

Carolina Vela Ochoa  
Egresada Facultad de Odontología, Universidad Católica  
Santiago de Guayaquil



V O L U M E N S I E T E N Ú M E R O U N O  
P A G : 2 0 - 2 9

Dra. Jenny Guerrero Ferreccio  
Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador  
Directora del postgrado en Endodoncia  
Universidad Católica Santiago de Guayaquil



## ESTUDIO IN VITRO SOBRE EL MODELO DE APERTURA CAVITARIA Y SU IMPLICACIÓN DIRECTA EN LAS DIFERENTES TÉCNICAS PARA DESOBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES

IN VITRO STUDY ON THE CAVITARY  
OPENING MODEL AND ITS DIRECT IMPLICATION  
IN THE DIFFERENT TECHNIQUES FOR  
CLEARING ROOT CANALS

### Resumen

**Introducción:** El acceso al conducto radicular es un paso inicial clave y de suma importancia en cualquier tratamiento endodóntico, ya que a través de este se podrá alcanzar una óptima desinfección o remoción de gutapercha en el conducto radicular. **Objetivo:** Analizar el efecto de las diferentes técnicas de apertura sobre la capacidad de desobturación de los sistemas de limas Protaper Universal Retreatment (PUR) y Profile System (PS), y definir cuál es la combinación más eficaz mediante un análisis radiográfico. **Materiales y Métodos:** 56 incisivos laterales superiores extraídos y previamente obturados se dividieron en 4 grupos; Grupo C-PS (n=14): apertura a través del cíngulo y utilización de PS para el proceso de desobturación, C-PUR (n=14): apertura cingular y utilización de PUR, I-PS (n=14): apertura a través del borde incisal y utilización de PS, finalmente I-PUR (n=14): apertura incisal y utilización de PUR. Durante todo el proceso se cronometró el tiempo de trabajo por muestra. La cantidad de remanente de gutapercha fue evaluado en píxeles lineales. **Resultados:** Ninguno de los grupos pudo remover la gutapercha en su totalidad, sin embargo, la apertura incisal y las limas Profile obtuvieron mejores resultados. **Conclusión:** La apertura influye de manera significativa en el proceso de desobturación y las limas Profile son más eficaces frente a las limas PUR.

**Palabras clave:** Apertura, Desobturación, Profile, Protaper Universal Retreat

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 DE JULIO DE 2020  
FECHA DE ACEPTACIÓN: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2020

Autor de correspondencia:  
Dra. Jenny Guerrero F.  
endofile@hotmail.com

## Abstract

**Introduction:** Access to the root canal is a key and important initial step in any endodontic treatment, since through this you can achieve optimal disinfection or removal of gutta-percha in the root canal. Objective: To analyze the effect of the different cavity access techniques on the deobturation capacity of the Protaper Universal Retreatment (PUR) and Profile System (PS) file systems, and to define which is the most effective combination through a radiographic analysis. **Materials and Methods:** 56 extracted and previously filled upper lateral incisors were divided into 4 groups; Group C-PS (n=14): opening through the cingulum and use of PS for the gutta-percha removal, C-PUR (n = 14): cavity access through the cingulum and use of PUR, I-PS (n = 14): cavity access through the incisal edge and use of PS, finally I-PUR (n = 14): incisal opening and use of PUR. During the entire process, the working time per sample was timed. The amount of gutta percha remnant was evaluated in linear pixels. Results: None of the groups could remove the gutta percha in its completeness, however the incisal opening and the Profile files obtained better results. **Conclusion:** The opening significantly influences the process of desobturation and the profile of the files are more specific compared to PUR files.

**Keywords:** Access, Canal filling removal, Profile, Protaper Universal Retreatment

## Introducción

El acceso al conducto radicular es un paso inicial clave y de suma importancia en el tratamiento endodóntico de cualquier pieza dental. Una correcta apertura permite la óptima desinfección, conformación y posterior sellado de los conductos radiculares para prevenir una futura reinfección bacteriana y restablecer la salud de los tejidos adyacentes (1-4).

Al realizar la apertura de la cámara pulpar, se crea una guía de acceso que debe estar libre

de interferencias para que las limas cumplan con su objetivo durante el tratamiento. Cuando se encuentran interferencias en el acceso, estos instrumentos pueden desviarse del conducto radicular, trayendo como consecuencia perforaciones, falsas vías o creando escalones durante la instrumentación (1,3).

