

## Eficacia de un método de limpieza de instrumentos endodónticos de Níquel-Titanio con láser Nd:Yag.

Vite Hernández Damara Citlalli,\* Luna Lara Carlos Alberto,\*\* Luna Domínguez Jorge Humberto,\*\*  
Luna García Bertha,\*\* Oliver Parra Rogelio.\*\*

### Resumen

La eliminación de debris dentinario alojado en la superficie de instrumentos endodónticos es un objetivo previo a su esterilización evitando el riesgo de infección cruzada. Objetivo: Evaluar la limpieza causada por un innovador método láser Nd: Yag para eliminar debris dentinario acumulado en la superficie de instrumentos endodónticos de Níquel-Titanio X2 de Protaper Next. Materiales y Métodos: Experimento in vitro (n=12 caras) de 6 instrumentos X2 y 6 Wave One Gold en el que se tiñeron instrumentos endodónticos con solución Van Gieson registrando el debris bajo microscopía estereoscópica en instrumentos usados y posteriormente tratados con 2 diferentes métodos de limpieza: Grupo A: Láser Nd: Yag (250 mJ, 3Hz) o Grupo B: Ultrasonido (15 minutos). El debris remanente teñido fue categorizado para su análisis. Se obtuvieron imágenes bajo microscopía estereoscópica (35X) evaluadas por 2 endodoncistas calibrados. Los datos se analizaron con la prueba Kruskal Wallis en el programa SPSS 21 a un alfa .05. Resultados: El láser Nd:Yag elimina significativamente mayor debris dentinario adherido a la superficie de instrumentos de Níquel titanio que el método de limpieza con ultrasonido ( $p < 0.05$ ). Conclusiones: El láser Nd: Yag es un método eficaz para limpiar la superficie de instrumentos rotatorios de níquel-titanio previo a su esterilización.

Palabras clave: ultrasonido, debris, limpieza de instrumentos dentales, prion Creutzfeldt-Jacob.

### Abstract

The elimination of dentinal debris deposited on the surface of endodontic instruments is a pre-sterilization objective to avoid the risk of cross-infection. Objective: To evaluate the cleaning caused by an innovative Nd: Yag laser method to remove surface accumulated dentin debris from Protaper Next Nickel-Titanium X2 endodontic instruments. Materials and Methods: In vitro (n = 12 sides) experiment of 6 Protaper Next X2 and 6 Primary Wave One Gold instruments in which endodontic instruments with Van Gieson solution were stained under stereoscopic microscopy on used instruments and subsequently treated with 2 different methods of cleaning: Group A: Nd: Yag laser (250 mJ, 3Hz) or Group B: Ultrasound (15 minutes). The remaining stained debris was categorized for analysis. Images were obtained under stereoscopic microscopy (35X) evaluated by 2 calibrated endodontists. Data were analyzed with the Kruskal Wallis test in the SPSS 21 program at alpha .05. Results: The Nd: Yag laser significantly eliminates dentin debris adhering to the surface of nickel titanium instruments than the ultrasonic cleaning method ( $p < 0.05$ ). Conclusions: The Nd: Yag laser is an effective method for cleaning the surface of nickel-titanium rotary instruments prior to sterilization.

Key words: ultrasonics, debris, cleaning dental instruments, prion, Creutzfeldt-Jacob.

\* Egresada del posgrado en Endodoncia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

\*\*Docente de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Correspondencia: Rogelio Oliver Parra e-mail: roliver@docentes.uat.edu.mx

Recibido: Noviembre: 2017 Aceptado: Febrero 2018

### Introducción

El riesgo de infección cruzada debido a la transmisión de virus y/o bacterias a través de instrumentos dentales es de gran importancia en las ciencias de la salud.<sup>1,2</sup> En muchos países, es común la reutilización de instrumentos de níquel titanio; por lo que el profesional debe retirar cualquier partícula o residuo orgánico adherido a las estrías de los instrumentos para minimizar el riesgo de infección cruzada. Por ello, los instrumentos endodónticos deben someterse a un riguroso método de limpieza previo a su esterilización debido a que estos, por su diseño transversal, suelen alojar una gran cantidad de debris de dentina.<sup>3,4,5</sup> La eliminación de estos residuos por los métodos tradicionales es sumamente complicado.<sup>6</sup> Se ha descrito que la descontaminación de instrumentos endodónticos reutilizados no es confiable cuando se maneja por métodos

