



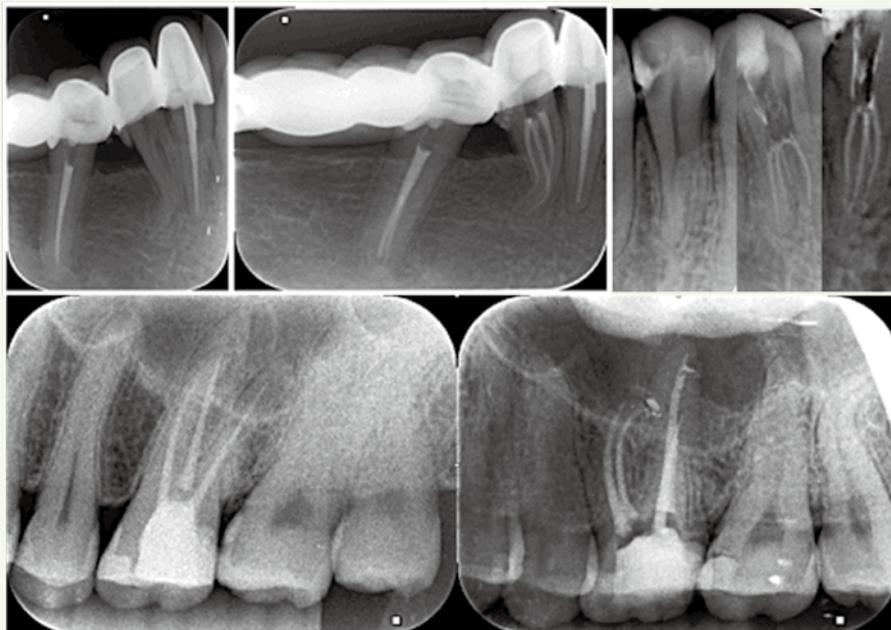
膺復導向之根管治療 概念介紹

一、前言：

作者在診所臨床經驗近 15 年，前十年大部分在鑽研根管治療領域；從 2015 年開始這五年，接觸到數位與雷射牙科學的衝擊，我也跟上潮流，繼續進修學習；而近兩年根管領域我在臨床上步驟有相當程度的變化；身處於 PGY 教學診所，長年來教育新進醫師，希望能藉此文章，幫助更多無論年輕或資深醫師能夠在臨床，提供給病人先進，有效率的服務，共同創造更好的醫療環境。

有鑒於當今根管治療相關器械的開發與知識的發展迅速，鎳鈦器械與各類充填材料的種類繁多，作者分享多年來經驗與思考邏輯，希望能幫助讓讀者能遇到根管治療時，能輕鬆面對大部分的案例。宏觀來看根管治療，回到醫生的本質，而不是因為廠商有新出了某個器械或材料，我們就跟著學新技術，馬上進入臨床操作；搜集資料（論文或第三方單位研究），研讀分析與實際口外演練，最後才謹慎的開始臨床操作，是必要的程序。

此文章大部分內容都針對一般單顆牙齒治療來做討論，其他特殊情況的牙齒、全口重建或單次多顆根管治療有另外特殊的考量，以後有機會作者再論述。



二、臨床根管治療前的準備工作：

根管治療成功的原則：

1. Access opening
2. Shaping & Cleaning
3. 3-D Obturation
4. Coronal seal

作者當今的臨床操作原則：

1. Access opening
 - Chamber form
 - Orifice refine
2. Shaping
 - 3S technique (Single Stroke & Swipe)
 - Double Rotary technique
3. Cleaning
 - Ultrasonic : Cavitation & Acoustic streaming
 - Side vented Needle : Bubble dynamic technique
4. 3-D Obturation
 - Warm gutta percha with vertical compaction technique
 - Cold hydraulic compaction technique
 - Microscope dentistry
5. Coronal Seal
 - Digital dentistry
 - Laser dentistry

萬事起頭難，且牙科是一步錯，步步錯的一門學問，所以先深思熟慮，與病人進行必要的溝通之後，才開始我們的臨床工作。學理上根管治療的診斷請依照牙髓學會官網之建議。此文章中新穎的步驟與觀念，皆需先有良好的基礎知識與扎實的臨床實作能力，並非一步登天的技術。且「美」感的培養應儘早進行，如從小父母有培養那真是太幸運了。以下分享作者在臨床上決定「第一步的思考邏輯」。

臨床步驟是隨著時間單向進行的：

「搜集資料→診斷→決定治療計劃→與病人成交→進行臨床工作→完成所有工作→追蹤」

但「思考邏輯的第一步」，是要倒過來想，問清楚病人了解根管治療完需要做牙套，還是暫時不做牙套，還是只是想止痛就好。更有能力與經驗的醫師，可以直接問有沒有打算全口一起做，



對後續的治療計劃擬定會完全不同。可以藉由搜集更進一步的資料來觀察病人是否確實有治療的意願。此階段我會問我自己，如病人願意花費數月到一年時間且費用能接受，來完成治療後，我十年後追蹤的時候，我希望我看到什麼，這十年間，是否提升了他的生活品質，以及如何幫病人保養。

此溝通過程，藉由放射學檢查與口內狀況讓病人了解其牙齒生病的嚴重程度與預後，而其中作者認為會直接影響治療計劃的關鍵有以下幾點：

1. 此顆牙齒的病史。
2. 有無根尖病灶。
3. 蛀牙深度或未來牙冠邊緣與骨頭的關係。
4. 牙齒搖動度。
5. 空咬是否有異狀或疼痛感。
6. 對咬牙與鄰接牙是否有異狀。
7. 張口度。
8. 是否明白後續需要膺復並成交。

以下逐項詳述：

1. 此顆牙齒的病史：我的問診都會從這點開始。

一般的根管診斷如課本上所教的在此不再贅述。作者在看病人口內前，會先看過環口與病人主訴的根尖 X 光片，便可初步了解病人過往的牙科經驗，再選擇適當的問題與病人建立關係。譬如 X 光上看到有牙套，我必定會問病人記得這個牙套什麼時候做的嗎？是我們診所做的嗎？如病人有不好的看診經驗通常這時候會自己說出來；又如看到蛀牙很大且都沒接受過治療的牙齒，便可知道此病人可能很怕看牙或不太關心自己的牙齒，也不知道根管治療是什麼，與病人多一點說明是必要的。在初期看診多搜集資訊都有利於後續的診斷與治療上的安排。永遠要把「不做治療，持續觀察」與「齒裂+植牙」放在心上，給自己一個退路（圖一）。而當無法確診或合理懷疑有特殊情