Como en todos los tratamientos odontológicos, existen diferentes formas de realizar la apertura según la escuela y las preferencias del operador. Existen dos tipos de aperturas para los incisivos laterales superiores, uno a través del cíngulo (Cingular) y otro a través del borde incisal (Incisal). El punto inicial de entrada es la superficie lingual coronal al cíngulo, con la fresa en ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal del diente. En cambio, en la apertura incisal el punto de entrada se localiza justo por debajo del borde incisal en la superficie lingual de la corona, con la fresa paralela al eje longitudinal de la pieza. Este acceso en línea recta permite el uso sin impedimentos de instrumentos endodónticos durante el tratamiento (3,4).

Por otro lado, en un retratamiento es esencial poder desobturar o remover todo el material de gutapercha que se encuentra en el conducto radicular, con el fin de eliminar la mayor cantidad de microorganismos posibles y poder por ende erradicar la patología periapical (6-9). El objetivo de este estudio es analizar cómo el tipo de apertura realizada en los incisivos laterales superiores afecta la capacidad de las diferentes técnicas de desobturation (Protaper Universal Retreatment y Profile System) y definir cuál de estas es la más eficaz mediante un análisis radiográfico.

## Materiales y métodos

Con la aprobación de la Comisión Académica de La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, se procedió a aceptar la donación de 60 incisivos laterales superiores naturales previamente

obturados con técnica de condensación lateral por parte del Instituto de capacitación de la Federación Odontológica Ecuatoriana (INCAFOE).

La muestra se redujo a 56 piezas de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión: Incisivos laterales superiores reales, con un solo conducto, sin instrumentos fracturados, que no presenten curvaturas mayores de 15° con ausencia de escalones previos y con corona remanente.

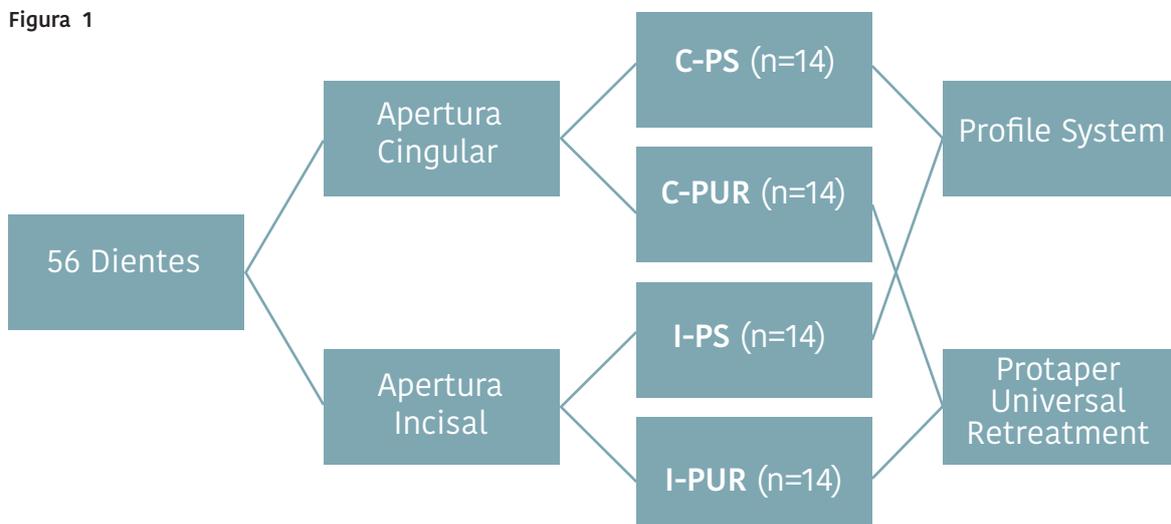
Los criterios de exclusión fueron: Piezas artificiales, multirradiculares con varios conductos, con instrumentos fracturados o que presenten curvaturas mayores a 15°, sin corona remanente. Una vez seleccionada la muestra, esta se dividió en 4 grupos de 14 piezas (n=14). Los grupos alternaron diferentes técnicas de apertura y sistemas de desobturación, creando las siguientes combinaciones; **C-PS:** apertura a través del cingulo y utilización de PS para el proceso de desobturación, **C-PUR:** apertura cingular y utilización de PUR, **I-PS:** apertura a través del borde incisal y utilización de PS,

finalmente **I-PUR:** apertura incisal y utilización de PUR. (Fig. 1)

Los 56 incisivos fueron restaurados con un sistema adhesivo universal de (Dentsplay Sirona) y resina fluida (Filtek™ Bulk Fill de 3M), de tal forma que la apertura del operador anterior fuera obturada como sucedería en un retratamiento convencional. Todas las piezas fueron almacenadas durante los 4 meses que duró el estudio, de forma individual en un envase hermético con un algodón humedecido en agua destilada para conservar la humedad adecuada para no modificar las cualidades normales de la gutapercha y el cemento endodóntico, además de prevenir la pérdida de agua de las piezas naturales.

