



單篇期刊文獻導讀：根管沖洗，音波？還是超音波？

Sonic vs Ultrasonic activation of sodium hypochlorite for root canal treatments. In vitro assessment of debris removal from main and lateral canals

作者：林均霽

根管沖洗，在根管治療的步驟中，也許是個再熟悉不過的步驟，卻是讓根管治療成功不可或缺的一個重要環節。面對複雜的根管系統，單靠手動根管銼或鐮鈦旋轉器械來清創，想要清得徹底，其實遠遠不足。根據 OA Peters 的研究 (1)，即便是用現代最先進的技術，結合鐮鈦旋轉器械來清創，仍然有超過 35% 的根管表面是完全沒有被器械清潔到的。根管系統的清創，必須結合物理性清創 (mechanical debridement)，就是所謂「shaping」，還有化學性清創 (chemical debridement)，就是所謂「cleaning」，缺一不可。化學性清創仰賴著根管沖洗，除了手動使用針頭沖洗之外，還有許多設備和器械能輔助我們達到更理想的化學性清創，例如：音波沖洗或超音波沖洗設備。

本篇文章為單篇期刊文獻導讀，這次要帶大家閱讀的文章是 2020 年由 Gianluca Gambarini 等人所發表於 *Giornale Italiano di Endodonzia* (為義大利根管學會 Italian Society of Endodontics 所發行的學術期刊)，題目是：Sonic vs Ultrasonic activation of sodium hypochlorite for root canal treatments. In vitro assessment of debris removal from main and lateral canals。本文獻使用體外模型，來比較音波沖洗與超音波沖洗設備，對於移除主根管與側根管內的殘屑 (debris) 的差別。

· 文獻前言

根管治療的成功，必須建立在良好的清創以及緻密封填的根管之中。根管系統內如果留有殘存的碎屑 (debris) 或是細菌，很可能導致治療失敗。然而，過去數十年的研究，主要於提升根管修型 (shaping) 的器械或是技巧。根管沖洗，雖然是根管治療的基本功，但卻也是個不容忽視的重要環節。物理性清創 (mechanical debridement) 是無法徹底清潔根管系統每個角落的，尤其是難以徹底根除的生物膜

單篇期刊文獻導讀：根管沖洗，音波？還是超音波？

Sonic vs Ultrasonic activation of sodium hypochlorite for root canal treatments.
In vitro assessment of debris removal from main and lateral canals

(biofilm)，也是導致治療失敗的原因之一。生物膜 (biofilm) 之所以難以根除，來自於複雜而眾多種類的細菌組成、器械清創後遺留的塗抹層 (smear layer)，還有讓器械難以清潔，即使沖洗也難以作用的複雜根管解剖構造，如：fins, accessory canals 和 isthmuses 這些的部分。因此，為了提升清潔效能，沖洗液必須搭配適當的設備活化 (activated)，以提升其對根管深處的牙髓組織和殘屑 (debris) 的作用。

許多文獻指出透過超音波設備，能讓沖洗液產生空穴效應 (cavitation) 和聲流動 (acoustic streaming)，藉由高頻率震動傳遞能量到沖洗液，讓沖洗液產生許多小氣泡，這些小氣泡因為內外壓力差膨脹、崩解然後爆破，也因此能讓沖洗液更深入根管細部，破壞生物膜 (biofilm) 並清潔根管表面。

目前市面上有許多音波以及超音波設備被研發出來，音波沖洗設備最被廣為研究的就是 Endoactivator (Dentsply Maillefer, Baillagues, Switzerland)，而超音波沖洗設備能產生比音波更高的頻率，像是近幾年才研發的 Eighteenth Ultra X (Eighteenth, Changzhou Sifary Medical Technology Co., Ltd, Changzhou City, China)。

本篇文獻研究的目的，在於比較 Endoactivator 和 Eighteenth Ultra X 這兩種設備的清潔效率，利用人造不規則的根管模型於體外實驗，探討並比較兩種設備對於清除根管中殘屑的效能。

· 實驗材料與做法

實驗使用含有人造根管型態的透明樹脂模型 (如圖一)，樹脂模型可以分成厚度相同的兩半。本文獻的實驗方法參照 Plotino 的實驗作法 (2)，樹脂模型的長度為 10 mm，寬度為 2.5 mm，人造半圓形的根管與主要根管相連，半圓左右兩側對稱，用來模擬在根管不同部位 (coronal third, middle third, apical third) 的側根管。將從牛身上取得的牙髓組織絞碎並混合少量染劑，讓有機糊劑 (organic paste) 更容易看清楚，再把有機糊劑 (organic paste) 填滿人造根管內部。實驗分成兩組，一組用 Endoactivator 進行音波沖洗，而另一組是使用 Eighteenth Ultra X 進行超音波沖洗，在相同的人造樹脂模型重複以下的沖洗步驟，每組進行 3x3 次，一組九個樣本，全部共 18 個樣本。