圖一、牙裂診斷，根尖片、電腦斷層、立體顯微鏡、染色與透光都是應考慮到的資料搜集。



圖二、左：治療前，電腦斷層發現有局部鼻竇炎合併根尖病灶。
右：治療後三個月追蹤，鼻竇炎與根尖病灶都有明顯改善。

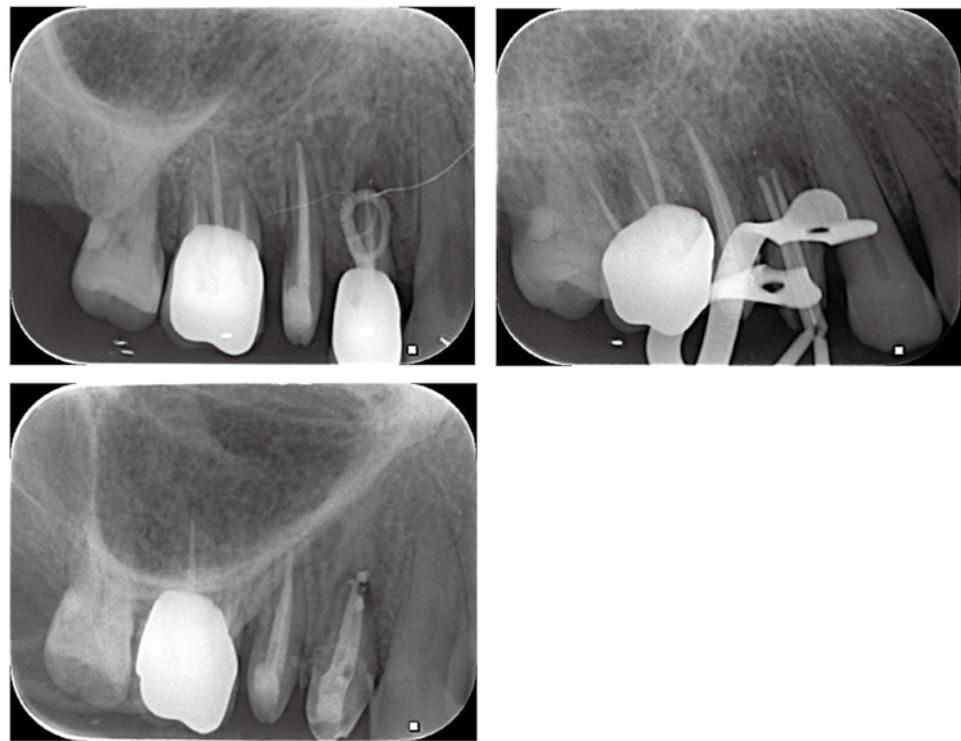
況時，CBCT 是現代診斷的利器，可以適當的使用，但放射劑量偏高，不應常規使用（不應每個案例都照電腦斷層，圖二）。

2. 有無根尖病灶：影響充填方式的決定，與根尖手術的告知。

無根尖病灶的案例，我會傾向於較保守的清創與長度，讓免疫系統發揮原本的功能；而有根尖病灶者，我則傾向於完整的清創與充填，使用 MTA 類糊劑與馬來膠針，視情況採用熱壓充填或冷壓充填，術後 X 光有 Puff 影像為佳，沒有也無需過分追求。而有根尖病灶者，我術前必定會告知日後有根尖手術的可能性，讓病人在此時明白，移除牙齒植牙也是一個很好的選項，這樣如果成功將牙齒救下來，病人也會更珍惜；如真的需要根尖手術或拔除，病人也早有心理準備，而不是我們替自己根管治療失敗找藉口。順帶一提，有 sinus tract 的根尖病灶，請選 soft type #40 .04 GP 來做 tracing 的動作，稍微施力讓 GP 儘量深入，能得到更多的資訊幫助診斷，能跟病人更清楚說明嚴重程度與決定治療的方式（圖三）。

3. 蛀牙深度或未來牙冠邊緣與骨頭的關係：影響是否需要牙冠增長術。

從根管治療到贖復之間，有無需要牙冠增長術，是要在還沒治療前就要評估的。很多年輕醫師等到根管治療完才與病人告知要牙冠增長術，導致費用與病人的不信任感增加，最差可能病人就不繼續後續的治療了。而只要有需要牙冠增長術的療程，我都是用水雷射來處理，且告訴病人這顆牙齒需要三合一治療（牙髓、牙周與贖復），讓病人了解雖然牙齒病得很嚴重了，但我們現在可以有效率的幫你救回來，當然我也會給病人植牙的選項，大多數人自然是選擇救牙齒（圖四）。



圖三、左上：#14，GP tracing。右上：控制工作長度。左下：完整的充填結果。



圖四、牙冠斷裂治療計畫：三合一治療與即拔即種。



圖五、即使是單顆牙齒的治療，治療計劃應該連同鄰牙與對咬牙一起評估。

4. 牙齒搖動度：影響預後咬合能力的評估，與牙齒是否拔除的決定。

一旦牙齒有動搖，務必與病人好好討論牙齒的去留，不需要一味將牙齒保留而忽略病人的生活品質，根管治療或牙周治療都無法立即改善搖動度。此時先了解病人的身心狀況會比趕快開始治療來得重要，如病人願意全口重建，就應該搜集全口資料，重新評估；如病人傾向忍耐，要求救到真的不行了才放棄，便安排合適的治療（牙髓、牙周或兩者合併治療，固定或贖復）並定期追蹤。

5. 空咬是否有異狀或疼痛感：影響是否需要咬合調整。

臨床上，在根管治療前，我認為這是最重要的一個問題了，術前如果空咬就會痛，即使術後你根管做得再美再漂亮，咬合沒有調整沒有降低，病人下次來也只會抱怨咬還是會痛啊，這樣能做牙套嗎？要不要再觀察看看啊？好一點再考慮做牙套之類的對話，影響後續贖復療程的完成，更甚者觀察半年一年以上都不會好，發展成慢性咬合傷害或牙裂。術前簡單一句話：「空咬咬起來有沒有異狀（怪怪的）或不舒服？」，要更精準的話用咬合紙咬一下做個記號，在根管開擴時順手調整好，下次回診病人覺得咬不會痛了，自然就會更信任你了。

