

REMOVING SMEAR LAYER DURING ENDODONTIC TREATMENT BY DIFFERENT TECHNIQUES - AN IN VITRO STUDY.
A CLINICAL CASE - ENDODONTIC TREATMENT WITH Er:YAG LASER

**在根管治療過程中運用不同的技巧移除澱污層
 — 體外研究
 臨床的案例 — 使用 Er:YAG 雷射於根管治療**

Sharonit Sahar-Helft, DMD; Adam Stabholtz, DMD, Professor

Department of Endodontics, School of Dental Medicine, Hebrew University – Hadassah, Jerusalem, Israel

Stoma Edu J. 2016;3(2):162-167

版權為新北市牙醫學會所有 請勿任意轉載

【指導教授】柯俊宏 副教授 國立台北科技大學機電整合研究所

【研究生】陳閔熙 · 林士傑 · 周紘毅 · 商少凡

Cleaning and shaping the root canal system during endodontic treatment produces a smear layer and hard tissue debris. Removing smear layer through irrigation is a critical adjunct. The aim of this study was (1) to evaluate in vitro the effect of irrigation techniques, irrigation with syringe-needle and laser-activated irrigation with 17% EDTA in root canals and (2) to demonstrate the effect of laser activated irrigation in a patient case.

Sixty extracted teeth were divided into three equal groups; Group 1: treated only with ProTaper™ F3 Ni-Ti files. Group 2: positive-pressure irrigation : 17% EDTA was used for 60-second irrigation, with a syringe. Group 3: Er:YAG laser-activated irrigation with 17% EDTA irrigation was used for 60 second, Laser flat tip was inserted in the upper coronal third of the root canal. Scanning electron microscopy showed that the

smear layer is removed most efficiently using laser-activated irrigation with a 17% EDTA. Smear-layer removal was most effective when the root canals were irrigated using Er:YAG laser at low energy with 17% EDTA solution. This effect was not observed with the positive pressure techniques. A clinical case demonstrate the effect of using Er:YAG laser activated 17% EDTA inside root canal.

Keywords:

endodontic, root canal irrigants, Er:YAG laser, scanning electron microscope, smear layer.

Introduction

進行根管治療是為了預防、治療根尖牙周炎。有效的根管治療包括清潔與塑形可能存在於根管峽、根尖三角區和側根管的不規則三維微結構沿著牙根壁附著的澱污層。澱污層由約1-2 μm 厚的根管壁表面的表面層組成，更深層則被包覆到牙本質小管中，深度達40 μm 。它含有無機和有機物質，包括微生物和壞死碎屑。澱污層除了有被感染的可能性，還可能阻塞牙本質小管阻礙消毒劑滲入，也保護了存在於牙本質小管中的細菌。

Pashley 認為，含有細菌或細菌產物的澱污層可能會成為儲存刺激物的地方。因此，完全去除澱污層將會有效清除存在於根管系統的刺激物。

Peters et al. 的研究同時發現，在使用四種Ni-Ti 根管銼技術，根管表面積的有超

過35%以上沒有任何改變。

為了清潔無法到達的區域，機械器具總是與盪洗做結合，達到去除澱污層，進而達到促進消毒的目的。傳統上使用注射器和針的組合進行根管的盪洗。然而，傳統方式對於牙根尖部的盪洗效果是有限的。所以現在建議使用雷射激活盪洗，以改善盪洗液在根管系統中的分佈，提高盪洗效率。牙科最新進展已經將雷射技術作為一種用於根管治療的新型方式。

在1917年，愛因斯坦寫道：“在適當的條件下可以創造一種特殊的光 - 沒有人曾經看過這樣的光，這種光將是單一的顏色，它不會產生光散射，這將是非常強烈的”。這種光後來被稱為雷射。在不同波長的雷射運用已經使用在傳統輔助的根管清潔程序。雷射脈衝已經顯示與盪洗結合時會在根管空間內引起空穴現象和壓力波。雷射激活盪洗是基於空穴現象：當鉅雷射的脈衝在具有盪洗液的根管中發射時，盪洗液吸收雷射能量導致雷射工作尖尖端形成蒸氣泡。這些蒸氣泡在脈衝期間膨脹，然後在雷射脈衝終止後立即瓦解。鉅雷射在盪洗過程中是非常有效的有效：在2,940nm (Er:YAG雷射) 和 2,790nm (Er;Cr:YSGG雷射) 的水的吸收係數分別為12,000和6,000，並且在雷射工作尖尖端形成蒸氣泡。為了使LAI有效，需要將雷射能量吸收到盪洗液中。