comunes.<sup>7</sup> Otro aspecto que enfatiza la necesidad de que los instrumentos estén completamente limpios previo a la esterilización es la posibilidad de transmisión de la enfermedad Creutzfeldt-Jacob.<sup>8</sup> Está es una enfermedad que debe alertar a los profesionales de la salud debido a que es incurable y mortal.<sup>8,9</sup> El agente causal de esta enfermedad es un prion anormal resistente a la esterilización convencional.<sup>10</sup>

La infectividad de esta proteína priónica se ha encontrado en la pulpa dental en algunos modelos animales y aunque no ha sido demostrada en humanos no puede descartarse su posible transmisión.<sup>11</sup> El proceso más habitual de limpieza de instrumentos endodónticos es el método ultrasónico.<sup>12-15</sup> Sin embargo, se ha reportado que la exposición de instrumentos de níquel titanio hasta

una hora en ultrasonido, no es capaz de eliminar en todos los casos el debris biológico alojado en su superficie, por lo que se considera que los instrumentos endodónticos debieran usarse una sola vez.<sup>16</sup> Además, se ha señalado que el ultrasonido es insuficiente para eliminar totalmente los residuos cuando se colocan instrumentos endodónticos en contenedores perforados.<sup>12-16</sup>

En conjunto con la limpieza por ultrasonido, son diversas las sustancias que se han usado como coadyuvantes para limpiar limas o instrumentos de níquel titanio.<sup>15,17</sup> Con el paso de los años, se ha logrado identificar que la pre humidificación de instrumentos con clorhexidina o soluciones enzimáticas previo a la esterilización es eficaz, dejando 100% limpia la superficie de instrumentos endodónticos.<sup>17</sup> A la fecha, no se ha reportado el uso de protocolos de limpieza de instrumentos de Níquel titanio con láser Nd: Yag.

El láser Nd:Yag presenta múltiples aplicaciones en el área médica<sup>18</sup> y odontológica.<sup>19-21</sup> Se ha demostrado su potencial eficacia en la eliminación de lodo dentinario dentro del conducto radicular<sup>22</sup> y del barro dentinario en el alisado radicular en periodoncia.<sup>23</sup> Es necesario identificar alternativas eficaces que dejen la superficie de estos instrumentos completamente limpia para que, en conjunto con la esterilización, eliminen por completo el potencial riesgo de infección cruzada. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de un innovador método láser Nd: Yag para eliminar debris dentinario acumulado en la superficie de instrumentos endodónticos de Níquel-Titanio.

## Materiales y Métodos

En un experimento in vitro controlado y longitudinal se incluyeron un total de 12 instrumentos nuevos de níquel titanio X2 (n=12), (ProTaper Next, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y WaveOne Gold Primary (n=12), (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Los instrumentos fueron usados bajo condiciones clínicas en la instrumentación de conductos mesiales de molares inferiores. Todas las molares presentaron vitalidad pulpar, ápice completamente formado y curvatura radicular de 10 a 20° según el criterio de Schneider.<sup>24</sup> Se determinó la longitud de trabajo asegurando que un

instrumento K-Flexofile #15(Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ofreciera resistencia en los 2 últimos milímetros del conducto radicular. La instrumentación de los conductos radiculares se practicó de acuerdo a las recomendaciones del fabricante dejando la preparación apical en X2 o a un instrumento Wave One Gold Primary.