6. 鄰接牙與對咬牙是否有異狀：影響治療計劃的擬定。

年輕醫師最常掉入的陷阱，很急著根管開擴，拿起 file 要放入牙齒通根管，想想這根管治療你一輩子都會做的，沒什麼好急的，器械與技術都會一直進步與更新，給病人完整的診斷與治療計畫才是醫生本質該做的事情，從古到今都沒有變過。病人因為單顆牙齒的問題來找你，最好當然是全口都檢查一下，但至少鄰接牙與對咬牙都看一看有沒有問題一併告知，有機會讓後續的贖復體可以做得更完美（圖五）。

7. 張口度：影響第二大臼齒甚至智齒是否能進行根管治療。

一旦遇到第二大臼齒或智齒懷疑要根管治療者，這應該是第一個要問的問題，因為張



口度不足的話，你治療計畫講了半天才發現張口度不夠不能做，也只能顯現出自身的經驗不足。一般來說三個指幅是最佳，當然如果醫師經驗豐富與技術高超搭配顯微鏡，稍微小一點也能順利完成需要的治療。我也遇過因為第一次評估便發現病人張口只有一個半個指幅，但有多顆牙齒（下顎第一小白齒到第二大白 四顆）要根管治療，便請他自己回家復健看看，我從前面小白齒先開始做，病人也真的很認真練習復健，每次來張口度就大一些，最後也超過兩指半，讓我順利完成了第二大白齒的治療。

8. 是否明白後續需要膺復並成交：如未告知未成交，請勿動手，代表你還沒盡到醫生的責任。如根管治療完才告知病人需要膺復或有自費的療程，經常也會衍生出很多病人不滿的情緒。而告知病人完整的療程與收費，也是醫生應盡的責任，該簽好的同意書也都填寫完畢，整個療程我們才能恣意地揮灑，提供更好的醫療體驗。

以上都明白且做到後，前置作業才算完成，才來談談「臨床的第一步」我們該做什麼。

開始動手前，我經常會問我自己幾個問題：

1. 自我評估：上一次麻藥我可以做多少事情？
2. 病人評估：病人一次可以承受多少治療，每次看診多久與幾次約診？
3. 環境評估：診所技術與設備是否到位？

而近五年來，這幾個問題的答案一直在改變，譬如說，根管治療雖然都是單診可完成，但做完了還剩下一些時間，而病人還有麻藥的情況，是否可以再推進一步，由於張口超過一小時，顫顎關節會產生不可逆的傷害，我會盡量遠離這個極限；又或者病人待在台灣時間不長，或一些高階主管，希望能減少約診為優先，但也有年長或行動不便者，無法進行時間太長的治療，可能就要減少看診時間，增加約診次數。診所設備與技術持續地更新，人員的培訓與自我提升都需要時間投入，期望以不傷害病人為前提，提供符合世界潮流的治療品質。

以往，根管治療開擴經常是首選第一步驟，幾乎沒有例外。後來由於協同治療的觀念發展、專科醫師互相交流與橡皮障的使用需要夾障夾，牙冠增長術開始優先處理，再進行後續根管治療，但膺復一直都是最後才完成。一直到了近代根管治療的效率極高，加上數位與雷射牙科的發展，當日完成膺復成為日常工作之後，根管治療反而可以放到最後才執行：雷射輔助牙冠增長術與牙齒製備優先處理後，交由技工端處理的時間當中，才進行根管治療，最後當天立即膺復，在最短的時間恢復病人的咬合功能，讓病人失去咬合的空窗期降到最低，這是植牙目前無法做到的，也期待未來植牙能發展到成功率極高的即拔即種即承載技術，那真是病人的一大福音。

以往，在分科與傳統治療方式的情況下，一個需要牙冠增長術、根管治療與膺復的牙齒，治療約診需要六次甚至更多，自從有了數位牙醫學，雷射牙醫學與顯微牙醫學的發展，已經可以大幅地縮短約診的次數。如果原本一個需要六次約診的療程，能夠三次完成，也意味著一樣的時間，你能服務的病人會從一人變成兩人。

下面表格介紹幾個我在臨床常見的步驟（表一與圖六）：

	第一次約診	第二次約診	第三次約診
一般完整流程	牙冠增長術與根管治療	釘柱，支台製備與印模	試戴或固定
	根管治療	牙冠增長術 釘柱，支台製備與印模	試戴或固定
不需牙冠增長術	牙冠增長術 支台製備與印模	根管治療	釘柱 試戴或固定
	支台製備與印模 根管治療	釘柱 試戴或固定	
三合一治療：一日贖復	支台製備與印模 根管治療	根管治療（RCF） 釘柱 試戴或固定	
	牙冠增長術 支台製備與印模 根管治療 釘柱 試戴或固定		

表一、單顆牙齒治療臨床步驟的戰略。

而以上這些治療計畫的設計，都必須建立在有良好的根管治療基礎上，才能成立，也希望各位明白，如果贖復與牙周方面能一起評估的話，是會影響到根管治療的步驟和程序的。

三、作者當今的臨床操作原則：

先忘掉 file，做根管治療不是只有鏤鈦旋轉器械，整個根管治療從頭到尾，假設單次完成療程要四十分鐘，使用 Hand file 與鏤鈦旋轉器械的時間也不過十分鐘左右，其他還有很多重要的細節。臨床診斷與最終目標是首先要判斷的與決定的，當然在治療過程中可能會改變，但只要照著這個思維，每次訓練自己眼光，隨著經驗的累積，良好的預後是可預期的。臨床診斷在此是指針對根管大小長度彎曲做分類，會直接影響器械與充填方式的選擇；而後續是否裝柱釘與牙齒的製備方式，也會影響到根管治療修型與充填方式。我希望能有一套流程能讓大家應付臨床上 78% 左右的根管治療，而 22% 特殊案例就是需要特殊的考量與操作，但也是從基本原則延伸的。適當的轉診與尋求資深醫師的協助也永遠是個很好的治療選項。每個治療步驟，都應該對應著相對應的診斷。



圖六、單顆牙齒治療與三一治療概念示意圖。

作者當今的臨床操作原則：

1. Access opening
 - Chamber form : Regular form & Convenience form
 - Orifice refine : Anticurvature & Straight line channel building
2. Shaping
 - 3S technique (Single Stroke & Swipe)
 - Double Rotary technique
3. Cleaning
 - Ultrasonic : Cavitation & Acoustic streaming
 - Side vented Needle : Bubble dynamic technique
4. 3-D Obturation
 - Warm gutta percha with vertical compaction technique
 - Cold hydraulic compaction technique
 - Microscope dentistry
5. Coronal Seal
 - Digital dentistry
 - Laser dentistry

