variedad de limas usadas en sistemas rotatorios cada uno con diferentes cualidades y métodos de uso, utilizan motores eléctricos que regulan el torque y la velocidad, dándonos así seguridad al momento de utilizarlos. También tenemos que señalar que necesitan una serie de pasos y el uso de varias limas para realizar la conformación de conductos radiculares.

Actualmente han salido al mercado nuevos sistemas basados en la utilización de una sola lima para la conformación del conducto radicular.

En este trabajo se presenta un sistema que no sólo maneja una lima única durante la conformación radicular, sino que también tiene la capacidad de ajustarse al conducto radicular; y otra característica que hasta el momento ningún otro sistema presenta: que trabaja con irrigación constante mientras la lima realiza la conformación radicular.

El sistema basado en limas auto ajustables Self Adjusting File, también conocido por sus siglas en inglés como sistema SAF, es fabricado por la empresa ReDent Nova en Israel.



2. PROPÓSITOS.

- Presentar el sistema Self-Adjusting Files (SAF) como una nueva opción en endodoncia, la cual está basada en una lima auto ajustable.
- En esta tesina será presentado el sistema SAF y su ámbito clínico.
- Se describirán sus características, ventajas y desventajas.
- Se realizará una comparación de éste con otros sistemas rotatorios.

3. OBJETIVOS.

- Mostrar las características y ventajas del sistema SAF.
- Presentar la arquitectura y funcionamiento del sistema SAF.
- Identificar las limitantes del sistema SAF.
- Realizar comparaciones con sistemas rotarios en general.



4. ANTECEDENTES.

En 1838 Maynard creó el primer instrumento de endodoncia a partir de un muelle de reloj,^{1,4} y desarrollaron otros con el objetivo de limpiar y ensanchar el conducto radicular en sentido apico/coronal. Este tipo de instrumentación se considera como clásica o convencional.

Estas limas endodóncicas rígidas con aumentó gradual de diámetro se utilizaban para trabajar toda la extensión del conducto radicular; pero en el caso de los conductos curvos ocurrían perforaciones debido a la inflexibilidad de los instrumentos.

En ese tiempo el tratamiento de conductos era muy incómodo para el paciente; porque se tenía el concepto de que éste era por sí mismo muy traumático y doloroso.

Así mismo, la fabricación de los instrumentos no tenía características ni criterios preestablecidos, solamente presentaba el diámetro de cada serie numerados del 1 a 6 y de 7 a 12. Así que lo que ofrecía un fabricante en una lima no correspondía con la de otro en términos de número y serie.

Por esta razón, se realizan Conferencias Internacionales de Endodoncia en EEUU, dando pautas para realizar una estandarización de los instrumentos endodóncicos. En 1955 John I. Ingle, creó la posibilidad de que se fabricaran instrumentos endodóncicos que tuviesen una estandarización en el aumento secuencial de sus diámetros,^{1,3} una nueva numeración y que se representara en décimas de milímetros el diámetro de la punta activa de los mismos. En 1958 se realiza una Segunda Conferencia Internacional de Endodoncia y sugieren que los instrumentos y conos endodóncicos se fabricaran según normas preestablecidas, con uniformidad de diámetro y longitud, patrones de estandarización en la conicidad, así como otros parámetros dimensionales.



En 1961, Ingle publicó el primer trabajo sobre el uso de instrumentos estandarizados, así como de los conos de gutapercha y de plata correspondiente.¹

La Asociación Americana de Endodoncia (A.A.E.) en 1962 acepta las sugerencias de Ingle y Levine.^{1,5} Este es considerado uno de los avances más significativos en el perfeccionamiento, simplificación y racionalización de la instrumentación de los conductos radiculares.

La A.A.E. formó un equipo de trabajo con los fabricantes para realizar la propuesta de especificaciones de la estandarización de los instrumentos, orientándose y alterando las sugerencias de Ingle. El impacto que causó esta investigación fue tan grande que originó lo que hoy se conoce como la International Standards Organization (ISO).

En enero de 1976 la Asociación Americana de Estandarización aprobó la especificación número 28 presentando normas para la fabricación de limas y ensanchadores endodóncicos.

En ese mismo año, la ADA en su norma número 28 definió que los instrumentos endodóncicos podrían ser fabricados en aleaciones de acero carbono y de acero inoxidable. Oliet y Sorin se percataron de que varios instrumentos de acero carbono parecían cortar de cierta forma y con relativa eficacia, pero que eran susceptibles a la corrosión por el autoclave y las soluciones irrigadoras, lo que hacía que se oxidaran y sufrieran fracturas.

En marzo de 1981 fueron divulgadas las normas finales de la especificación en el número 28 de la ANSI/ADA, siendo ya definida la estandarización internacional para limas y ensanchadores endodóncicos.

La industria Kerr Manufacturing Co., fue la primera en construir estos nuevos instrumentos, que fueron conocidos como instrumentos tipo K; siendo también los más copiados en el mundo.¹



Inicialmente las limas endodóncicas se originaban de dos formas, una por torsión y otra por el desgaste de un asta piramidal de acero carbono; siendo sustituido en 1961 por acero inoxidable, debido a sus mejores propiedades.

Dependiendo de la forma de la base del asta metálica utilizada en la fabricación (triangular, rectangular, circunferencial), así como de la cantidad de torsiones que en ella se imprimían; se obtenían diferentes tipos de instrumentos: ensanchadores, limas tipo K y Hedström.

El nuevo sistema de numeración de 06 a 140 corresponde al diámetro expresado en décimas de milímetro, medidos en la parte activa de la extremidad del instrumento o base de la pirámide triangular o cuadrangular de la guía de penetración de los ensanchadores y limas tipo K llamado D0.

Las principales características de la estandarización son:

- Instrumentos fabricados en acero inoxidable.
- Mango de plástico en color para su identificación.
- Su parte activa debe medir 16mm.
- El aumento de la conicidad estándar debe de ser de 0,02mm por milímetro a partir de la parte activa.
- El aumento del diámetro de la punta de la parte activa (D0-D16), es equivalente a 0,05mm entre las limas número 10 a 60.
- En las limas de número 60 a 140 este aumento es equivalente a 0,10mm.
- En los instrumentos especiales 06, 08 y 10 equivalen a 0,02mm.

En cuanto al largo del instrumento los más comunes son de 21mm; estos son usados en odontopediatría, en piezas posteriores pequeñas o en pacientes con poca apertura de boca. También tenemos de 25mm que son las más usadas; y existen de 31mm éstas se usan en dientes de longitud amplia, principalmente en caninos.



A las limas tipo K en 1982 se les realizó un perfeccionamiento en la conformación de la parte activa de los instrumentos. Ingle y Taintor, hicieron que la fábrica Kerr (Kerr Manufacturing Company) presentara en 1982 un nuevo instrumento con un diseño modificado, denominado lima K-Flex, fabricado en acero inoxidable. Esta nueva lima de sección transversal en forma romboidal posee mayor flexibilidad y mejor actividad de corte.

Unión Broach (Long Island- EEUU) introdujo los primeros instrumentos con punta inactiva o no cortante, representados por las limas Flex-R; saliendo al mercado en 1985. Estos fueron utilizados por Roane y colaboradores, en la técnica de Fuerzas Balanceadas propuesta por él mismo como una nueva técnica de instrumentación.^{1,5}

En este periodo surgieron los primeros sistemas de pieza de mano automatizada, por ejemplo, el Sistema Dynatrac, utilizando limas de acero inoxidable, accionadas mediante micro-motor de aire, lo que causaba una serie de efectos indeseables.

4.1 Antecedentes respecto a Sistemas Rotatorios.

Los considerados precursores de los sistemas rotatorios como el sistema Giromatic, Besancon y el Endo Cursor, presentados en 1964 y en 1975 respectivamente, estuvieron solamente por un periodo corto en el mercado, debido a los constantes fracasos que ocasionaban, ya que había frecuente fractura de instrumentos y porque carecían de sensación táctil. En ausencia de sensibilidad táctil se generaban riesgos operatorios como fractura del instrumento, sobre instrumentación y dilatación del foramen.^{1,5}

Considerado como la segunda generación e introducido en 1985, el sistema Canal Finder fue desarrollado en Francia por Guy Levy, con el objetivo de sustituir la instrumentación manual, ofreciendo mayor seguridad y rapidez de trabajo.¹



La aleación de níquel-titanio (Ni-Ti) comenzó a utilizarse en la industria naval en 1963 por William J. Buchler. Esta aleación fue utilizada en odontología inicialmente para ortodoncia por Andreasen y Hilleman en 1971, para la confección de alambres ortodónticos debido a su flexibilidad, menor módulo de elasticidad, alta energía almacenada durante la curvatura y gran resistencia a la fractura de torsión y flexión.¹

Una nueva generación de limas endodóncicas comenzó a ser fabricada con aleación de Ni-Ti, correspondiendo a 55% de Níquel y 45% de Titanio.^{1,5} La confección de instrumentos endodóncicos fue sugerida por Civjan, Huget y De Simón, en 1973. La fabricación de éstos fue a final de la década de los 80 por Walia, Brantlye y Gerstein basándose en las excelentes propiedades físicas de las aleaciones de Níquel-Titanio.¹

En 1988, evaluaron las propiedades físicas de los primeros instrumentos de níquel-titanio y concluyeron que la lima número 15 de sección triangular, presentaban dos o tres veces más flexibilidad, así como mayor resistencia a la fractura por torsión en sentido horario o anti horario, en comparación a la lima de acero inoxidable del mismo número.^{1,2} También la lima Ni-Ti presenta buena compatibilidad biológica, alta resistencia a la corrosión y torsión inalterada bajo procedimiento de esterilización siguiendo las especificaciones indicadas por la ISO/FDA o ISO/ADA. Buchanan en 1994 nos dice que no existe hasta el momento ninguna lima manual considerada como la mejor en Endodoncia.¹

Aunque son bien proyectados y correctamente fabricados, no existe un único instrumento que pueda suplir totalmente todas las necesidades del clínico, ya que todas ellas tienen sus ventajas, así como también presentan sus deficiencias particulares.¹

Así el clínico debe elegir varios tipos de instrumentos manuales con características funcionales propias para cada etapa del tratamiento. Para



optimizar la función de cada uno de éstos, el clínico deberá tener conocimiento de las múltiples variaciones de cada tercio de los conductos radiculares y el exacto movimiento que se les atribuye en la acción de los mismos sobre la dentina, para cada tipo y diámetro de instrumento usado. Finalmente, para mejorar los resultados, el clínico deberá conocer las deficiencias y ventajas de cada instrumento, usar y planear cuidadosamente su procedimiento operatorio, de modo que cada instrumento sea utilizado con mayor seguridad y eficacia en el momento adecuado.

Los sistemas rotatorios se consideran la tercera generación en el perfeccionamiento y simplificación de la Endodoncia. El avance de la tecnología endodóncica al ofrecer instrumentos morfológicamente más precisos, permite realizar un tratamiento considerado como muy difícil. Una gran ventaja de los sistemas rotatorios es la mayor rapidez en la instrumentación, principalmente en conductos radiculares atrésicos y curvos.

Las nuevas limas de Ni-Ti accionadas con motor, presentan mayor conicidad en la parte activa con aumentos de 0.04, 0.06 y 0.08mm por milímetro de longitud.^{1,4} Cuando son introducidas al conducto radicular girando 360° en sentido horario y a velocidad constante provocando la limpieza y remoción del contenido séptico, restos orgánicos y barrillo dentinario, simultáneamente va a determinar el ensanchamiento de los 2/3 coronarios, generando el desgaste anti-curvatura. Se recomienda que jamás se ejerza presión en sentido apical durante el acto operatorio.

El instrumento rotatorio es fabricado en aleación de Ni-Ti obteniendo como características: elasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura. Por lo tanto es una aleación metálica que retorna a su forma original después de librarse una acción de deformación, pudiendo soportar una deformación de hasta el 10% y regresa a su estado natural, siendo que,



las de acero inoxidable sólo soportan un 1% de deformación para regresar a su estado natural.¹

La deformidad plástica de una aleación se caracteriza por su capacidad de sufrir una deformación permanente sin alcanzar la ruptura, como en las limas de acero inoxidable; en cambio, en las limas de Ni-Ti no es un método sugerido de evaluación, porque la fractura puede ocurrir sin defectos visibles de deformación permanente.

Esto pasa porque las limas de Ni-Ti tienen dos fases cristalinas, una llamada en reposo o fase austenítica y la otra es en movimiento rotatorio o martensítica.^{1,2,5} Las fracturas en un instrumento endodóncico rotatorio es por torsión esto puede ser en la punta de la lima o en cualquier otra parte del instrumento; se desprende en el conducto radicular mientras su eje continúa en rotación. Se sobrepasa el límite de elasticidad de la aleación llevando a una deformación plástica.

El estrés se da por la propia fatiga del metal dando una ruptura de flexión, en este caso la lima gira libremente en un conducto ligeramente curvo, pero en la misma longitud de trabajo, entonces en la curva la lima se dobla y ocurre la fractura. En los conductos radiculares con curvaturas acentuadas y bruscas, bifurcadas o curvas en forma de "S", no es recomendable este tipo de instrumentos ya que se fracturan fácilmente y el uso constante del instrumento también puede llevar a una fractura transversal.

4.2 Técnica Crown-Down.

Esta técnica la describió por primera vez Marshall y Pappin en 1980, después en 1982 Göerig la modificó. En esta técnica, los instrumentos llegan a la constricción apical de modo pasivo, sin ser enroscados.^{4,5}

Se necesita realizar un desgaste anti-curva esto se hace ensanchando el tercio coronario e incluso el medio, con fresas Gates-Glidden, con el fin de



que las limas convencionales trabajen en tercio cervical, medio y lleguen con facilidad al tercio apical. Hoy en día esto se hace con sistemas rotatorios y de mayor conicidad para obtener un conducto mejor conformado.

Las ventajas de esta técnica son:

- Trabajar inicialmente el tercio coronal, dado que los microorganismos se localizan en su mayoría en este tercio, los elimina antes de que las otras limas puedan llevarlos hasta el foramen apical o fuera de él.
- La divergencia que se obtiene de las paredes del conducto radicular, ya que, así se mejora el proceso de eliminación de los microorganismos.
- Tenemos una irrigación más profunda por la divergencia que se va generando dentro del conducto.
- La lima entra lo más recto posible al conducto radicular y se tiene menor expulsión de detritus a tejidos periapicales.