Se tomó 2 radiografías a cada pieza con la ayuda de un radiovisiógrafo Zen-X de Novatech Dental en un formato JPG; la radiografía inicial (RxI): que muestra la cantidad total de gutapercha, y la radiografía final (RxF): que muestra cuanto remanente quedó luego del

Figura 1



proceso de desobturación. Para realizar las tomas radiográficas se diseñó un posicionador que permite colocar las piezas en la misma posición tanto en la radiografía inicial como en la final.

Una vez que se tomó la Rxl de cada diente, se continuó a realizar el tipo de apertura correspondiente con una turbina de alta y dos fresas de carburo de tungsteno; una fresa redonda de carburo número 4, y otra para eliminar interferencias, la fresa endo Z de Dentsply Maillefer. Con un explorador DG 16 de Dentsply Maillefer se localizó el conducto, luego se procedió a realizar el proceso de desobturación con los diferentes sistemas usando el motor endodóntico X.smartplus de Dentsply, Maillefer.

Con el sistema Protaper Universal Retreatment se usó la lima D1 a nivel del tercio coronal a 700rpm con un torque de 2 Ncm ya que este posee una punta activa y necesita producir mayor calor y fricción para poder crear un canal y remover la gutapercha. Luego las limas D2, a tercio medio, y D3, hasta el tercio apical, con 350rpm y un torque de 2 Ncm, aplicando rotación continua.

En cambio, en el sistema Profile se utilizaron dos limas, primero la lima Profile Orificio 3 que trabaja en el tercio coronal, cervical y medio, en movimiento de picoteo y cepillado a 1200 rpm (8) con un torque de 4 Ncm, luego la lima Profile 25 con conicidad del 6%, de la misma manera para trabajar el tercio apical. Se modificó el uso del fabricante para producir mayor calor y fricción.

Entre cada instrumentación independientemente del sistema de limas se irrigó con hipoclorito de sodio al 2,5% con agujas NaviTip de 27G (Ultradent Products) 2 mm coronal a la longitud de trabajo.

No se aplicaron solventes o instrumentos adicionales. El proceso de desobturación se consideró completo cuando no se observó gutapercha remanente dentro del conducto radicular (9).

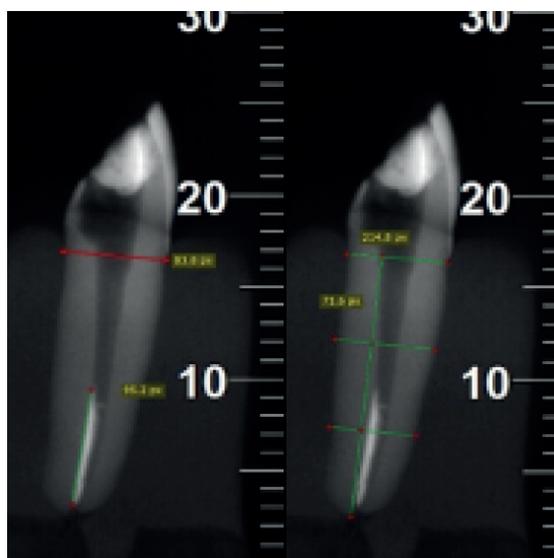
Desde el inicio de la apertura hasta el final del

proceso de desobturación se cronometró todo el tiempo de trabajo de cada pieza para comparar la rapidez y efectividad del sistema rotatorio. Una vez concluido el proceso de desobturación se continuó a realizar la RxF.

Con las RxF y las Rxl, se continuó a realizar la medición de los siguientes tres parámetros; la cantidad total en pixeles lineales de gutapercha que se encuentre en cada pieza, determinar en cuál pared (Palatina o Vestibular) se encuentra el remanente y definir en qué tercio quedó más remanente de gutapercha (cervical, medio y apical).

Con las RxF y la ayuda del software DREdit Edición de radiografía digital se marcó una raya que coincidiera con la línea amelocementaria de la pieza evaluada. A partir de esta línea se procedió a realizar la división por tercios exactos y se calculó en pixeles lineales; primero el valor total de remanente de gutapercha y segundo se definió en cuál tercio quedó mayor cantidad y en que paredes se encontraba remanente. (Fig. 2)

Figura 2



## Pruebas estadísticas

Se realizó un cálculo de muestras (programa GPower 3.1) considerando que las variables a ser estudiadas (tipo de acceso, instrumento de desobturación y tiempo de desobturación) serían de tipo ordinal y numéricas con muestras independientes, resultando en un número mínimo de 56 muestras en total para 4 grupos a ser estudiados (14 muestras por grupo).