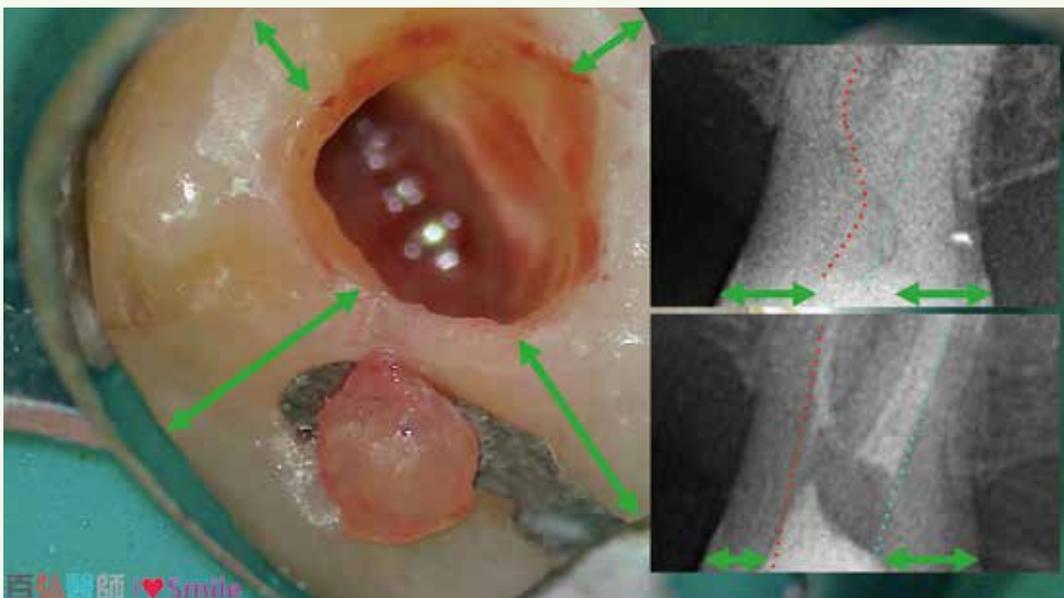
以下逐項詳述：

1. Access opening

- Chamber form : Regular form & Convenience form
- Orifice refine : Anticurvature & Straight line channel building

標準開擴原則：移除所有蛀牙與填補物，建議全部的牙齒都應該先行重建 4 個 wall，因為如果無法建立，意味著需要牙冠增長術或拔除，應儘早判斷。臨床上開擴常需要臨場判斷，配合張口度與根管上半段方向，做適當的調整，即 Convenience form 的概念。以後牙臼齒來說，我開擴完成後，此開口經常會偏向 mesial & buccal，將 ligual & distal 的齒質做較多的保留，也方便我處理最為困難的 MB 部分（圖七）。而前牙則經常是從切端或是頰側進入，如果事前已經談好後續的贖復，美觀上就完全不會有問題（圖八、九）。

而根管開孔的精修，最常在上顎臼齒 MB & MB2 或其他鈣化與彎曲根管，需要小心處理，最好使用立體顯微鏡與超音波器械有耐心的處理，熟練後再改用旋轉器械（高速手機 + 平台鑽針，或根管手機 + 鎳鈦 Opne file），增加臨床效率（圖七、紅線）。此步驟重點在於橫向的移除，與通道的建立，並非急於向下開始擴大根管，造成難以收拾的階台與穿孔（Ledge & Perforation）。初學經常需要與咬合面開擴來回反覆修整，達到理想的器械置入途徑，才進入到下一步驟：Shaping。



圖七、髓腔開擴，Pulp stone 使用超音波完整移出，紅線：Anticurvature & Straight line channel building。藍線：Straight line channel building & Convenience form，distal wall 無需依照牙齒軸開闊，可保留較多齒質。綠線：如有良好觀念與操作，臨床上應會看到 mesial wall 與 distal wall，palatal wall 與 buccal wall 寬度是不一樣的。



圖八、左：可見 file 是貼在 buccal 齒壁上。右：與臨牙對照，是從切端偏頰側出來。



圖九、左：牙齒旋轉與齒頸部磨耗。右：從切端偏頰側進入，輕鬆完成根管治療。

2. Shaping

- 3S technique (Single Stroke & Swipe)
- Double Rotary technique

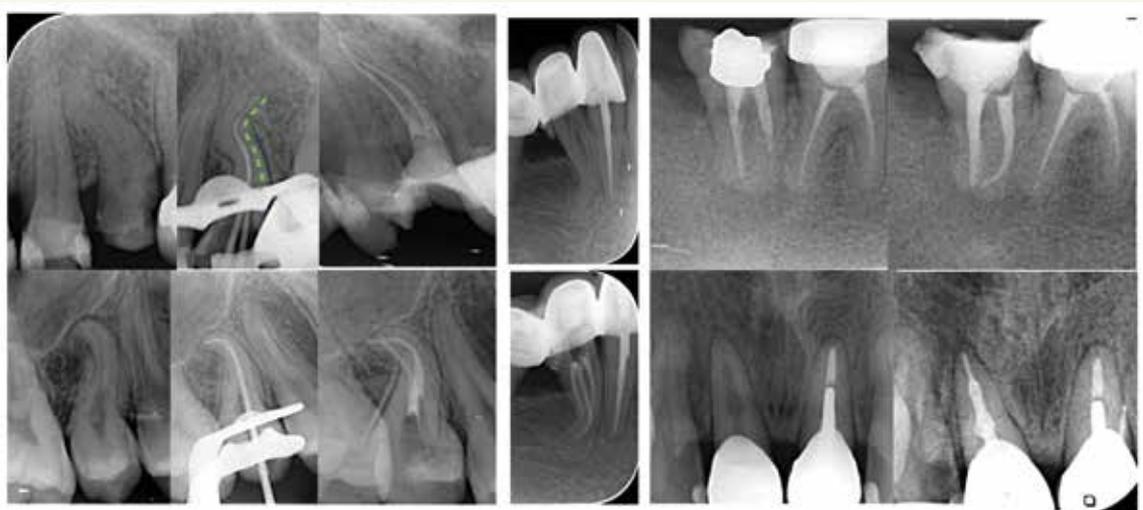
為了修形 (shaping) 的效率，鐮鈦器械是必備的。在使用鐮鈦器械之前，應先建立滑行路徑 (glide path)，如沒有建立而直接使用旋轉或順逆重複運轉式的鐮鈦器械，只會造成器械斷裂或根管道被阻塞 [1, 2]。反之，如先取得滑行路徑，根管器械是不易斷裂的，甚至使用極限可以多達六倍之多 [3]。根管鐮鈦器械在 1980 年末被發明並應用在根管治療領域後，至今不斷的演進 [4]。而其演進方向有二：設計與材料。設計上為改變錐度 (Taper) 大小或截面 (cross section) 的設計；材料則是有熱處理 (heat treatment) 或表面處理 (surface treatment)。而不斷的演進，不外乎就是為了在根管治療修形與清創時，能更有效率、解決困難複雜的根管及提高安全性 [5]。其臨床應用有以下幾點：根管滑行路徑的維持 [1, 6-8]、根管擴大與修型 (enlargement) [9, 10]、根管內硬組織 (hard tissue debris) 與塗抹層 (smear layer) 移除 [11, 12]、生物膜 (biofilm) 移除 [13]、根管內放置藥物 (intracanal medicament) 移除 [14-16]、根管內填充材料 (root canal filling material) 移除 [17, 18] 等等。

