



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

TÉCNICA DE PREPARACIÓN DE CONDUCTOS CON  
EL SISTEMA IRACE® E IRACE® PLUS FKG, EN 3D.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

AMI ANAIS ARIAS MORALES

TUTOR: Mtro. PEDRO JOSÉ PALMA SALAZAR

ASESOR: C.D. ENRIQUE RUBÍN IBARMEA

2016

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



---

---

## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres, **Jorge Arias** y **Maru Morales**, por darme la vida, guiarme en ella y ayudarme en todo lo posible a cumplir mis sueños; uno de ellos concluir mi carrera, alentarme a ser una excelente profesionalista y mejor persona, por su amor infinito*

*A mi único hermano, pero el mejor, **Jorge Arias**, que he aprendido mucho de él y sin duda siempre contará conmigo incondicionalmente*

*Los amo.*



---

---

*A mi abuelita **Tita Zavala**, por sus sabios consejos y cuidados, siempre al pendiente de mí, consentirme y escucharme, por su amor*

*A mis tíos, **Pablo y Tito Morales**, pilares muy importantes desde niña, por su apoyo sin medida, su cariño y orgullosos siempre de mí y poniéndome de ejemplo a seguir*

*En general a mi familia, que de alguna u otra forma siempre me apoyan.*

*A todos mis amigos, la única familia que elegimos, Gracias **Paola Lobato, Mayela Olvera, Yazbeth Godínez y Alberto Morett**, por soportarme en todo momento, gracias por todo lo compartido en algún aula, pasillo, clínica.*

*A Todos mis profesores a lo largo de mi vida como estudiante,*

*A mi Tutor, **Mtro. Pedro Palma** por tanto apoyo, consejos, enseñanza y aprendizaje que recibí de su parte durante todo el seminario y en la elaboración de este trabajo con el que concluyo mi carrera*

*A la **Máxima casa de estudios**, mi amada UNAM, pero sobre todo a “mi facultad”, la **Facultad de Odontología**, que la elegí siendo una de las decisiones más difíciles de por vida, escoger mi carrera y sin duda no me equivoqué.*



---

---

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVO.....	5
ANTECEDENTES.....	6
I.    DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS	
I.I INSTRUMENTOS MANUALES.....	11
I.II CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS MANUALES.....	12
II.    ALEACIÓN CON MEMORIA DE FORMA.....	14
II.I NIQUEL TITANIO.....	16
III.   INSTRUMENTOS ROTATORIOS.....	19
III.I CARACTERÍSTICAS DE INSTRUMENTOS ROTATORIOS.....	20
IV.   CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS iRace® e iRace® Plus.....	30
V.    SISTEMA ROTATORIO iRace® e iRace Plus®.....	36
VI.   PROTOCOLO DE USO.....	42
VI.I iRace®.....	43
VI.II iRace® Plus.....	46
DISCUSIÓN.....	53
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFIA.....	55



---

---

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de conductos consiste en remover el tejido pulpar del conducto radicular, con el fin limpiarlo y conformarlo para que reciba los materiales y la técnica de obturación para su posterior rehabilitación definitiva.

La industria junto con los endodoncistas han llevado a agilizar y facilitar los tratamientos de conductos radiculares, a fin de disminuir el tiempo y fatiga que genera un tratamiento de este tipo, tanto para el paciente como para el cirujano dentista.

Este procedimiento se realizaba únicamente con técnicas que utilizaban instrumentos manuales, esto evolucionó a lo que actualmente conocemos como sistemas rotatorios que mediante un motor, velocidad y torque controlados nos agiliza el proceso. Llevo algunas décadas e incluso en la actualidad se siguen modificando las características de estos con el fin de proporcionarnos el éxito del tratamiento, dejando atrás los instrumentos únicamente de acero inoxidable y hacer uso de otras aleaciones con la propiedad de “memoria de forma” como lo es el Niquel Titanio para una remoción del material pulpar.

En este trabajo se desarrolla el protocolo de instrumentación con el Sistema iRace<sup>®</sup>, compuesto por 3 instrumentos y complementado por 2 más de Niquel Titanio, este segundo llamado iRace<sup>®</sup> Plus; Este sistema en 2011, fue fabricado por la empresa FKG en Suiza; se analizan en distintos artículos y se mencionan algunas ventajas y desventajas de los mismos.



---

---

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es describir las características de los instrumentos rotatorios del Sistema iRace® e iRace® Plus de la casa comercial FKG y el protocolo de uso de los mismos, así como elaborar material didáctico en 3D para la enseñanza preclínica de la materia de Endodoncia.



---

---

## ANTECEDENTES

En el siglo XVIII, Fauchard publicó su obra *Le Chirurgien Dentiste* originalmente en francés, posteriormente traducida al inglés y alemán.<sup>1</sup>

Fue uno de los libros de Odontología más completos de ese siglo, en el cual describió aspectos de anatomía dental, patología, deterioro de los dientes, etc, también citó varios casos clínicos y la forma de curarlos.<sup>1</sup>

En este libro gran parte ésta dedicada a la operatoria dental pero también menciona la importancia de mantener los dientes de la primera dentición hasta su cambio por la segunda dentición, describió la vascularización de los dientes y señala la importancia de no extraer piezas dentales por cualquier motivo y hacer todo lo posible por mantenerlas en boca; menciona los principios de la endodoncia realizando pequeños orificios en los dientes infectados e introducir una aguja para hacer salir los “malos humores”.<sup>1</sup>

También Fauchard describió técnicas para mover los dientes, construcción de prótesis más estéticas y en el tratamiento de caries profundas retiraba la lesión con instrumentos de su propio diseño, colocaba eugenol y obturaba. Explicó lo que él observaba de la enfermedad periodontal y también diseño instrumentos para retirar este material que causaba daño al diente; hizo hincapié en la higiene bucal porque intuía que ésta ayudaba a prevenir la caries.<sup>1</sup>

Por otro lado en el siglo XIX surgen nuevos avances en el campo odontológico como la anestesia, mediante el uso de óxido nitroso por Horacio Wells, Barnum introdujo el uso de dique de goma, Bowman las puntas de gutapercha y Black el uso de óxido de zinc y eugenol para la protección pulpa.<sup>1</sup>





---

---

Miller hace su aportación con diversos experimentos y ardua investigación sobre los microorganismos y los publica en su obra *Los microorganismos de la boca humana*, donde dice que la caries no proviene del interior del diente sino del exterior generándose un daño al esmalte y dentina por la acción de un ácido formado por fermentaciones bacterianas, restos de alimentos retenidos en los dientes, identificó a las bacterias como agentes causales pero no a un organismo en específico; en base a esto hubo otros estudios donde se establece que los microorganismos destruyen la porción orgánica y se nutren de ella.<sup>1</sup>

Lo anterior, son algunos antecedentes históricos de cómo es que surge la Odontología como ciencia y a su vez diferentes áreas de especialización por lo que quisiera comenzar definiendo ¿Qué es endodoncia y cuál es su objetivo?

La endodoncia como conjunto de conocimientos metódicamente formado y ordenado constituye una ciencia. Su objetivo es el estudio de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares; la endodoncia se interrelaciona con las demás áreas de la salud tanto básicas como clínicas.<sup>2</sup>

En E.U.A. la endodoncia es una especialidad reconocida como tal desde 1964, sin embargo en la Unión Europea solo se reconocen 2 especialidades, Ortodoncia y Cirugía Bucal.<sup>2</sup>

En los últimos años del siglo XX se ha divulgado un concepto novedoso, se trata de la medicina basada en la evidencia y por extensión la endodoncia basada en evidencia. Se puede definir como el uso consciente, explícito y juicioso de la mejor evidencia científica clínica disponible para tomar decisiones sobre el cuidado del paciente individual, según Pareja y Cuenca. Su objetivo es la mejora en términos de efectividad y eficiencia.<sup>2</sup>

En 1838, Edward Maynard diseñó el primer instrumento endodóntico a partir de un muelle de reloj y desarrolló otros para utilizarlos con el objetivo de limpiar y ensanchar el conducto radicular.<sup>3</sup> (Figs. 1, 2a y 2b)