Durante la instrumentación, los conductos radiculares fueron irrigados con 2 ml de NaOCl al 2.5% entre cada instrumento. Para la observación y captura de imágenes de los instrumentos usados y sucios se construyeron cubos de bronce de 0.9 cm por lado a la que se marcaron cuatro caras denominadas A, B, C y D. Por un lado del cubo se dejó un orificio donde se fijaron los instrumentos de níquel titanio. Todos los instrumentos fueron marcados en su mango con una fresa de diamante (Mani SF-11) orientando este punto de referencia con uno marcado en el centro de la cara "A" de la base de bronce de tal forma que en el análisis posterior de la limpieza de los instrumentos se hizo coincidir estos puntos de referencia asegurando con ello la observación de la misma cara. A lo largo del instrumento, se capturaron 3 imágenes bajo microscopía estereoscópica (Leica EZ4D, Singapore, 20X) por 2 caras de cada instrumento que fueron seleccionadas de forma aleatoria. Las caras evaluadas fueron la "A" y "C". El sitio de estudio a lo largo de los 16 mm de la parte activa fueron: sitio 1 (D0 a D6), sitio 2 (D6 a D11) y sitio 3 (D12 A D16).

Para su correcta manipulación, todos los instrumentos contaminados fueron sujetados por el mango. Posteriormente tanto los instrumentos X2 como Wave One Gold Primary, fueron sumergidos en una solución (ácido pícrico 1.2%, fucsina ácida acuosa 1%) Van Gieson (Sigma-Aldrich Inc; St. Louis MO, USA) durante 3 minutos para teñir cualquier material orgánico o debris de origen biológico.<sup>25</sup> Se conoce que esta solución es capaz de teñir colágeno el cual generalmente se presenta comúnmente en el debris generado durante la instrumentación.<sup>6</sup> Para evaluar el debris alojado en la superficie de los instrumentos sucios se establecieron las siguientes categorías:<sup>4,6,25</sup>

Categoría de debris: Limpio, partículas de materia teñidas de naranja, sin teñir partículas de material.

Extensión de debris teñido: Ligero: pocas partículas dispersas separadas. Moderado: Numerosas partículas con áreas continuas cubierta. Extenso: con debris empaquetado. Dos endodoncistas previamente calibrados (Kappa=.86, buena fuerza de concordancia) categorizaron el debris observado en cada imagen.

#### Evaluación de diferentes métodos de limpieza

Los instrumentos utilizados en la limpieza y conformación de conductos radiculares fueron asignados aleatoriamente a 2 protocolos de limpieza previa a su esterilización:

*Grupo A: Limpieza con Ultrasonido (Biosonic®, Coltene UC50D).* Instrumentos X2 y Wave One Gold Primary (n=12 caras de 6 instrumentos de cada marca); se limpiaron de acuerdo a la propuesta establecida por Parashos *et al.* (17) de la siguiente manera:

1. Diez movimientos de limpieza de instrumentos dentro de esponja humidificada con Clorhexidina al 0.2%.
2. Humidificación en una solución enzimática (Zymex, Sultan Healthcare, Englewood, NJ) por 30 minutos.
3. Inmersión en solución enzimática y ultrasonido (BioSonic UC 50DB, Coltène/Whaledent, Ohio / USA) por 15 minutos.
4. Enjuague en chorro de agua por 20 segundos.

#### *Grupo B, Limpieza con láser Nd: Yag.*

Instrumentos X2 y Wave One Gold Primary (n=12 caras de 6 instrumentos de cada marca); fueron expuestos a eliminación del debris dentinario aplicando 40 disparos de láser Nd: YAG (Bralax Láser Labs, S de RL) 250 mJ, 3Hz, por cada cara (A y C) a una distancia de 6 cm (Figura 1). Los datos resultantes se analizaron en el programa SPSS 21 manejando un alfa .05 en las diferentes pruebas estadísticas.

## Resultados

Posterior al protocolo de uso clínico, todos los instrumentos se encontraron sucios, la mayoría con restos de partículas de colores, partículas pigmentadas de rojo o naranja. Los resultados de cantidad de debris antes de la limpieza de los instrumentos se observa en la tabla 1.

Se observó que el láser Nd:Yag dejó todos los instrumentos limpios (Tabla 2). La prueba U Mann Whitney evidencio diferencias estadísticamente significativas en donde los instrumentos asignados a la técnica láser presentaron significativamente un mayor porcentaje de superficie limpia (p<0.05). Los resultados de la pigmentación de debris después de ensuciar los instrumentos bajo condiciones clínicas se observan en la Tabla 3.