本研究的目的是

- (1) 體評估注射針和雷射兩者搭配17%EDTA 在根管中做盪洗的效果。
- (2) 以病例示範雷射盪洗的效果。



Figure 1. SEM X 10,000 picture presents smear layer after cleaning and shaping the root canal system during endodontic treatment

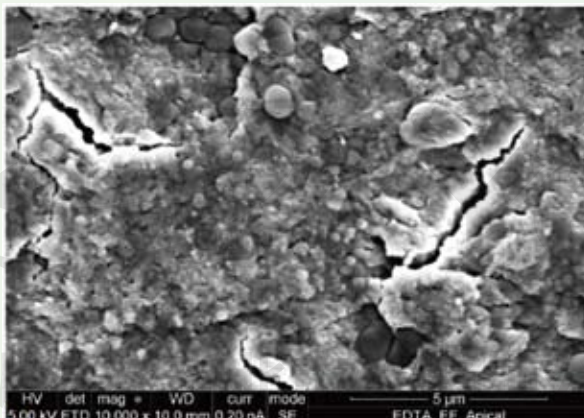


Figure 2. SEM X 10,000 picture presents smear layer at the apical part after irrigation with 10 ml of 17% EDTA using a syringe for 60 seconds

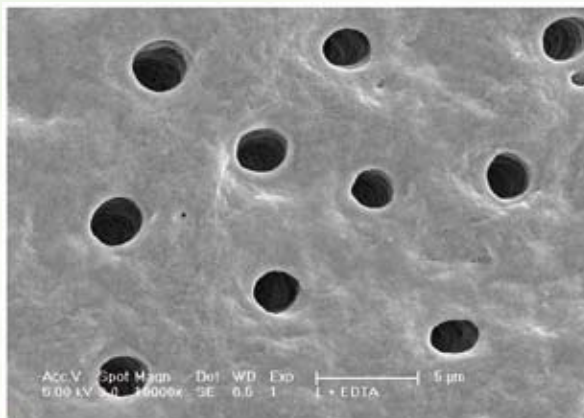


Figure 3. SEM X 10,000 picture presents clean root canal wall with open dentinal tubules after Er:YAG laser with 17% EDTA for 60 seconds

材料與方法

牙齒樣本

在這篇論文研究中使用60顆來自牙周病患的單牙根牙齒，在根管治療實驗前準備ProTaper™ 公司的鎳-鈦根管銼和以2.5%的次氯酸鈉做沖洗的動作，接著用Super-EBA將根管密封以預防灌洗時溶液的洩漏。

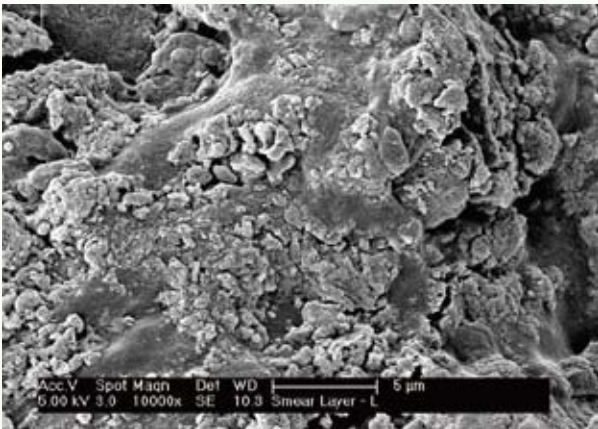
這60顆牙齒將隨機分成三組，第一組：單純以鎳-鈦根管銼做清理。第二組：先以鎳-鈦根管銼做清理，接著以裝有濃度17%的 EDTA 10 ml 的27-G針筒注射器作灌洗的動作60秒。第三組：以鎳-鈦根管銼先做清理，接著用波長2940nm的 Er:YAG 雷射 (LiteTouch™, 以色列) 以 50mJ、10Hz、0.5W 配備長度17mm、直徑400um的藍寶石工作尖深入牙冠3mm處，即在牙根管上方三分之一處，做60秒的無噴水照射，並在雷射照射的過程中注入17%的EDTA，使其產生為震盪來施行60秒盪洗根管的動作。在實驗完成後，會以高速鑽做縱向切割將牙齒切成一半。