Debido a que el número de muestras utilizadas por grupo fue menor de 30, se realizó la prueba estadística Shapiro-Wilk para determinar el tipo de distribución de los resultados, tanto para el análisis de material remanente en el conducto como para el tiempo de desobturación.

En relación a los resultados obtenidos en la cantidad de material remanente en el conducto, se observó que los mismos tienen una distribución no-normal, por lo cual se realizó un análisis estadístico con la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para variables ordinales con muestras independientes.

Con respecto al tiempo empleado para la desobturación del conducto, los resultados obtenidos mostraron que los mismos presentaron una distribución normal, por lo cual se realizó un análisis estadístico con la prueba paramétrica de análisis de varianza (ANOVA) con un factor (tiempo) y con muestras independientes (10).

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS) versión 21.0 (IBM, Armonk, NY, E.U.A). El nivel de significancia establecido para todos los análisis fue del 5% ( $p < 0.05$ ).

## Resultados

Los resultados estadísticos relacionados con la cantidad de material remanente en el conducto radicular y el tiempo de desobturación se

muestran en las tablas 1, 2 y 3.

Por una parte, el análisis muestra que al utilizar el instrumento Profile System, se observó una diferencia significativa cuando la apertura de la cámara pulpar fue realizada desde el cingulo y desde incisal respectivamente (Tabla 2), comparada con la apertura de cámara pulpar hecha desde el cingulo con el instrumento Protaper Universal Retreatment. No se observó diferencia significativa entre ninguno de los otros grupos estudiados.

En relación al tiempo empleado para la desobturación del conducto radicular, el resultado estadístico muestra que el instrumento Profile System realizó la desobturación del conducto radicular en un tiempo significativamente menor (tabla 1) comparado con el instrumento Protaper Universal Retreatment, sin importar si la apertura de la cámara pulpar fue hecha desde incisal o desde el cingulo (Tabla 3).

No se observó diferencia significativa en el tiempo de desobturación cuando se comparó la apertura hecha desde incisal o desde el cingulo si se utilizó el instrumento Profile únicamente en ambos casos o el instrumento Protaper Universal Retreatment únicamente en ambos casos.

En general el tercio cervical fue el que mayor remanente de gutapercha obtuvo de todo el estudio con un 26,79%, de los cuáles el grupo que mayor remanente obtuvo en el tercio cervical fue el grupo C-PUR con un 10,71% (Tabla 4).

Con respecto al remanente de las paredes vestibular y palatina, se encontró que con la apertura cingular el porcentaje más alto, 23,21% tenía remanente en ambas paredes, seguido por la pared palatina con un 14,29% (Tabla 5).

En cambio, con la apertura incisal se observó que, en el mayor porcentaje, 19,64% no se encontró remanente en ninguna de las paredes, seguido del 17,86% en donde se encontraba en ambas paredes (Tabla 5).

**Tabla 1**  
Estadística descriptiva. Cantidad de material remanente en el conducto radicular (píxeles lineales) y tiempo empleado para realizar la desobturación del conducto radicular (minutos) de acuerdo a la localización de la apertura cameral y el instrumento utilizado para desobturar.

Apertura Instrumento	N	Material remanente (píxeles lineales)			Tiempo de desobturación (minutos)		
		Media	Mediana	DE	Media	Mediana	DE
Cíngulum/ProFile	14	62,99	53,55 <sup>a</sup>	64,09	5,18 <sup>a</sup>	4,61	1,64
Cíngulum/ProTaper Universal Retreatment	14	131,49	117,05 <sup>b</sup>	46,36	8,97 <sup>b</sup>	8,40	1,75
Incisal/ProFile	14	40,63	0 <sup>a</sup>	56,89	5,26 <sup>a</sup>	4,96	1,49
Incisal/ProTaper Universal Retreatment	14	83,07	94,60 <sup>a,b</sup>	51,74	8,56 <sup>b</sup>	7,40	2,51

\* Letras diferentes ( <sup>a,b</sup> ) denotan diferencia significativa entre los grupos comparados. Material remanente: Kruskal-Wallis para datos independientes. Tiempo desobturación: ANOVA con un factor para datos independientes y comparaciones múltiples Post-Hoc Tukey. Nivel de significancia P<0.05. N: Número de muestras. DE: Desviación Estandar.

