

進階鎳鈦旋轉器械操作手法介紹－3S technique & Double rotary technique



黃百弘 醫師

- 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

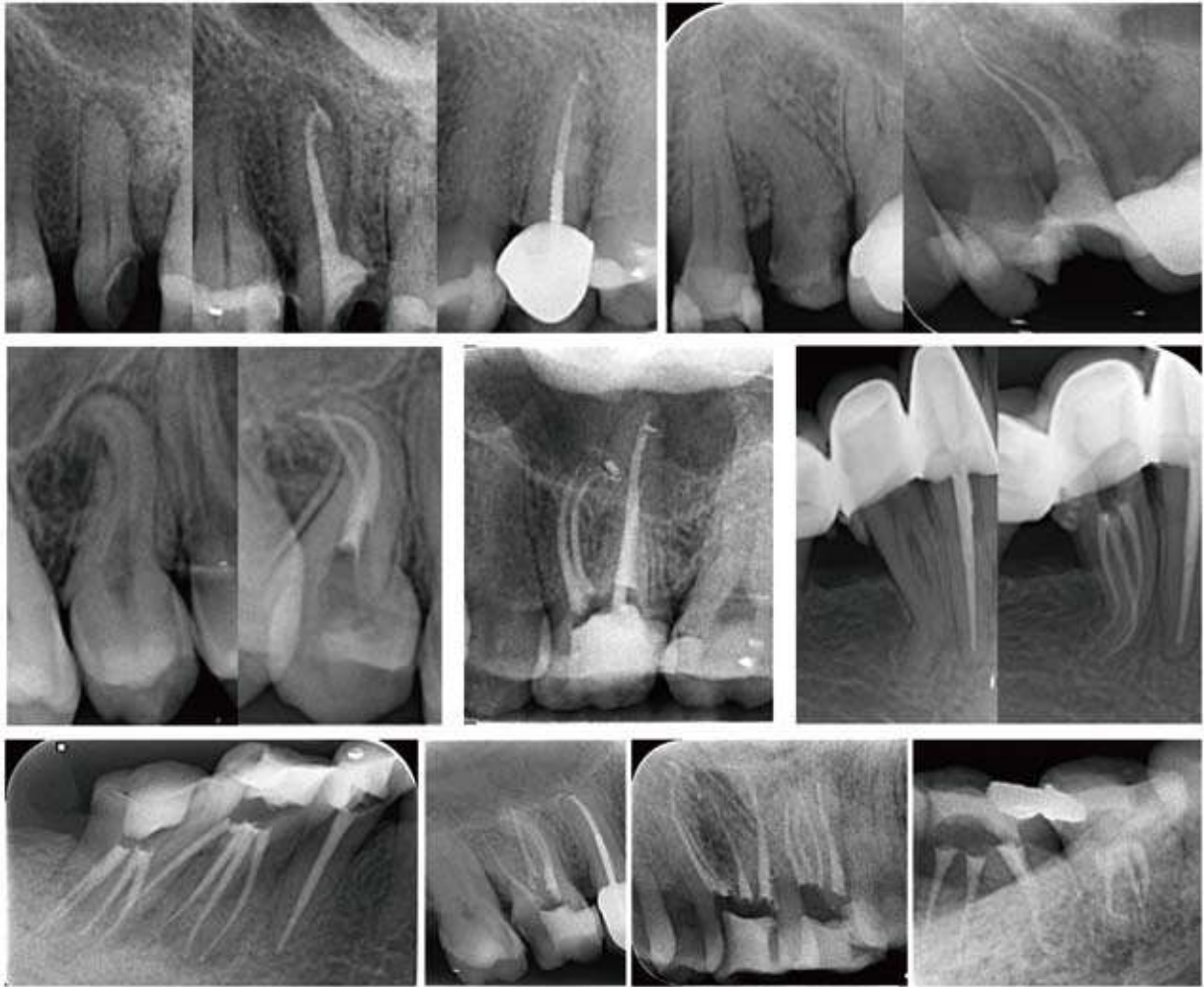
一、前言：

3S technique (Single Stroke & Swipe)：此操作手法作者已經在臨床上操作近十年，但苦無國際學者提出相同操作手法，直到近幾年終於發現少數國際學者有類似的概念發表，此文章前半段將其相關資料彙整與各位介紹。3S technique 搭配 M3[®] 鎳鈦器械在臨床上可說是無懈可擊，有極高的效率且相當安全；此文章後半段利用幾個實驗，想讓各位明白此技術，即使是年輕醫師，也可稍做練習，就能達到很好的效果，並同時釐清一些臨床上操作的觀念。

Double Rotary technique：此操作手法作者在全面更換 M3[®] 鎳鈦器械後發展出來的技巧，理應適用大多數鎳鈦器械系統，但畢竟發展時間尚短，此文章僅做初步介紹，日後再寫專題文章闡述。

畢竟醫師的手法、手感與經驗等等，都是相當難以表達的，作者盡力以牙科的本質：「科學與藝術的結合」，來闡述此方面的學問。

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，作者分享多年來的經驗與思考邏輯，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。

二、3S technique (Single Stroke & Swipe) & Double Rotary Technique 來由：

操作手法分為手動器械與機動器械兩方面。手動器械操作手法如：filing, reaming, watch winding, balanced force technique & Envelope of motion 等等基礎知識本文不詳述，但

應了解機動器械的旋轉模式設定基本是從模仿手動器械來的，為了降低手部負擔與增進臨床效率而發展出來，簡單來說，是讓機器模仿手動器械的操作手法或達到手無法達到的效率；然而，臨床我們醫師還是必須用我們的手來拿電動馬達旋轉機器 (rotary machine)，機器代替了我們原本的手部動作，那此時我們的手到底該做什麼動作呢？

旋轉機器之操作手法有以下幾種：

