

被動超音波沖洗

(Passive Ultrasonic Irrigation)

及其臨床應用案例分享

作者 | 孔令瑜 / 賴俊璋 / 蔣孟達

介紹

現代的根管治療逐漸走向以鎳鈦旋轉器械取代手動器械修形，以往認為需修型出較大的錐度才能達到完整的清創並創造易於良好封填的型態。時至今日保留更多齒質且遵循根管原始型態為原則所設計的鎳鈦器械開始出現，修型的錐度逐漸從 .07 (Mtwo) .06 (IRace, K3, Profile, M3ProGold, EdgeTaper) 下修至 .05 (Logic) 甚至 .04 (XP-endo Shaper, TruNatomy) 。

同時，沖洗的方式也開始改變，從傳統針頭沖洗演變至音波、超音波輔助沖洗。在封填方面也因為新型態生物陶瓷封填材料¹ (Bioceramic Sealer) 的問世，讓傳統以緻密的馬來膠針封填根管的想想法開始有所改變。伴隨著放大鏡，顯微鏡的普及化，根管治療的流程及品質正在慢慢的進化。

在這個倡議微創的年代，適當的修型是牙醫師共同追求的目標，其中超音波震盪器械對於沖洗效率所帶來的大幅改進絕對扮演著舉足輕重的角色。本文將介紹被動超音波沖洗 (Passive Ultrasonic Irrigation, PUI) 的原理及使用方式，希望讓牙醫師能提升根管治療的品質及效率。

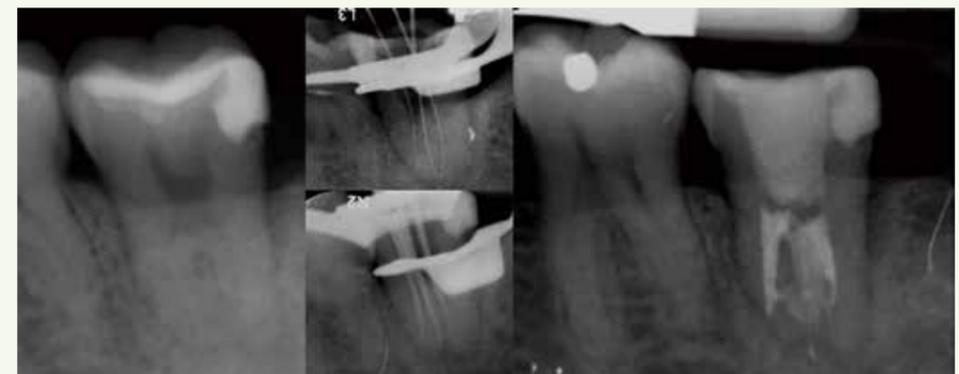
根管的清創主要有四大目的：1. 物理性的移除有活性及壞死的組織以及微生物菌叢 2. 創造適切的沖洗液流動達成化學清創以及滅菌 3. 在清潔與修形後的根管內完成封



圖一：使用鎳鈦旋轉器械達成修型錐度較保守 (.05) 的清創於複雜根管系統 - 近心正中根管 (Mesial-middle canal, MMC)

填 .4. 適當保留牙根結構的完整性^{2,4}。微創根管的理念下，有效的物理清創應該結合策略性的保守性髓腔開擴，同時在盡可能保留牙根牙本質與齒頸部牙本質 (pericervical dentin)⁵ 的修型下保證根管系統能被有效清創。

目前的研究證據告訴我們使用鎳鈦旋轉器械仍無法清創所有的根管壁⁶，即使使用特殊的清創工具如可自行調整的 SAF (Self-Adjusting File) /XP-Endo Shaper 仍有高達 6-35%/17% 的管壁可能是無法被物理清創的^{7,8}。



圖二：複雜的根管型態使根管壁無法單靠物理性器械達成清創 -C 型根管 (C-shape Canal)