**Tabla 2**  
Comparaciones múltiples entre la cantidad de material remanente en el conducto radicular, la localización de la apertura cameral y el instrumento utilizado para desobturar.

Apertura / Instrumento	Significancia Ajustada
Incisal/ProFile - Cíngulum/ProFile	0,997
Incisal/ProFile - Incisal/ProTaper Universal	<0,001*
Incisal/ProFile - Cíngulum/ProTaper Universal	<0,001*
Cíngulum/ProFile - Incisal/ProTaper Universal	<0,001*
Cíngulum/ProFile - Cíngulum/ProTaper Universal	<0,001*
Incisal/ProTaper - Universal - Cíngulum/ProTaper Universal	0,941

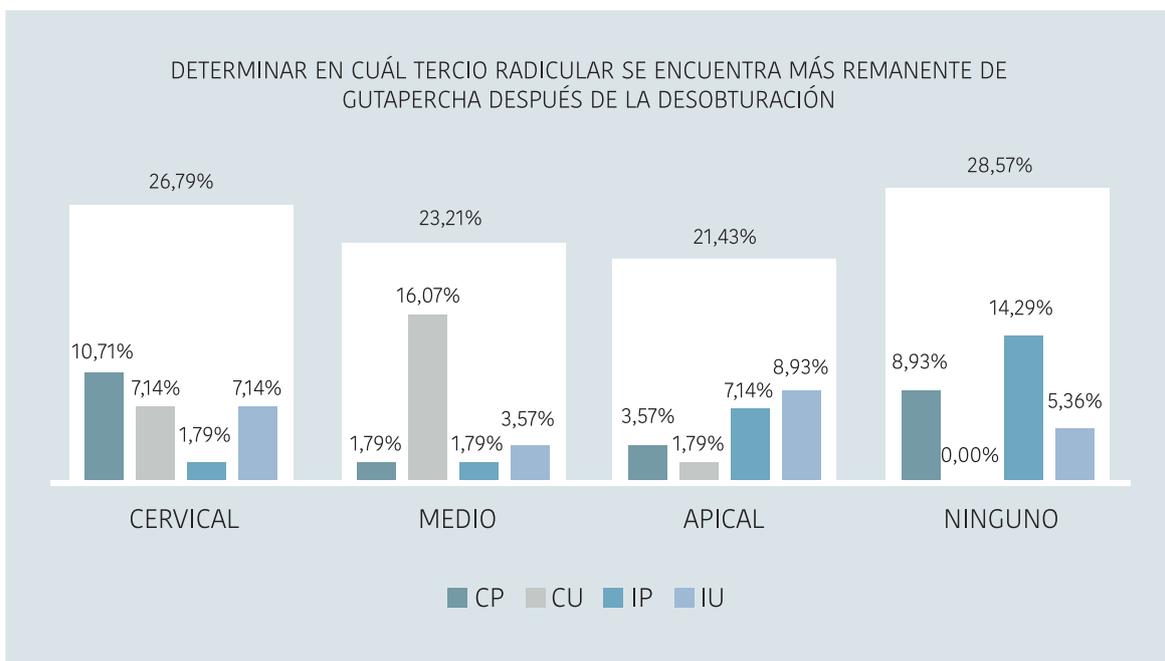
\* Denotan diferencia altamente significativa entre los grupos comparados. ANOVA con un factor para datos independientes y comparaciones múltiples Post-Hoc Tukey. Nivel de significancia P<0.05.

**Tabla 3**  
 Comparaciones múltiples entre el tiempo empleado para la desobturación, la localización de la apertura cameral y el instrumento utilizado para desobturar.