1. Rhythm motion
2. Rhythm motion & Clean
3. SSC (Single Stroke & Clean)
4. Floating-Following-Brushing
5. 3S technique (Single Stroke & Swipe)
6. Double Rotary Technique

以下分項詳述。

1. Rhythm motion

我15年前剛畢業到5年前，旋轉機器的操作手法教學一直都是像啄木鳥：「啄三下後沖洗」。重複以上動作直到工作長度。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。

2. Rhythm motion & Clean

極少數教學影片上有出現，啄三下完了之後，要將NiTi file用紗布擦乾淨後 (Clean or Swipe)，再放入根管。此文章之後出現的Rhythm motion皆含Clean的動作，我十分重視此步驟 (Clean or Swipe)。

3. SSC (Single Stroke & Clean)

美國哈佛大學Dr. Allen提出，簡單的說就是啄一下後，用紗布擦乾淨。重複以上的動作 [1]。

4. Floating-Following-Brushing

Dr. Ruddle 提出，其重點在於根管内要充滿溶液，讓器械順著根管，利用鎳鈦器械本身的彈性遠離 danger zone，強調有方向性的擴大。此時並不是「啄」的動作了，而是貼著管壁（通常是line angle方向）做「刷」的動作，但是三下或多下，並沒有強調一下後取出擦乾淨的動作 [2]。

5. 3S technique (Single Stroke & Swipe)

此為作者使用了十年以上的技術，直到遇到了M3[®]這個鎳鈦器械系統，認為將兩者結合是很適合分享給各位，為了推廣方便，才將此技術命名為「3S technique」。此技術涵蓋了前面幾個手法的好處，其詳細內容在下一章節會詳述。

6. Double Rotary Technique

此為作者給已經精通3S technique的醫師，可以進入到四手操作的一項技術。是另一個可以大幅提高臨床效率的技術，尤其是面對極細極長的根管會最有感覺，而在彎曲根管用此方法也會特別有安全感。此操作技術會用到兩支Rotary，熟練後想要使用兩支以上當然也是沒有問題。其詳細內容在下下一章節會詳述。