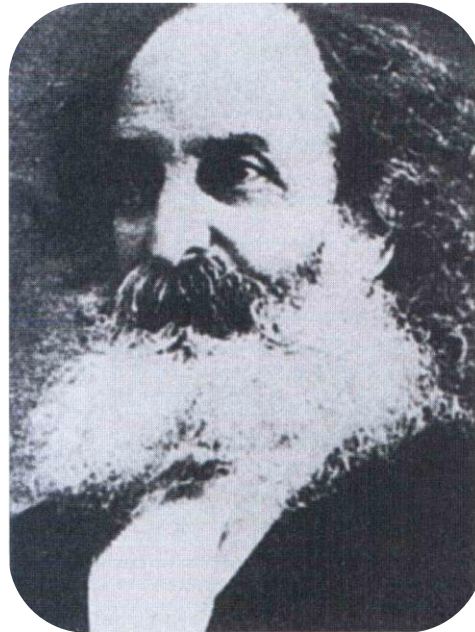


Fig. 1 Edward Maynard



Fig. 2a Muelle de reloj

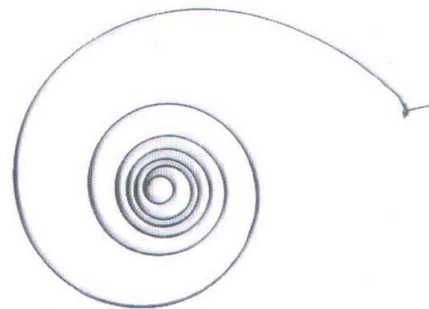


Fig. 2b Detalle del muelle

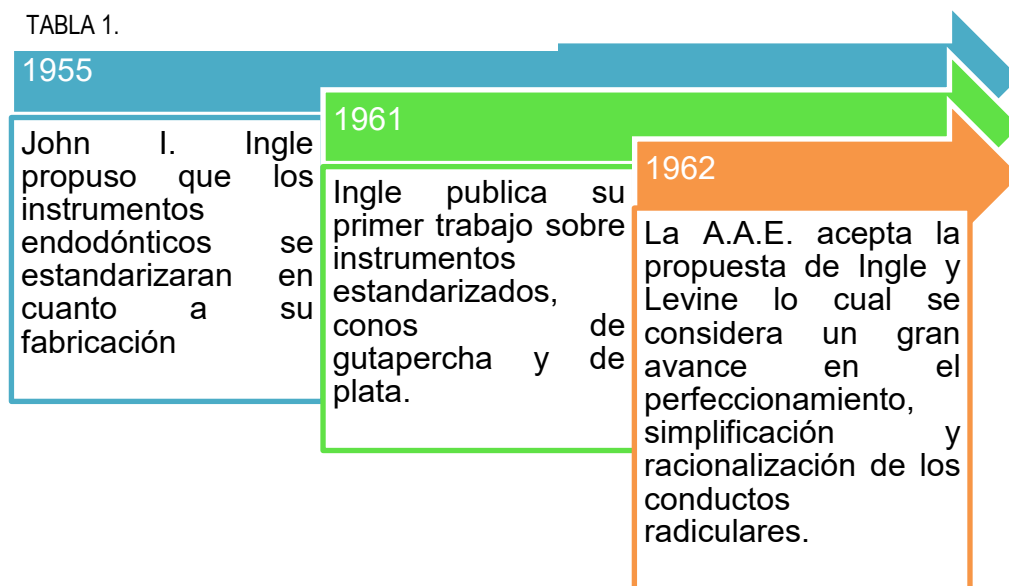


Este principio técnico propuesto por Maynard, persistió ya que para ensanchar convenientemente un conducto radicular estrecho y curvo de un molar hasta la lima tipo K no.25 empezando con la no.10 se necesitan aproximadamente 1200 movimientos de introducción de esas limas en dirección al ápice y de tracción lateral de las mismas hacia las paredes dentinarias; con esta técnica se aumentaba el diámetro del conducto radicular de corona al ápice con respecto al diámetro de cada instrumento.<sup>3</sup>

En este periodo no había consenso entre los fabricantes sobre la forma, tipo y característica de la parte activa de los instrumentos endodónticos, no poseían criterios preestablecidos para su fabricación, excepto el aumento de diámetro de cada serie. Cada fabricante estipulaba el diámetro y longitud de cada instrumento y en su numeración y serie no correspondían a la de otros fabricantes.<sup>3</sup>

Hasta los 50's los instrumentos endodónticos no tuvieron grandes transformaciones, siendo fabricados en acero carbono sin criterio científico.<sup>3</sup>

TABLA 1.



La A.A.E. formó un equipo con fabricantes y como resultado final se obtuvo la estandarización de los instrumentos; este trabajo dio origen a la *International Standards Organization (ISO)*, posteriormente la industria *Kerr Manufacturing Co*, fue la primera en fabricar nuevos instrumentos conocidos como instrumentos tipo K, siendo también los más copiados en el mundo.<sup>3</sup>

## I. DISEÑO DE LOS INSTRUMENTOS

### I.I INSTRUMENTOS MANUALES

Inicialmente la fabricación de las limas endodónticas se originaba de la torsión de un asta piramidal de acero carbono, que en 1961 fue sustituido por acero inoxidable por sus mejores propiedades. Dependiendo de la forma de la base del asta metálica (triangular, cuadrangular, circunferencial así como la cantidad de torsiones, se obtenían diferentes tipos de instrumentos (ensanchadores, limas tipo K y Hedströen).<sup>3</sup> (Fig.3,4,5)



Fig.3 Lima tipo K



Fig.4 Lima Hedströen



Fig.5 Ensanchador

Con la estandarización, la numeración de 06 a 140 corresponden al diámetro ( $D_1$ ) expresado en centésimas de milímetro medidos en la base de la pirámide triangular o cuadrangular de la guía de penetración de los ensanchadores o limas tipo K.<sup>3</sup>

## I. II CARACTERÍSTICAS INSTRUMENTOS MANUALES

- FABRICADOS EN ACERO INOXIDABLE
- MANGO

Codificados en colores blanco, amarillo, rojo, azul, verde y negro para su fácil identificación. (Fig. 6,7 y 8)

### 1ª serie 15-40



Fig.6 Limas tipo K 1era serie

### 2ª serie 45-80



Fig.7 Limas tipo K 2da serie

### 3ª serie 90-140



Fig.8 Limas tipo K 3era serie

- **PARTE ACTIVA**

Inicia en la punta del instrumento y se denomina  $D_0$ , se extiende hacia el cabo y se finaliza en su base denominada  $D_{16}$ ; Éste, en la base de la parte activa debe medir 0.32mm más que  $D_0$ , porque el aumento standard de conicidad de  $D_1$  para  $D_2$  es de 0.02mm por milímetro de la **parte activa** y su extensión debe ser como **mínimo de 16mm**.<sup>3</sup> (Fig 9 y 10)

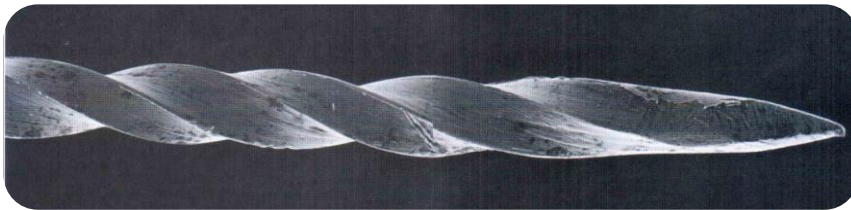


Fig.9 Parte activa de lima tipo K

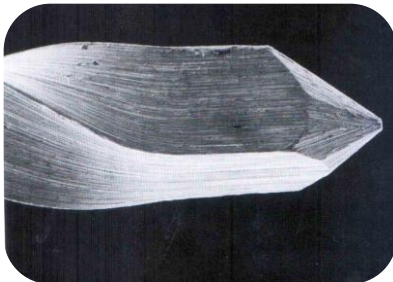


Fig.10 Punta activa de lima tipo K

Las longitudes totales de los instrumentos son 21, 25, 28 y 31mm.

- **AUMENTO DE CONICIDAD STANDARD 0.02mm POR MILÍMETRO DE PARTE ACTIVA**
- **AUMENTO DE DIÁMETRO DE LA PARTE ACTIVA**

Aumento de 0.02mm instrumentos especiales #06, 08, 10

0.05mm limas #10 a #60

0.10mm limas #60 a #140

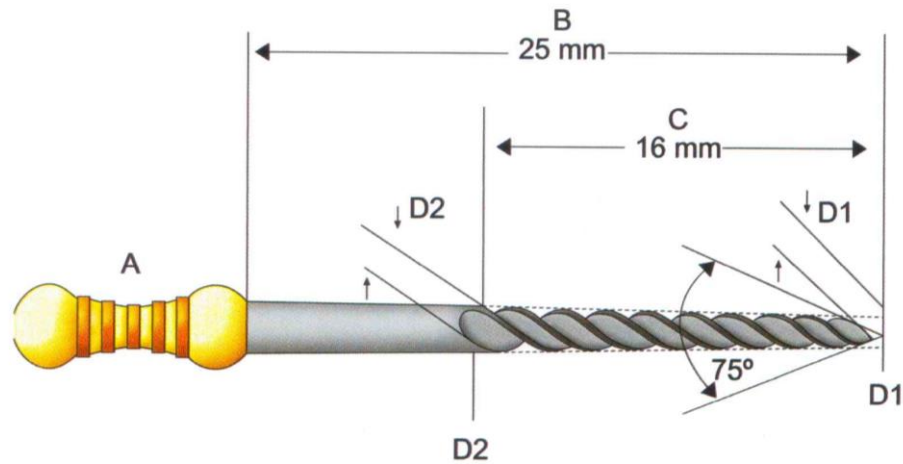


Fig.11 Características de instrumento estandarizado.

A.Mango B. Hasta de acero inoxidable C.Parte activa D1. Diámetro de la punta activa D2. Diámetro de la base de la parte activa.

En los últimos años, las limas endodónticas comenzaron a ser fabricadas de la aleación níquel titanio (NiTi) (aproximadamente 55% níquel y 45% titanio).<sup>3</sup>

## II. ALEACIÓN CON MEMORIA DE FORMA

Las aleaciones con memoria de forma o AMF, en inglés *Shape Memory Alloys* (SMA), son materiales metálicos que tienen memoria a una forma determinada, incluso después de severas deformaciones. En el caso de las aleaciones metálicas, el efecto de memoria de forma se basa en la transición que se produce entre dos fases sólidas, una de baja temperatura o martensítica y otra de alta temperatura o austenítica.<sup>4</sup>

En la fase martensítica el material se deforma y recupera, de forma reversible, sus dimensiones originales mediante el calentamiento por encima de una temperatura crítica de transición; en resumen es un cambio de sólido a sólido en el que se produce una modificación de forma.<sup>4</sup> (Fig. 12)

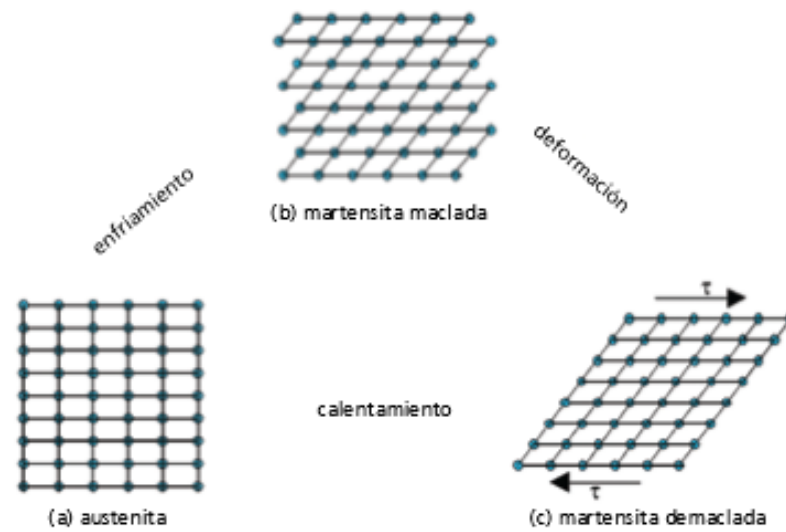


Fig. 12 Descripción del proceso de memoria de forma

Los términos de martensita y austenita originalmente se referían sólo a fases del acero, pero actualmente no sólo se refieren al material sino también al tipo de transformación; la martensita de los aceros implica un cambio de volumen y forma, mientras que las AMF básicamente tienen sólo cambio de forma.<sup>4</sup>