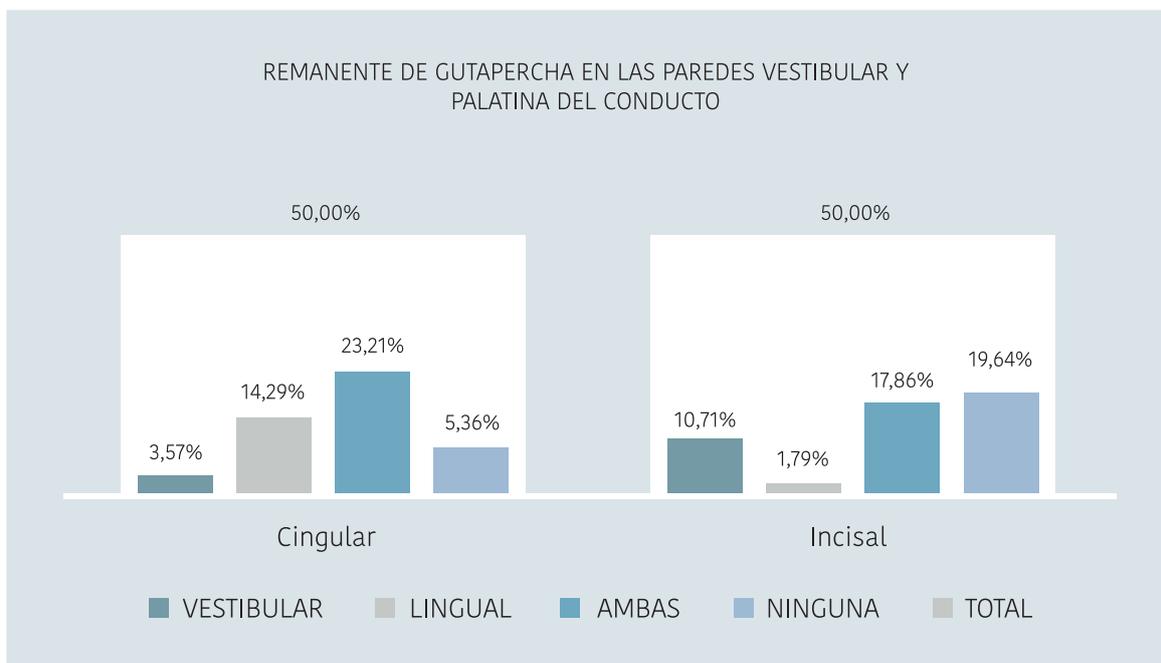
Apertura / Instrumento	Significancia Ajustada
Incisal/ProFile - Cíngulum/ProFile	1,000
Incisal/ProFile - Incisal/ProTaper Universal	0,394
Incisal/ProFile - Cíngulum/ProTaper Universal	0,001*
Cíngulum/ProFile - Incisal/ProTaper Universal	1,000
Cíngulum/ProFile - Cíngulum/ProTaper Universal	0,044*
Incisal/ProTaper - Universal - Cíngulum/ProTaper Universal	0,318

\* Denotan diferencia significativa entre los grupos comparados. Kruskal-Wallis para datos independientes. Nivel de significancia P<0.05.

**Tabla 4**  
 Porcentajes del remanente de gutapercha de acuerdo al tercio en que se encuentra mayor cantidad (píxeles lineales).



**Tabla 5**  
Porcentajes de acuerdo al tipo de apertura y la pared donde se encuentra el remanente de gutapercha.



## Discusión

El acceso de forma lineal al conducto radicular se encuentra establecido como el objetivo principal de la apertura durante cualquier procedimiento endodóntico debido a que permite una mayor desinfección de los conductos radiculares. Dependiendo del tipo de apertura que se realicé (Cingular o Incisal) se podrá lograr un acceso lineal, que en el caso de este estudio traerá como consecuencia una mayor remoción de gutapercha.

De acuerdo con Zillich y Laturno en el 92% de los incisivos laterales maxilares se puede lograr un acceso lineal realizando la apertura de forma Incisal o incluso bucal y en menos del 1% se logra con una apertura Cingular (2,3).

Los resultados indican que sólo con cambiar el tipo de apertura se puede encontrar una diferencia significativa de en la capacidad de desobturación independientemente del sistema

de limas empleado, como se observa en la tabla 2 y 3. Dentro de los resultados también observamos que los grupos con una apertura en el borde incisal obtuvieron una cantidad de remanente de gutapercha en pixeles lineales significativamente menor que en los grupos con una apertura a través del cíngulo.

Por otro lado, Mannan et al. encontró que sólo en los grupos con apertura a través del cíngulo presentan una diferencia significativa entre la cantidad de tinta que se encuentra en las paredes palatinas y vestibulares, versus al grupo con apertura incisal donde no se encontró menor diferencia (4). En los resultados de este estudio podemos observar una situación similar comparando el remanente de gutapercha con el remanente de tinta, anteriormente mencionado. Los grupos con apertura incisal no obtuvieron una diferencia significativa entre ambas paredes, sin embargo los grupos con apertura a través del cíngulo tuvieron un mayor porcentaje en la pared palatina.

En el estudio de Mannan et al. también se evalúan los tercios acorde a las paredes, y en su estudio demuestran que en el tercio coronal en la pared bucal fue mucho más frecuente encontrar remanente de tinta (4). Lo que coincide con los resultados de este estudio, ya que el tercio cervical que equivaldría al coronal, se encontró el 26.79% de remanente de gutapercha, siendo este el promedio más alto comparado con los otros dos tercios.