4.3 Normas básicas de los sistemas rotatorios.^{4,5}

1. Realizar un diagnóstico radiográfico minucioso del diente a tratar para valorar la dificultad y elegir la estrategia del tratamiento.
2. Cuando el diente tiene una curvatura, se debe de realizar la técnica anti-curva ensanchando el tercio coronario y medio antes de obtener la conductometría real.
3. Se verifica la permeabilidad del conducto radicular con una lima de acero inoxidable de bajo calibre (0.08, 0.10, 0.15). Esto debe de ser antes de introducir una lima rotatoria.
4. El motor eléctrico debe de tener un torque y estar a bajas revoluciones que varían según los diferentes sistemas.
5. Cuando se introducen las limas en el conducto radicular, siempre debe de ser girando y haciendo movimientos de impulsión y tracción muy suaves para que el punto de torsión no sea siempre el mismo.



6. Inicialmente, se utiliza el instrumento más grueso o de mayor divergencia, y así, hasta llegar al más fino y de menor divergencia para evitar que se fracture.
7. Cuando el conducto sea ovalado se debe de presionar lateralmente para eliminar la mayor cantidad posible de materia orgánica. Este movimiento no fractura los instrumentos.
8. En conductos difíciles se debe de introducir la lima más fina o de menor divergencia de acción mecánica después de cada lima de trabajo. Haciendo esto, se pueden realizar conductos curvos sin deformar la anatomía previa.
9. Desechar los instrumentos ante la más pequeña deformación o si se han forzado mucho.
10. Se debe de trabajar en un medio húmedo realizando irrigación constante e introducir una lima manual de menor calibre para dejar permeable el conducto y eliminar más barrillo dentinario.



5 LIMAS AUTO AJUSTABLES.

5.1 Introducción.

El tratamiento de conductos consiste en la limpieza y conformación de los conductos radiculares, realizando la eliminación de todo el tejido pulpar ya sea vital o necrótico, la eliminación de bacterias y toxinas ubicadas en el conducto radicular y al mismo tiempo eliminar capas de dentina contaminada de la superficie radicular.

Es bien sabido que al conformar el conducto radicular se deben de utilizar tres limas de calibre mayor al de la primera lima que ajuste en tercio apical,² esto va a depender de la técnica usada.

Con esto eliminamos capas internas de dentina dentro del conducto radicular y favorece el flujo del líquido irrigante para poder limpiar el barrillo dentinario que se va generando y desinfectando al mismo tiempo.

Actualmente contamos con sistemas rotatorios que usan limas de Ni-Ti que son más flexibles que las de acero inoxidable y nos facilitan la conformación de conductos radiculares curvos.

Estos sistemas son útiles generalmente cuando los conductos son relativamente rectos, estrechos y que tienen una forma circular. En este tipo de conductos se puede lograr la eliminación de la mayoría de las paredes internas del conducto que están contaminadas; aunque cuando los conductos son ovales o en forma de gota es difícil de alcanzar la limpieza y conformación de los mismos.⁶

Este tipo de conductos ovales se encuentran en las raíces distales de molares inferiores, premolares inferiores y superiores, los incisivos inferiores y caninos. También existen conductos en forma de gota, estos se encuentran en raíces que tienen dos conductos radiculares, como el primer premolar superior, la raíz mesiovestibular de molares superiores e incisivos inferiores

que son más amplios en sentido buco-lingual y eso en una radiografía no lo podemos observar.

Forma de los conductos radiculares en un corte transversal (Fig. 5.1).

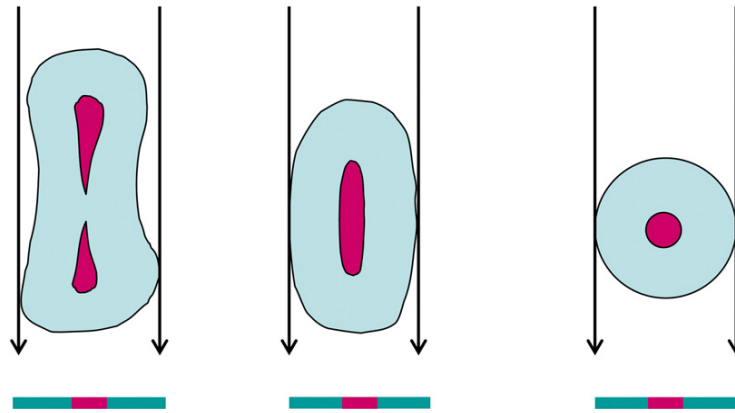


Figura. 5.1.1 Forma de gota, oval y circular que podemos encontrar en los conductos en un corte transversal.⁶

La mayoría de los sistemas rotatorios son conformados como una hélice^{1,5} que al ser rotadas nos dan una forma redonda si los observamos en un corte transversal. Por sí solas, las limas no cubren toda el área del conducto radicular y si se usan de un mayor calibre, pueden llegar a comprometer las paredes del conducto al hacerlas más delgadas. (Fig. 5.1.2).

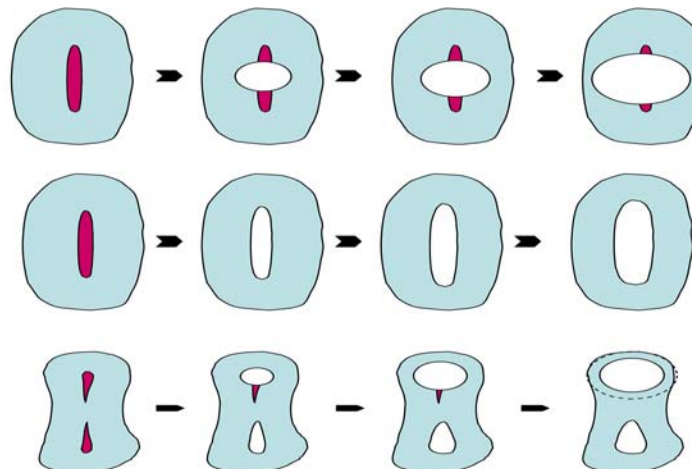


Figura 5.1.2 Esquema de las secciones transversales de los conductos radiculares. A) Preparación con lima rotatoria, B) Preparación con la lima SAF. C) Comparación entre ambos al realizar el desgaste en un conducto en forma de gota.⁶

En cuanto a la obturación, también puede ser defectuosa, ya que no abarcan zonas como las áreas buco-linguales en conductos radiculares ovalados, lo que puede propiciar una recontaminación bacteriana, al no abarcar la forma oval del conducto.

En la siguiente imagen (Fig. 5.1.3) de una tomografía micro-computarizada tomada de un análisis, nos da un ejemplo. En la parte A se observa una vista bucal y mesial. Abajo están los cortes transversales a los 3 y 6mm del ápice (en color rojo antes, y azul después del tratamiento con sistema rotatorio). En la parte B observamos la obturación de un conducto radicular preparado por un sistema rotatorio y obturado con gutapercha. Se muestran cortes a los 2, 4 y 6mm del ápice, observando material necrótico y parte del conducto sin trabajar.⁶

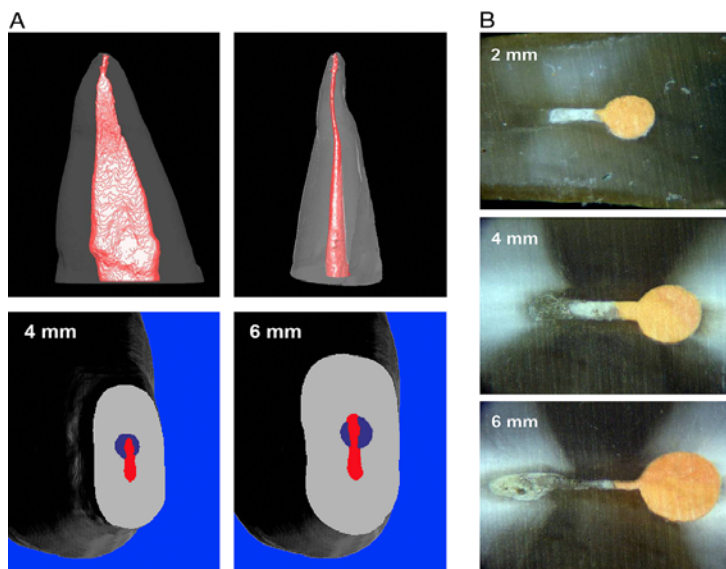


Figura 5.1.3⁶

Lo anterior, aplicado en conductos radiculares más curvos como los de molares donde encontramos zonas que no trabajan los sistemas rotatorios. En la siguiente imagen (Fig.5.1.4), donde se muestra un primer molar superior. La imagen A representa el antes de usar el sistema rotatorio, B

después de usarlo y C una tomografía micro-computarizada. El color verde nos indica donde han sido preparados los conductos y en rojo donde la lima rotatoria no trabajó.



Figura. 5.1.4⁶

Algunos inconvenientes de las limas de Ni-Ti en sistema rotatorio es por medio de los tipos de fractura que presenta, una es dada por la fatiga de flexión, es causado por el estrés y por la propia fatiga que presenta la lima.

También puede estar dada por la separación de la lima de forma transversal, es muy difícil de retirar, ya que se atornilla en el conducto radicular.

Dada las desventajas en los sistemas rotatorios la empresa REDENT NOVA creó un nuevo sistema de conformación radicular basado en una lima auto ajustable, en inglés Self Adjusting File (SAF).

5.2 Características generales.

Las limas auto ajustables también conocido como SAF, están indicadas para el tratamiento, limpieza y la conformación de los conductos radiculares, en sus tres dimensiones. La lima SAF tiene una forma de celosía, conformado como un cilindro hueco, compuesto de 120µm de espesor de aleación de níquel-titanio. La estructura de la lima permite una compresión cuando se lleva al conducto radicular, seguido de una expansión gradual para llenar de forma transversal el conducto.^{6,7,12,21} (Fig. 5.2.1).

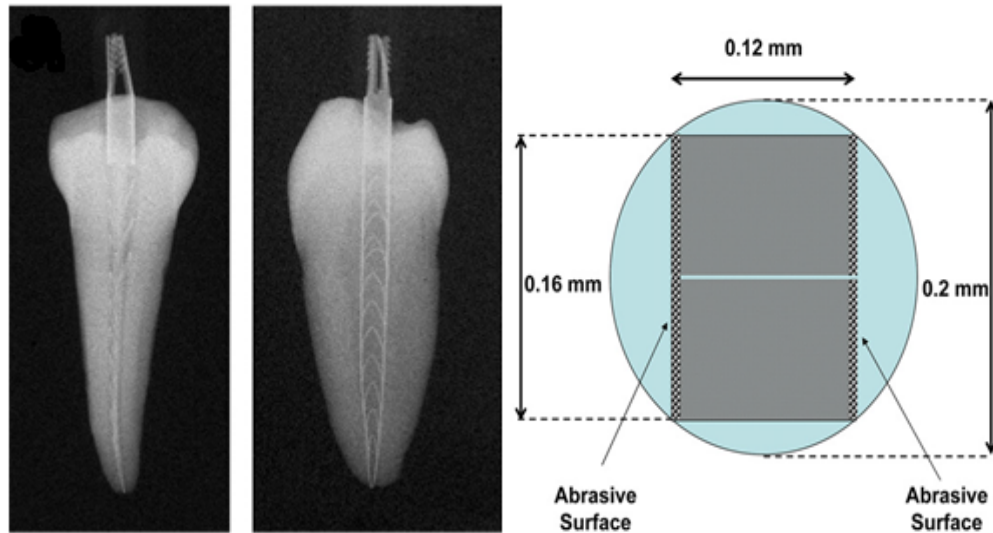


Figura 5.2.1 Adaptación tridimensional de la lima SAF en un premolar, en vistas buco lingual y mesiodistal. Un esquema de la parte apical de la lima SAF, cada uno de sus elementos de 0.12mm de espesor y 0.8mm de ancho, formando así un pistón de 0.12x 0.16mm.^{6,7}

La superficie de la parte activa es abrasiva con un espesor de $2.8\mu\text{m}$, esto le sirve para desgastar la dentina de la superficie del conducto con movimiento de vaivén.⁷ (Fig.5.2.2).



Figura 5.2.2 Muestra de la superficie abrasiva.⁶

Una sola lima se utiliza durante todo el procedimiento. La lima SAF tiene un diámetro de 1.5 y 2.0mm, pueden ser comprimida al equivalente de una lima

tipo K n°15 y a una lima tipo K n°20 respectivamente, está disponible en longitudes de 21, 25 y 31mm en donde la parte activa es de 16, 18y 21mm respectivamente.⁶ (Fig. 5.2.3).

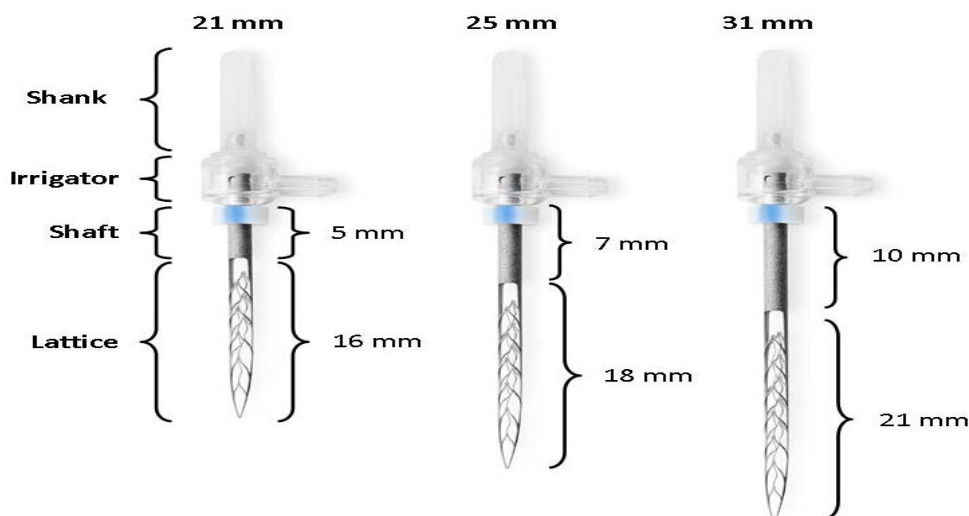


Figura 5.2.3 Componentes de la lima SAF.²²

La lima SAF tiene un vástago de polipropileno donde existe una conexión para que la irrigación sea constante y éste se lleva a un contra-ángulo vibrante de 0.4mm de amplitud. La vibración debe de ser de 300-500opm (oscilaciones por minuto). Este sistema puede usarse en una pieza de mano Gentlepower de Kavo o un equivalente combinado, ya sea con un contra-ángulo 3LDSY (Kavo, Alemania de Biberach Riss), contra-ángulo de MK-Dent (MK-Dent, Bargteheide, Alemania) o contra-ángulo de RDT3 (80rpm, Re- Dent-Nova, Israel). (Fig. 5.2.4).