El efecto de memoria de forma, básicamente, se produce por la influencia que tiene el cambio de temperatura sobre el material; es decir, las temperaturas a las cuales la transformación martensítica comienza y concluye y las temperaturas a las cuales la formación austenítica empieza y termina. En general, no existe una determinada temperatura para la transición, sino un rango de temperaturas en el que se produce el cambio, establecido por cada fabricante.<sup>4</sup>





---

---

Además de las condiciones o especificaciones del fabricante, existen otros factores importantes a tener en cuenta; Uno de ellos es el proceso de unión o soldadura, ya que las aleaciones AMF son difíciles de soldar, siendo recomendada su unión por láser o plasma; otros métodos de unión no son recomendables porque suelen producir fragilidad intermetálica en la zona soldada.<sup>4</sup>

También se suelen soldar en atmósfera inerte o en vacío debido a la reactividad del titanio; otro factor a tener en cuenta es el mecanizado; en el caso del Nitinol, aunque este es un material altamente abrasivo, debido a la tenacidad del óxido de titanio, es posible su torneado, fresado y rectificado con grandes resultados, pero con un gran desgaste de herramientas, por ello se recomienda el mecanizado con carburo y el uso de abundante lubricante para el enfriado.<sup>4</sup>

## II.I NIQUEL TITANIO

Esta aleación fue utilizada en la industria naval por WF Buehler, un metalúrgico en el Laboratorio de Artillería Naval en Silver Springs, Maryland, E.U. El niquel-titanio es conocido comercialmente con el nombre de Nitinol, en honor a sus descubridores, NI de niquel, TI de titanio, NOL de Naval Ordnance Laboratory.<sup>3,4</sup>

En odontología la aleación de niquel-titanio fue primero utilizada en ortodoncia por Andreasen y Hilleman en 1971, para la confección de alambres ortodónticos por su alta flexibilidad, menor módulo de elasticidad, alta energía almacenada durante su curvatura y gran resistencia a la fractura por torsión y flexión.<sup>3</sup>

Este material presenta amplias propiedades mecánicas, entre las que se destacan la ductilidad, estabilidad térmica y resistencia a la corrosión.<sup>4</sup>



---

---

La aleación de níquel titanio ofrece superelasticidad, propiedad de las aleaciones metálicas al regresar a su forma original después de retirar una fuerza a su deformación. Las propiedades del NiTi ayudan a preparar conductos radiculares curvos sin deformación permanente a diferencia de los de acero inoxidable. Las aleaciones de NiTi cuando son sometidas a la deformación de hasta 10% pueden regresar a su forma original a diferencia de las limas de acero inoxidable que solamente regresan cuando su deformación es menor al 1%. La superelasticidad hace que un instrumento endodóntico sea más flexible que uno de acero inoxidable, sin exceder su límite de elasticidad permite una mejor instrumentación en conductos radiculares curvos y minimiza el transporte del foramen.<sup>3</sup>

La deformación plástica de una aleación, es la capacidad de sufrir deformaciones sin alcanzar la ruptura.<sup>3</sup>

Teniendo en cuenta la propiedad de superelasticidad y resistencia superior a la fractura de torsión; Walia, introdujo las limas rotatorias a endodoncia, estos instrumentos cuentan con características de diseño específicas como el tamaño de la punta, conicidad, sección transversal, ángulo helicoidal y la distancia entre las espiras.<sup>5</sup>

A pesar de las ventajas que nos ofrece el níquel-titanio no están exentos los instrumentos a las fracturas de dos maneras diferentes:



**FRACTURA POR TORSIÓN:** ocurre cuando la punta de la lima o cualquier parte del instrumento se atora en el conducto radicular mientras su eje continúa en rotación, eso quiere decir que se sobrepasa el límite de elasticidad del instrumento llevándolo a la deformación y por lo tanto su fractura.<sup>7</sup> (Fig. 13)

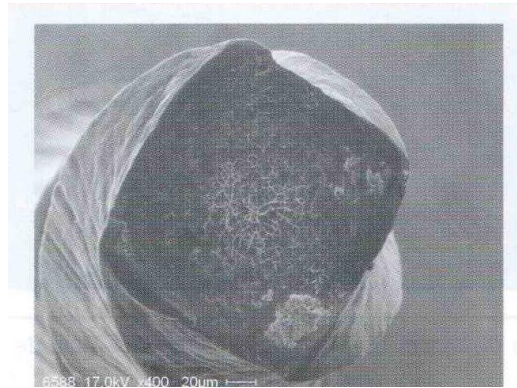


Fig. 13 Fractura por torsión. Se observa la zona periférica de crecimiento de la fractura y la zona central con características de fractura dúctil.

**FRACTURA POR FLEXIÓN:** que es en la que el instrumento gira libremente en el conducto acentuadamente curvo pero en la misma longitud de trabajo, de esta manera la curva del instrumento dobla y se fractura.<sup>3</sup> (Fig. 14a y 14b)



Fig. 14a Fractura de fatiga. Poco o ningún tipo de deformación

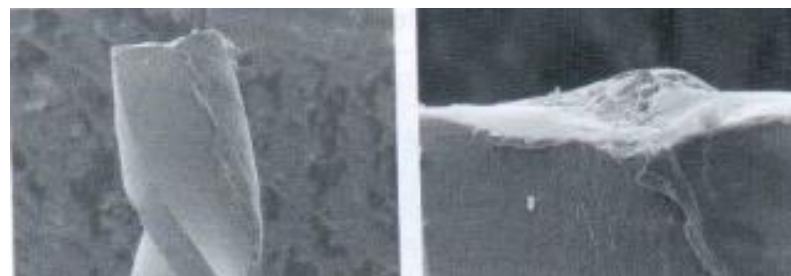
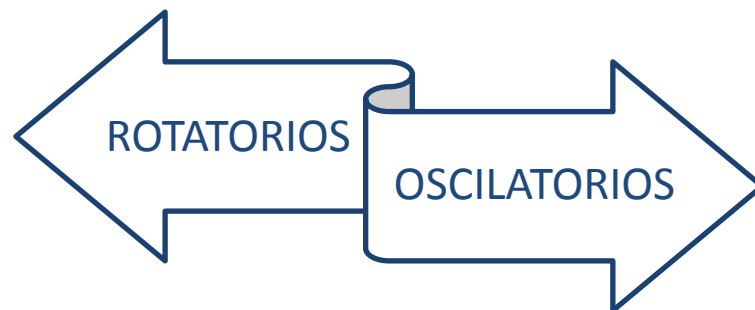


Fig. 14b Aspecto del instrumento fracturado sin deformación aparente

### III. INSTRUMENTOS ROTATORIOS

En la década de los 90's se introdujo a la práctica endodóntica la instrumentación mecanizada a través de instrumentos para la preparación de los conductos radiculares accionados por un motor, con velocidad y torque, controlados o programados según el sistema a utilizarse.<sup>5</sup>

Los sistemas de instrumentación mecanizada se agrupan en dos tipos:



#### **SISTEMAS ROTATORIOS**

Para la endodoncia rotatoria, hay muchos más instrumentos; actualmente se comercializan instrumentos confeccionados de Niquel Titanio con tratamiento térmico llamado M-Wire o CMWire que les dan las mejores propiedades físicas.<sup>5</sup>

#### **SISTEMAS OSCILATORIOS**

Los instrumentos deben colocarse en motores o contraángulos que realicen movimientos horarios o antihorarios en ángulos variables entre 30° y 45°. Existen contraángulos que sólo realizan movimientos de oscilación pero son de cabezas intercambiables, en uno hay rotación y en el otro oscilación.<sup>5</sup>



---

---

### III. ICARACTERÍSTICAS INSTRUMENTOS ROTATORIOS NITI

- **PUNTA**

La punta de un instrumento es el extremo de la parte activa, este cumple con 2 funciones: ampliar el conducto y guiar el instrumento. La punta de la lima tipo K estandarizada presenta forma de pirámide, esto le otorga buena capacidad de trabajo en sentido lateral y apical. La ampliación del conducto depende de la relación de la punta y la distancia que va de la punta hasta la primera espira del instrumento. Siempre que un instrumento tenga un calibre mayor de punta que el diámetro del conducto a ensanchar, la preparación se realizará por intermedio de los planos abrasivos de la punta. Las puntas activas piramidales pueden ser útiles cuando penetran en conductos más pequeños que la propia lima. En estos casos debe tenerse en cuenta el grado de rigidez del instrumento.<sup>3,6</sup>

Los rebordes de la extremidad y la capacidad de corte hacia adelante del instrumento producen una cavidad de la misma forma de la punta, esto permite que las limas generen escalones rápida y fácilmente.<sup>6</sup>

Los rotatorios poseen punta inactiva, cuyo objetivo es guiar sin que los ángulos marcados determinen zonas de desgaste en las paredes al trabarse contra la cara externa de las curvaturas. Con el fin de suavizar los ángulos de corte, la punta de los instrumentos ha sufrido modificaciones, transformándose en una guía inactiva.<sup>6</sup>

El ángulo de transición entre la punta y el cuerpo es grande y difícilmente el instrumento se desvía del trayecto original, aunque existen instrumentos de punta activa para conductos con calcificaciones o muy curvos.<sup>3</sup> (Fig.15 y 16 )

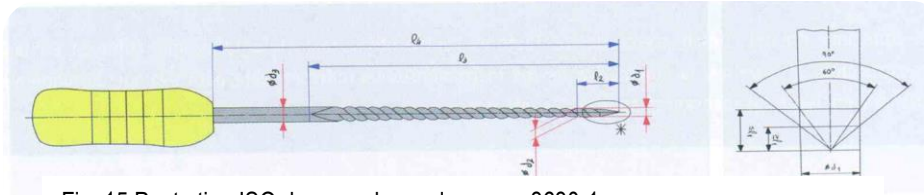


Fig. 15 Punta tipo ISO de acuerdo con la norma 3630-1.