El sistema de limas Profile obtuvo de forma significativa mejores resultados frente a las limas Protaper Universal Retreatment, observándose una menor cantidad de pixeles lineales de gutapercha indistintamente de la apertura, como se observa en la tabla 1. Esto coincide con el artículo publicado por Yilmaz et al. en donde el grupo 3 (Profile) con un 23.63% obtuvo la menor cantidad de remanente de gutapercha y el grupo 1 (Protaper Universal Retreatment) obtuvo 34.45% demostrando una diferencia significativa entre ambos grupos (9).

En el mismo estudio se evaluó el tiempo de trabajo de ambos instrumentos y la diferencia entre ambos no fue significativa, Profile se tardó en total 41,5 minutos mientras que Protaper Universal Retreatment se tardó 41 minutos (9). Lo que no concuerdan con los resultados de este estudio, ya que se observó que las limas Profile obtuvieron una media de 5,18 y 5,26 min. frente a los grupos con Protaper Universal Retreatment que tardaron 8,97 y 8,56 min., demostrando una diferencia significativa. La discordancia en tiempo puede deberse a la forma en la que se utilizó cada instrumento, en el estudio de Yilmaz et al. se encontró que las limas Profile se usaron a 600rpm y un torque de 2,4 Ncm, en cambio en este estudio se usaron las limas Profile a 1.200rpm a 4 Ncm, aumentando la fricción y calor que ejercen las limas, semejante al estudio publicado por Bramante & Betti en el 2000, quienes usaron las limas Quantec a 1.500 rpm (8).

Al igual que en la mayoría de los estudios ningún sistema de limas fue capaz de lograr

una completa desobturación o remoción total de gutapercha. En todos los grupos se observó por lo menos un pequeño porcentaje de remanente (6-9,10-24).

## Conclusiones

Dentro de los límites de nuestro trabajo podemos concluir que:

El tipo de apertura influye de manera significativa sobre el proceso de desobturación, siendo la apertura incisal la que obtuvo mejores resultados. El tercio en general con mayor cantidad de gutapercha, fue el tercio cervical.

En la apertura cingular se observó más remanente en ambas paredes, seguido por la pared palatina. El tiempo de trabajo no se ve afectado por el tipo de apertura, sin embargo, es menor cuando se emplean las limas Profile.

La capacidad de desobturación de las limas Profile es significativamente mayor frente a las limas Protaper Universal Retreatment durante el retratamiento.

## Limitaciones del estudio

Hay escasa literatura acerca de la influencia de la apertura sobre el proceso de desobturación y en este estudio no se pudo valorar la cantidad volumétrica exacta del remanente de gutapercha.

## Referencias bibliográficas

1. Yahata, Y., Masuda, Y., & Komabayashi, T. Comparison of apical centring ability between incisal-shifted access and traditional lingual access for maxillary anterior teeth. *Australian Endodontic Journal*. 2017;43(3):123-128.
2. Zilich R, Jeromes J. Endodontic access to maxillary lateral incisors. *University of michigan school of dentistry*. 1981;52(4)
3. Zakiyeh Donyavi et al., Sch. J. Evaluation of the effect of access cavity location on apical seal of maxillary anterior teeth. *App. Med*.