而當今較流行的概念為在診斷牙齒內根管解剖構造後，以盡量不破壞健康齒質為前提，移除根管內的感染，稱為微創根管修形（minimally invasive anatomical cleaning/anatomically directed instrumentation）或 3-D 根管修形 [19, 20]。

M3[®] 為我近年來喜愛的鎳鈦器械品牌，其最主要的原因是其包括了多樣化的設計：彎曲根管修形、階台去除、內吸收根管清潔等等都有相對應的型號設計來解決這些難題（圖十）。以前為了應付千變萬化的根管，要跟許多不同廠商購買各類的鎳鈦器械，M3[®] 的種類型號之多相當讓人驚艷，甚至連針對兒童乳牙都有出專門的型號，其日後研發的潛力相當讓人期待（圖十一、十二）。日後會寫專題文章詳細介紹。

3S technique (Single Stroke & Swipe) :

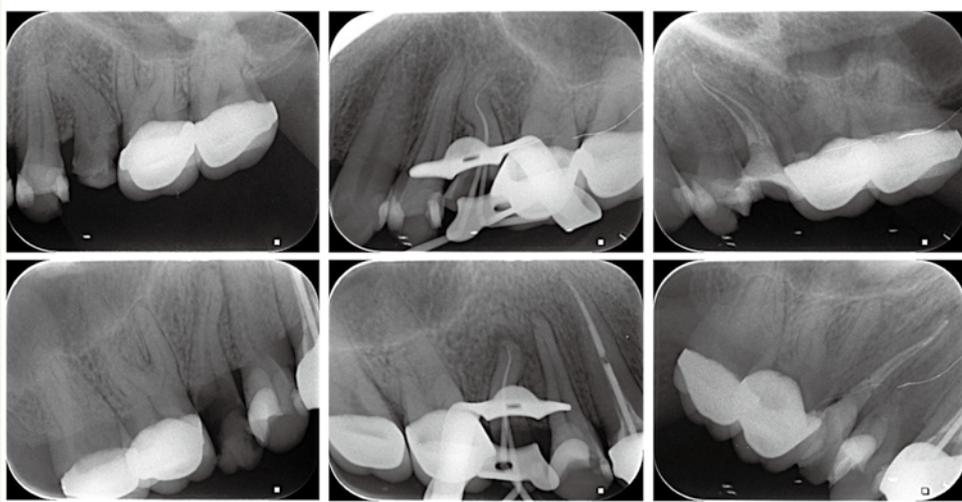
我 15 年前剛畢業到 5 年前，鎳鈦器械的教學一直都是像啄木鳥：「啄三下後沖洗」，好一點的教學還會加上沖洗完後要用 K-file 做 patency 後再啄三下。極少數教學影片上有出現，啄三下完了之後，要將鎳鈦器械用紗布擦乾淨後（Clean or Swipe），再放入根管。由於鎳鈦器械的發展迅速，堅韌度與切削效率越來越好，我發現啄一下之後，鎳鈦器械上的溝槽就已經填滿了碎屑，可想而知第二下與第三下肯定效率是直線下滑的，所以最好的操作手法是啄一下（Single Stroke）之後，就拿出來用紗布擦乾淨（Swipe），即為「3S technique」，讓每一下的效率都是最高的。此方法有效率的前提是 Access opening 要做的很確實，因為器械要很容易進入 Orifice，操作才會順暢。而自從使用此操作手法之後，除了提升效率之外，意外的收穫是帶來極大的安全感，由於每一下受力切削後，都會拿出根管



圖十、臨床困難根管案例：左上 -S 形根管；左下 - 接近九十度彎曲根管；中間 - 下顎小白齒彎曲多根管，穿過牙套開擴；右上 - 階台去除，彎曲根管；右下 - 內吸收



圖十一、M3 系列簡介：Pro+Gold：經典修型系列；L：單支完成系統；Max：無切削功能，配合沖洗液徹底清潔，內吸收與重新治療案例必用；Path：建立暢通路徑，彎曲、極細與 S 形根管根管逐步擴大使用；Pedo：乳牙專用，也可用在張口受限患者；TP：Step back 系列，根尖孔較大或有根尖病灶時建議使用；T：去階台，預彎好的器械；RT：重新治療，取出 GP 相當有效率；Blue：提供習慣 reciprocation 的醫生使用，目前已不建議使用全 reciprocation 動作修型。

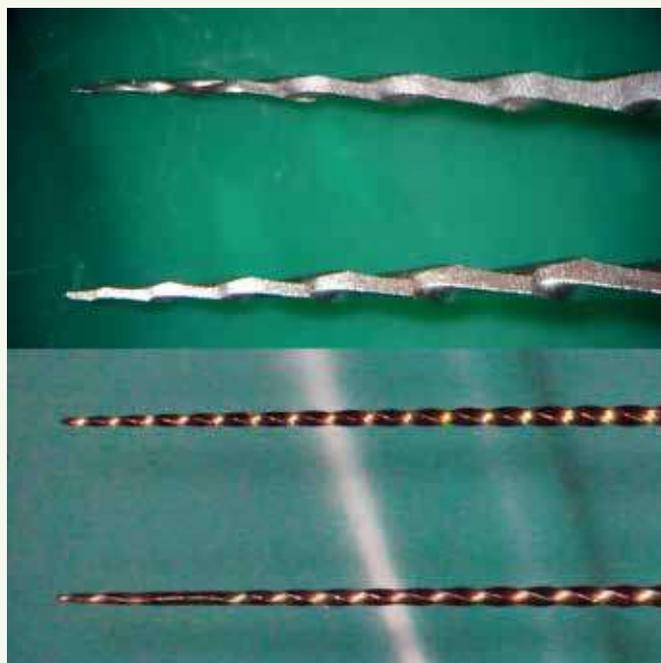


圖十二、小白齒，雙彎曲（S 型）的根管治療案例。使用 M3 Path, Pro+Gold, L 搭配 3S & double rotary technique 操作手法。