電子顯微掃描 (SEM)

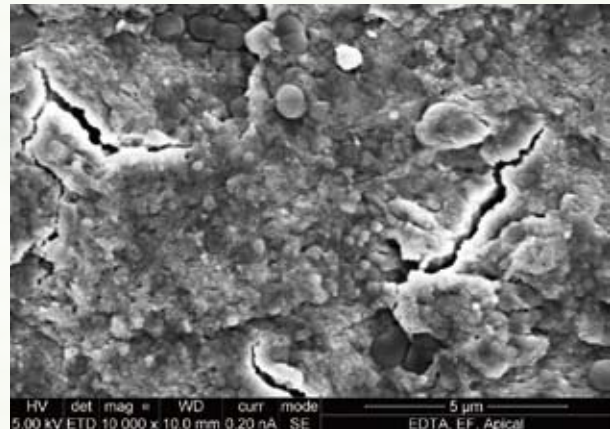
接著將所有樣本乾燥，為了能更清楚的看出掃描結果，用Polaron SC7640 濺鍍機鍍上一層金/鈹塗層。所有實驗的牙齒將用高解析的 FEI Sirion 電子掃描以及 FEI Magellan 超高解析的電子掃描，並將根管的澱污層放大10,000倍。

結果：

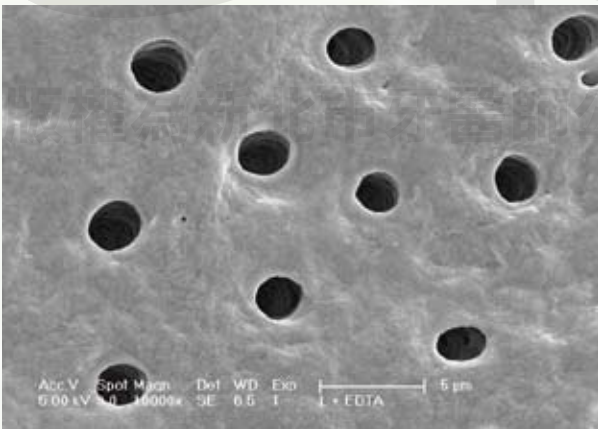
表面型態的檢查



(圖一) 顯示了單純使用根管銼清理後，根管處放大10,000倍的牙本質電子顯微掃描結果，能明顯看出第一組在治療後，牙本質仍殘留澱汗層覆蓋。



(圖二) 為第二組的根管處放大10,000倍的牙本質電子顯微掃描結果，能發現使用根管銼清理，再以裝有17% EDTA 10 ml之注射器做灌洗，只能去除部分的澱汗層，完全看不到牙本質小管。



(圖三) 為第三組，使用根管銼清理並以Er:YAG雷射以及17% EDTA 10 ml做盪洗的電子顯微掃描結果，從圖中能看出此組是三組中擁有最好的澱汗層去除效果的，將原本覆蓋在牙本質小管上的澱汗層完全清除。因此本次實驗驗證了17% EDTA搭配Er:YAG雷射做盪洗為三種作法之中最有效的。

4. 討論

這個體外的研究中，去評估在雷射的照射下使用 17% EDTA 溶液盪洗與常見的注射器盪洗兩者之間效果差異性。在這個研究中盡可能使用完整的牙齒來模擬臨床的情況，最大的盪洗時間為1分鐘10毫升，以減少對牙本質表面的有害影響。長期使用 EDTA溶液可能會增加 Ca^{2+} 從牙本質被去除的可能性，因此研究中，17% EDTA 被限制為1分鐘以防止牙本質硬度、滲透性和溶解度特性發生變化。

透過兩波長 (Er,Cr:YSGG or Er:YAG) 雷射照射的結果，並沒有顯著差異的。利用在根管內所產生的震波形成膨脹和爆炸的蒸氣泡來去除澱汗層，可以明顯的發現，在去除