Se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la extensión de debris entre los diferentes métodos, donde prevaleció una extensión de debris de tipo leve (p<.05). Practicado los métodos de limpieza, se identificó que el láser Nd:Yag no dejó ningún tipo de pigmentación sobre la superficie de los instrumentos (Tabla 4). La exposición de instrumentos X2 y Wave One Gold al láser Nd:Yag fue capaz de eliminar en su totalidad la pigmentación de los instrumentos, siendo superior al empleo de ultrasonido (p<.05) (Figuras 2 y 3).

Tabla 1. Frecuencias (%) de cantidad de debris para el grupo de ultrasonido y láser previo al proceso de limpieza.

Lima	Cantidad de debris Pre-limpieza	Técnica		Total	Valor p
		UltraSonido	Láser		
Protaper Next X2	SD	32 (88.9%)	36 (100%)	68 (94.4%)	0.041
	F	3 (8.3%)	0 (0%)	3 (4.2%)	
	UD	1 (2.8%)	0 (0%)	1 (1.4%)	
	Total	36 (100%)	36 (100%)	72 (100%)	
WaveOne Gold Primary	SD	28 (77.8%)	35 (97.2%)	63 (87.5%)	0.015
	F	4 (11.1%)	0 (0%)	4 (5.6%)	
	UD	4 (11.1%)	1 (2.8%)	5 (6.9%)	
	Total	36 (100%)	36 (100%)	72 (100%)	

Categorías para el debris: SD) Resto de partículas de colores, partículas pigmentadas de rojo o naranja, F) Una delgada capa no estructurada en parte de la superficie del instrumento y en general teñido de rojo, UD) Restos de partículas sin teñir partículas finas que no presentan una tinción roja o naranja, C) Limpias.

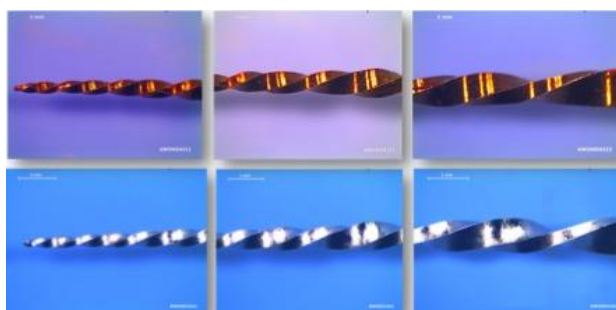
Figura 1. Montaje experimental para la limpieza de instrumentos de Níquel-Titanio con láser Nd:Yag.



Figura 2. Instrumentos Protaper Next X2 sucios y teñidos (superior). Instrumentos tratados con láser (inferior).



Figura 3. Instrumentos Wave One Gold Primary sucios y teñidos (superior). Instrumentos tratados con láser (inferior).



### Discusión

Diversos estudios han recomendado la limpieza de instrumentos antes de su esterilización para minimizar el riesgo de infecciones cruzadas.<sup>4,6,17</sup> Linsuwanont et al.<sup>4</sup> y Parashos et al.<sup>17</sup> concluyeron que es posible la remoción completa de debris orgánico depositado sobre instrumentos endodónticos cuando se usa la combinación de procedimientos físicos y químicos. Por esta razón, en nuestro protocolo de limpieza usando el ultrasonido, utilizamos clorhexidina y solución enzimática, así como cepillado manual de los instrumentos buscando con este método, eliminar los residuos de debris alojados en la superficie de los instrumentos endodónticos.

Tabla 2. Frecuencias (%) de cantidad de debris posterior al proceso de limpieza de instrumentos X2 y Wave One Gold Primary con ultrasonido o láser Nd:Yag.