El movimiento de vibración combinado con el contacto íntimo a lo largo de toda la circunferencia y la longitud del conducto radicular elimina una capa de dentina con un solo movimiento.^{6,5}



Figura 5.2.4²⁰

La lima SAF según el Dr. Patrick Caldwell, está basada en un stent (dispositivo) cardíaco de forma cilíndrica o tubular de uso endoluminal, generalmente endovascular, que se coloca en un conducto corporal para mantenerlo permeable o evitar un colapso después de una dilatación.³⁰ (Fig. 5.2.5).

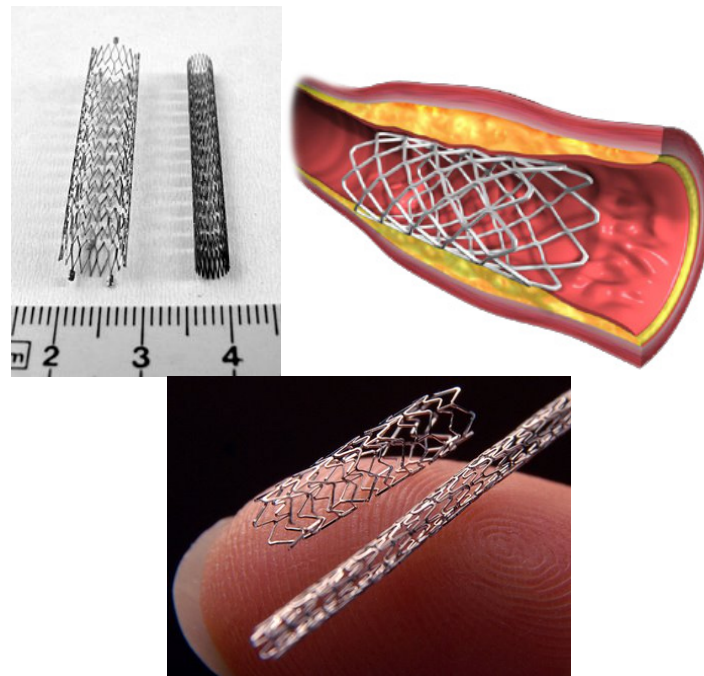


Figura5.2.4 Ejemplos de un stent cardíaco.^{31,32,33}



El diseño es de forma cilíndrica hueca en la lima SAF, permite tener irrigación durante todo el procedimiento, permitiéndole una buena limpieza y desbridamiento pulpar, mantiene un remplazo de hipoclorito de sodio en todo el conducto radicular y principalmente en el tercio apical, para lo cual, necesita un dispositivo especial de irrigación llamado Vatea.^{7,23} Donde, por medio de un tubo de silicón se conecta a la lima, y proporciona un flujo continuo de irrigación que va de 1 a 10ml/min. De igual manera, se puede usar otro tipo de dispositivo para irrigar, como los usados en la colocación de implantes, como el NSK Surgic y el XT Micro Motor System W&H ImplantMed.

5.3 Modo de operación

La lima SAF se introduce en el conducto radicular mientras vibra y se desliza delicadamente hasta llegar a la longitud de trabajo previamente establecida. Se opera con movimientos manuales y con irrigación continua utilizando dos ciclos de dos minutos para hipoclorito de sodio y el otro ciclo para usarlo con EDTA al 17%, para terminar con un total de cuatro minutos por cada conducto radicular, eliminando una capa uniforme de dentina de 60 a 75µm de espesor.^{6,7,15}

5.4 Adaptabilidad 3D

La lima SAF se adapta a la anatomía dentro de los conductos radiculares en sus tres dimensiones. Se usa como lima única durante todo el tratamiento. Inicia con una forma estrecha y comprimida que gradualmente se va expandiendo en el conducto radicular para ir eliminando dentina de sus paredes. La lima se adapta tanto en conductos ovales, como circulares y en forma de gota.^{6,13,18} Esta adaptación se produce sin ningún tipo de acción

especial o de conciencia del operador, de ahí el nombre de lima auto ajustable.

La lima SAF es flexible, plegable y va ajustándose a la forma original del conducto radicular, tanto transversal como longitudinalmente, sin que se tenga problema de transportación o perforación en conductos curvos. Esto se da porque la punta asimétrica de la lima SAF será capaz de encontrar y tomar la curvatura que presente el diente sin la acción del operador.

La durabilidad de la lima SAF se debe a que no tiene un núcleo rígido como los instrumentos fabricados totalmente de Ni-Ti, que son sólidos. Esto hace que si la lima llega a fracturarse, no lo haga de forma transversal, sino que sólo se desprenda algún arco de sus extremos, los que son relativamente fáciles de sobrepasar teniendo una irrigación abundante, recuperando así la longitud de trabajo, que no se logra con otros instrumentos rotatorios de Ni-Ti fracturados.^{6,7,13,18,20}(Fig.5.4.1).

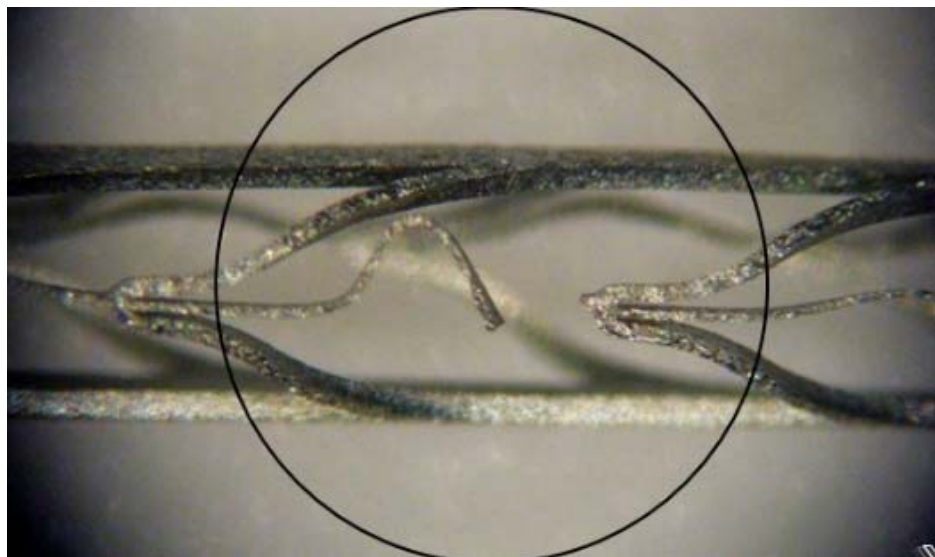


Figura 5.4.1 Muestra de la separación de un arco de la lima SAF.³⁰

La lima SAF como ya se había mencionado no tiene un núcleo. Cuando se le aplica una presión o fuerza se distribuye en toda lima y la resistencia se



acumula en cada parte o unión de la misma. La resistencia de la lima SAF es duradera, el inconveniente es que no se aprecian fallas mecánicas en ella y esto puede llevar a la separación de alguna de sus partes, pero no será de forma transversal.

Se han realizado varios estudios⁷ en donde ponen a prueba la lima SAF, y éstos refieren que cuando se aplica una compresión en la lima al llevarla al conducto radicular, ésta ejerce una fuerza circunferencial a las paredes del conducto radicular; debido a su elasticidad y tendencia a regresar a sus dimensiones iniciales. La lima SAF es abrasiva y al realizar movimientos de vaivén elimina dentina del conducto. Cuando esta fuerza va disminuyendo es porque ya aumentó el diámetro del conducto, lo que quiere decir, que la lima ya está terminando de conformarlo.

Respecto a su abrasividad, el mayor desgaste de dentina se da durante los primeros dos minutos de operación, esto es por el inicio de la ampliación del conducto radicular.

5.5 Análisis Mecánico

La fuerza de compresión en la lima SAF, se aplica por medio de la rugosidad superficial, abrasividad, durabilidad, tiempo de uso respecto al tiempo de trabajo y de irrigación.

La lima SAF puede ser elásticamente comprimible de un diámetro de 1.5mm para obtener una dimensión parecida a una lima ISO k nº 20 y la lima SAF de 2.0mm a una lima K nº 20 en la zona apical, debido a su forma que inicia de modo circunferencial cuando se lleva por primera vez al conducto radicular. Tiene una superficie rugosa de $2.8\mu\text{m}$, que combinada con el movimiento de vaivén ayuda a la eliminación de la dentina.⁷

En cuanto a su abrasividad, la mayor parte de la remoción de dentina se produce en los primeros dos minutos de operación ampliando el ápice



radicular al equivalente de una lima tipo K nº 30 y a los cuatro minutos se obtiene el desgaste de una lima tipo K nº 35 aproximadamente. Cuando se está eliminando la dentina del conducto radicular y éste ya se está conformando, el desgaste que hace la lima SAF va disminuyendo. Si la lima se vuelve a utilizar, su capacidad para eliminar la dentina del conducto radicular ya es mínima. Su duración en función continua es de 29 minutos sin que presente algún desprendimiento de uno de sus arcos.

La lima SAF no aumenta la presión del irrigante hacia el foramen apical, esto se debe a la forma de celosía que hace que el irrigante salga del conducto radicular en sentido coronal incluso cuando la lima SAF esté comprimida a un diámetro de 0.20mm.^{6,7}

Esto se da por la forma en que se da la presión en el tercio apical durante el uso de la lima SAF, donde existen 3 tipos:

1. Presión hidrostática, que representa la columna de agua dentro del conducto radicular.
2. Presión de estancamiento, generado por la vibración de un objeto en un líquido.
3. Presión de forma de pistón resultado del empuje de la lima SAF hacia apical.

Las presiones que realiza la lima SAF al ser sumadas dan un total de 394Pa, (195.78Pa depresión hidrostática, 195.92Pa de presión de estancamiento y 2.72Pa de presión de pistón). Esto se da aún en la zona del tercio apical de un conducto de 200µm.



5.6 Limpieza del conducto radicular

La lima SAF durante la conformación del conducto radicular también forma una capa de barrillo dentinario en las paredes de éste. Esta capa debe ser removida utilizando hipoclorito de sodio al 3% y EDTA al 17% para poder obtener un buen sellado durante la obturación.^{8,17}

Un tubo de silicona que se conecta a la lima SAF, tiene un dispositivo para tener irrigación constante durante todo el tratamiento de conductos radiculares. La vibración de la lima SAF dentro del conducto radicular, facilita la limpieza y el desbridamiento de la pulpa.

Tener un flujo de hipoclorito de sodio constante en la parte apical durante el tratamiento es muy favorable ya que tiene mejores efectos.

El sistema de irrigación no aumenta la presión en el conducto radicular durante el uso de la lima SAF, ya que su malla metálica permite que fluya libremente la irrigación en todo momento que está en funcionamiento.

El paso de irrigación hacia fuera del ápice, por medio de la lima SAF es poco probable ya que no proyecta el irrigante hacia el ápice radicular.

5.7 Obturación del conducto radicular.

La obturación de conductos radiculares es un componente esencial del tratamiento endodóncico. Tiene como objetivo prevenir la contaminación y futura recontaminación del conducto y los tejidos periapicales.^{6,13,17}

Cuando los espacios del conducto radicular no hayan sido limpiados en forma antes de la obturación, el sellado adecuado se verá amenazado por el resto de tejido y debris que impide la adaptación de la gutapercha a la pared del conducto, lo que proporciona un espacio para la filtración de bacterias y su proliferación.



Un estudio reciente⁹ comparó la eficacia de obturación entre los canales limpios con sistema rotatorio y el sistema SAF; obturados por compactación lateral con cemento AH26. Los resultados revelaron que el sistema SAF permite un 83% de contacto íntimo del material de obturación con las paredes del conducto radicular en comparación con el 55% del sistema rotatorio.

En la obturación del conducto radicular preparado con la lima SAF se puede utilizar cualquier tipo de técnica de obturación.

Cabe señalar, que no existe un cono maestro de gutapercha que ajuste en el tercio apical en la preparación con el sistema SAF, esto puede complicar la obturación y hace que el proceso de compactación de la gutapercha sea difícil. Así que se recomienda usar las técnicas: lateral modificada, vertical, termo plastificada o combinadas.

5.8 Protocolo de uso

Primeramente se realiza una evaluación de la anatomía del conducto radicular antes del tratamiento para determinar el procedimiento que se llevará a cabo.²²

1. Tomar de una radiografía dentoalveolar para obtener una longitud de trabajo aparente y evaluar la anatomía del diente.
2. Anestesia y aislamiento con dique de goma.
3. Realizar el acceso.
4. Localizar las entradas de los conductos radiculares y preparar las paredes de la cavidad para permitir el acceso recto de los instrumentos a usar.
5. Obtener la conductimetría real, usando un localizador de foramen apical o con ayuda de una radiografía.



6. Hacer permeable el conducto radicular y prepararlo hasta una lima tipo K n°20 para una SAF 1.5mm, o para un SAF 20mm una lima K n°30.
7. Canalizar el orificio del conducto radicular, usando fresas Gates-Glidden.
8. Seleccionar la lima SAF adecuada para que coincida con la longitud de trabajo real del diente.
9. Ajustar el tope de goma en la lima SAF para indicar la longitud de trabajo real.
10. Ajustara la lima SAF el tubo de irrigación con cualquier producto sanitario aprobado.
11. La irrigación continua debe aplicarse durante todo el procedimiento y ésta deberá ser a elección del profesional.
12. Introducir suavemente la lima SAF en el conducto radicular durante la operación. No se debe forzar la lima hacia apical. La longitud de trabajo se puede alcanzar durante el funcionamiento.
13. Si se observa resistencia a la inserción del conducto radicular con la lima SAF, deberá parar y volver a restablecer la ruta con una lima tipo K n°20.
14. Se realizan movimientos de entrada y salida durante cuatro minutos en cada conducto radicular.
15. Utilizar una lima para verificar la ampliación del conducto radicular en la zona apical, si no es la deseada, se puede trabajar con la lima SAF un minuto más.
16. En este momento la conformación del conducto radicular se ha completado.
17. Puede emplearse cualquier método de obturación.



5.9 Precauciones

1. Estados Unidos exige que este dispositivo sea vendido para su uso bajo orden de un dentista.
2. La lima SAF no debe de ser utilizada de otra forma que no sea la que el fabricante nos refiere.
3. La lima SAF está diseñada para un solo uso. Si se usa en ciclos múltiples, la desinfección o esterilización dañan la lima y ésta se puede fracturar.
4. La velocidad de trabajo recomendada para todas las limas SAF es de 3000 a 5000opm (oscilaciones por minuto).
5. La irrigación debe de ser constante durante el funcionamiento de la lima SAF en el conducto radicular.
6. Cuando se usa alternándolo en otros conductos radiculares:
 - a) Usar la jeringa triple para limpiar y secar la lima SAF.
 - b) Se debe de inspeccionar la lima SAF para verificar que no tenga signos de desgaste.