⇨ 沖洗步驟：使用 2.5 c.c. 滅菌後的針筒和根管用沖洗針頭 (endodontic needle, Navi Tip, Ultradent, Utah, USA)，將針頭放置短於工作長度 (working length) 1 mm 處，搭配 5% 次氯酸鈉沖洗液沖洗。音波與超音波沖洗設備按照設備原廠操作指示啟動 (activated) 一分鐘，操作時 tip 在不被根管卡住的狀態下，放入短於工作長度 (working length) 2 mm 處上下移動。



保留天然牙



圖一：實驗所使用的透明樹脂模型，內含人造根管。
樹脂模型可以分成兩半，方便將製作出的殘屑注入根管中進行實驗。

▷ 沖洗流程：

1. 使用 2.5 c.c. 滅菌後針筒，搭配根管用沖洗針頭與 5% 次氯酸鈉沖洗液沖洗根管。
2. 啟動音波沖洗（Endoactivator，使用設備的最高頻率 10 kHz）或是超音波沖洗設備（Ultra X，使用設備的最高頻率 45 kHz）30 秒。
3. 第二次使用 2.5 c.c. 滅菌後針筒，搭配根管用沖洗針頭與 5% 次氯酸鈉沖洗液沖洗根管。
4. 啟動音波沖洗或是超音波沖洗設備 30 秒。

實驗前、進行根管沖洗時，還有完成沖洗步驟之後的樹脂模型，個別拍攝數位相片，並使用軟體 computer-aided technical drawing program (AutoCAD® 2012, Autodesk, San Rafael, USA) 進行影像疊合與分析，把根管不同部位 (coronal third, middle third, apical third) 分成 10 個部分 (如圖二)，各自分析殘屑堆積的狀況。殘留碎屑以所佔根管的百分比表示，以 Anova test 進行統計分析，以 p 值小於 0.05 表示統計上顯著的差異。

· 實驗結果

實驗結果如表一，可以觀察到不論是音波沖洗或超音波沖洗的組別，在人造樹脂模型中都能完全清除主要根管 (main canal) 的殘屑，但是在對於側根管 (accessory canal) 的清潔效率，使用超音波沖洗設備的組別，相較於音波沖洗設備有更好的清潔效率，並有達到統計上顯著的差異。然而，即便如此，兩個組別都無法完全移除側根管中的殘屑。

單篇期刊文獻導讀：根管沖洗，音波？還是超音波？

Sonic vs Ultrasonic activation of sodium hypochlorite for root canal treatments.
In vitro assessment of debris removal from main and lateral canals



圖二：把人造根管模型不同部位進行編號區分，於分析時更方便比對根管中殘留的碎屑所佔的百分比。

Percentage of debris removal between Endoactivator and Eighteeth experimental groups

Activation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean	Std.Dev
Endoactivator (S) main canal	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
Eighteeth (US) main canal	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
Endoactivator (S) accessory canal	60	58	55	47	64	61	44	58	72	57,66a	8,44
Eighteeth (US) accessory canal	72	69	80	71	82	70	74	68	73	73,22a	4,81

Ultrasonic (US) activation removed a larger amount of debris when compared to sonic (S) one in the accessory canals in all tests. Main canal debris removal was complete in all cases for both groups. Results showing significant differences are evidenced by upper letter (a).

表一：使用 Endoactivator 和 Eighteeth Ultra X 在主根管與側管中殘屑移除的百分比。
表格中顯示 a 字，則表示達到統計上顯著的差異。

· 文獻中的討論

目前大部分的超音波沖洗設備，操作上都需要透過有線連接到超音波機台使用，本篇文獻中所使用的超音波沖洗設備 Eighteeth Ultra X，不需要連接體積較大的超音波機台，可以無線使用，臨床操作較為便利且輕巧。然而，在輸出功率上，與電池與充電狀態有關，可能不像有線設備這麼穩定，在低電量的狀況下，機器輸出的頻率也為降低，超音波清潔的效能也隨之而降。



目前在根管沖洗的研究，大都依循著兩個方向：尋找更有清潔效率和更容易深入至根管系統的沖洗液，或是研發能激盪沖洗液提升沖洗效能的設備。然而，在根管沖洗液的部分，過去許多研究嘗試了各種不同的沖洗液，而目前被廣泛認為最佳的根管沖洗液還是次氯酸鈉。過去的文獻也提到，提升次氯酸鈉沖洗液的溫度能增加殺菌力，5.25%的次氯酸鈉被認為是最適當的根管沖洗濃度。此外，次氯酸鈉透過物理性的活化(activated)，透過持續擾動製造沖洗液的流動，能使更多新的chlorine與組織作用，進而提升組織溶解力。