Lima	Cantidad de debris Post-limpieza	Técnica		Total	Valor p
		Ultrasonido	Láser		
Protaper Next X2	F	6 (16.7%)	0 (0%)	6 (8.3%)	0.001
	UD	3 (8.3%)	0 (0%)	3 (4.2%)	
	C	27 (75%)	36 (100%)	63 (87.5%)	
	Total	36 (100%)	36 (100%)	72 (100%)	
WaveOne Gold Primary	SD	9 (25%)	0 (0%)	9 (12.5%)	0.001
	C	27 (75%)	36 (100%)	63 (87.5%)	

Categorías para el debris: SD) Resto de partículas de colores, partículas pigmentadas de rojo o naranja, F) Una delgada capa no estructurada en parte de la superficie del instrumento y en general teñido de rojo, UD) Restos de partículas sin teñir partículas finas que no presentan una tinción roja o naranja, C) Limpias.

Tabla 3. Frecuencias (%) de grado de pigmentación de debris para el grupo ultrasonido y láser Nd:Yag previo al proceso de limpieza.

Lima	Grado de pigmentación de debris	Técnica		Total	Valor p
		Ultrasonido	Láser		
Protaper Next	Ninguna	3 (8.3%)	0 (0%)	3 (4.2%)	0.001
	Una película	10 (27.8%)	0 (0%)	10 (13.9%)	
	Leve	16 (44.4%)	15 (41.7%)	31 (43.1%)	
	Moderada	7 (19.4%)	20 (55.6%)	27 (37.5%)	
	Severo	0 (0.00%)	1 (2.8%)	1 (1.4%)	
	Total	36 (100%)	36 (100%)	72 (100%)	
WaveOne Gold	Una película	5 (13.9%)	0 (0%)	5 (6.9%)	0.705
	Leve	19 (52.8%)	29 (80.6%)	48 (66.7%)	
	Moderada	9 (25%)	7 (19.4%)	16 (22.2%)	
	Severo	3 (8.3%)	0 (0%)	3 (4.2%)	
	Total	36 (100%)	36 (100%)	72 (100%)	

Sin embargo, autores como Marending et al.<sup>26</sup> han reportado que la limpieza ultrasónica es un método ineficaz para eliminar totalmente el debris adherido a instrumentos rotatorios de Ni-Ti. En nuestro estudio, observamos que después del protocolo clínico de instrumentación, existe un gran depósito de debris sobre la superficie de instrumentos de Ni-Ti tal como lo han reportado Smith et al.<sup>27</sup> Estos autores encontraron un alto grado de contaminación residual en las limas endodónticas tras la

descontaminación de rutina después de la comparación de diferentes métodos de limpieza.

En el ámbito médico, es de particular preocupación la transmisión iatrogénica del prión Creutzfeldt-Jakob, un tipo de encefalopatía espongiforme que no tiene tratamiento y en caso de transmisión de esta enfermedad puede llegar a ser fatal. La importancia de lograr la limpieza y esterilización de los instrumentos rotatorios después de su uso, radica en que el material contaminado puede actuar como vehículo para la transmisión de enfermedades al utilizarlas nuevamente. Dado que la agitación mecánica es un factor importante en la limpieza de los instrumentos endodónticos, los resultados de este estudio permiten identificar que el uso del ultrasonido remueve en su mayoría, pero al parecer no en su totalidad, el material orgánico adherido a la superficie de los instrumentos rotatorios de Ni-Ti. Segall et al.<sup>28</sup> recomiendan la limpieza de los instrumentos de endodoncia con gasa durante su uso; sin embargo, reportaron que una gran cantidad de residuos se mantiene adherido a los instrumentos aún después de su limpieza.

El presente estudio identificó que la limpieza con láser Nd:Yag es capaz de eliminar completamente el debris biológico adherido a las superficies de instrumentos rotatorios de Ni-Ti. No existen estudios en donde se evalúe la capacidad de limpieza que posee el láser Nd:Yag en los instrumentos de níquel- titanio. El láser tiene efectos particulares en una muestra irradiada y depende fuertemente de la absorción del tejido a la longitud de onda de irradiación. Si la absorción de luz láser por el tejido orgánico es muy fuerte, la energía se deposita cerca de la superficie y la vaporización se confina a una capa superficial del instrumento.