5.10 Esterilización

1. La lima SAF deberá ser esterilizada en autoclave de vapor a 121°C (250°F) y a una presión de 3 libras durante veinte minutos antes de su uso.²²

5.11. EQUIPO ESPECIAL PARA EL USO DEL LA LIMA SAF

5.11.1 El contra-ángulo RDT3

Éste es utilizado únicamente para las limas autoajustables,²⁴ es compatible con la pieza de mano de baja velocidad Kavo GENTLEpower, NSK y Midwest.

Está diseñado para la exposición prolongada al hipoclorito de sodio; operado junto con la lima SAF y el sistema de irrigación Vatea. (Fig. 5.11.1).



Figura 5.11.1. Contra-ángulo RDT3²⁴

El modo de funcionamiento del contra-ángulo es en un vaivén de forma vertical que vibra con la pieza de mano y es capaz de proporcionar con la lima SAF un movimiento e impacto de 0,4mm y hasta 5000opm, con la velocidad necesaria para realizar un tratamiento de conductos radiculares. El movimiento de rotación se integra con el fin de facilitar la entrada de la lima al conducto radicular.

La lima se ajustará a la cabeza de RDT3 a través de fricción de agarre.



5.11.2 Precauciones

1. Este dispositivo sólo será utilizado por el profesional odontológico.
2. El RDT3 deberá ser esterilizado antes de cada uso.
3. Debido a la operación en un ambiente con hipoclorito de sodio, la superficie del RDT3 debe ser retirada después de cada tratamiento.
4. No se ajusta ni se retira el RDT3 mientras es operado.
5. No exceda las 5000 oscilaciones por minuto (5000opm).
6. Use únicamente las limas SAF.
7. Cuidar de no tener contacto con los tejidos blandos para prevenir lesiones.

5.11.3 Dispositivo para la irrigación Vatea

Este dispositivo se conecta a piezas de mano para realizar una irrigación constante durante el tratamiento de conductos.²³

El sistema Vatea es independiente en el suministro de irrigante. Consta de una bomba, depósito de riego y tubería desechable, destinados a ser utilizados en endodoncia para proveer de irrigación mientras está conectado a la pieza de mano dental.

El Vatea es un dispositivo electrónico alimentado por una batería recargable. El caudal y el temporizador se ajustan a través de la pantalla del panel de control y la irrigación se activa mediante un pedal. La unidad tiene una bomba peristáltica de desplazamiento positivo para evitar la retracción del líquido evitando así, la contaminación cruzada.

En la parte posterior tiene un depósito para ser llenado con hipoclorito de sodio de 400ml. El tubo de irrigación está fabricado en silicón y es desechable. (Fig. 5.11.3.1).



Figura 5.11.3.1 Dispositivo Vatea²³

5.12 Ventajas de la lima SAF.

1. Presenta una adaptación tridimensional a la forma del conducto radicular, incluida su sección transversal.
2. Se utiliza sólo una lima durante todo el procedimiento, en donde al comprimirse cambia de forma.
3. En los conductos radiculares curvos, evita la transportación debido a la falta de un núcleo rígido.
4. Presenta alta durabilidad mecánica, que supera a otros sistemas rotatorios.
5. Su diseño hueco permite la irrigación continua con el intercambio constante del irrigante durante todo el procedimiento.
6. La lima SAF puede comprimirse elásticamente de un diámetro de 1,5mm a una dimensión parecida a una lima tipo K nº20.
7. La compresión de la lima SAF genera fuerza periférica y da una forma circunferencial.



8. La superficie rugosa, combinada con la fuerza periférica y la vibración de vaivén, permite la eliminación de la dentina dentro del conducto radicular.
9. La fuerza periférica y la capacidad de eliminar dentina aumenta el diámetro del conducto radicular.
10. Tiene alta durabilidad mecánica superando así el problema de la separación de los instrumentos del Ni-Ti.
11. La irrigación que usa la lima SAF no va más allá del foramen apical.

5.13 Desventajas de la lima SAF.

1. No utilizar la lima SAF de 1,5mm de diámetro, si el diámetro del conducto radicular permite la inserción de una lima tipo K nº45 en toda la longitud de trabajo.
2. No usar la lima SAF en dientes con ápices inmaduros.
3. La lima SAF no se utiliza en dientes con longitud de trabajo de más de 31mm.
4. No existe un cono maestro para este sistema, y si no se tiene una buena técnica de obturación, esto puede impedir un sellado en tres dimensiones.
5. La capacidad de eliminar dentina disminuye si se reutiliza la lima.
6. El tiempo límite recomendado para el trabajo de conductos radiculares con la lima SAF es de doce minutos.
7. Utilización de equipo especial.
8. El costo que tiene el adquirir el kit SAF y además el costo que representa el contra-ángulo y el sistema de irrigación.

6. Estudios Realizados.

Se han realizado varios estudios con respecto al sistema SAF.

Se realizó un estudio¹¹ para describir la capacidad de eliminar dentina dentro del conducto radicular con la lima SAF. Se escanearon 20 dientes incisivos con micro tomografía computarizada, que nos permite estudiar la preparación del conducto radicular, hacer una evaluación detallada y no destructiva de la geometría del conducto radicular.

Además nos permite saber los volúmenes de desgaste en milímetros antes y después del uso de la lima SAF. Se utilizaron 10 dientes trabajados con una lima SAF de 1.5mm y los otros 10 con una lima SAF de 2mm de diámetro.

Al inicio, el volumen de los dientes fue similar en ambos grupos $9.86\pm 3.97\text{mm}^3$ y $9.80\pm 2.67\text{mm}^3$, en donde el volumen aumentado por la preparación fue de $13.58\pm 3.85\text{mm}^3$ utilizando la lima SAF de 1.5mm durante seis minutos y de $16.43\pm 3.85\text{mm}^3$ utilizando la lima SAF de 2mm durante cinco minutos. (Fig. 6.1).

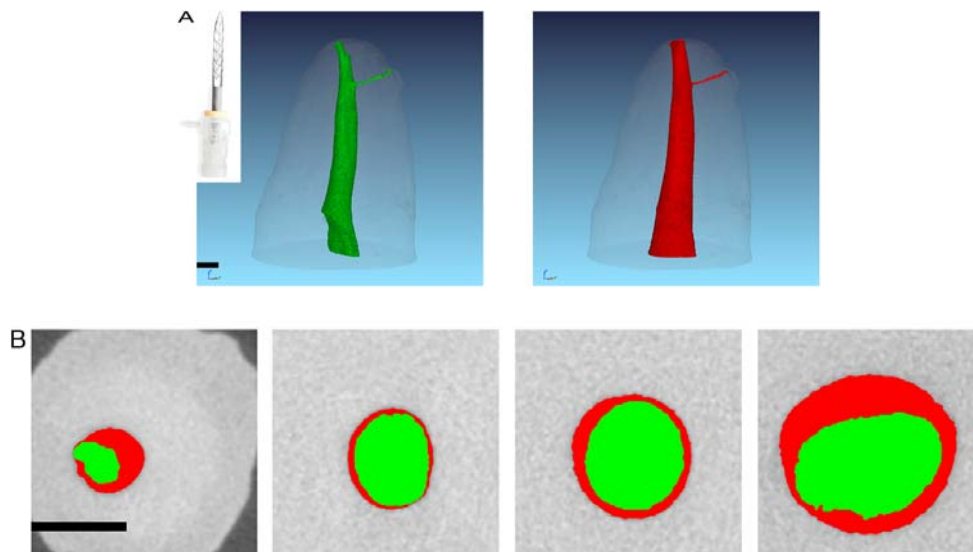


Figura 6.1 A) Se observa la ampliación del conducto, en color verde, la forma que tenía y en rojo cuando se ha instrumentado con la lima SAF. B) Se observa la cantidad de dentina eliminada en un corte transversal 1, 5, 9 y 13mm respectivamente.¹¹



Teniendo un aumento de 1.65mm^3 de la lima SAF de 1.5mm y un aumento de 3.63mm^3 de la lima SAF 2mm durante los primeros dos minutos.

También nos indica que en los primeros dos minutos hay un área sin trabajar del 63% con la lima SAF de 1.5mm, en cambio, con la lima SAF de 2mm se obtiene un área del 8.6% sin trabajar en toda la superficie radicular.

Respecto a la zona apical se redujo a un 88% con la lima SAF de 1.5mm a los dos minutos de trabajo, y en un 28.6% a los cinco minutos de trabajo con la lima SAF de 2mm, y refieren que hay una remoción de más de $100\mu\text{m}$ en toda la superficie del conducto radicular.

También nos dice que la remoción ideal de dentina dentro del conducto radicular es de $200\mu\text{m}$, pero que no existe un sistema que tenga capacidad de eliminar ese grosor de dentina. Por lo cual sugieren una amplia irrigación, principalmente en zona apical.

En un estudio realizaron una comparación *in vitro*¹⁰, donde se infectaron conductos radiculares de forma ovalada con *Enterococcus faecalis*. La bacteria se encontró presente en 11 de 20 dientes infectados que equivale al 55%, después de realizar la limpieza y conformación con el sistema rotatorio y con el sistema SAF se encontraron 4 de 20 dientes infectados que equivalen a un 20%.

Ambos grupos lograron una remoción de bacterias dentro del conducto. El sistema SAF fue más eficaz, esto se podría explicar por la capacidad del instrumento de adaptarse tridimensionalmente y por tener irrigación constante mientras se conforma el conducto. El instrumento rotatorio de Ni-Ti no abarcó toda la superficie transversal (Fig.6.2) del conducto radicular y se utilizó una irrigación con jeringa y aguja para la desinfección de conductos radiculares de forma oval *in vitro*.

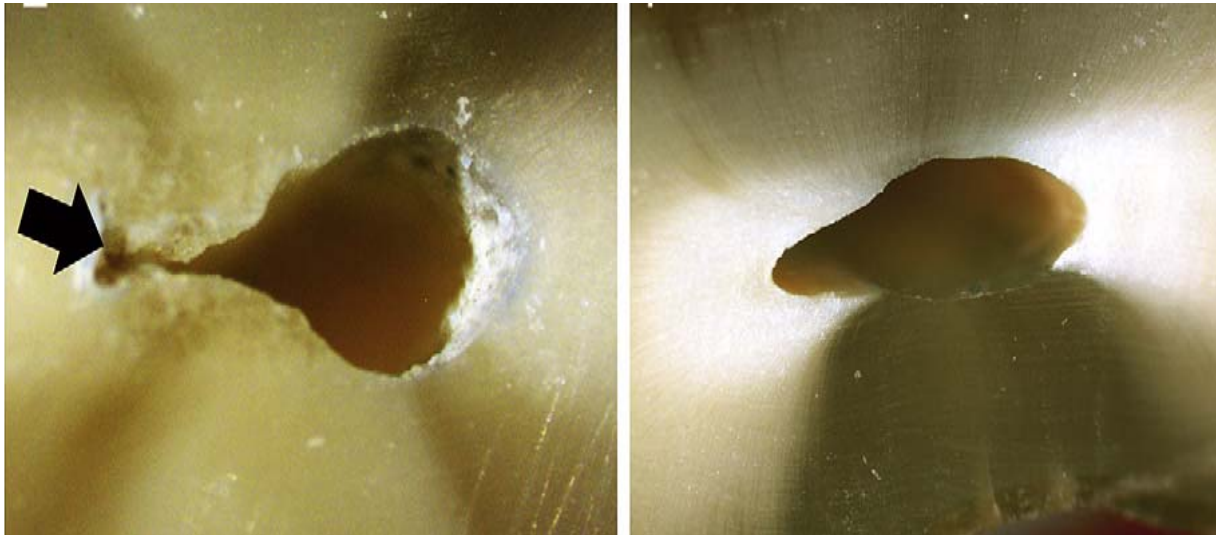


Figura 6.2 Corte transversal a 5mm del ápice en donde muestra que hay una parte intacta utilizando el sistema rotatorio (flecha) y en el sistema SAF se observa una preparación aparentemente más uniforme del conducto radicular.¹⁰

En otro estudio⁸ se trabajaron 20 conductos radiculares con el sistema SAF con irrigación constante y con alternación cada minuto con hipoclorito de sodio al 3% y después EDTA al 17% con un total de cuatro minutos. Se encontró que las paredes del conducto en tercio medio y apical están libres de desechos en un 100 y 80%, en tercio apical se encontró libre en un 65% de desechos, y casi completamente libre de barrillo dentinario. (Fig. 6.3).

Se realiza otro estudio donde se evalúa la calidad de preparación del conducto radicular y obturación de un sistema rotatorio contra la lima SAF, realizándola con ayuda de la micro tomografía computarizada (micro-TC).⁹

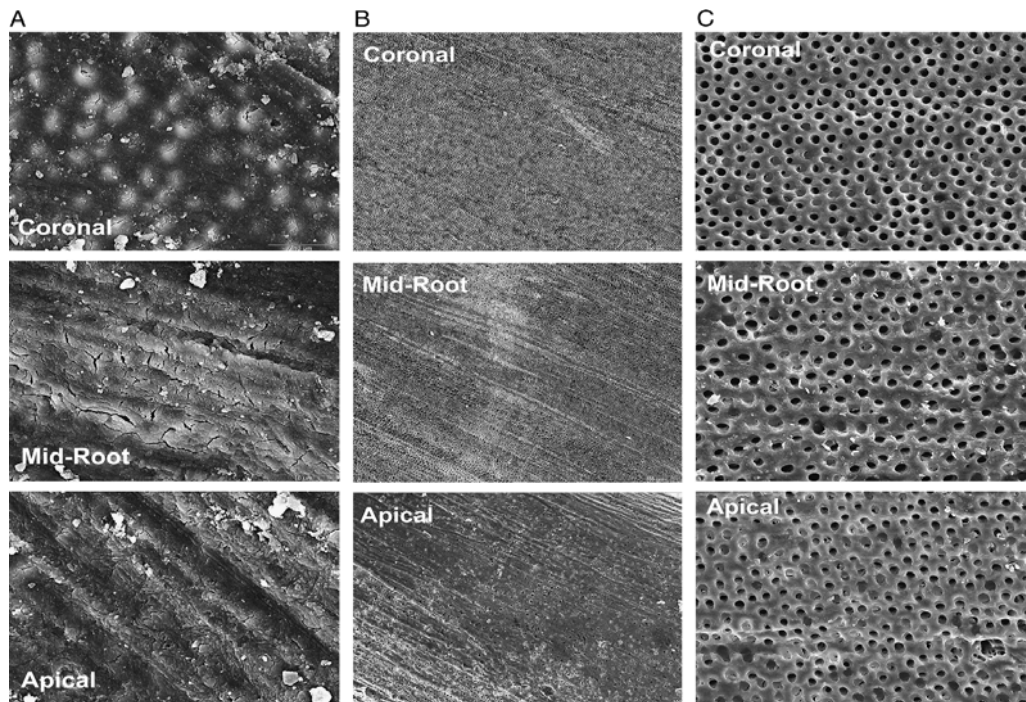


Figura 6.3 Imagen utilizando un microscopio electrónico de barrido. En donde A) utilizan sólo el hipoclorito de sodio, Imagen a 1000x donde se observa que no elimina el barrillo dentinario. B) Utilizando su protocolo de irrigación alternando, aumento de 200x. C) Utilizando el protocolo de irrigación alternando, visto en aumento de 1000x observándose casi libre en su totalidad de barrillo dentinario.⁸

En donde nos dicen que los dientes fueron escaneados por medio de la micro-TC, para obtener sus dimensiones tridimensionales y sus secciones transversales, antes de trabajar los conductos, cuando se realizó el trabajo biomecánico y después de ser obturados. Para así observar la conformación de los conductos radiculares. (Fig. 6.4).