被動超音波沖洗 (PUI) 最早在 1980 年由 Weller 學者提出⁹，被動並不能適切的描述這項操作過程，其最早的介紹應該為使用超音波銼針震盪沖洗同時不切削 (noncutting)。PUI 利用高頻率的震動使根管內的沖洗液體產生微聲流 (acoustic microstreaming)，其沿根管壁產生剪切應力，可以清除壁上的碎屑和細菌¹⁰。而震動產生的空穴效應 (Cavitation effect) 則是產生許多微氣泡，這些氣泡迅速向周圍擴散且膨脹並破裂，破裂時釋放能量幫助增加沖洗效果¹¹。

自 1980 年代之後，許多文獻及研究相繼證實 PUI 與傳統針頭沖洗比較下有更好的效率¹²，尤其是在溶解組織及移除牙本質碎屑效率上更勝一籌。2019 年 Lee 學者¹³比較不同沖洗方法及不同根尖製備大小 (apical size) 對於橢圓形或圓形根管的沖洗效率。文獻內使用 31G 的沖洗空針 (最細的空針) 與 PUI 放置到離工作長度 2mm 處配合 3%,10ml 次氯酸鈉 (NaOCl) 溶液進行沖洗。並於顯微鏡下觀察染色後組織切片再使用電腦分析照片數據，結果發現不管橢圓形或圓形根管，當使用 31G 針頭沖洗時，較大的根尖製備大小有較好的清潔效率 (ISO#40 > ISO #20)。但若使用 PUI，即使根尖製備大小只有 ISO #20 也能達到跟 ISO #40 一樣的效率，且整體清潔效率顯著優於針頭沖洗。

另一方面，如何有效移除根管內放置的氫氧化鈣一直都是臨床上的難題，許多文獻已經證實傳統針頭沖洗很難完全移除。2007 年 van der Sluis 學者的文獻¹⁴指出，PUI 比起傳統針頭更能有效移除根管中的氫氧化鈣。2019 年 David 學者的文獻¹⁵也證實 PUI 比傳統針頭甚至比 XP endo finisher 更能有效移除氫氧化鈣。

綜整以上文獻，可證實 PUI 確實在根管治療的沖洗效率上帶來了顯著提升，再搭配適當的的物理性器械清創，能為根管治療帶來更好的成果。

被動超音波沖洗的術式主要分為兩種¹⁶：1. Continuous flush method (邊注射邊震盪) 2. Intermittent flush method (先注射再震盪)。其中 Continuous flush method 需要配合特殊的手機系統，因而國內較少使用。Intermittent flush method 則為較單純使用的方式，方法為先用針頭放置沖洗液於根管內再使用超音波器械震盪，更換沖洗液後 (replenish) 再次震盪，重複多次以達成良好清潔效果，因其操作方便，近年來衍生出許多使用上便利的無線設備，目前常見的無線被動根管沖洗輔助設備整理如表一。

	Ultra X-Ultrasonic Activator	EndoActivator System	EasyClean irrigation file	EQ-S Multi-directional sonic irrigation device
Brand	 Eighteeth	 Dentsply Sirona	 Bassi	 META BIOMED
length	18mm / 21mm	22mm	25mm	23mm
Size / Taper	20/.02 25/.02	(15/.02) Yellow (25/.04) Red (35/.04) Blue	25/.04	(15/.02) White (25/.02) Red (35/.02) Green
Frequency	45 kHz	2-3 kHz	1000 rpm or greater rotate (or reciprocate)	13000 RPM (Orange mode) 8000 RPM (Blue mode)
Features	Powerful battery (4.5 hours) Bendable (Blue tip)	Snap-on/off design Flexible and soft	Plastic propeller shaped Latch type instrument	Active Flow™ Polymer Tip Flexible and soft Operation time-9 hours
Disinfection	Autoclavable	Single use	Single use	Single use

表一：常見之無線被動根管沖洗輔助設備比較表

臨床使用心得：

根管治療是牙醫師的日常，當診間缺少昂貴且需插電接線之超音波設備時，簡單方便的無線型手機不失為一種好選擇。表一所列四種為目前市面上常見進行被動根管沖洗時搭配之無線型輔助設備，四種設備各有其優缺點。總體而論 Ultra X-Ultrasonic Activator 是表中所列唯一可達到超音波震盪頻率 (45 kHz) 等級的無線設備 (註：頻率大於 20 kHz 的聲波稱為「超音波，Ultrasound」)，且 tip 可高溫高壓消毒後重覆使用，也有可預彎 (pre-curve) 的 tip 可供選用。而其他三種則皆為可順著根管路徑進入之柔軟且具高度彎曲性材質，但缺點為拋棄式設計，相對可能增加材料成本，且其頻率較低，應歸類為音波輔助沖洗 (sonic irrigation)。