Previo al experimento, se realizaron diferentes pruebas encontrando que este láser ofrece los mejores resultados cuando se maneja a una potencia de 700 mJ y a una frecuencia de 2 Hz. Identificamos que este método con láser, es capaz de remover en su totalidad el material alojado en los instrumentos de níquel-titanio. Por ello, se observaron diferencias significativas en la eliminación del debris biológico, en donde la limpieza con

Tabla 4. Frecuencias (%) del grado de pigmentación de debris tanto para el grupo de ultrasonido y láser posterior al proceso de limpieza de instrumentos de Níquel-titanio.

Lima	Grado de pigmentación de debris pre-limpieza	Técnica		Total	Valor p
		UltraSonido	Láser		
Protaper Next	Ninguna	27 (75%)	36 (100%)	63 (87.5%)	0.001
	Una película	9 (25%)	0 (0%)	9 (12.5%)	
	Total	36 (100%)	36 (100%)	72 (100%)	
Wave One Gold Primary	Ninguna	28 (77.8%)	36 (100%)	64 (88.9%)	0.003
	Una película	8 (22.2%)	0 (0%)	8 (11.1%)	
	Total	36 (100%)	36 (100%)	72 (100%)	

ultrasonido dejó una película adherida a la superficie de los instrumentos mientras que en el grupo de limpieza con láser Nd- YAG se logró la eliminación total de restos y partículas en la superficie de los instrumentos rotatorios.

Una explicación a esta elevada capacidad de limpieza sobre instrumentos Ni-Ti, radica en el hecho de que la luz láser Nd:Yag al chocar contra el debris húmedo sobre la superficie del instrumento genera en milésimas de segundo una elevada temperatura alcanzando el punto de ebullición hasta producir una micro explosión que desprende el debris y residuos adheridos a la superficie de los instrumentos endodónticos, a este fenómeno se le conoce como ablación. Esta explicación se ha reportado previamente en la evaluación de la eliminación de cálculo dental con láser Nd:Yag manejando diferentes longitudes de onda.<sup>29</sup>

En nuestro estudio, esta circunstancia pudo ser observada ya que cuando la luz láser chocaba contra el instrumento era evidente la aparición de un sonido parecido a un tronido de corta duración y la aparición de una pequeña "nube" producto de la ablación sobre el instrumento. Un interesante hallazgo observado es el hecho que al someter las limas WaveOne Gold Primary a la limpieza con láser, se eliminó el color dorado característico de este instrumento, se piensa que el cambio a un color plateado puede ser un

proceso de la temperatura y ablación generada por el láser sobre la superficie del instrumento.

El uso del láser Nd:YAG es una innovación tecnológica que limpia eficazmente la superficie de instrumentos de níquel-titanio X2 de Protaper Next y Primary de Wave One Gold.