El sistema rotatorio de Ni-Ti que utilizaron fue ProTaper de Dentsply contra el sistema SAF, ambos fueron usados de acuerdo a sus fabricantes.

Se obturaron por medio de la técnica de condensación lateral con gutapercha y sellador AH26.

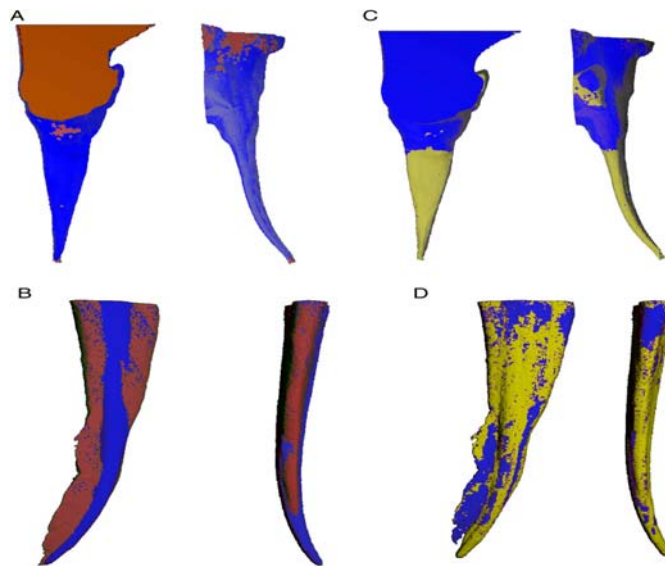


Figura 6.4 A) Conducto preparado con la lima SAF, B) Conducto preparado con el sistema rotatorio, C) Conducto obturado con un 98.1% de adaptación preparado con la lima SAF, D) Conducto obturado con un 68.9% de adaptación preparado con el sistema rotatorio. Superficies: Rojo antes del tratamiento, Azul después del tratamiento, Amarillo área tocada por la obturación del conducto.⁹

En el siguiente estudio *in vitro* realizado en molares superiores, también usaron la micro-TC para poder observar el desgaste que se realiza transversalmente antes y después del uso de la lima SAF.¹⁴ (Fig. 6.5).

El estudio nos indica que el tiempo de preparación fue de cuatro minutos, y que para asegurar la preparación podríamos aumentar uno más.

Las zonas no trabajadas por la lima SAF en los conductos fue de 25.8% en mesiovestibular, 22.1% en distovestibular y 25.2% en palatino, en resolución a 20 μ m.

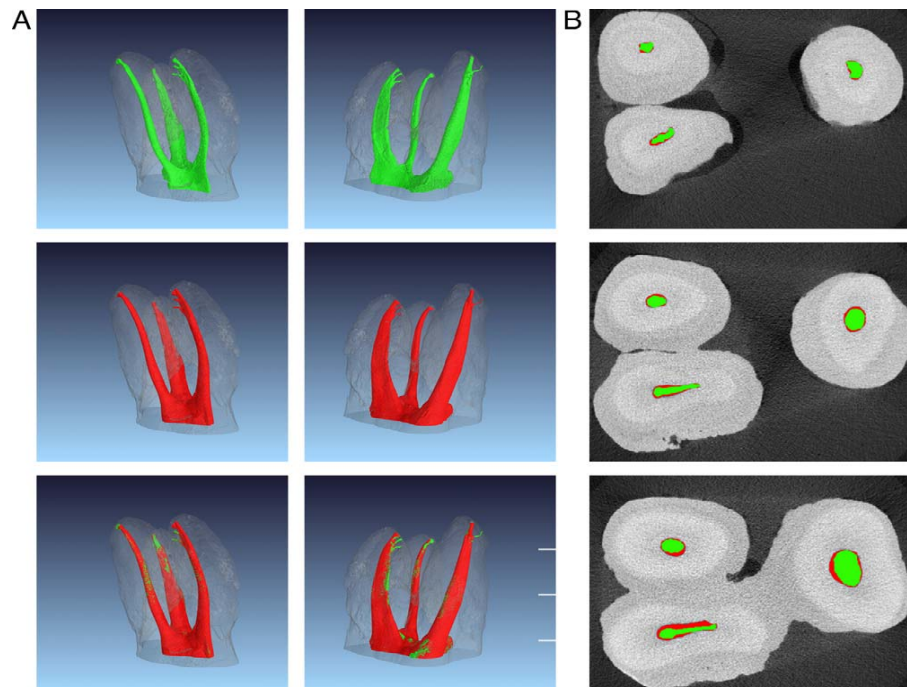


Figura 6.5 A) Preoperatorio, post operatorio y reconstrucción. B) Cortes transversales apical, medio y cervical, muestran la cantidad de dentina eliminada alrededor del conducto. Color verde y rojo son pre y post operatorio respectivamente.¹⁴

No se presentó transportación del alguno de los conductos, tampoco rotura de alguno de los arcos de la lima.

También estudiaron la calidad del desbridamiento utilizando la lima SAF en conductos radiculares de forma ovalada.¹⁹ Compararon el sistema SAF con el sistema rotatorio ProTaper Universal, usándolos como indica el fabricante. Donde nos dicen que el porcentaje residual de pulpa que queda después de usar el sistema SAF es de 9.3% en comparación con ProTaper que es de 21.4%. (Fig. 6.6).

Utilizaron como irrigante hipoclorito de sodio al 5.25%, EDTA al 17% y agua bidestilada.

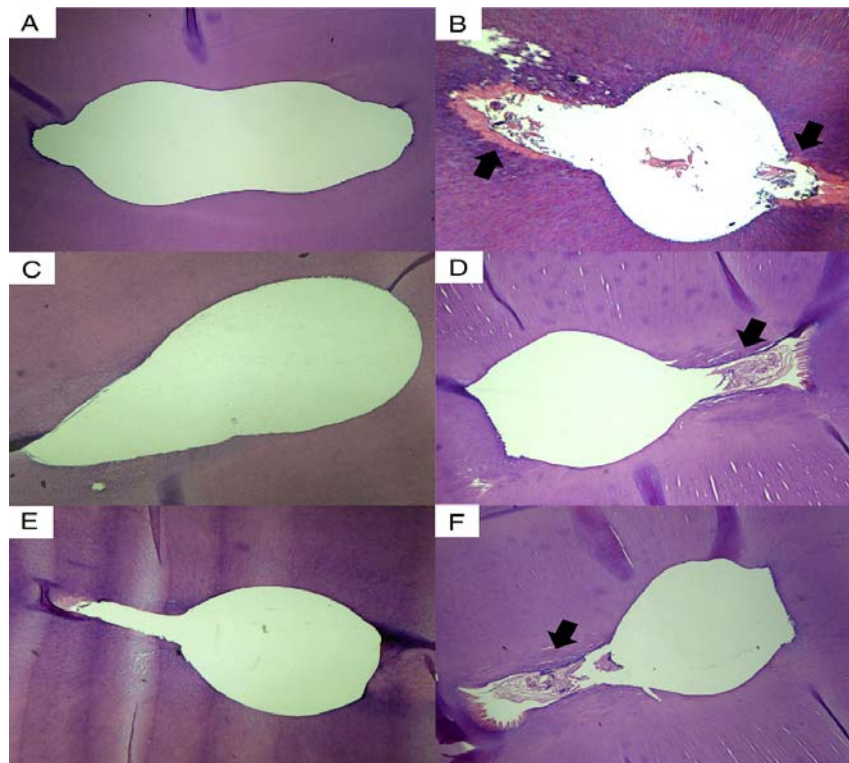


Figura 6.6 A) Conducto instrumentado con la lima SAF, se observa que no hay tejido pulpar. B) Instrumentado con ProTaper Universal mostrando restos de tejido pulpar. C) Instrumentado con SAF sigue sin observarse tejido pulpar, D) Se sigue observando tejido pulpar utilizando ProTaper Universal, E) Se observa una porción mínima de pulpa dental. F) Se sigue observando tejido pulpar con ProTaper.¹⁹

Otro estudio realizado *in vitro*, es con respecto al tiempo y efectos antibacterianos con dos concentraciones diferentes de hipoclorito de sodio al 2.5% y al 6%.²⁶

En este estudio utilizaron dientes extraídos con conductos de forma ovaladas (incisivos y segundos premolares superiores), los que infectaron con *Enterococcus faecalis*. Después estos conductos fueron instrumentados con la lima SAF usando como irrigación 5ml/min de hipoclorito de sodio al 2.25 y 6%, durante dos minutos; se inactiva el NaOCl y se toma una muestra. Esto se realiza a los dos, cuatro y seis minutos. Hubo un total de 30ml de irrigación dentro del conducto radicular en cada concentración.



En los resultados nos dicen que al ser utilizada la lima SAF con irrigación constante, produjo una reducción significativa de la bacteria independientemente de la concentración utilizada de NaOCl.

En el siguiente cuadro se expresa el número de dientes infectados, a los dos, cuatro y seis minutos utilizando las dos concentraciones de NaOCl.

Grupos	2 min	4 min	6 min
SAF/2.5% NaOCl	6/11 (54.5%)	5/11 (45.5%)	2/11 (18%)
SAF/6% NaOCl	4/11 (36%)	2/11 (18%)	1/11 (9%)

Utilizando el sistema SAF fue significativamente más eficaz en la reducción bacteriana, incluso después de dos minutos de uso y es más notable utilizándolo seis minutos.

En otro estudio se realizó una comparación de la efectividad del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y MATD en la eliminación de desechos y barrillo dentinario usando el sistema SAF.²⁷

El MTAD está compuesto por tetraciclina (doxiciclina), ácido cítrico y detergente (Tween 80), que también sirve para el desbridamiento.

Utilizaron para este estudio 45 incisivos superiores y los dividieron en 3 grupos:

1. El primer grupo fue de 5 dientes para ser irrigados solamente con hipoclorito de sodio al 1.3% durante cuatro minutos
2. El segundo grupo fue de 20 dientes, siendo irrigados con NaOCl al 1.3% durante dos minutos y EDTA al 17% durante los siguientes dos minutos.

3. El tercer grupo fue de 20 dientes, irrigados con NaOCl al 1.3% durante dos minutos y MTAD durante los siguientes dos minutos.

La irrigación fue de 5ml/min en cada uno de los grupos dándonos un total de 20ml en cada grupo.

Después a los dientes se les realizaron cortes longitudinales en sentido buco lingual y se les tomaron microfotografías, tomadas en aumentos de x2000 para observar el barrillo dentinario y x200 para ver los residuos, en los tercios cervical, medio y apical. (Fig.6.7).

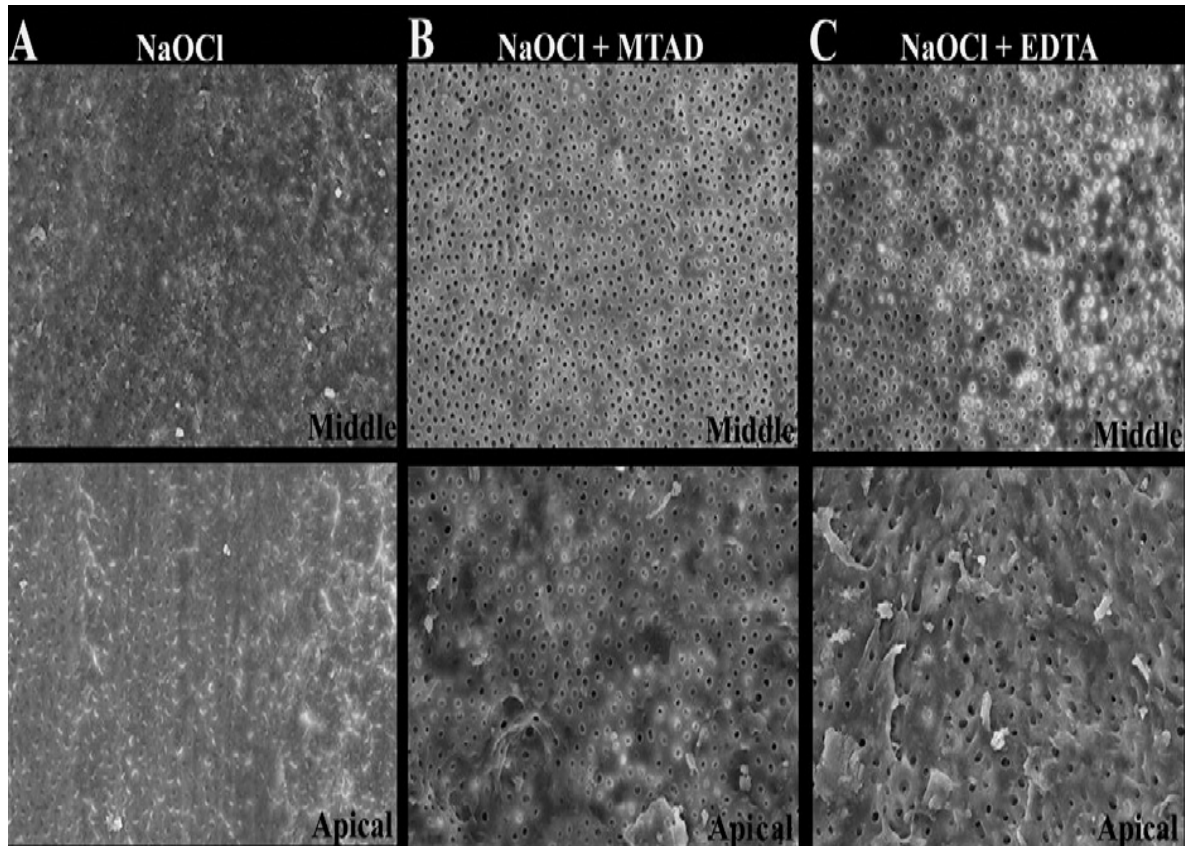


Figura 6.7 Microfotografías tomadas en tercio medio y tercio apical. A) Irrigación sólo con NaOCl, B) Irrigación con NaOCl + MTAD, C) Irrigación con NaOCl + EDTA.²⁷

En los dientes que sólo se irrigaron con NaOCl al 1.3% se encontraron residuos en todo el conducto radicular.