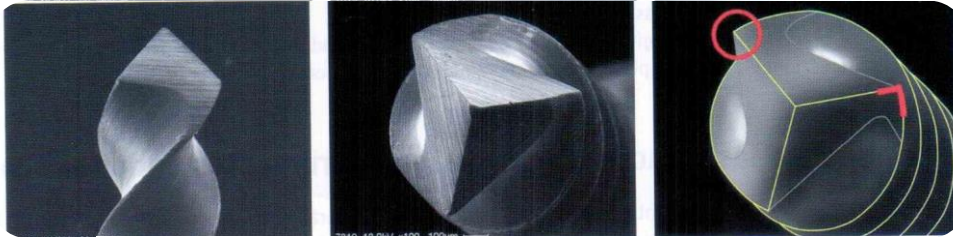


Fig. 16 Punta tipo ISO. Arista resultante de la intersección del ángulo de la punta con el inicio del borde cortante de la primera espira (ángulo de transición)

Surgieron instrumentos con puntas cónicas y bicónicas. El diseño de punta cónica, disminuye la capacidad de corte hacia apical y la hace efectiva para prevenir la transportación al penetrar. La punta bicónica se basa en la reducción del ángulo de transición y agrega una superficie ancha desde éste hasta la primer espira; al contactar con la pared del conducto en la curvatura produce la flexión de la lima y elimina la posibilidad de generar escalones.<sup>6</sup>

Las puntas cónicas y bicónicas son indicadas en instrumentos de preparación mecanizada (rotatoria, oscilatoria o reciprocante).<sup>6</sup>

- Es necesario recordar que si la punta se traba durante la mecanización, aumenta el estrés por torsión.<sup>6</sup>
- La punta es la parte más frágil del instrumento, sobre todo en los de escaso calibre o poca conicidad.<sup>6</sup>



- 
- 
- Se recomienda hacer un pre-ensanchamiento con instrumentación manual hasta alcanzar un calibre equivalente al del instrumento mecanizado.<sup>6</sup>

- **CALIBRE**

El calibre de un instrumento es el diámetro expresado en centésimas de milímetro de la primera circunferencia cortante de la parte activa.<sup>6</sup>

El establecimiento del índice de conicidad de 2% y la estandarización de los calibres de los instrumentos según la norma ISO generó limitaciones en la abordabilidad y el ensanchamiento de los conductos, compromete la flexibilidad. La instrumentación mecanizada no sigue los estándares impuestos por ISO.<sup>6</sup>

- **CONICIDAD**

La conicidad o taper es el aumento del diámetro de la parte activa<sup>3</sup> también se define como la relación entre la diferencia de los diámetros extremos de un tronco de cono y su longitud.<sup>6</sup>

El índice de conicidad de un instrumento se expresa generalmente como el valor de diámetro que aumenta por cada milímetro a lo largo de la superficie de trabajo, desde la punta hacia el mango.<sup>6</sup>

Los instrumentos estandarizados poseen una conicidad constante de 0.02mm por mm de longitud de su parte activa. Esta conicidad equivale a la medida de las conicidades de los conductos radiculares de dientes humanos.<sup>3</sup>

En el instrumental manual estandarizado por ISO, este índice se establece en un incremento constante de 0.02mm por cada mm de longitud en el instrumento desde su punta. Por ejemplo; un instrumento calibre 25 con conicidad 0.02 tiene un diámetro de 0.27 mm a 1 mm de la punta, un diámetro de 0.29 mm a 2 mm de la punta y un diámetro de 0.31 mm a 3 mm de la punta.<sup>6</sup>

Algunos fabricantes expresan su forma cónica en términos de porcentaje, en los instrumentos de 0.02 de conicidad este sería el 2%.<sup>6</sup>

En los instrumentos rotatorios el principio básico fue fabricarlos con conicidades diferentes, por lo que solamente una parte porción de la parte activa del instrumento entra en contacto con la pared dentinaria; mayor conicidad es igual a un desgaste más efectivo del conducto por acción del ensanchamiento con menor riesgo de fractura.<sup>3</sup> (Fig. 17 )

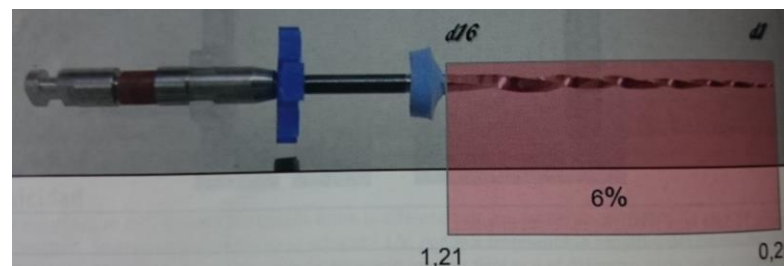


Fig. 17. Instrumento Race, de conicidad constante

## • SECCIÓN TRANSVERSAL

Se trata del corte perpendicular al eje largo del instrumento, la sección permite observar la distribución de las aristas de corte y los modos en que éstas entran en contacto con la pared del conducto, sean ángulos o superficies. El contacto entre el diámetro mayor del instrumento y la pared dentinaria determina el llamado “ángulo de corte o barrido”<sup>6</sup>.



La sección transversal da información sobre la relación entre la masa central o alma del instrumento y el diámetro real de trabajo, esto nos da una idea acerca de la resistencia a la torsión y el grado de flexibilidad del instrumento; a mayor masa central le corresponde una mayor resistencia a la torsión, una menor flexibilidad y una menor resistencia a la fatiga cíclica.<sup>6</sup>

- **ÁNGULO DE CORTE**

La verdadera acción de una lima ocurre en una pequeña porción de la hoja eficiente al momento del corte. El principal elemento de corte en un instrumento que gira, constituye la zona de mayor diámetro, su eficacia depende del ángulo de contacto de la zona de mayor diámetro con la pared, de la nitidez de corte que efectúa.<sup>5</sup> El ángulo de ataque efectivo o sea, el formado por el filo y el radio cuando el instrumento se secciona de forma perpendicular a la inclinación helicoidal del filo de corte, es un mejor indicador de la capacidad de corte de un instrumento. Si las acanaladuras de los instrumentos son simétricas, el ángulo de corte y el de corte efectivo será esencialmente el mismo, si las acanaladuras son asimétricas los dos ángulos son diferentes.<sup>6</sup> (Fig. 18 )

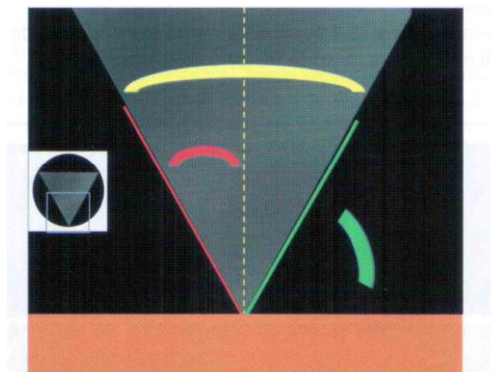


Fig. 18 Esquema que muestra en un instrumento triangular, los ángulos de la cara cortante (rojo) del borde cortante (amarillo) y de despeje (verde) en relación con la superficie sobre la que se realiza el corte en sentido horario.

---

---

- **SUPERFICIE RADIAL O RADIAL LAND**

Se trata de una superficie entre las acanaladuras, paralela al eje largo central del instrumento que incluye el borde de corte.<sup>6</sup> (Fig. 19a y 19b)



Fig. 19a Radial Land de un instrumento Profile y GT. Fig. 19b Superficie de contacto radial (azul) y borde cortante del instrumento (amarillo)

La presencia de la superficie radial hace con que el ángulo de corte de estos instrumentos sea levemente negativo haciendo que el desgaste no sea tan intenso. La compensación en la pérdida de poder del corte se hace por el aumento de la velocidad que los instrumentos rotatorios realizan.<sup>3</sup>

Los instrumentos estandarizados como las limas tipo K, Hedström y ensanchadores poseen un ángulo de corte que impide giren presionados hacia ápice, para solucionar esto, los instrumentos rotatorios de NiTi presenta áreas de contacto y desgastadas.<sup>6</sup>

El radial land proporciona un contacto con la pared del conducto, este ángulo de contacto impide que el instrumento se atore en las paredes cuando se presiona el mismo hacia el ápice, permite que al girar el instrumento se deslice y ensanche.<sup>3</sup>

- La superficie radial o radial lands, reducen la tendencia del instrumento atornillado, así como la transportación del conducto durante la preparación.

- El área radial ancha, pueden ser útiles en instrumentos de diámetro pequeño, incrementan su rigidez y permiten sortear curvaturas con una ampliación mínima del conducto.
- Si el área radial es demasiado grandes, pierde eficacia en el ensanchamiento del conducto; suelen utilizarse para desobstrucción o la agitación del irrigante dentro del conducto.

- **ESPIRAS**

Se define como la vuelta de un espiral o de una hélice enrollándose alrededor de un eje. En las limas, se trata de los bordes cortantes o radial lands que rodean el alma del instrumento.<sup>6</sup>

- **PITCH**

Es la distancia entre un punto situado al borde de corte y el punto correspondiente en el borde de corte siguiente dentro del patrón de repetición del diseño a lo largo de la superficie de trabajo, es decir, el pitch es el paso de rosca del instrumento.<sup>6</sup> (Fig. 20)

Un pitch constante favorece el efecto de atornillado por repetición de la frecuencia de espiras, aumenta el estrés de torsión a causa del aumento de forma progresiva de la superficie de contacto y fricción.

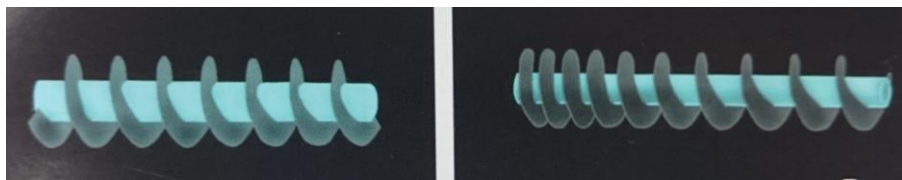


Fig. 20 Pitch constante y no constante.

- **ÁNGULO HELICOIDAL**

Éste está formado en relación con la línea transversal del eje largo del instrumento, cuanto mayor el ángulo helicoidal, más rápido es el desgaste de la dentina manteniendo la misma velocidad.