## Referencias

1. Laheji AM, Kistler JO, Belibasakis GN, Välimaa H, de Soet JJ, 2011 EOMWE. Healthcare-associated viral and bacterial infections in dentistry. *J Oral Microbiol.* 2012;4.
2. Al-Dharrab AA, Al-Samadani KH. Assessment of hepatitis B vaccination and compliance with infection control among dentists in Saudi Arabia. *Saudi Med J.* 2012;33(11):1205-10.
3. Johnson MA, Primack PD, Loushine RJ, Craft DW. Cleaning of endodontic files, Part I: The effect of bioburden on the sterilization of endodontic files. *J Endod.* 1997;23(1):32-4.
4. Parashos P, Linsuwanont P, Messer HH. Effective cleaning protocols for rotary nickel-titanium files. *Aust Endod J.* 2003;29(1):23-4.
5. Elmsallati EA, Wadachi R, Ebrahim AK, Suda H. Debris retention and wear in three different nickel-titanium rotary instruments. *Aust Endod J.* 2006;32(3):107-11.
6. Linsuwanont P, Parashos P, Messer HH. Cleaning of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J.* 2004;37(1):19-28.
7. Letters S, Smith AJ, McHugh S, Bagg J. A study of visual and blood contamination on reprocessed endodontic files from general dental practice. *Br Dent J.* 2005;199(8):522-5; discussion 13.
8. Molesworth AM, Smith AJ, Everington D, Ord F, Watt P, Will RG, et al. Risk factors for variant Creutzfeldt-Jakob disease in dental practice: a case-control study. *Br Dent J.* 2012;213(11):E19.
9. Azarpazhooh A, Fillery ED. Prion disease: the implications for dentistry. *J Endod.* 2008;34(10):1158-66.
10. Bali Z, Bali RK, Nagrath S. Prion diseases: risks, characteristics, and infection control considerations in dentistry. *J Investig Clin Dent.* 2011;2(4):236-40.
11. Smith AJ, Bagg J, Ironside JW, Will RG, Scully C. Prions and the oral cavity. *J Dent Res.* 2003;82(10):769-75.
12. Van Eldik DA, Zilm PS, Rogers AH, Marin PD. A SEM evaluation of debris removal from endodontic files after cleaning and steam sterilization procedures. *Aust Dent J.* 2004;49(3):128-35.
13. Popovic J, Gasic J, Zivkovic S, Petrovic A, Radicevic G. Evaluation of biological debris on endodontic instruments after cleaning and sterilization procedures. *Int Endod J.* 2010;43(4):336-41.
14. Van Eldik DA, Zilm PS, Rogers AH, Marin PD. Microbiological evaluation of endodontic files after cleaning and steam sterilization procedures. *Aust Dent J.* 2004;49(3):122-7.
15. Filho MT, Leonardo MR, Bonifacio KC, Dametto FR, Silva AB. The use of ultrasound for cleaning the surface of stainless steel and nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J.* 2001;34(8):581-5.
16. Aasim SA, Mellor AC, Qualtrough AJ. The effect of pre-soaking and time in the ultrasonic cleaner on the cleanliness of sterilized endodontic files. *Int Endod J.* 2006;39(2):143-9.
17. Parashos P, Linsuwanont P, Messer HH. A cleaning protocol for rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Aust Dent J.* 2004;49(1):20-7.
18. Baranwal VK, Kumar S, Gaur S, Satyabala K, Dutta AK, Murthy PK. An uncommon case of primary iris cyst managed with Nd YAG laser. *Med J Armed Forces India.* 2015;71(Suppl 1):S82-4.
19. Joao-Souza SH, Bezerra SJ, Borges AB, Aranha AC, Scaramucci T. Effect of sodium fluoride and stannous chloride associated with Nd:YAG laser irradiation on the progression of enamel erosion. *Lasers Med Sci.* 2015;30(9):2227-32.
20. John HE, Phen HS, Mahaffey PJ. Treatment of venous lesions of the lips and perioral area with a long-pulsed Nd:YAG laser. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2015.
21. Yamada MK, Watari F. Imaging and non-contact profile analysis of Nd:YAG laser-irradiated teeth by scanning electron microscopy and confocal laser scanning microscopy. *Dent Mater J.* 2003;22(4):556-68.
22. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. Comparative study about the removal of smear layer by three types of laser devices. *J Clin Laser Med Surg.* 1998;16(2):117-22.
23. Wilder-Smith P, Arrastia AM, Schell MJ, Liaw LH, Grill G, Berns MW. Effect of ND:YAG laser irradiation and root planing on the root surface: structural and thermal effects. *J Periodontol.* 1995;66(12):1032-9.
24. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271-5.
25. Sonntag D, Peters OA. Effect of prion decontamination protocols on nickel-titanium rotary surfaces. *J Endod.* 2007;33(4):442-6.
26. Marending M, Lutz F, Barbakow F. Scanning electron microscope appearances of Lightspeed instruments used clinically: a pilot study. *Int Endod J.* 1998;31(1):57-62.
27. Smith A, Dickson M, Aitken J, Bagg J. Contaminated dental instruments. *J Hosp Infect.* 2002;51(3):233-5.
28. Segall RO, del Rio CE, Brady JM, Ayer WA. Evaluation of debridement techniques for endodontic instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1977;44(5):786-91.
29. Gomez C, Costela A, Garcia-Moreno I, Garcia JA. In vitro evaluation of Nd:YAG laser radiation at three different wavelengths (1064, 532, and 355 nm) on calculus removal in comparison with ultrasonic scaling. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(3):366-76.