En la mayoría de las muestras en ambos sistemas se detectó una limpieza dentro del conducto radicular. La irrigación con MTAD fue libre de la capa de barrillo dentinario en un 85%, 70% y 60% y de residuos en un 95%, 90% y 95% en tercio cervical, medio y apical respectivamente.

Para el EDTA al 17% fue libre de la capa de barrillo dentinario en un 85%, 70% y 60% y libre de residuos en un 95%, 90% y 85, en tercio cervical, medio y apical respectivamente.

Se realizó un estudio sobre la deformación de la lima SAF, en base a su tiempo de función.²⁵ En este estudio se realizaron conductos radiculares artificiales metálicos con un radio de 5mm que representaban el tercio apical con una curvatura de 45° y 60° (Fig. 6.8). Se inspeccionaron cada cuatro minutos por 7 periodos. Estos se dan en 2, 4, 6, 10, 14, 18, 22, 26 minutos, utilizando un aceite especial como lubricante.

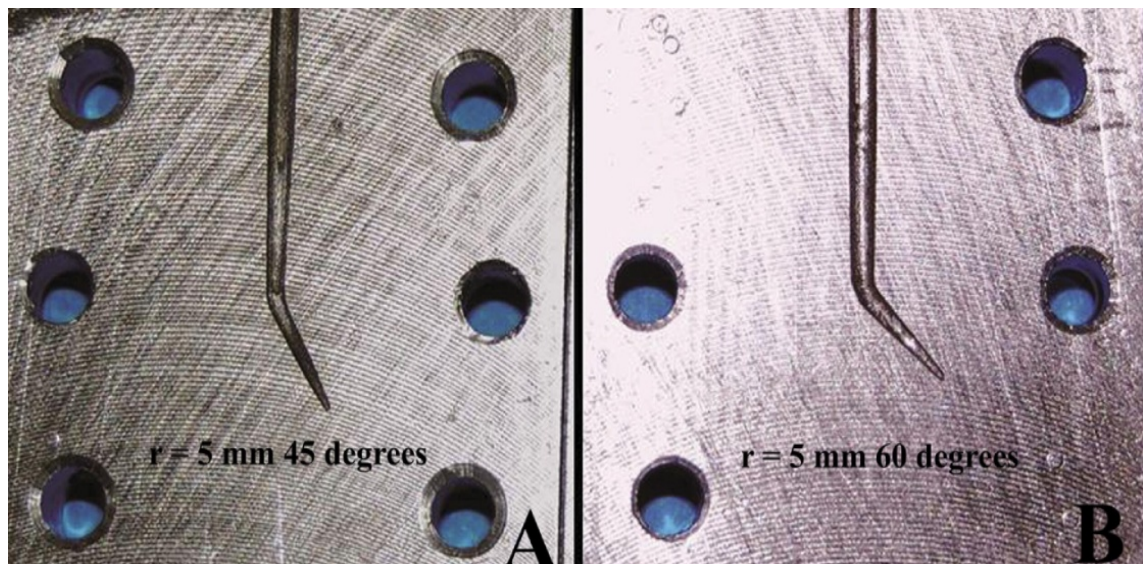


Figura 6.8 Conductos artificiales con una curvatura de 45° y 60°.²⁵

Los arcos de la lima SAF se fueron desprendiendo en el segundo periodo, esto fue para ambos grupos y siguieron aumentando su separación conforme fueron utilizados dentro del conducto. (Fig. 6.9 y 6.10).

Con respecto al conducto con una curvatura de 60° , presentó más desprendimientos en el tercer y cuarto periodo, en comparación con los que presentaban una curvatura de 45° .

Durante los periodos cuarto y sexto se presentó desprendimiento de ambos lados de la lima en los dos grupos. Se evaluaron los instrumentos con microscopia electrónica de barrido.

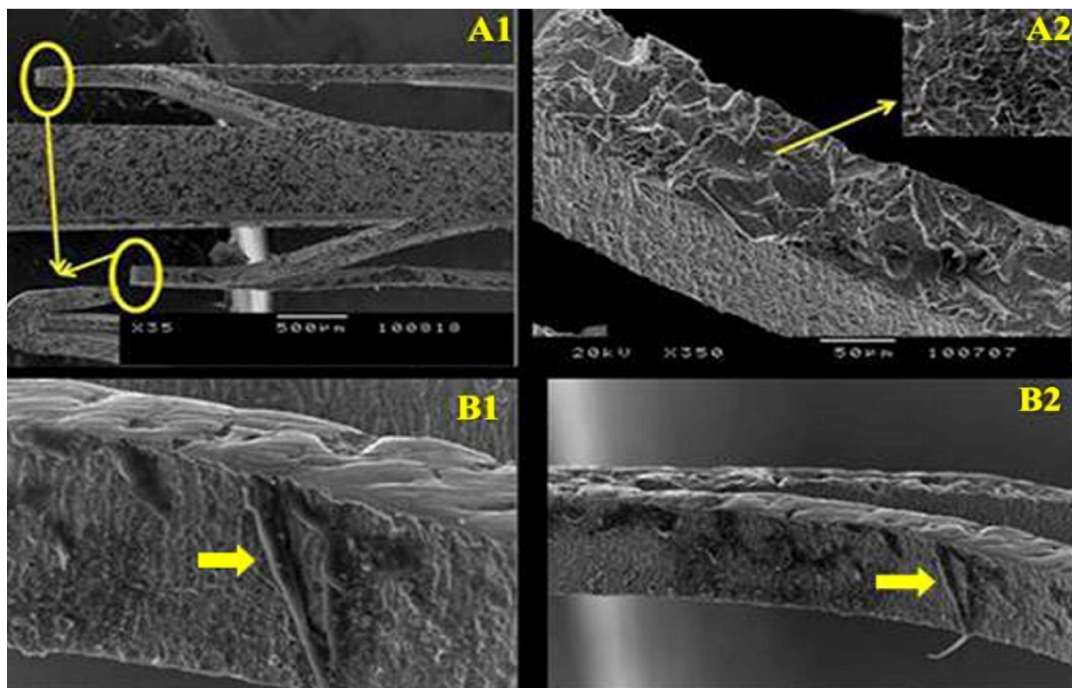


Figura 6.9 A1 Se observa la superficie rugosa de la lima SAF, los bordes de los lados son definidos y no sobresalen, A2 Lima SAF no utilizada. B1 La superficie rugosa se vuelve suave después de su uso. B2 Extensión de la red para el paso de la irrigación.²⁵

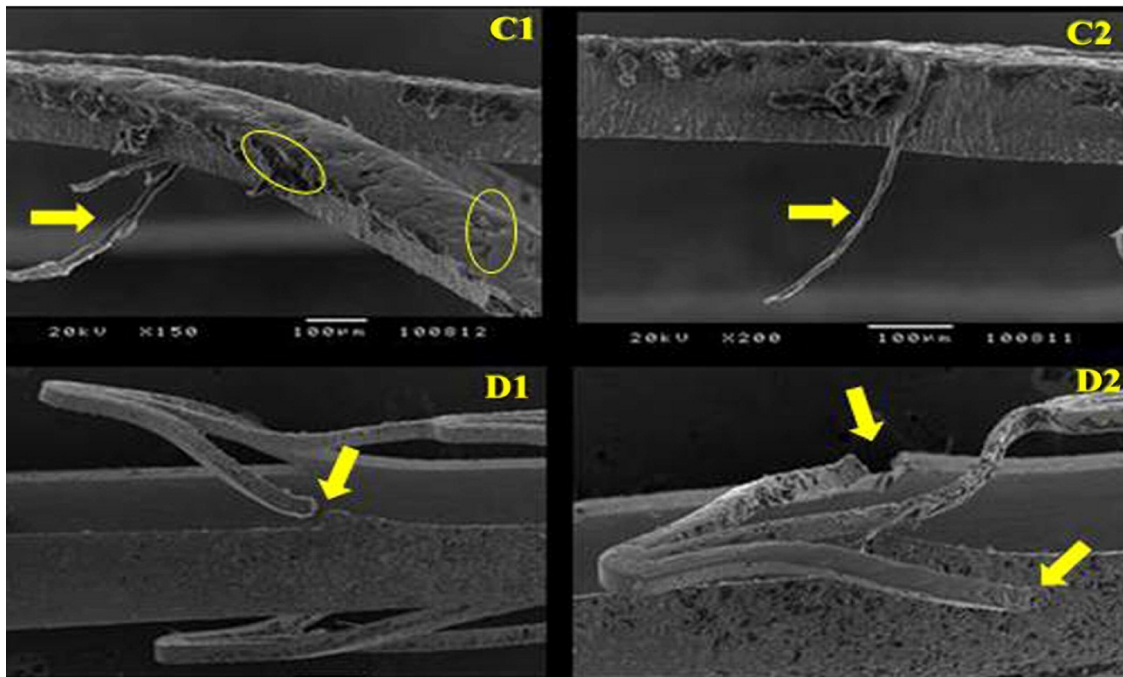


Figura 6.10 C1 la superficie rugosa es casi lisa debido al uso de la lima. C2 Mayor grado de abrasión de la lima con el conducto de 60°, D1 desprendimiento de un arco, D2 la deformación de la celosía es severa durante el quinto y sexto periodo.²⁵

En este estudio se recomienda utilizar diez minutos la lima SAF en conductos con una curvatura de más de 60°, y en molares con estas características se tendrían que utilizar 2 limas SAF para prevenir el desprendimiento de uno o varios de sus arcos. Se pueden usar por doce minutos en conductos con una curvatura menor a 45°.

Se debe de tomar en cuenta que las limas fueron puestas a prueba en un conducto hecho de metal y que no se pueden comparar con un conducto radicular real. No hubo irrigación por lo que al trabajar la lima SAF se generó calor y esto puede hacer que fácilmente se desprenda alguna parte de la lima. No se presentó separación completa de la lima SAF, en ambos grupos.



En otro estudio se realizó la evaluación de la erosión de la dentina en el conducto radicular y la eliminación del barrillo dentinario con la lima SAF utilizando diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio al 1.3%, 2.6% y 5.25%.²⁸

Dado que estas concentraciones de irrigantes son usados para la eliminación del barrillo dentinario, también hay erosión provocando la disolución de la superficie de los túbulos dentinarios dependiendo del tiempo de exposición.

Utilizan 30 incisivos inferiores para realizar el trabajo biomecánico usando el sistema SAF con irrigación de 5ml/min en cada grupo. Los grupos se dividieron en 10 dientes para cada una de las diferentes concentraciones de NaOCl ya mencionadas, cada una trabajada durante tres minutos, más un minuto de EDTA al 1% y termina con un minuto más de NaOCl con la misma concentración usada. Para eliminar el EDTA al final se utiliza agua destilada como último paso.

Se realizaron cortes longitudinales en los dientes y se tomaron fotografías con microscopia electrónica de barrido, para observar si había presencia de barrillo dentinario calificándolos con un sistema de puntuación descrito por Hülsmann y colaboradores, de 5 puntos:

1. No hay presencia de capa de barrillo dentinario y todos los túbulos dentinarios abiertos.
2. Hay pequeña cantidad de capa de barrillo dentinario y algunos túbulos dentinarios abiertos.
3. Capa de barrillo dentinario homogéneo que cubre las paredes del conducto radicular y sólo unos pocos túbulos dentinarios abiertos.
4. La pared del conducto radicular está cubierta por una capa de barrillo dentinario y no hay túbulos dentinarios abiertos.



5. Una capa gruesa de barrillo dentinario que cubre toda la pared del conducto radicular.

También se observó el grado de erosión de los irrigantes con un sistema de 3 puntos propuesto por Torabinejad y colaboradores.

1. No hay erosión, los túbulos dentinarios aparecen normalmente en apariencia y tamaño.
2. Erosión moderada, la dentina peritubular se erosiona.
3. Erosión severa. La dentina intertubular se destruye y los túbulos están conectados el uno al otro.

Los resultados no mostraron diferencia significativa en la remoción del barrillo dentinario entre las diferentes concentraciones de NaOCl dentro del conducto radicular.

Las superficies de la dentina en los tres grupos se observaron limpias en un 80%, 70% y 70% cada uno, con puntuación de 1 y 2 de los tercios en ápice con 1.3%, 2.26% y 5.25% de NaOCl respectivamente. (Fig. 6.10).

En las concentraciones de NaOCl al 1.3% y 2.26% se presentó erosión en las paredes del conducto radicular con una puntuación de 1 y en la concentración de 5.25% se presentó una erosión más severa de grado 3.