Con un ángulo helicoidal pequeño a la misma velocidad, el instrumento deberá actuar más tiempo para tener la misma eficacia de desgaste, si este ángulo es mayor a  $45^\circ$ , el riesgo de que el instrumento se atore en las paredes es grande facilitando la fractura.<sup>3</sup> (Fig. 21)

El ángulo helicoidal de los instrumentos rotatorios es de  $35^\circ$  aproximadamente, algunos instrumentos más nuevos tienen un ángulo helicoidal variable.<sup>3</sup>

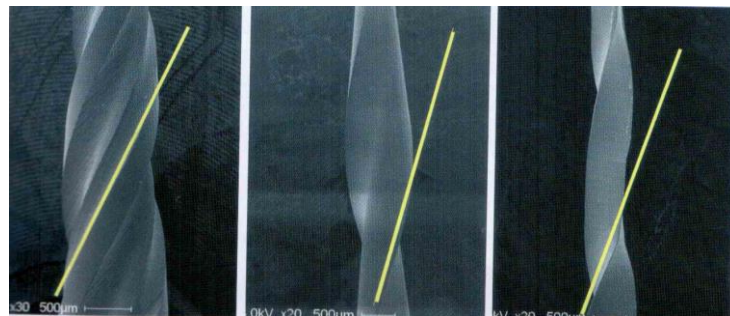


Fig. 21 Ángulo helicoidal determinado por el borde cortante y el eje largo en instrumentos K3, MTwo y Race

- El ángulo helicoidal influye en la velocidad de atornillado y la facilidad para evacuación de desechos.

La forma de helicoide permite que al rotar el instrumento cónico, sólo un sector pequeño de los bordes cortantes de cada espira entren en contacto con la pared del conducto, en lugar de que todos los puntos actúen simultáneos, esto produce que cada borde cortante inicie su acción antes de que el borde cortante precedente la haya finalizado y garantiza una acción más uniforme a toda la rotación.<sup>6</sup>



---

---

Otro efecto de la forma helicoidal es que la hoja no realice el corte en ángulo recto, sino vaya a “rebanadas”, esto disminuye la necesidad de fuerza para una misma acción por tanto hay menor estrés a la torsión.<sup>6</sup>

- Entre mayor es el ángulo helicoidal, más rápidamente se desgasta la dentina.
- Los fabricantes varían el ángulo a lo largo de la parte activa con el fin de disminuir el efecto de atonillamiento, regular la flexibilidad y facilitar la remoción del barrillo.

- **ÁREA DE ESCAPE/ACANALADURAS**

Los instrumentos de NiTi ofrecen en su sección transversal, surcos y estos espacios servirán para recibir el barrillo dentinario de la instrumentación.<sup>3</sup>

El espacio deprimido entre los bordes de corte o los radial lands, se denominan acanaladuras. Su objetivo es eliminar los residuos producto del corte por lo que su repetitividad, profundidad, anchura y pulimiento determina su eficacia.<sup>6</sup>

Estos espacios pueden observarse al seccionar el instrumento en forma transversal al eje largo. Con respecto al alma central, las acanaladuras se pueden disponer de forma cóncava, convexa, en S itálica, recto o combinada y esto determina su profundidad y efectividad.<sup>6</sup>

- **ACABADO SUPERFICIAL**

Se le da poca importancia a esta característica, la ausencia de un pulimiento físico o químico de la superficie presenta áreas de desgaste irregular y facilita la fractura.<sup>3</sup>

El acabado es tan importante como la aleación de la que está hecho el instrumento. Esta característica influye en la efectividad y resistencia del instrumento ya que puede haber microfisuras o poros que actúan como concentradores de estrés, corrosión y tensores en la fatiga convirtiéndolos en zonas susceptibles a falla del instrumento.<sup>6</sup> (Fig. 22)



Fig. 22 Imágenes microscópicas de las superficies de los instrumentos Profile, Mtwo,K3, Protaper Universal en la que se observan las marcas propias de la terminación de torneado.

Para la selección de un sistema rotatorio se debe tomar en cuenta:

TABLA 2.

ANÁLISIS RADIOGRÁFICO	EXPLORACIÓN DEL CONDUCTO	VARIACIÓN DE LA CONICIDAD
VARIACIÓN DE TERCIOS	CINEMÁTICA DE LOS INSTRUMENTOS	TÉCNICA
VELOCIDAD	TORQUE	PRESIÓN
CARACTERÍSTICAS DE LAS LIMAS	LIMPIEZA DEL INSTRUMENTO ANTES Y DESPUÉS DE SU USO	FRACTURA

#### IV. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS iRace® e iRace® Plus

- **Mango**, permite la fácil identificación de cada instrumento, tiene 2 anillos correspondientes al diámetro ISO (anillo ancho) y conicidad (anillo delgado, color amarillo para instrumentos de conicidad 0.02, rojo para los 0.04, azul para los 0.06).<sup>7,8</sup> (Fig. 23 )



Fig. 23 Mango 12mm, diámetro (anillo ancho), conicidad (anillo delgado)

- **SafetyMemoDisc**, roseta de silicón con “pétalos” que deben irse retirando dependiendo de la dificultad del caso. El fabricante recomienda.<sup>7,8</sup>

Retirar **1 pétalo** si el caso fue **simple (conducto recto)**, **2 pétalos** en los casos **medios (poco curvos)** y **3 pétalos** serán retirados cuando se trate de casos **complejos (muy curvos)**.

Esto nos proporciona un control en cuanto al número de uso y así evitar la posible fractura dentro del conducto. Se debe desechar el instrumento cuando se retiren todos los pétalos. (Fig.24)



Fig. 24 Safety Memo Disc

- **Tope visible radiográficamente**
- **Aleación de níquel titanio**
- **Parte activa**, posee bordes cortantes con sus aristas vivas, sin presión, núcleo delgado para mayor flexibilidad a la curvatura, diseño único y patentado de las aristas de corte alternadas (ángulos helicoidales) eliminando el efecto de “bloqueo” del instrumento.<sup>7,8</sup> (Fig. 25 )



Fig. 25 Aristas vivas

Reddy y cols, compararon el espesor de la dentina remanente a 3mm y 7mm desde el ápice de la raíz después de tratamientos de conductos realizados con Protaper, iRace y Heroshaper, siguiendo las indicaciones del fabricante y la irrigación se realizó con hipoclorito de sodio, Utilizaron premolares con angulaciones menores a 20° respecto a la clasificación de Schilder.<sup>9</sup>

Llegaron a la conclusión de que Protaper, iRace y Heroshaper son buenos para remover dentina infectada, pero Protaper retira más de lo debido, lo cual debilita más al diente; se debe considerar utilizar con precaución estas limas ya que causa mayor adelgazamiento de las paredes en tercio medio de la raíz.<sup>9</sup>



En un estudio se utilizó Cone Beam para evaluar la cantidad de dentina removida posterior a tratamientos de conductos, se utilizó sistema Protaper, iRace y Revo-s, esto fue en 45 premolares unirradiculares inferiores, los cuales fueron analizados antes y después de el tratamiento, se utilizó para irrigar hipoclorito de sodio al 3%, EDTA al 17% y para finalizar, se irrigó con solución salina. Los resultados fueron que Protaper remueve mayor cantidad de dentina lo cual debilita mayormente las paredes del conducto radicular de un diente y lo hace más propenso a una fractura. En segunda posición esta Revo-s y al último sistema iRace con una significativa diferencia.<sup>10</sup>

- **Punta inactiva**, evita el riesgo de perforación y guía el instrumento dentro del conducto. (Fig. 26 )



Fig. 26 Punta redondeada

- **Pulido electroquímico**, elimina las micro-grietas del instrumento, dejando una superficie lisa y brillante facilitando su limpieza y desinfección. Le proporciona resistencia a la corrosión.<sup>7,8</sup> (Fig. 27 Y 28 )



Fig. 27 Pulido electroquímico

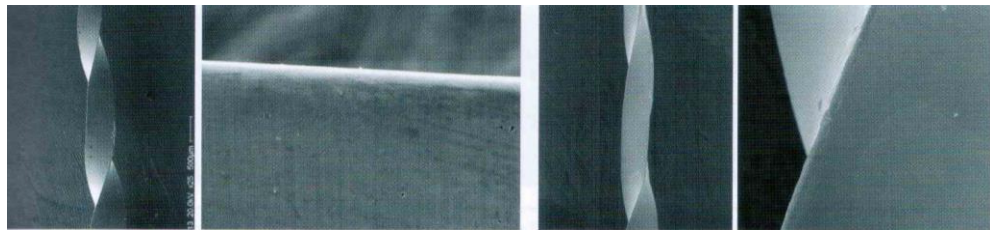


Fig. 28 Race presenta un tratamiento de la superficie por electropulido

En un artículo de la revista “Dental Materials” analizaron instrumentos de níquel titanio iRace, Komet F360, Protaper Next y Hyflex CM, antes y después de realizar tratamientos de endodoncia y la irrigación fue con hipoclorito de sodio al 5% y EDTA al 10%, con la finalidad de observar los cambios de la superficie, fracturas, microfisuras o deformaciones en éstos; al término de los tratamientos, todos los instrumentos fueron lavados por medio de ultrasonido y posteriormente esterilizados en un autoclave.<sup>11</sup> Los resultados fueron los siguientes:

- No hubo instrumentos fracturados
- Todos los instrumentos mantuvieron su forma



- La superficie de Hyflex CM presentó microfracturas después de utilizarse en 12 conductos
- F360 tuvo en la superficie de corte pequeños desprendimientos y desenrollado de sus espiras después de tratar 5 conductos
- Protaper Next presentó mínimas grietas en su superficie antes y después de su uso
- iRace mantuvo la superficie lisa.<sup>11</sup>

Pramod, et al evaluaron el efecto del hipoclorito de sodio al 5% ya que es el irrigante más utilizado en endodoncia, EDTA a 17% y “Triphala” (un irrigante a base de hierbas con propiedades como ser biocompatible, antiinflamatorio y con acción antibacteriana contra el *E. Fecalis*) en instrumentos de níquel titanio, usaron el sistema Protaper e iRace; esto consistió en sumergir los instrumentos 5 minutos en las 3 diferentes soluciones posteriormente se dejaron secar a temperatura ambiente.<sup>12</sup>

Protaper mostró deterioro de su superficie a escala nanométrica al igual que iRace con acabado electroquímico de su superficie el cual no impidió la corrosión de la superficie del instrumento. Cabe mencionar que el tiempo de contacto con el irrigante fue corto y también deben considerarse los defectos de fabricación que pueden contribuir a estos resultados.<sup>12</sup>

Este estudio comparó radiográficamente la penetración de la irrigación utilizando 3 técnicas distintas, irrigación pasiva, irrigación manual activada e irrigación pasiva con una aguja endodóntica. Esto se realizó en 60 dientes anteriores superiores que fueron instrumentados con limas tipo K y sistema iRace llegando al instrumento R2 (25/.04) y como solución para irrigar se usó hipoclorito de sodio al 2.5% y posteriormente se utilizó una solución radiopaca para medir la penetración de profundidad del irrigante.<sup>13</sup>