澱污層的效率上，這兩個波長的結果並沒有顯著性的差異。在我們研究中，我們在這裡使用較低的設定值來雷射，較不會損壞到根管壁(我們在EDX之前測試過這種能量)。

在根管內雷射尖端的位置是很重要的，當在根管內使用雷射時，雷射激活後作為盪洗後的頂端擠壓已被描述在參考²⁰，George等²⁰的一份先前的研究表明，四毫米的尖端透過頂端收縮的染料滲透是五毫米的兩倍，因此我們在體外研究中，我們雷射尖端放置於在根管上方，以避免盪洗擠壓。

在傳統的盪洗技術中，根管治療採用的注射器和根管銼，在根尖的有效性是不可預知的，因為溶液只有在距離注射針頭1.5毫米有效，穿刺的深度取決於管的大小和形態，本研究的結果證實了透過注射器使用17% EDTA 盪洗，將不會影響根尖並且澱污層在根表面的重要部分上保持完整。

雷射治療臨床病例

有一臨床案例，42歲的男子患有糖尿病(糖尿病患者本身的血糖值就較一般人高，對外來的抵抗力較差，所以口腔內容易感染，傷口癒合也較慢)。在檢查上頷骨時顯示側門牙有金屬陶瓷牙冠，且牙根頂端區有囊腫，對其敲打並不會感到疼痛，牙周袋深度正常。根據患者的描述，囊腫已經超過2年時間，經由X光片檢查，發現一大片在側門牙頂端放射性穿透區。(圖4) 所以先摘除金屬陶瓷牙冠後開始根管治療，清潔根管系統。期間用藥如氫氧化鈣，3種混合液(即混合的3種抗生素：甲硝唑，米諾環素和環丙沙星)，Ledermix，但牙齦囊腫仍然存在。所以決定用Er:YAG laser 治療該病患，將能量設定在0.5W，50mJ，10HZ，持續60秒，且用17% EDTA 作為盪洗液。(圖5)



圖4. a. Radiograph and b. Photograph demonstrated maxillary lateral incisor tooth no #12 with radiolucency and sinus-tract at the apical area

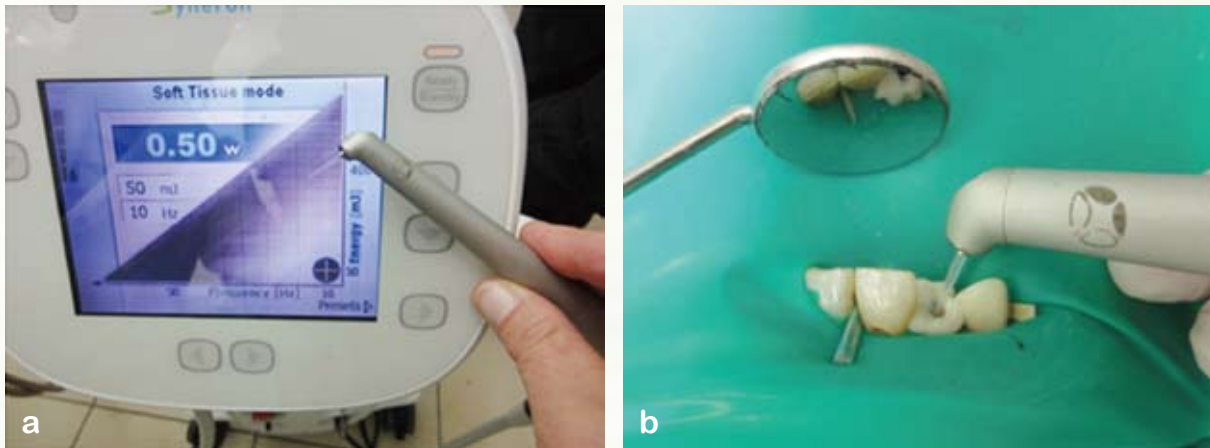


圖5. a. LAI with Er:YAG laser. Radiation was set to 0.5 W, 50 mJ, 10 HZ for 60 seconds.
b. Rubber-dam on tooth no#12 with laser safir tip.