現今也發展出許多加強根管沖洗效能的設備，例如：音波沖洗、超音波沖洗或是負壓沖洗等方式，由於沖洗設備的tip組成，還有作用機轉不同，目前的文獻回顧中並沒有公認最可靠、最有效率的沖洗設備。本實驗的目的在相同的情境下，比較音波沖洗與超音波沖洗設備的清潔效率。實驗結果顯示，不論是音波沖洗，或是超音波沖洗，都能將主要根管充分清潔，但在側根管殘屑清除的部分，超音波沖洗設備相比音波沖洗，有統計上顯著較好的清潔效率。對於像是側根管、isthmus等難以被器械清潔到的區域，超音波沖洗透過較高的能量傳遞，增加液體的流動讓新的液體持續作用，以達到更好的清潔效能。音波沖洗的效能顯著低於超音波設備，可能源於震盪頻率過低導致，一般音波沖洗設備震盪頻率大約落在1-8 kHz，相比能將震盪頻率提高到25-40 kHz的超音波設備，頻率上仍差了一大截。本篇研究使用的無線超音波沖洗設備Eighteeth Ultra X，使用上較有線的超音波沖洗更為輕巧，但如果在電池電量不充足的狀況下，相比有線的超音波設備可能較不穩定。因此，為達最佳沖洗效果，使用無線的超音波沖洗設備時，務必確認有充足的電池電量。

另一個可能影響沖洗效能的因素，就是tip放置靠近根尖的深度。以本次實驗使用的樹脂模型而言，根管都是相當大且直，讓沖洗設備能輕易放到接近根尖的位置。臨床上，根管多是彎曲的，沖洗設備的清潔效能，也會取決於tip的彈性。根據文獻回顧，如果將音波沖洗設備放到距離根尖2 mm以內，很可能會使沖洗液衝出根尖。此外，也有文獻指出，在狹窄的根管，會使音波或超音波沖洗的tip受限，進而影響cavitation的效果。目前認為音波沖洗設備比超音波沖洗設備來的安全，是因為音波沖洗設備大多是使用塑膠tip，並不會對根管壁造成傷害。超音波沖洗的tip是金屬製成，若接觸到根管壁，很可能產生不必要的切削。

目前大多數的研究都是探討有線的超音波沖洗設備，對無線超音波沖洗設備的研究只有少數。一般超音波沖洗設備的頻率會落在30到50 kHz，本研究採用的Ultra X能達到45 kHz，本實驗也是第一篇比較無線的超音波沖洗與音波沖洗設備的研究。雖然本實驗製造相同的情境去比較兩種不同的設備，但受限於體外實驗，人造根管模型與實際狀況仍有差異，實驗所用的有機糊劑也會與實際上清潔根管所產生的碎屑不盡相同。此外，人造根管的不規則程度與臨床實際狀況差別較大，實驗

模組的側根管大小也比天然的側根管大，還有在評估殘屑時，是採用2 D照片作為分析，無法精準量測根管內殘屑的體積，也會使結果較為受限。

· 文獻之結論

不論是音波沖洗或是超音波沖洗，在人造樹脂模型中都能完全清除主要根管的殘屑，但是在對於側根管的清潔效率，使用超音波沖洗設備的組別，相較於音波沖洗設備有更好的清潔效率，並達到統計上顯著的差異。

· 筆者小結

雖然受限於單一實驗以及實驗模型的設計，無法完全模擬臨床上我們所面對的複雜根管型態，透過本次實驗能得知，不論是音波沖洗或是超音波沖洗，對於移除根管內殘屑仍是有所幫助的。

文獻討論中也提到幾個重要觀點：有線設備與無線設備功率輸出的穩定度差別，無線設備使用上較為便利，但必須保持電量充足才能穩定輸出。目前普遍認為次氯酸鈉是最理想的根管沖洗液，文獻建議使用的濃度是5.25%。音波沖洗頻率較超音波來得低，又使用塑膠tip，不容易對根管壁造成傷害，但必須注意放置深度，不能離根尖處短於2 mm，以免讓沖洗液沖出根尖孔。在狹窄或彎曲的根管，會讓沖洗設備的tip受到限制，也會減低清潔效率。

· 參考文獻

1. Peters, O. A., Schönerberger, K., & Laib, A. (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*, 34(3), 221-230.
2. L Plotino G, Grande NM, Mercade M et al. Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180045.

作者 | 簡介



林均霈 | 醫師

專長：

· 顯微根管治療 / 一般牙科治療

學經歷：

- 長木牙醫 / 禮凡牙醫 / 卓業牙醫 / 張文信牙醫診所 主治醫師
- 國立臺灣大學牙醫學學士
- 國立臺灣大學臨床牙醫研究所牙髓病組碩士
- 臺大醫院牙科部牙髓病科兼任主治醫師
- 中華民國牙髓病學會專科醫師 / 中華牙髓病學會副秘書長
- 中華民國家庭牙醫學會專科醫師