Como conclusión obtuvieron que la técnica con mayor remoción de tejido es utilizando irrigación pasiva con una aguja endodóntica, ya que el tercio apical es una zona de difícil acceso y en ocasiones si el sistema no removió el tejido pulpar, se puede retirar de forma química por medio de una buena irrigación. En segundo lugar la irrigación manual activada por un cono de gutapercha y en último lugar la irrigación pasiva con una jeringa y aguja hipodérmica.<sup>13</sup>

- **Longitudes: 21, 25, 31 mm**
- **Velocidad: 600 rpm**
- **Torque: 1.5 Ncm**

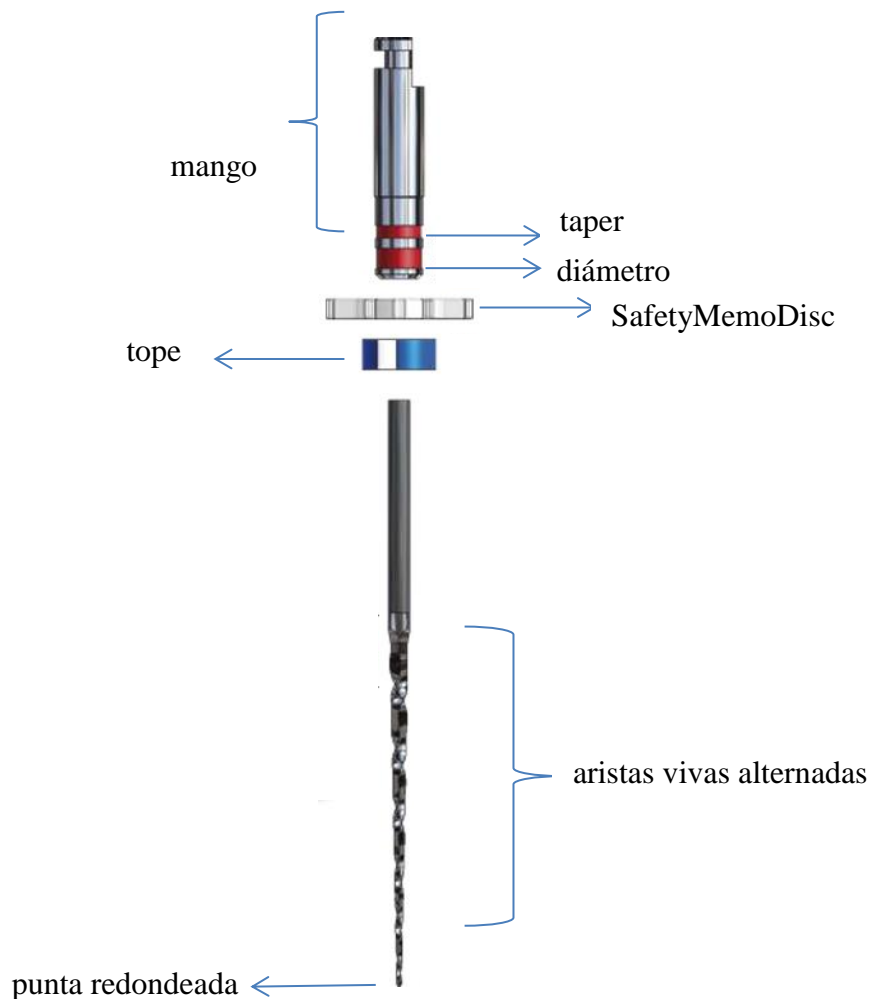


Fig.29 Características de instrumento iRace

## V. SISTEMA ROTATORIO iRace® e iRace Plus®

Fueron fabricados por la casa comercial FKG-Dentaire (Suiza), es un sistema rotatorio que debido a sus características sólo necesitamos 3 instrumentos para la preparación y conformación de los conductos radiculares; Son instrumentos de níquel titanio (NiTi), conicidad constante, punta inactiva.<sup>7,8,14</sup>

Este sistema es llamado por el acrónimo iRace®:

*Reamer with Alternating Cutting Edges (ensanchador con bordes cortantes alternados).*<sup>14</sup>

Compuesto por los instrumentos R1, R2 y R3 utilizado para tratamientos de conductos dónde el conducto es recto, ligeramente curvo o amplio.<sup>7,8,14</sup>

- **R1 15/.06** (Fig. 30)

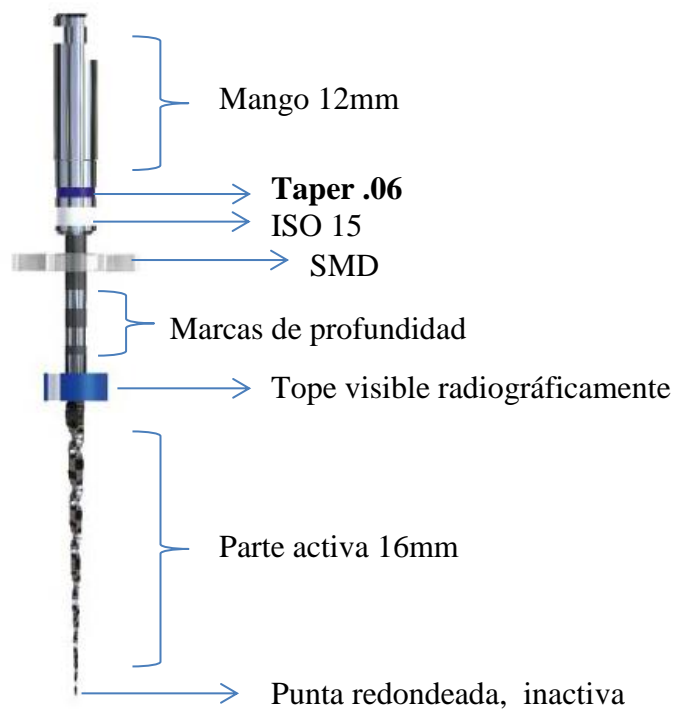


Fig.30 Características de instrumento iRace R1 15/.06

- **R2 25/.04** (Fig. 31)

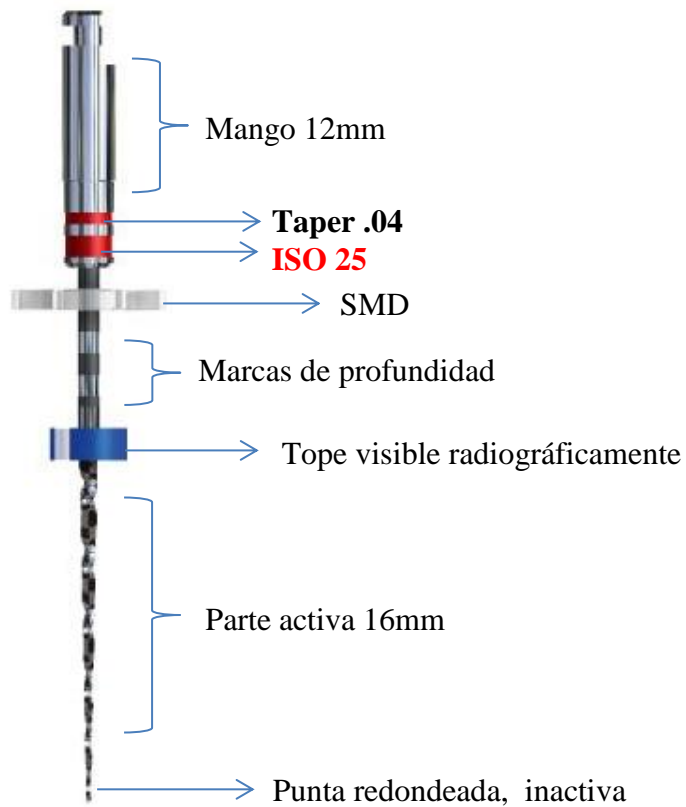


Fig.31 Características de instrumento iRace R2 25/.04

- **R3 30/.04** (Fig. 32)

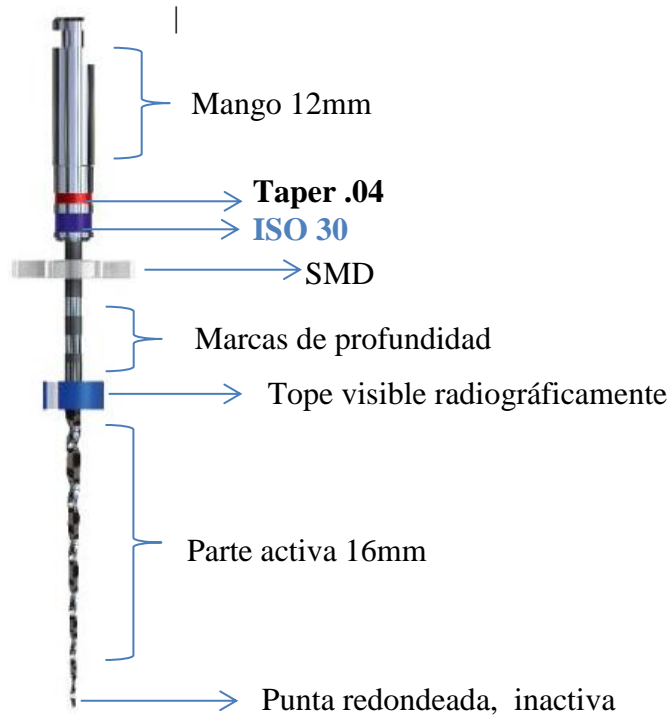


Fig.32 Características de instrumento iRace R3 30/.04

Para este sistema existe un complemento de 2 instrumentos altamente flexibles llamando este sistema iRace® Plus.<sup>7,8,14</sup>

- **R1a20/.02** (Fig. 33)