兩年後牙根組織正常的癒合，X光片也顯示沒有可透視區（也就是骨頭完全癒合）。（圖6）

結論

研究可以發現，雷射以低能量沖洗根管時，用 17% EDTA 溶液作為盪洗液，去除澱汙層的效果最好。

REFERENCES

1. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* 1987; 13(4):147-157.
2. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod.* 1984; 10(10):477-483.
3. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 94(6):658-666.
4. Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res.* 1986; 66(8):1375-1379.
5. Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent Suppl.* 1984; 3:13-29.
6. Drake DR, Wiemann AH, Rivera EM, Walton RE. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *J Endod.* 1994; 20(2):78-82.
7. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001; 34(3):221-230.
8. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of



圖6. Radiograph tooth no # 12

- syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* 2004; 37(10):672-678.
9. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001; 34(2):137-141.
 10. Green J, Weiss A, Stern A. Lasers and radiofrequency devices in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2011; 55(3): 585-97, ix-x. doi: 10.1016/j.cden.2011.02.017.
 11. Kimura Y, Wilder-Smith P, Matsumoto K. Lasers in endodontics: a review. *Int Endod J* 2000; 33(3):173-185.
 12. Stabholz A, Sahar-Helft S, Moshonov J. Laser in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2004; 48(4):809-32, vi.
 13. Meire M, De Moor RJG. Lasers in endodontics: laser disinfection, an added value? *Endod Pract Today.* 2007; 1:159-172.
 14. De Moor RJG, Torbeyns D, Meire M. Lasers in endodontics. Part 2: root canal wall cleanliness and modification. *Endod Pract Today.* 2009; 3:19-33.
 15. George R, Rutley EB, Walsh LJ. Evaluation of smear layer: a comparison of automated image analysis versus expert observers. *J Endod.* 2008; 34(8):999-1002. doi: 10.1016/j.joen.2008.05.003.
 16. Hmud R, Kahler WA, George R, Walsh LJ. Cavitation effects in aqueous endodontic irrigants generated by nearinfrared lasers. *J Endod.* 2010; 36(2):275-278. doi: 10.1016/j.joen.2009.08.012.
 17. Blanken J, De Moor RJ, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers Surg Med.* 2009; 41(7):514-519. doi: 10.1002/lsm.20798.
 18. Wieliczka DM, Weng S, Querry MR. Wedge shaped cell for highly absorbent liquids: infrared optical constants of water. *Appl Opt.* 1989; 28(9):1714-1719. doi: 10.1364/AO.28.001714.
 19. George R, Walsh LJ. Apical extrusion of root canal irrigants when using Er:YAG and Er, Cr:YSGG lasers with optical fibers: an in vitro dye study. *J Endod.* 2008; 34(6):706-708. doi: 10.1016/j.joen.2008.03.003.
 20. George R, Meyers IA, Walsh LJ. Laser activation of endodontic irrigants using improved conical laser fiber tips for removing smear in the apical third of the root canal. *J Endod.* 2008; 34(12):1524-1527. doi: 10.1016/j.joen.2008.08.029.
 21. Blanken JW, Verdaasdonk RM. Cavitation as a working mechanism of the Er, Cr:YSGG laser in endodontics: a visualisation study. *J Oral Laser Applic.* 2007; 7:97-106.
 22. Blanken J, De Moor RJ, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 1: a visualization study. *Lasers Surg Med.* 2009; 41(7):514-519. doi: 10.1002/lsm.20798.
 23. De Moor RJ, Blanken J, Meire M, Verdaasdonk R. Laser induced explosive vapor and cavitation resulting in effective irrigation of the root canal. Part 2: evaluation of the efficacy. *Lasers Surg Med.* 2009; 41(7):520-523. doi: 10.1002/lsm.20797.
 24. de Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR, van der Sluis LW. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J.* 2009; 42(12):1077-1083. doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01634.x.
 25. Spangberg L. Instruments, materials, and devices. In: Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp.* 7th ed., St Louis, MO: Mosby Inc., 1998.
 26. Doğan H., Qalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod.* 2001; 27(9):578-580.
 27. Boutsioukis C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LW. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J.* 2010; 43(10):874-881. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01761.x.
 28. Boutsioukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, van der Sluis LW. Evaluation of irrigant flow in the root canal using different needle types by an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod.* 2010; 36(5):875-879. doi: 10.1016/j.joen.2009.12.026