外，擦乾淨之後，每次放入根管內之前，都要看一眼，如果看到器械產生解離的狀況，立即丟棄（圖十三），十分直觀，再也無需用計次數這種相當不科學的方法，又因為 M3 材料與製造工藝優異，十分耐用，理應在斷裂前，都可以先發現解離現象。

Double Rotary technique:

在治療極細或彎曲根管時，常會遇到 .02,#19 的 Path file 已經輕鬆達到工作長度，下一隻 .04,#20 的 file 卻需要相當多的次數才能到達工作長度，更不要說要做到 .04,#25 了。依照「上通下達」的原則，我認為是根管前半段擴大不足，上半段可以適當的使用 G.G.drill 或 Open file，後半段卻沒有適當的器械來處理，故合併 Crown down concept 與 3S technique，我發展出極有效率的四手操作技巧：Double Rotary technique（圖十四）。需要準備兩隻 Rotary，分別裝上 .04,#20（黃）與 .04,25（紅）M3-L file，交替使用 3S technique 操作，擦拭工作讓助理幫忙，術者可以專心去感受切削根管的手感，搭配 Crown down 觀念，可以安全又有效率的讓 .04,#20（黃）抵達工作長度，如能做到 .04,25（紅）也只需要再多花些許時間。而如果分別裝上的是 .02,#19（黃）M3-path 與 .04,#20（黃）M3-L，馬上轉變為 step back 觀念，十分靈活，可依照根管情況選擇使用。



圖十三、上：M3-L：特殊設計有「切一刀」平面，非常容易看出有解離狀態。下：M3-Pro+Gold：經典設計，紋路亮點間隔規律，如有解離也容易發現。



圖十四、Double Rotary Technique：四手操作，兩隻 Rotary，分別裝上 .04,#20（黃）與 .04,25（紅）M3-L file，交替使用 3S technique 操作，無需急躁，只要反覆操作，自然會抵達工作長度。



3.Cleaning

- Ultrasonic : Cavitation & Acoustic streaming
- Side vented Needle : Bubble dynamic technique

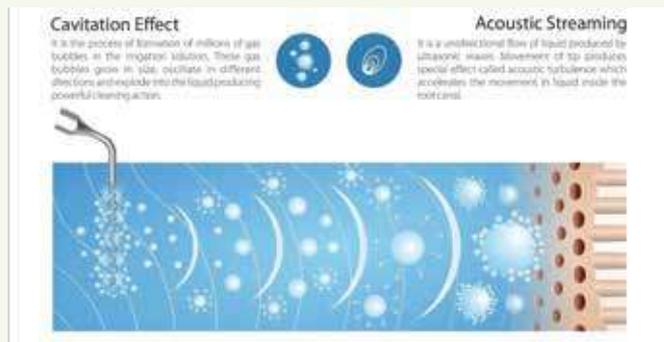
根管沖洗永遠可以做得更好。但臨床上我們也希望盡量縮短病人治療的時間，所以希望能盡量增加沖洗的效率。能輔助的器械有很多種類，毛刷、電動或氣動的音波器械、超音波器械、側開口沖洗針頭、雷射等等，搭配不同的沖洗液來達到理想的臨床效果。

充填之前，移除 smear layer 不是絕對必要，MTA 類的充填有 smear layer 反而與管壁更為緊密 [21]。而移除 smear layer 與沖洗效率也慢慢與沖洗液無關 [22]，而是與根管修型的空間大小與沖洗過程中器械操作產生氣泡的能力，與氣泡滑動產生刷洗的效果 (cavitation)，與能量波動的傳遞產生渦流的現象 (Acoustic streaming)，加速沖洗液化學作用的反應速度與加強滲透力 [23] (圖十五、十六)。

Eighteeth Ultra X[®]，不是最強的超音波器械，但卻是臨床入門相當方便使用的根管超音波器械 (圖十七)。一般根管專用的超音波儀器能調整的刻度與最大強度會比較強，當然成本也較為昂貴；通常為有線；因為需要噴水，通常需要



圖十五、從左到右，使用 UIta X 前後的髓腔狀況，很明顯沖洗液變得十分透徹。特別注意第二張產生許多微氣泡的現象。



圖十六、Cavitation & Acoustic streaming 示意圖。



圖十七、Eighteeth Ultra X：無線充電壓電超音波器械。

跟診療椅串接。Ultra X[®] 為無線器械，操作習慣與一般手機無異，充電即可不用一直換電池，換電池的設備經常有能量衰減，臨床效果不穩定的問題。而內配三種 tip 從不銹鋼材質能夠切割牙本質，到有彈性比較不具切削力能夠安全根管盪洗，到可以預彎，能深入彎曲根管盪洗，已足夠應付臨床大部分的案例。而產生氣泡與微氣泡的能力與有節點的現象，可以說明此器械確實是壓電式超音波器械（圖十八）。建議初學可以一個根管一次盪洗 15 秒，做三次；也可以試試看第一次 5 秒，第二次 10 秒，第三次 30 秒，時間一樣，很明顯我認為後者效果較好。另外我在充填時，將 sealer 放入根管後，也會使用 Ultra X[®]，震盪 5 秒，使根尖氣泡排出與 sealer 能夠更均勻散佈在管壁甚至稍微滲入更細微的構造內，再放入主 GP 進行充填。

如臨床沒有超音波器械輔助沖洗，可以試試側開口針頭沖洗搭配 Bubble dynamic technique 手法，使氣泡在根管裡滑動刷洗根管，是一個經濟安全且可以有效提升沖洗效率的方式（圖十九）。切勿使用一般斜口的針頭，非常容易將沖洗液沖出根尖，如濃度太高的 NaClO，會造成嚴重的化學性傷害。我臨床使用濃度最高不超過 1%。而 CHX（漱口水）與 NaClO 絕對不可以交替使用，會產生相當硬紅褐色的致癌物。