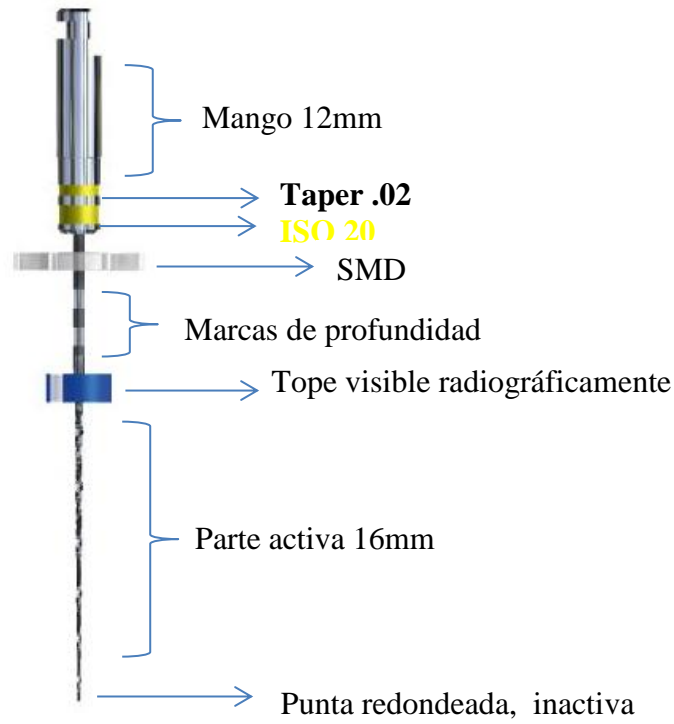


Fig.33 Características de instrumento iRace R1a 20/.02



- R1b 25/.02

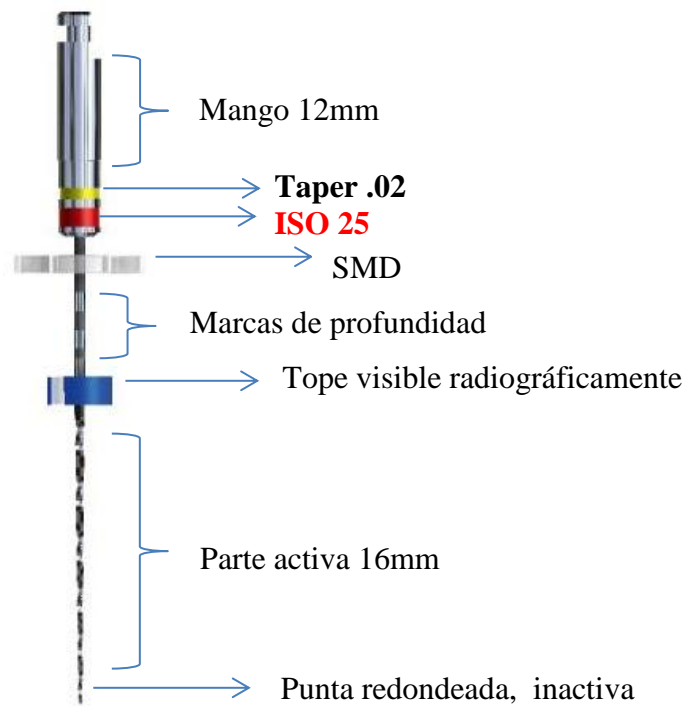


Fig.34 Características de instrumento iRace R1b 25/.02

La secuencia iRace Plus es complementaria para casos de alta complejidad, es decir, conductos muy curvos, estrechos o calcificados.



---

---

Rodriguez y cols. hicieron un estudio usando sistema Race, predecesor a iRace fabricado por FKG en 2001 mencionando que Race es eficaz y rápido en la preparación de conductos y cuenta con las siguientes características, áreas de corte alternadas para evitar el atornillamiento del instrumento, sección transversal triangular, punta inactiva que guía la trayectoria del instrumento en el canal radicular, instrumentos de diferente taper, acabado electroquímico de la superficie, safety MemoDisc para controlar el número de usos que lleva el instrumento.<sup>15</sup>

Se instrumentaron 5 molares siguiendo las indicaciones del fabricante e irrigación con hipoclorito de sodio, posterior a esto, la obturación fue con conos de gutapercha y técnica lateral. Los evaluaron radiográficamente considerando si el sistema cumple con la conicidad al preparar el conducto radicular, mantener la trayectoria del canal, el desvío apical y la fractura o deformación de los instrumentos.<sup>15</sup>

En una escala donde 0 corresponde a satisfactorio, 1 razonable, 2 insatisfactorio, los resultados fueron que en el caso #1 el desvío apical obtuvo un 2, y en el caso #3 hubo fractura de un instrumento. Esto indica que Race cumple con los parámetros, mantiene la curvatura del canal radicular, en cuanto a la fractura Race resulta segura con su control de Safety MemoDisc.<sup>15</sup>

Saberi y cols. en una muestra de 30 molares inferiores instrumentaron los conductos mesiales con 4 sistemas diferentes de níquel titanio, Protaper Universal, Protaper Next, RevoS y Race para medir la capacidad de centrado de transportación del conducto radicular. Dividieron al azar los dientes en los 4 grupos y posteriormente en tercios cada molar; la instrumentación se realizó con 4 instrumentos de cada sistema, fueron irrigados con hipoclorito de sodio al 1% y se verificaba estuvieran permeables con lima tipo K #10.<sup>16</sup>



---

---

Los resultados que se obtuvieron con los 4 sistemas fueron diferentes grados de transportación en tercio cervical y tercio medio con mínima comparación entre estos; en tercio apical ninguno de los sistemas tuvo diferencia.<sup>16</sup>

## VI. PROTOCOLO DE USO

El fabricante menciona que este sistema nos ahorra notablemente el tiempo de trabajo para realizar el tratamiento endodóntico.

El sistema iRace<sup>®</sup> e iRace<sup>®</sup> Plus nos presenta su secuencia dependiendo de la curvatura del conducto y ésta, la podemos determinar por la “Clasificación de Schneider”, la cual consiste en los grados que mide el ángulo que forma la raíz en relación al eje longitudinal del diente y su terminación apical en una radiografía.

Esto nos indica lo siguiente:

- Conductos fáciles o rectos aquellos que tienen una curvatura con un ángulo menor a 10°.
- Conductos medianamente curvos- ángulo mayor a 10° pero menor a 25°.
- Conductos difíciles o muy curvos- ángulo mayor a 25° además de calcificaciones y diámetro estrecho mesio distal.

Barros de Souza y cols. consideran que el éxito de un tratamiento endodóntico es la preparación biomecánica de los conductos radiculares. Realizaron un estudio donde instrumentaron dientes incisivos inferiores diafanizados con limas tipo K, Protaper y sistema iRace hasta el calibre 30.<sup>17</sup>



---

---

Los resultados mostraron que con el sistema Protaper se obtuvo mejor preparación a nivel de tercio cervical, con las limas tipo K se instrumentó mejor tercio medio y el sistema iRace limpió mejor tercio apical que es considerado el tercio más complejo para realizar su limpieza, modelado y sellado.<sup>17</sup>

## VI.I iRACE®

Con lo anterior, previamente establecido, el protocolo de uso de iRace® es para conductos rectos o ligeramente curvos con técnica corono-apical. La secuencia propuesta por el fabricante es<sup>7,8,14</sup>:

Determinada la complejidad del caso, con previa radiografía se determina la LRT y con una lima de bajo calibre tipo K #10 o #15, se verifica que el conducto este permeable e irrigamos.

En la secuencia iRace, no hay instrumento de preparación cervical, por lo que se realiza de acuerdo a la elección del clínico. (Fig. 35, 36, 37)

- **R1 (15/.06)**

1. Introducimos el instrumento (hasta la LRT) en el conducto de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

- ✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto.**

2. Irrigación

3. Permear el conducto con lima tipo K #10 o #15

4. Irrigación



Fig. 35 Secuencia de uso instrumento R1

- **R2 (25/04)**

1. Introducimos el instrumento (hasta la LRT) en el conducto de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto**

2. Irrigación
3. Permear el conducto con lima tipo K #10 o #15
4. Irrigación



Fig. 36 Secuencia de uso instrumento R2

- **R3 (30/04)**

1. Introducimos el instrumento (hasta la LRT) en el conducto de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

- ✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto.**

2. Irrigación

3. Permear el conducto con lima tipo K #10 o #15

4. Irrigación



Fig. 37 Secuencia de uso instrumento R3

- ✓ **Con este instrumento se concluye la secuencia.**

Vossoghi, Shahriari, Famarzi, Mashouf y Farhadian realizaron un estudio en 80 primeros premolares desinfectados con hipoclorito de sodio al 5.25%, se trabajaron sin corona clínica y la irrigación fue con EDTA al 17% y la irrigación final con agua destilada, el sellado apical lo hicieron con un poco de cianocrilato y los esterilizaron a 121°C por 15 minutos; posteriormente los infectaron con *E. Faecalis*.<sup>18</sup>



---

---

La instrumentación de estos conductos se realizó con sistemas diferentes, Protaper, iRace y OneShape, se usó hipoclorito de sodio al 5.25% como irrigante, después se llenaron con agua destilada y se incubaron a 37° durante 24hrs para determinar la presencia o ausencia de la bacteria. Como resultado obtuvieron que los 3 sistemas son buenos en la reducción bacteriana presentando mínimas diferencias. Protaper erradicó al 100%, iRace al 99.9% y OneShape al 97.9%.<sup>18</sup>

## VI.II iRace® Plus

iRace® Plus se Indica para conductos de mayor curvatura o estrechos.

Son 2 instrumentos complementarios al Sistema iRace®, también con técnica, corono-apical.<sup>7,8,14</sup> (Fig. 38, 39, 40, 41, 42)

La secuencia propuesta por el fabricante es:

Determinada la complejidad del caso, con previa radiografía se determina la LRT y con una lima de bajo calibre tipo K #10 o #15, se verifica que el conducto este permeable e irrigamos.

- **R1 (15/.06)**

1. Introducimos el instrumento hasta tercio medio de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

- ✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto.**

2. Irrigación

3. Permear el conducto con lima tipo K #10 o #15

4. Irrigación



Fig. 38 Secuencia de uso instrumento R1 en iRace Plus

- **R1a (20/02)**

1. Introducimos el instrumento (hasta la LRT) en el conducto de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto.**

2. Irrigación
3. Permear el conducto con lima tipo K #10 o #15
4. Irrigación



Fig. 39 Secuencia de uso instrumento R1a de iRace Plus



- **R1b (25/02)**

1. Introducimos el instrumento (hasta la LRT) en el conducto de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

- ✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto.**

2. Irrigación

3. Permear el conducto con lima tipo K #10 o #15

4. Irrigación



Fig. 40 Secuencia de uso instrumento R1b de iRace Plus

- **R2 (25/04)**

1. Introducimos el instrumento (hasta la LRT) en el conducto de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

- ✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto.**

2. Irrigación

3. Permeable el conducto con lima tipo K #10 o #15
4. Irrigación



Fig. 41 Secuencia de uso instrumento R2 en iRace Plus

- **R3 (30/.04)**

1. Introducimos el instrumento (hasta la LRT) en el conducto de 3 a 4 segundos, pasando por todas las paredes con movimientos de vaivén.