此外，此類設備除了能輔助根管沖洗效率，也能使用於將根管內用藥如氫氧化鈣等等

之暫時性充填物移除，甚至將生物陶瓷封填糊劑均勻分布於根管內，有類似 Lentulo spiral 之功效，用途可說是相當多元。

上述設備皆能有效輔助根管沖洗之效率，提高根管治療之成功率。該選擇哪一種設備，筆者認為各位醫師可參考上表之比較與介紹，依個人使用需求來選購。

臨床案例分享：



(一) 左側下顎側門齒與犬齒融合齒 (Fusion) 牙髓壞死合併慢性根尖周圍炎，由 CBCT 可見其根管系統融合之交雜情形，且存在難以接觸之管壁與狹部 (Isthmus) 。



(二) 在橡皮障隔離與顯微鏡輔助下完成根管清創與修型，本案例為使用 Ultra X-Ultrasonic Activator 進行被動超音波震盪，輔助根管與狹部之沖洗效率。



(三) 以馬來膠及生物陶瓷糊劑進行封填，術後根尖片可見經過良好的沖洗與清創，根管狹部亦能得到良好的封閉性。

結語

因為材料及器械的進步，追求有效率且更穩定的根管治療效果並非遙不可及。在治療選項與器械多元化的年代，若能掌握治療原則，並增添符合最新文獻佐證有效的臨床輔助工具勢必能為牙醫師的治療錦上添花。

參考文獻整理：

1. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. Int J Biomater 2016;2016:9753210.
2. De-Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, et al. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 ProTaper technique in oval-shaped canals. J Endod 2010;36:1897-1900.
3. Hargreaves KM, Berman LH. Cohen's pathways of the pulp Elsevier Health Sciences; 2015: 210.
4. Neelakantan P, Devaraj S, Jagannathan N. Histologic Assessment of Debridement of the Root Canal Isthmus of Mandibular Molars by Irrigant Activation Techniques Ex Vivo. J Endod 2016;42:1268-1272.
5. Makati D, Shah NC, Brave D, Singh Rathore VP, Bhadra D, Dedania MS. Evaluation of remaining dentin thickness and fracture resistance of conventional and conservative access and biomechanical preparation in molars using cone-beam computed tomography: An in vitro study. J Conserv Dent 2018;21:324-327.
6. Peters OA, Arias A, Paque F. A Micro-computed Tomographic Assessment of Root Canal Preparation with a Novel Instrument, TRUShape, in Mesial Roots of Mandibular Molars. J Endod 2015;41:1545-1550.
7. Siqueira JF, Jr., Alves FR, Versiani MA, et al. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems. J Endod 2013;39:1044-1050.
8. Lacerda M, Marceliano-Alves MF, Perez AR, et al. Cleaning and Shaping Oval Canals with 3 Instrumentation Systems: A Correlative Micro-computed Tomographic and Histologic Study. J Endod 2017;43:1878-1884.
9. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. J Endod 1980;6:740-743.
10. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA, Walton AJ. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. J Endod 1988;14:486-493.
11. Roy RA, Ahmad M, Crum LA. Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. Int Endod J 1994;27:197-207.
12. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J 2007;40:415-426.
13. Lee OYS, Khan K, Li KY, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. Int Endod J 2019;52:1366-1376.
14. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. Int Endod J 2007;40:52-57.
15. Donnermeyer D, Wyrsh H, Burklein S, Schafer E. Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher. J Endod 2019;45:322-326.
16. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. J Endod 1988;14:554-559.

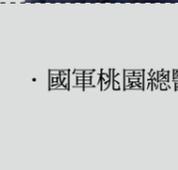
作者

孔令瑜



· 三軍總醫院家庭牙醫暨口腔診斷科住院醫師

賴俊璋



· 國軍桃園總醫院牙科部住院醫師

蔣孟達



· 三軍總醫院家庭牙醫暨口腔診斷科主治醫師