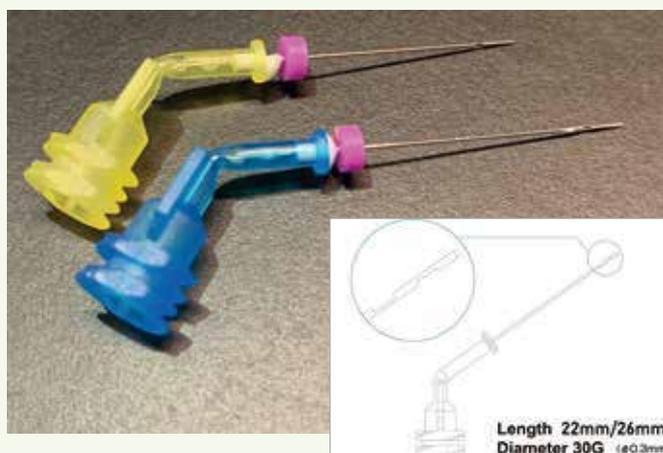
4.3-D Obturation

- Warm gutta percha with vertical compaction technique
- Cold hydraulic compaction technique
- Microscope dentistry

從一開始學習垂直加熱充填法（warm vertical compaction），與連續熱能充填法（continuous wave compaction），效果極佳但學習曲線極高，一般醫師不易上手容易放棄學



圖十八、Eighteenth Ultra X：三種 tips 都會產生大量氣泡與微氣泡與節點，證明其穩定效率。

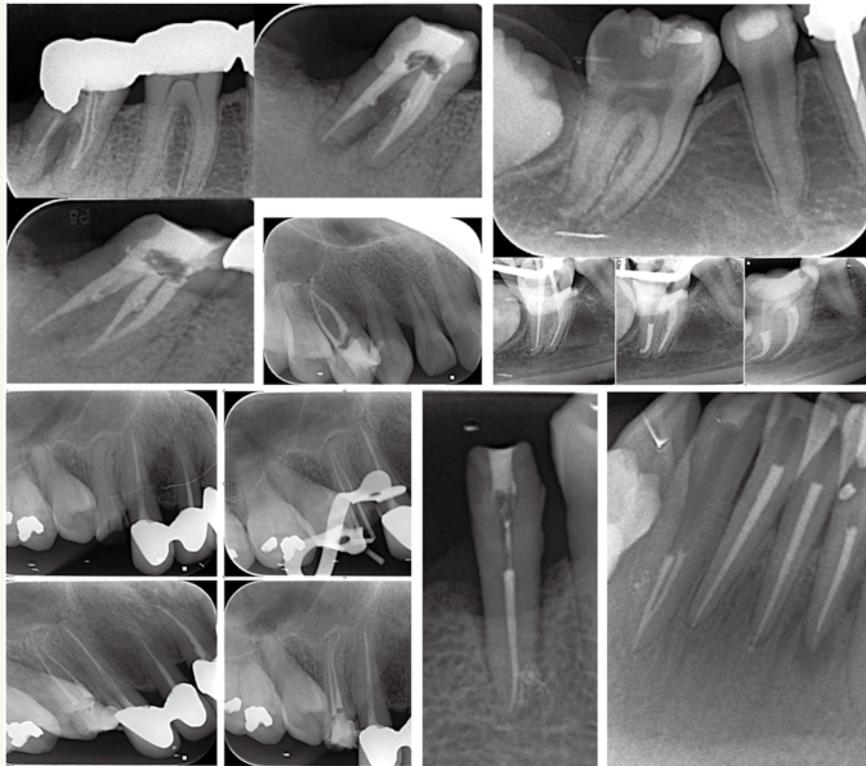


圖十九、此為雙側開口的沖洗針頭，操作上相當安全。



習，而側方擠壓冷充填一直也是很穩定的充填法。而 sealer 的選擇似乎一直沒有所謂最好的 sealer；MTA 這個材料看起來似乎只有優點好像沒有缺點，但如果用早期粉加水的 MTA 充填整個根管，其操作手法也十分困難，不是人人容易上手的，且硬化後幾乎無法重新治療。而 MTA 糊劑類的 sealer 似乎成了明日之星，具備了 MTA 所有的優點，抑菌效果與生物相容性，奈米化預混好的 MTA 與高度流動的特性，在臨床上操作省時又能達到相當理想的充填效果。適當的處理後，立即放入 post 與 core 的建立也是可行的。以往多餘的 sealer 在充填後清除十分麻煩，甚至含 eugenol 類的 sealer 會影響 resin 的聚合，現今建議完全捨棄不用；而 MTA 類的 sealer，只需要將 GP 確實加熱加壓與管壁密合後，用超音波器械配合沖水，即可準備好一個建立 post & core 的環境。而 MTA 類 sealer 的缺點是缺乏長期追蹤，希望能有大量病例與長期追蹤佐證會更讓人放心使用；價格成本稍高；聚合後硬度極高，重新治療困難度高，所以目前仍建議使用 GP 當主針配合 sealer，給自己一個退路（圖二十）。

我個人認為在剛學習使用牙科手術立體顯微鏡的時候，根管充填是最好的練習時機，即使到現在，我幾乎每個臨床案例充填的時候都會使用顯微鏡，理由有二：充填的操作時間



圖二十、Cold hydraulic compaction technique 案例分享。右下 X 光：42 下前牙雙根，口內最小的牙齒，在牙齒長度一半以下，才分開兩個根管開口。是想表達臨床有些案例，確實需要立體顯微鏡輔助治療才有可能達到極佳的治療結果。

會縮短與品質大大提升；且此時可再次確認是否有遺漏的開口或未清潔乾淨的根管，增進成功的機率。

5. Coronal Seal

- Digital dentistry
- Laser dentistry

以一實際臨床案例，闡述數位牙科的魅力（圖二十一）。此案例是當日一次完成，將原來的自然牙齒型態完全複製，當日恢復完全原來的外型與咬合狀態，而且顏色更美，病人將來想要牙齒美白，讓自己看起來更年輕。

最後介紹一下雷射在三合一療程中所扮演的角色，我非常推薦鉅族水雷射，使用範圍相當廣泛：根管盪洗（PIPS™, Photon Induced Photoacoustic Streaming），只需用水與極小的能量設定，可以有很好產生氣泡與渦流的效果，去除 smear layer；牙冠增長術，軟硬組織通吃的特性，不翻瓣微創的處理方式，病人術後滿意度極高；排齦，幾乎不流血，且較不會有術後牙齦萎縮的問題，也有機會不上麻藥完成排齦；備牙，我較少使用在此情況，如全程使用雷射備牙，太過於耗時，可以最後使用雷射做表面處理增加黏著面積，或貼片微創備牙可以考慮全程使用；全瓷冠拆除（無論氧化鋯或是玻璃陶瓷類），如未做根管治療