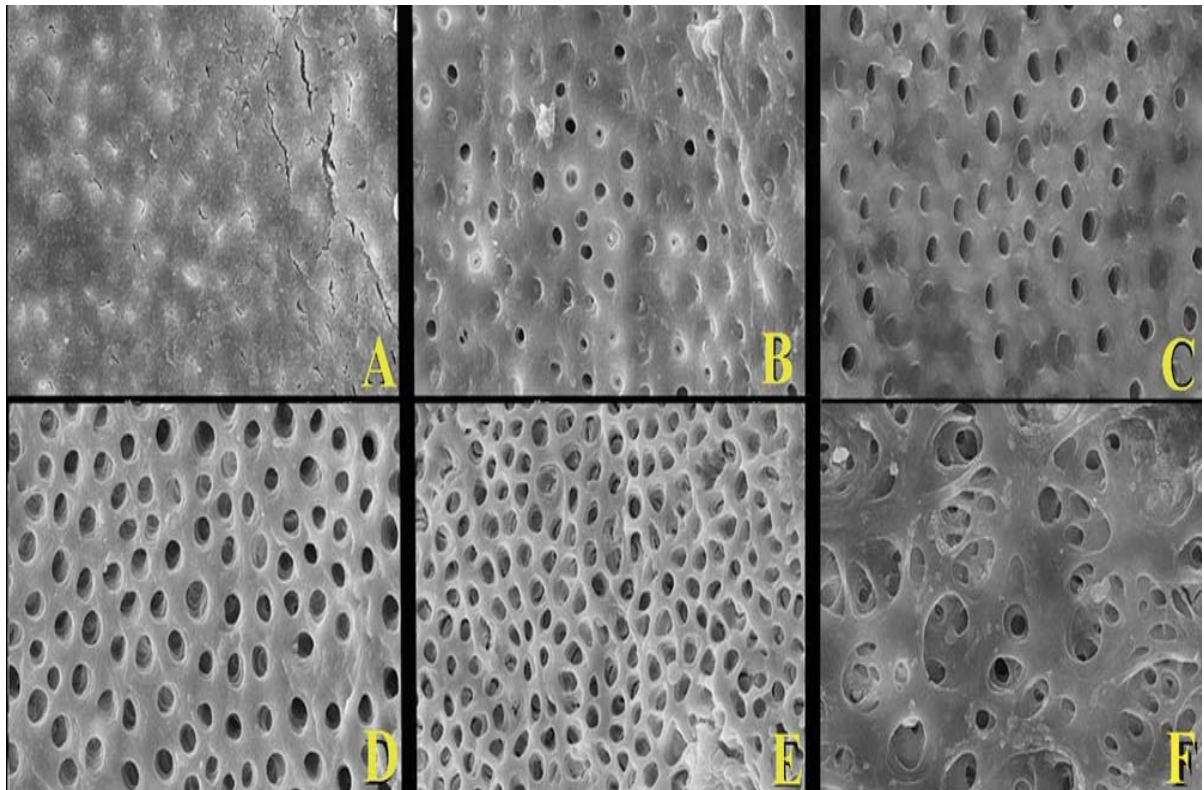


Figura 6.10 Se tomaron microfotografías con aumento de x5000 A) Presencia de barrillo dentinario utilizando solo NaOCl al 2.6%. B) En tercio apical utilizando NaOCl al 1.3%+EDTA al 1%. Barrillo dentinario puntuación de 1; y erosión de 1, dentina peritubular normal. C) En tercio medio usando NaOCl 1.3%+EDTA al 1%, puntuación de barrillo dentinario es de 0 y erosión de 2, apertura de túbulos cubiertos por una capa de barrillo dentinario. D) En tercio apical NaOCl al 2.6% + EDTA al 1%, puntuación de barrillo dentinario 0; erosión de 2, túbulos dentinarios más abiertos. E) En tercio medio NaOCl al 5.25%+EDTA al 1% puntuación de barrillo dentinario 0; erosión 3. El efecto erosivo es excesivo en las superficies de la dentina. F) En tercio apical, NaOCl al 5.25+ EDTA al 1%, puntuación de barrillo dentinario 1; erosión de 3. La erosión de la dentina peritubular y la intertubular se observa claramente dando una apariencia de dentina fundida.²⁸

7. Comparación del Sistema SAF con Sistema Rotatorio.

Las comparaciones que se realizan son:

1. La lima SAF se ajusta a la forma del conducto radicular de manera transversal, lo que en la lima de un sistema rotatorio no se puede lograr. (Fig. 7.1).

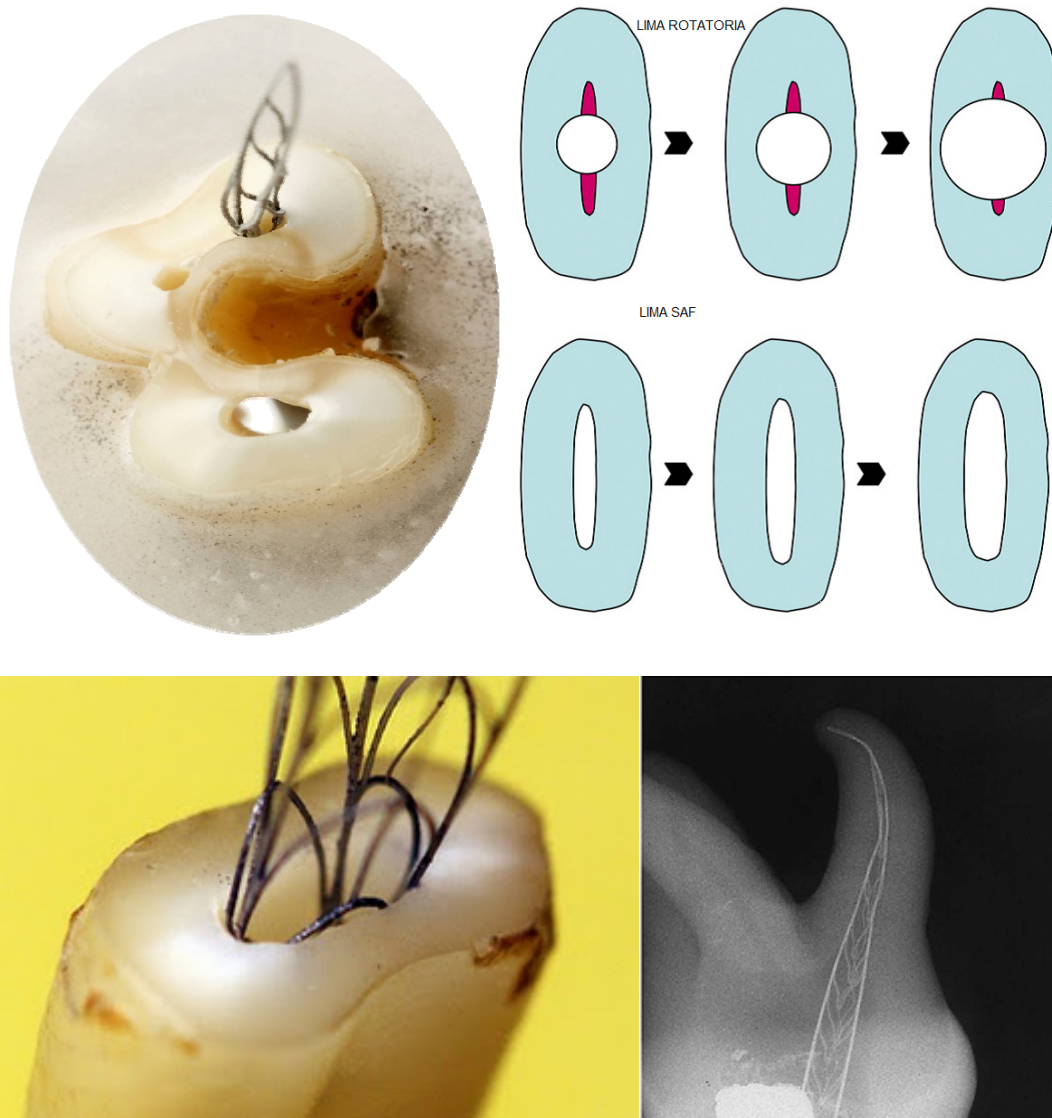


Figura 7.1 Adaptación 3D con la lima SAF, aún en dientes que presentan una curvatura en el conducto radicular.^{6,34}

2. Durante la utilización de la lima SAF presenta irrigación constante, lo cual hace que al mismo tiempo que conforma también limpie el conducto radicular. En los sistemas rotatorios se tiene que irrigar después del uso de cada lima. (Fig. 7.2).



Figura 7.2 Irrigación con la lima SAF e irrigación convencional.^{6,37}

3. La lima SAF no presenta una separación de forma transversal, ya que no tiene un núcleo rígido, sólo hay separación de algunos de sus arcos, en cambio, la fractura de una lima de sistema rotatorio seda de forma transversal. (Fig. 7.3 y 7.4).

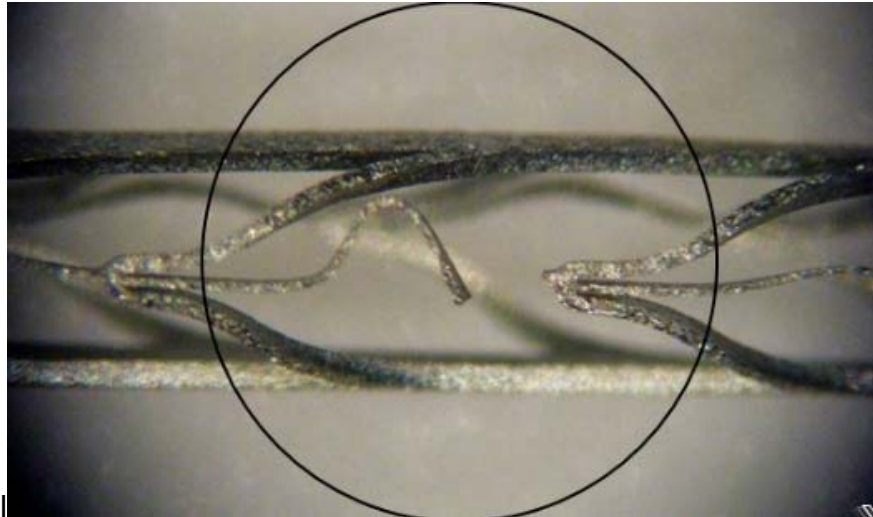


Figura 7.3 Separación que presenta una lima SAF.³⁰



Figura 7.4 Fractura que presenta una lima rotatoria.³⁶

4. Cuando la lima SAF se fractura y se presenta la separación de algún arco, éste se puede sobrepasar fácilmente, teniendo una irrigación abundante durante el tratamiento, recuperando la longitud de trabajo; en cambio en los instrumentos rotatorios de Ni-Ti, la lima se atornilla dentro del conducto radicular y es difícil de retirarla. (Fig. 7.5).



Figura 7.5 Fractura de una lima rotatoria dentro de un conducto radicular.³⁵

5. El sistema SAF, permite un 83% de contacto íntimo del material de obturación en las paredes del conducto en comparación con el 55% del sistema rotatorio. (Fig. 7.6 y 7.7).

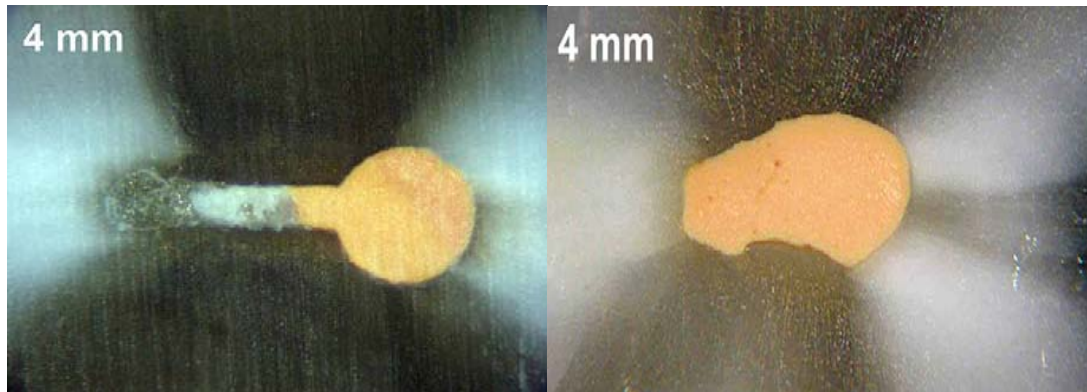


Figura 7.6 Obturación trabajado con limas ProTaper y con la lima SAF.⁶

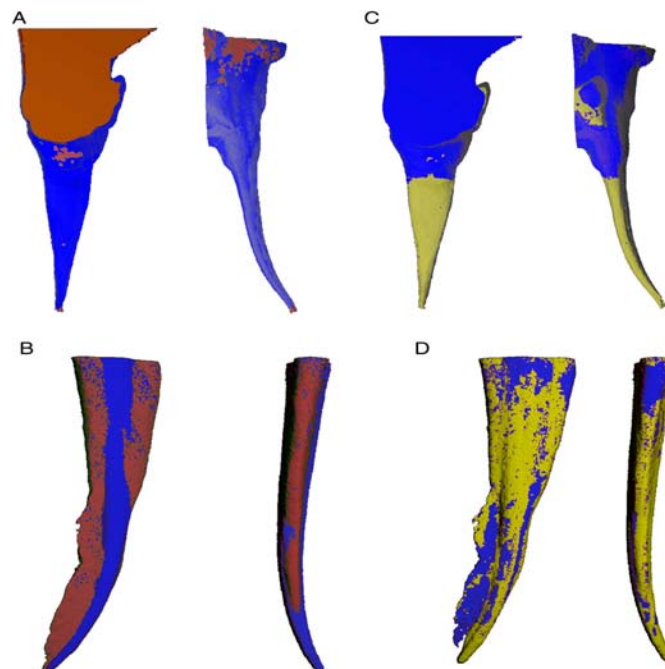
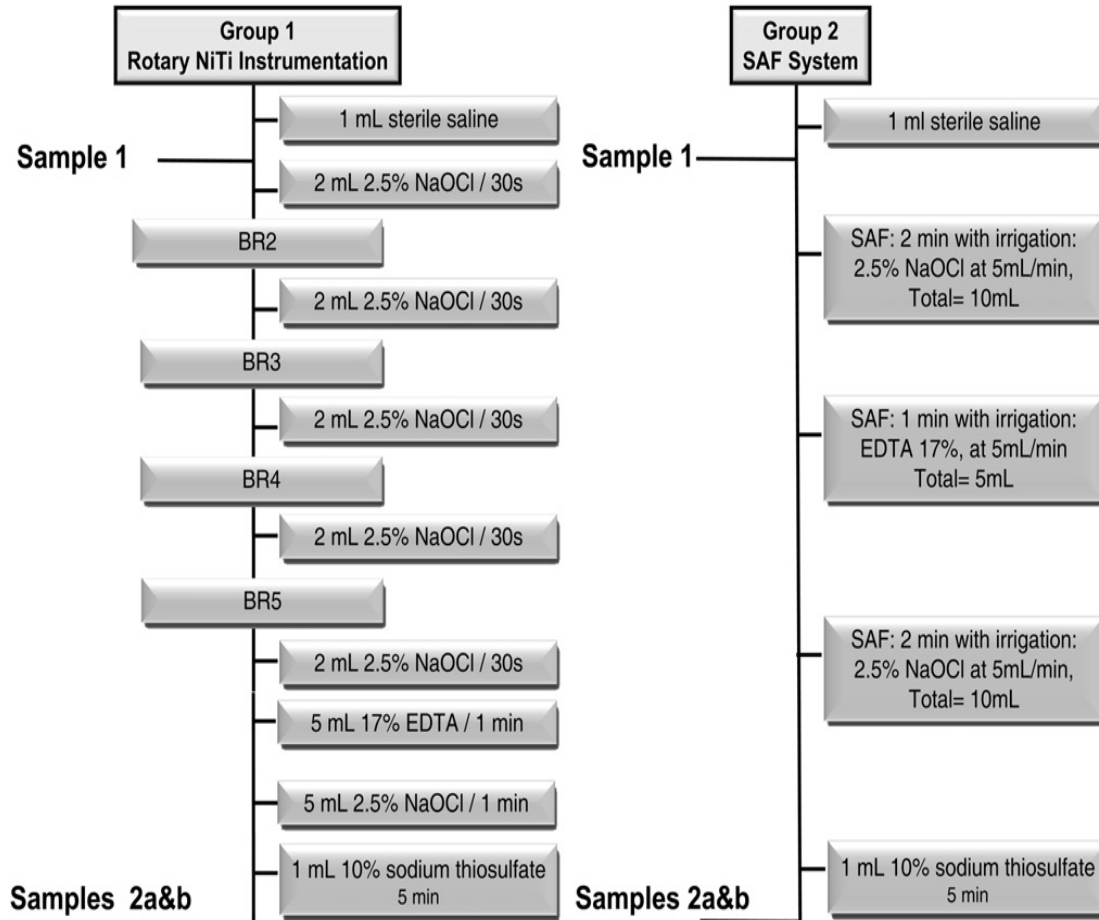


Figura 7.7 A) Conducto preparado con la lima SAF, B) Conducto preparado con el sistema rotatorio, C) Conducto obturado con un 98.1% de adaptación preparado con la lima SAF, D) Conducto obturado con un 68.9% de adaptación preparado con el sistema rotatorio. Superficies: Rojo antes del tratamiento, Azul después del tratamiento, Amarillo área tocada por la obturación del conducto.⁹

6. El tiempo de trabajo con el sistema SAF es menor comparándolo con el tiempo que hace un sistema rotatorio, también disminuye el número de pasos a seguir. (Esq. 7.1).