Sci. 2016; 4(12D):4503-4507

4. Mannan et al. Access cavities and instrumented surface in root canals. *International Endodontic Journal*. 2001; 34:176-183
5. Coelho, M. S., Card, S. J., & Tawil, P. Z. Light-emitting Diode Assessment of Dentinal Defects after Root Canal Preparation with Profile, TRUShape, and WaveOne Gold Systems. *Journal of Endodontics*. 2016;42(9):1393-1396.
6. Rödiger, T., Wagner, J., Wiegand, A., & Rizk, M. Efficacy of the ProTaper retreatment system in removing Thermafil, GuttaCore or vertically compacted gutta-percha from curved root canals assessed by micro-CT. *International Endodontic Journal*. 2018;51(7): 808-815.
7. Jorgensen, B., Williamson, A., Chu, R., & Qian, F. The Efficacy of the WaveOne Reciprocating File System versus the ProTaper Retreatment System in Endodontic Retreatment of Two Different Obturating Techniques. *Journal of Endodontics*. 2017;43(6): 1011-1013.
8. Bramante C. M. & Betti L.V. Efficacy of Quantec rotary instrument for gutta-percha removal. *Internacional Endodontics Journal* 2000;33(5):463-467
9. Yılmaz, F., Koç, C., Kamburoğlu, K., Ocak, M., Geneci, F., Uzuner, M. B., & Çelik, H. H. Evaluation of 3 Different Retreatment Techniques in Maxillary Molar Teeth by Using Micro-computed Tomography. *Journal of Endodontics*. 2018;44(3):480-484.
10. Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*. 2007; 39:175-191
11. Capar, I. D., Arslan, H., Ertas, H., Gök, T., & Saygılı, G. Effectiveness of ProTaper Universal retreatment instruments used with rotary or reciprocating adaptive motion in the removal of root canal filling material. *International Endodontic Journal*. 2014;48(1):79-83.
12. Joseph, M., Ahlawat, J., Malhotra, A., Rao, M., Sharma, A., & Talwar, S. In vitro evaluation of efficacy of different rotary instrument systems for gutta percha removal during root canal retreatment. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2016
13. Alves, F. R. F., Marceliano-Alves, M. F., Sousa, J. C. N., Silveira, S. B., Provenzano, J. C., & Siqueira, J. F. (2016). Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. *Journal of Endodontics*, 42(7), 1114-1119.
14. De Siqueira Zuolo, A., Zuolo, M. L., da Silveira Bueno, C. E., Chu, R., & Cunha, R. S. (2016). Evaluation of the Efficacy of TRUShape and Reciproc File Systems in the Removal of Root Filling Material: An Ex Vivo Micro-Computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics*, 42(2), 315-319.
15. Özyürek, T., & Demiryürek, E. Ö. Efficacy of Different Nickel-Titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. *Journal of Endodontics*. 2016; 42(4):646-649.
16. Martinho, F. C., Freitas, L. F., Nascimento, G. G., Fernandes, A. M., Leite, F. R. M., Gomes, A. P. M., & Camões, I. C. G. Endodontic retreatment: clinical comparison of reciprocating systems versus rotary system in disinfecting root canals. *Clinical Oral Investigations*. 2014;19(6):1411-1417.
17. Alberto Rubino GA, de Miranda Candeiro GT, Gonzales Freire L, Faga Iglecias E, de Mello Lemos E, Luiz Caldeira C, Gavini G. Micro-CT Evaluation of Gutta-Percha Removal by Two Retreatment Systems. *Iran Endo. J*. 2018;13(2):221-7.
18. Akbulut, M. B., Akman, M., Terlemez, A., Magat, G., Sener, S., & Shetty, H. Efficacy of Twisted File Adaptive, Reciproc and ProTaper Universal Retreatment instruments for root-canal-filling removal: A cone-beam computed tomography study. *Dental Materials Journal*. 2016;35(1):126-131.
19. Raj PKT, Mudrakola DP, Baby D, Govindankutty RK, Davis D, Sasikumar TP, Ealla KKR. Evaluation of Effectiveness of Two Different Endodontic Retreatment Systems in Removal of Gutta-percha: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract*. 2018;19(6):726-731.
20. Fatima, Kainath & Nair, Rohit & Khasnis, Sandhya & Vallabhaneni, Saritha & D. Patil, Jayaprakash. Efficacy of rotary and reciprocating single-file systems on different access outlines for gutta-percha removal in retreatment: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2018;21:354-358.
21. Tomer A, Miglani A, Sahni S, Goud V, Vaidya S, Kumari A. Comparison of efficacy of three Ni-Ti instruments in removal of gutta-percha from root canal. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 2017;16(4):32-37
22. Marfisi K, Mercadé M, Plotino G, Clavel T, Duran-Sindreu F, Roig M. Efficacy of Reciproc<sup>®</sup> and Profile<sup>®</sup> Instruments in the Removal of Gutta-Percha from Straight and Curved Root Canals ex Vivo. *J Oral Maxillofac Res*. 2015;6(3)
23. Azim, A. A., Wang, H. H., Tarrosh, M., Azim, K. A., & Piasecki, L. Comparison between Single-file Rotary Systems: Part1 Efficiency, Effectiveness, and Adverse Effects in Endodontic Retreatment. *Journal of Endodontics*. 2018
24. Rossi-Fedele, G., & Ahmed, H. M. A. Assessment of Root Canal Filling Removal Effectiveness Using Micro-computed Tomography: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*. 2017;43(4):520-526.
25. Monguilhott Crozeta, B., Damião de Sousa-Neto, M., Bianchi Leoni, G., Francisco Mazzi-Chaves, J., Terezinha Corrêa Silva-Sousa, Y., & Baratto-Filho, F. A micro-computed tomography assessment of the efficacy of rotary and reciprocating techniques for filling material removal in root canal retreatment. *Clinical Oral Investigations*. 2016;20(8):2235-2240.