圖二十一、1.2. 術前放射學檢查。3. Prepreparation intraoral scan with 3shape trios。4. Vertical preparation with no gingiva retraction, Intraoral scan。5. 根管治療。6. CAD: 3shape design studio。7. Auto design: unnature。8. Morph to Prepreparation: Bionic。9. Natural Occlusion。10. Delivery in the same day。11. 術後放射學檢查。



的牙齒，黏好全瓷冠後痛了起來，或其他原因需要拆除，鈎族水雷射可以將能量穿透全瓷冠，將黏膠變質後，全瓷冠會自動彈起或輕輕敲擊即可取下再使用，醫生不用再擔心牙套不能黏死又不知道要觀察到何年何月和病人爭論半天，就放心的黏起來吧，將成功率提升到最高。二極體雷射應用範圍較少，但正確使用也有很好的效果：根管乾燥，重點是根管內先用紙針吸乾不能有水，二極體雷射熱效應高，有水就會產生大量氣體造成立即疼痛，正確乾燥根管後確實有抑菌的效果，增加成功率；排齦，止血效果極好，不過只能針對軟組織，不得碰到骨頭，所以不能做有修整骨頭的牙冠增長術，要上麻藥，至少要用表面麻醉劑；降低疼痛與任何軟組織不適，低能量雷射（LLLT）屢建奇效，可以多加利用。



圖二十一、口外 S 型雙彎曲極細根管示範。

四、結語：

這篇文章結合了我十五年來在診所的經驗，分享各位牙醫師們，特別適合 PGY 剛結束有點經驗卻還不確定未來方向的年輕醫師，或想要創造第二曲線（進入高科技牙科或加強根管治療品質）的資深醫師，希望能對你們有幫助。但也提醒各位醫師們，所有的新材料、新器械與新術式，都需要先搜集資料、研究、進修上課與實際口外操作演練（圖二十一），才能安全的給予病人優異的治療體驗。很幸運能處在這樣一個科技、知識與藝術高速發展的黃金時代，我們成為怎麼樣的醫生，這個時代就會是怎麼樣的。以此文章感謝我從業以來，所有幫助過我的人，感謝有你們，才有今天的我；謝謝父母兄弟對我的愛，百弘敬上。

參考文獻

1. West, J., The endodontic Glidepath: " Secret to rotary safety". Dentistry today, 2010. **29** (9) : p. 86, 88, 90-3.
2. West, J., *Manual versus mechanical endodontic glidepath*. Dentistry today, 2011. **30** (1) : p. 136, 138, 140 passim-136, 138, 140 passim.
3. Berutti, E., et al., Influence of Manual Preflaring and Torque on the Failure Rate of ProTaper

- Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*, 2004. **30** (4) : p. 228-230.
4. Haapasalo, M. and Y. Shen, Evolution of nickel–titanium instruments: from past to future. *Endodontic topics*, 2013. **29** (1) : p. 3-17.
 5. Pedullà, E., et al., Cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and metallurgical characteristics of M3 Rotary and M3 Pro Gold NiTi files. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 2018. **43** (2) .
 6. Patiño, P.V., et al., The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 2005. **31** (2) : p. 114-116.
 7. Pasqualini, D., et al., Computed Micro-Tomographic Evaluation of Glide Path with Nickel-Titanium Rotary PathFile in Maxillary First Molars Curved Canals. *Journal of Endodontics*, 2012. **38** (3) : p. 389-393.
 8. Pasqualini, D., et al., Postoperative Pain after Manual and Mechanical Glide Path: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics*, 2012. **38** (1) : p. 32-36.
 9. Wu, M.K. and P.R. Wesselink, A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *International Endodontic Journal*, 2001. **34** (2) : p. 137-141.
 10. Paqué, F., et al., Preparation of Oval-shaped Root Canals in Mandibular Molars Using Nickel-Titanium Rotary Instruments: A Micro-computed Tomography Study. *Journal of Endodontics*, 2010. **36** (4) : p. 703-707.
 11. Stojicic, S., et al., Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International Endodontic Journal*, 2012. **45** (4) : p. 363-371.
 12. Elnaghy, A.M., A. Mandorah, and S.E. Elsaka, Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. 2016.
 13. de Paz, L.C., Redefining the persistent infection in root canals: possible role of biofilm communities. *Journal of endodontics*, 2007. **33** (6) : p. 652-662.
 14. Siqueira, J.F. and H.P. Lopes, Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *International Endodontic Journal*, 1999. **32** (5) : p. 361-369.
 15. Van Der Sluis, L.W.M., M.K. Wu, and P.R. Wesselink, The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different

- irrigation methodologies. International Endodontic Journal, 2007. **40** (1) : p. 52-57.
16. Keskin, C., E. Sariyilmaz, and Ö. Sariyilmaz, Efficacy of XP-endo Finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. Journal of endodontics, 2017. **43** (1) : p. 126-130.
 17. Zuolo, A.S., et al., Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. International Endodontic Journal, 2013. **46** (10) : p. 947-953.
 18. Alves, F.R., et al., 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, 2016. **42** (7) : p. 1114-1119.
 19. Gluskin, A.H., C.I. Peters, and O.A. Peters, Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. British Dental Journal, 2014. **216** (6) : p. 347-353.
 20. Ruddle, C.J., Endodontic triad for success: the role of minimally invasive technology. Dent Today, 2015. **34** (5) : p. 76-80.
 21. Yildirim, T., H. Oruço lu, and F.K. Çobankara, Long-term evaluation of the influence of smear layer on the apical sealing ability of MTA. Journal of endodontics, 2008. **34** (12) : p. 1537-1540.
 22. Walker, T.L. and E. Carlos, Histological evaluation of ultrasonic debridement comparing sodium hypochlorite and water. Journal of endodontics, 1991. **17** (2) : p. 66-71.
 23. Cameron, J., The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study. Journal of Endodontics, 1983. **9** (7) : p. 289-292.

作者

黃百弘

- 臺北醫學大學 | 學士 碩士
- 新竹明皓牙醫診所 | 副院長
- WLMC 世界雷射醫學大會 | 專科醫師 講師
- APLI 臺灣世界臨床雷射醫學會 | 學術主委
- TIAMID 臺灣微創植牙醫學會 | 秘書長
- 中華民國口腔雷射醫學會 | 理事
- 以色列希伯來大學 Litetouch 原廠雷射課程 | 認證醫師