Esquema 7.1 Ejemplo de un diagrama que se utilizó en un procedimiento experimental.⁹

7. En la calidad del desbridamiento, hay presencia de tejido pulpar durante la instrumentación con el sistema SAF, viendo que es menor en comparación con el sistema rotatorio ProTaper. (Fig. 7.8).

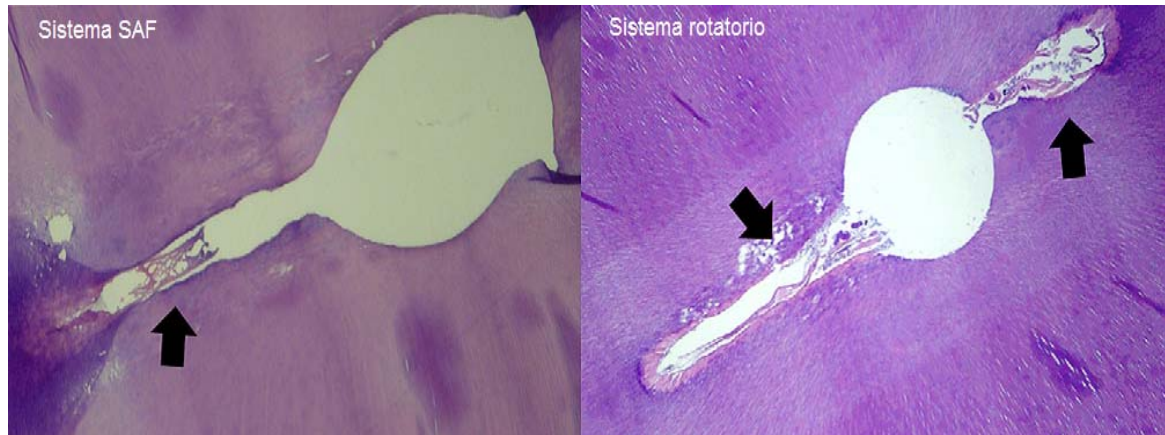


Figura 7.8 La flecha indica la presencia de tejido pulpar en ambos sistemas.¹⁹

8. Al realizar la preparación del conducto radicular hay zonas no trabajadas con el sistema rotatorio; al utilizar el sistema SAF se observa una preparación aparentemente más uniforme. (Fig. 7.9).

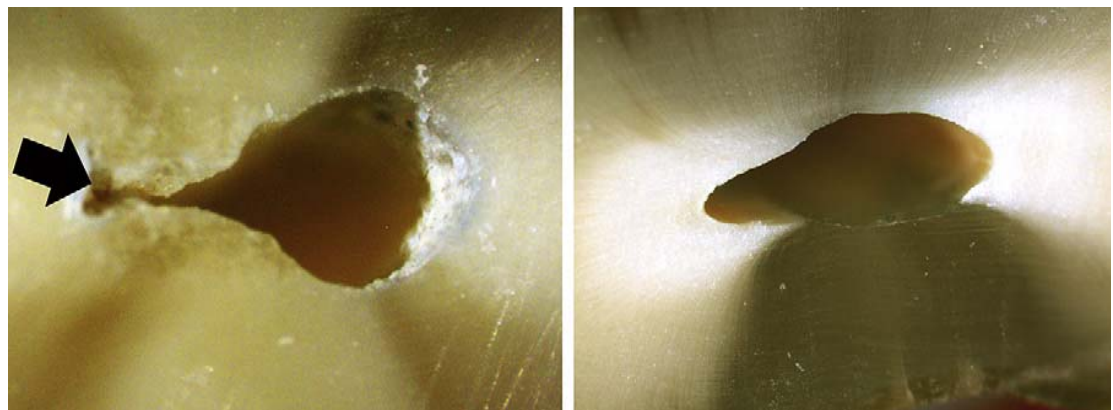


Figura 7.9 Corte transversal a 5mm del ápice, utilizando el sistema rotatorio (flecha) y el sistema SAF.¹⁰



8. CONCLUSIONES

- El sistema SAF es basado en una lima auto ajustable. Solo se usa una lima para todo un tratamiento de conformación radicular, gracias a su diseño y en el modo de operación, lo que permite utilizarlas en conductos de distintas formas transversales, ya que al entrar al conducto radicular va comprimiéndose y respeta su forma, mientras llega a la longitud de trabajo.
- Tiene una adaptación tridimensional y realiza un desgaste en casi toda la superficie del conducto radicular.
- El tiempo de uso de la lima SAF dentro de los conductos radiculares que nos refiere el fabricante es de cuatro minutos y que puede ser utilizada hasta doce, lo que nos indica que podríamos trabajar hasta 3 conductos radiculares con una sola lima.
- Al presentar una rotura no es de forma transversal, sino sólo se da la separación de alguno de sus arcos y puede o no separarse de la lima. Si se da la separación dentro del conducto, con el simple hecho de irrigar dentro de éste, el fragmento del instrumento puede salir del conducto o se puede sobrepasar con una lima tipo K y obtener de nuevo la longitud de trabajo real.
- El Sistema SAF necesita de equipo especial. Un contra-ángulo que nos ejerza las vibraciones y un sistema de irrigación. El mismo fabricante no los ofrece como se da en la mayoría de los casos.



- Como en todos los sistemas rotatorios se debe de realizar un trabajo previo dentro el conducto radicular. En este caso se debe de realizar un trabajo biomecánico por lo menos de una lima tipo K n^o 20. Para que la lima SAF pueda entrar en el conducto radicular.
- La lima SAF es un producto novedoso y hasta el momento no hay distribución a México.
- La irrigación del sistema SAF al ser constante proporciona una mejor limpieza, conformación y desinfección del conducto radicular, al mismo tiempo que trabaja su superficie.
- El sistema SAF puede parecer atractivo por el hecho de que se usa una sola lima durante todo el tratamiento. Aunque por el poco tiempo que tiene en el mercado y los escasos estudios que existe sobre el sistema, hace dudar sobre las cualidades que le atribuye su fabricante.
- Una aportación del sistema SAF es la irrigación constante durante todo el tratamiento de conductos. Esto parece muy favorable; tomando en cuenta que la irrigación es un paso importante en el tratamiento endodóncico, al eliminar el barrillo dentinario que se genera en el trabajo biomecánico y en la degradación de residuos orgánicos de zonas en donde el instrumento no puede retirarlos. Además disminuye el tiempo de tratamiento al no detenernos en el suministro constante de irrigante con jeringa y aguja convencionales.



- Autores refieren que el desgaste que realiza la lima SAF en los conductos radiculares es de 60 a 75 μ m, lo que parece insuficiente, sabiendo que los microorganismos penetran a más de 200 μ m dentro de los túbulos dentinarios; lo que indica que el trabajo que se realiza con la lima SAF pudiera no ser tan efectivo.
- Un gran inconveniente del sistema SAF, es que necesita de equipo especial para su uso de reciente introducción en el mercado hace que su costo sea elevado; lo que por ende aumenta el costo de un tratamiento de conductos.
- Todavía no existe suficiente investigación evidencia científica respecto a la efectividad del sistema SAF, por lo que aún no lo recomendaría para su uso rutinario o como de primera opción.
- Finalmente concluyo que debemos realizar tratamientos endodóncicos de acuerdo a nuestras capacidades, técnicas y sistemas que demuestren efectividad tanto en el ámbito científico como el clínico.



9. Bibliografía

1. Leonardo MR, Leonardo R. Sistemas rotatorios en endodoncia. 1ª ed. Sao Paulo Brasil. Editorial Artes Medicas Ltda.2002. Pp. 3-57.
2. Cohen S. Hargreaves K. Vías de la pulpa. 9ªed. Madrid España. Editorial Elsevier. 2008. Pp. 296-356.
3. Mondragon J. Endodoncia.1ªed. México DF. Editorial Interamericana Mc GRAW-HILL.1995. Pp. 123-152.
4. Rodríguez A. Endodoncia consideraciones actuales. 1ªed. Caracas. Venezuela. Editorial AMOLCA 2003. Pp. 85-120.
5. Canalda S, Brau E. Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas. 1ªed. Barcelona España. Editorial MASSON 2001. Pp. 151-180.
6. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The Self-adjusting File (Saf). Part 1: Respecting the root canal anatomy – A New Concept of Endodontic Files and Its Implementation. J Endod 2010; 36:679-690.
7. Hof R, Perevalov V, Eltatani M, Zary R, Metzger Z. The Self-adjusting File (Saf). Part 2: Mechanical Analysis. J Endod 2010; 36:691-692.
8. Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, et al. The Self-adjusting File (SAF). Part 3: Removal of Debris and Smear Layer-A Scanning Electron Microscope Study. J Endod 2010; 36:697-702.
9. Metzger Z, Zary R, Cohen R, et al. The Quality of Root Canal Preparation and Root Canal Obturation in Canals Treated with Rotary *versus* Self-adjusting Files: A Three Dimensional Micro-computed Tomographic Study. J Endod 2010; 36: 1569-1573.



10. Siqueira JF, Alves RF, Almeida BM, et al. Ability of Chemomechanical Preparation with Either Rotary Instruments or Self-adjusting File to Disinfect Oval-shaped Root Canals. J Endod 2010; 36:1960-1865.
11. Peters OA, Boessler C, Paqué F. Root Canal Preparation with a Novel Nickel-Titanium Instrument Evaluated with Micro-computed Tomography: Canal Surface Preparation over Time. J Endod 2010; 36:1068-1072.
12. Valenzuela W. Un Nuevo Concepto Rotatorio para Endodoncia Limas Autoajustables (SAF) Self Adjusting Files. Canal Abierto 2010;22:2-5
13. Cohen S, Levine M, Berman L. The SAF Endo System: adaptive 3-D cleaning, shaping, and disinfection. Endodontic Practice. 2011;4:34-38
14. Peters OA, Paqué F. Root Canal Preparation of Maxillary Molars With the Self-adjusting File: A Micro-computed Tomography Study. J Endod 2011; 37:53-57.
15. Solomonov M. Eight Months of Clinical Experience with the Self-Adjusting File System. J Endod 1-7
16. Peter OA, Paqué F. Micro-computed Tomography Evaluation of the Preparation of Long Oval Root Canals in Mandibular Molars with Self-adjusting File. J Endod 2011; 37:517-521.
17. Ozer Y, Adiguzel O, Kaya S. Removal of Debris and Smear Layer in Curved Root Canals Using Self-Adjusting File with Different Operation Time-A Scanning Electron Microscope Study. Int Dent Res 2011; 1:1-6.
18. Metzger Z. From Files to SAF: 3D Endodontic Treatment is Possible at Last. Alpha Omega 2011;104:18-26



19. Dedeus G, Souza EM, Barino B, et al. The Self-Adjusting File Optimizes Debridement Quality in Oval-shaped Root Canals. *J Endod* 2011; 37:701-705.
20. Adiguzel O. A literature Review of Self Adjusting File. *Int Dent Res* 2011; 1:18-25.
21. Bensoussan D. Présentation d'une nouvelle Lime endodontique. *L'Information Dentaire* 2011; 8:14-17.
22. ReDent Nova. Innovative Endodontics. Instructions for use Self Adjusting File.
23. ReDent Nova. Innovative Endodontics. Instructions for use Vatea
24. ReDent Nova. Innovative Endodontics. Instructions for use RDT3 Handpiece Head.
25. Akçay I, Yiğit-Özer S, Adigüzel O, Kaya S. Deformation of the self-adjusting file on simulated curved root canals: a time-dependent study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011 Jul 19. (EpubaheadofPrint).
26. Alves F, Almeida B, Neves M, Rocas I, Siqueira. Time-dependent Antibacterial Effects of the Self-Adjusting File Used with Two Sodium Hypochlorite Concentrations. *J Endod* 2001; 37:1451-1455.
27. Adigüzel O, Yiğit-Özer S, Kaya S. Effectiveness of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and MTAD on debris and smear layer removal using a self-adjusting file. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001 Article in Press.
28. Kaya S, Yiğit-Özer S, Adigüzel O. Evaluation of radicular dentin erosion and smear layer removal capacity of Self-adjusting File using different concentrations of sodium hypochlorite as an initial irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 112: 524-530.



Sitios de internet

29. <http://www.redent.co.il/>
30. <http://endospot.com/first-impressions-of-the-self-adjusting-file>.
31. <http://torimask.blogspot.com/2011/05/5-20-11-stent-delivery.html>
32. <http://www.vistamedica.com/main/Noticias-de-Cirugia-Vascular/la-cirugia-de-revascularizacion-y-los-stent-coronarios-muestran-la-misma-eficacia.html>
33. [http://es.wikipedia.org/wiki/Stent_\(dispositivo\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Stent_(dispositivo))
34. <http://endobrasil.blogspot.com/2010/04/safe-adjusting-file-saf.html>
35. <http://www.endo.cl/reminst.php>
36. <http://www.google.com.mx/imgres?q=lima+rotatoria+fracturada&um=1&hl=es&biw=1111&bih=757&tbnid=juwFgAlPIZKp8M:&imgrefurl=http://www.gacetadental.com/noticia/3084/&docid=2OCgRLx5HnHbrM&imgurl=http://www.gacetadental.com/imagenes/ed-162-055.jpg&w=650&h=258&ei=jcOnToaEHpLEsQKsxei4Dw&zoom=1&iact=rc&dur=213&sig=111028455326238536138&page=13&tbnh=88&tbnw=222&start=162&ndsp=15&ved=1t:429,r:4,s:162&tx=89&ty=54>
37. <http://www.plusdent.net.ve/?p=857>