✓ **El instrumento siempre girando, cuando entra y cuando sale del conducto.**

2. Irrigación
3. Permeable el conducto con lima tipo K #10 o #15
4. Irrigación



Fig. 42 Secuencia de uso instrumento R3 en iRace Plus



---

---

✓ **iRace® como iRace® Plus se utilizan a 600 rpm con un torque de 1.5 Indicado por el fabricante.**

✓ **Reglas de uso**

1. Evaluación correcta de la radiografía para elegir correctamente el sistema que se puede utilizar.
2. Torque controlado
3. Velocidad conforme a la recomendada por el fabricante
4. Permear previamente el conducto con limas de bajo calibre, verificando que sea accesible y determinar la LRT.
5. Seguir la técnica del fabricante
6. La entrada y salida de un instrumento rotatorio siempre debe ser girando
7. Irrigado abundante y frecuente
8. Apoyarnos de algún lubricante o quelante para barrer el lodo dentinario, remover la materia orgánica del conducto
9. En cada cambio de instrumento rotatorio, verificar con una lima manual que no exista obstrucción del conducto
10. Observar detalladamente si hay o no una deformación de los instrumentos.

Saber, Nagy y Schäfer realizaron un estudio en 60 molares inferiores permanentes donde compararon la habilidad o capacidad de modelado en conductos radiculares muy curvos y estrechos también tomaron en cuenta el tiempo de preparación, el transporte de foramen apical y si hubo o no fractura de los instrumentos, usaron sistema Protaper, iRace y Hyflex CM hasta el calibre 30 a nivel apical; se siguieron estrictamente las instrucciones del fabricante en cuanto a velocidad y torque controlados y cabe mencionar que se utilizaron 3 instrumentos de los sistemas y con cada uno se prepararon 4 conductos.<sup>19</sup>



Los resultados que obtuvieron fueron:

1. Ningún instrumento se fracturó.
2. Protaper Next resultó mejor en canales estrechos, más que iRace y Hyflex CM pero entre estos 2 últimos no hubo gran diferencia.
3. No hubo gran diferencia entre los 3 grupos respecto al transporte apical.
4. iRace y Hyflex demostraron ser más rápidos en la instrumentación que Protaper.

Esta comparación nos muestra que iRace y Hyflex no son tan aptos para conductos estrechos y se lo atribuyen a que Protaper tiene un taper de 7% comparado con iRace y Hyflex de 4%.<sup>19</sup>

iRace y Hyflex mantuvieron la curvatura original del conducto radicular debido a su alta flexibilidad y en el caso de iRace una de sus características es sus ángulos de corte alternos, evita el efecto de atornillamiento y tiene mayor espacio para alojar el barrillo dentinario.<sup>19</sup>

En el artículo “Shaping ability of Protaper NEXT, Protaper Universal and iRace files in simulated S-shaped Canals, evaluaron la habilidad de modelado en conductos con doble curvatura, tomaron en cuenta el tiempo de instrumentado y la posición del foramen apical, usaron cubos de acrílico con los sistemas Protaper Universal, Protaper Next e iRace, haciendo incapie en que los instrumentos de níquel titanio nos dan grandes ventajas en conductos complicados por su alta flexibilidad y respetan la forma original; obtuvieron que los 3 sistemas generaron desviaciones. Los conductos instrumentados con Protaper Universal fueron los que muestran mayor desviación comparado con iRace y Protaper Next; Tanto iRace como Protaper Next tienen un taper menor a .06%, que es lo recomendado para conductos en “S”.<sup>20</sup>



---

---

iRace mostró mejores resultados manteniendo la posición del foramen apical aunque los 3 sistemas generaron cierto grado de desviación, pero se concluye que este sistema es el más adecuado en conductos de doble curvatura.<sup>20</sup>



---

---

## DISCUSIÓN

La secuencia de iRace ha sido comparada con otros sistemas como Hyflex, Protaper Universal y Protaper Next tanto en dientes extraídos con curvaturas difíciles de tratar entre 25° y 39° de angulación, como en cubos estandarizados, con el fin de definir qué sistema es “mejor” conservando la anatomía original de los conductos radiculares, como el foramen apical.

Se siguieron las indicaciones y recomendaciones del fabricante.

Los resultados en la instrumentación no fueron significativamente diferentes, sin embargo en otro estudio se demuestra que iRace al ser de Niti ha sido el mejor en conductos curvos por encima de los otros sistemas fabricados en M-Wire.

Por otro lado, hablando de iRace® en cuanto a su eficacia en reducir la carga bacteriana en un caso de necrosis pulpar es decir en una patología donde hay gran cantidad de dentina infectada también resultó ser una buena alternativa pero no el mejor sistema en un caso así.

iRace® dentro de sus exclusividades tiene el acabado por electro pulido, pero en un medio húmedo con hipoclorito de sodio o EDTA en un tratamiento endodóntico sigue sufriendo alteraciones en la superficie del instrumento con diferencias significativas contra Protaper.

Esto lo menciono ya que aunque mi enfoque no es una comparación detallada entre sistemas rotatorios, si se ha demostrado que iRace resulta mejor para curvas pronunciadas y para casos donde no necesariamente tenga que ser empleado hipoclorito de sodio como irrigante.



---

---

## CONCLUSIONES

- El profesional debe estar en constante actualización, de esta manera ira conociendo más novedades, avances, ventajas y desventajas que ofrecen los materiales y/o técnicas.
- Los avances tecnológicos no deben cegarnos ante lo ya experimentado, hasta no ponerlos a prueba con investigaciones científicas.
- La fatiga del profesionista y del paciente son una motivación para la búsqueda de nuevas técnicas que minimicen el trabajo y aumenten la eficacia de los tratamientos a realizar, no sólo en el área endodóntica.
- Con este trabajo, concluyo que el sistema iRace<sup>®</sup>- iRace<sup>®</sup> Plus es eficiente, rápido y seguro como lo menciona pero en casos de curvatura muy pronunciada, conductos en S, ya que la combinación de la aleación de níquel titanio de la que están fabricados y la sección triangular del cuerpo del instrumento le proporciona mayor flexibilidad comparado con otros sistemas, conservando en altísimo porcentaje la anatomía original del conducto. La forma helicoidal evita el atornillamiento y en cuanto a su acabado que es con electro pulido nos resulta de fácil limpieza pero si hablamos del uso de la lima en un medio donde irrigamos con hipoclorito de sodio o EDTA, este acabado sigue siendo susceptible al deterioro de la superficie del instrumento, aminorando la vida útil de éste.
- El níquel-titanio no sufre deformación permanente y es altamente flexible, pero tiende a fracturarse por torsión o fatiga a la flexión.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Kuri M., ***El nacimiento de una profesión.*** 2° Ed. México. Fondo de Cultura Económica. 2014. pp. 16-20
2. Canalda, C., Brau, E. ***Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas.*** 3° Ed. Barcelona, España. Elsevier. 2014. pp.1
3. Leonardo MR., Leonardo RdT. 1° Ed. ***Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de Níquel-Titanio.*** Sao Paulo. Artes Médicas. 2002. pp. 3-34, 53-56
4. Marin C., ***Aleaciones con memoria de forma. Materiales inteligentes.*** www.metactual.com
5. Soares IJ., Goldberg F. ***Endodoncia. Técnica y fundamentos.*** 2° Ed. Buenos Aires. Médica Panamericana; 2012. pp. 187-191
6. Lopreite G., Basilaki J. ***Claves de la endodoncia mecanizada.*** Buenos Aires: Guia; 2015. pp. 69-96, 132-135, 208-212
7. <http://www.fkg.ch>
8. <http://www.irace.ch>
9. K SR, Prasad SD, C. Sunil K, Reddy VR, M.Hemandri , Basa Srinivas K. ***Comparison of Remaining Root Dentine Thickness After Tree Rotary Instrumentation Techniques by Cone Beam Computerised Tomography- An Invitro study.*** Journal of Research and Advancement in Dentistry. 2014 Julio; 3. pp. 32-39
10. Adrija DACB, Darpana B. ***A comparative evaluation of root canal area increase using three different nickel-titanium rotary systems: An ex vivo cone-beam computed tomographic analysis.*** Contemporary Clinical Dentistry. 2015; 6. pp. 79-86
11. Pirani C, et al. ***Wear analysis of different nickel titanium instruments after clinical uses.*** Dental Materials. 2014. pp. 255-256





12. Pramod SP, Jonathan ES, Arvind K, Kannan. ***The effect of 5% sodium hypochlorite, 17% EDTA and triphala on two different rotary Ni-Ti instruments: An AFM and EDS analysis.*** Journal of Conservative Dentistry. 2014 Octubre; 17. pp. 462-466
13. Said D, et al. ***Radiological Evaluation of Penetration of the Irrigant according to Three Endodontic Irrigation Techniques.*** International Journal of Dentistry. 2016 Mayo. pp. 1-6
14. Lima M, ***Endodoncia ciencia y tecnología.*** Venezuela. Amolca. 2016. pp. 275-284
15. Rodrigues VCea. ***Avaliação clínica do desempenho o sistema RaCe®.*** 2007; 26. pp. 137-148
16. Saberi N., Patel S., Manocci F. ***Comparison of centring ability and transportation between four nickel titanium instrumentation techniques by micro-computed tomography.*** International Endodontic Journal. 2016. Mayo pp1-9
17. Wagner ASBdS, Paloma SG, Fabiola BdC, Luis CR. ***Evaluation by means of diaphanization of root canal preparation in flatenned canals.*** Journal of Dental Science. 2015 Diciembre; 4. pp. 126-131
18. Maryam V, Mitra V, Shahriar S, Farhad F, Rasoul YM, Farhadian M. ***Efficacy of a Novel Rotary System in Reduction of Intracanal Bacteria: An in vitro Study.*** Iranian Endodontic Journal. 2016 Mayo. pp. 219-222
19. Saber SEDM, Nagy MM, Schäfer E. ***Comparative evaluation of the shaping ability of Protaper Next, iRace and Hyflex CM rotary NiTi files in severely curved root canals.*** International Endodontic Journal. 2015. pp. 131-136
20. Sirawut Hu, Somsinee P, Jirapat S, Arata E, Hideaki S. ***Shaping ability of Protaper Next and iRace files in simulated S-shaped canals.*** Australian Endodontic Journal. 2016; 42. pp. 32-36