與大家介紹三位在youtube有相當多教學影片的學者，我相當推薦自我學習者訂閱觀看，對臨床工作者來說，可以與論文相互應證 (表一)。

作者約在十年前 (即工作五年後)，就開始採用類似3S technique的操作手法用了各種廠牌的鎳鈦旋轉器械，隨著時間慢慢進化，到了全面改用M3[®]鎳鈦器械後，此操作手法的學問發展較為完整，故在此向大家分享。

三、3S technique (Single Stroke & Swipe)：

由於鎳鈦器械的發展迅速，堅韌度與切削效率越來越好，剛開始我發現啄一下之後，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」的基礎操作原則，

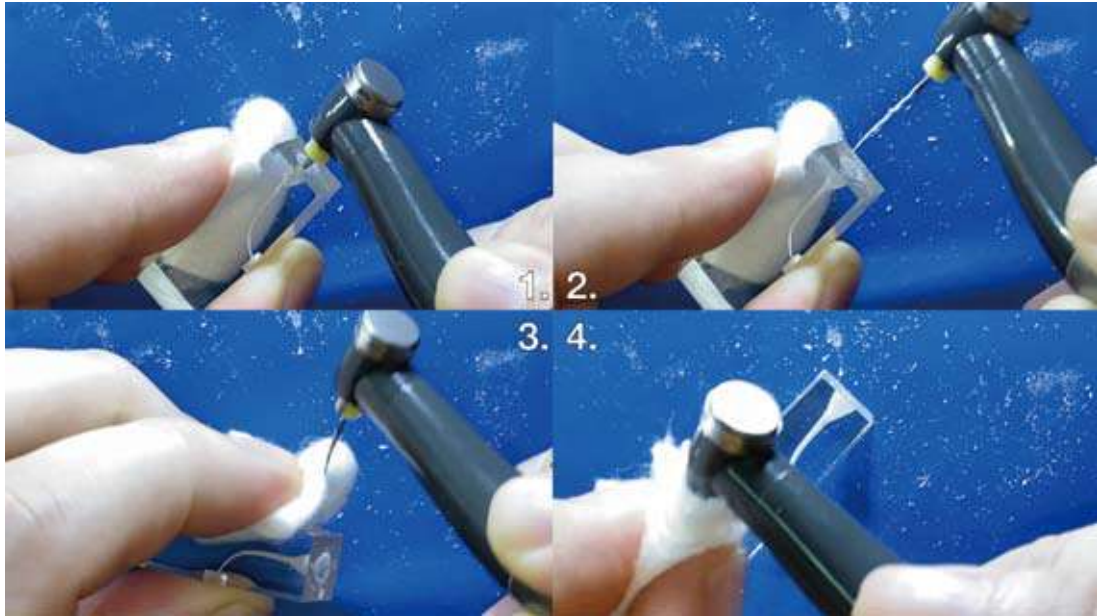
讓每一下的效率都是最高的。擦乾淨有兩種方式：一種是機器不停止旋轉，輕巧快速掃過捏實的紗布，此方式較快但需要技巧，操作不當會將紗布捲起；另一種則是機器停止旋轉，再確實地將用紗布捏著file擦拭 (圖一)。

3S technique 有效率的前提是 Access opening 要做的很確實，且 orifice refine 要確實的完成，因為器械要很容易進入Orifice，操作才會順暢。有無潤滑液或沖洗溶液搭配皆可：無潤滑液或沖洗溶液下操作，可以在取出file時，可以藉由觀察file上的碎屑，得知目前file作用在根管的哪一個部分 (上、中、下三分之一)；有潤滑液或沖洗溶液下操作則無法分辨，但在溶液中適當的操作可以大幅的增加整個療程的效率。

而「Swipe」一詞還有另一個進階的含義：初步熟練上一段所敘述的「啄一下後擦乾淨」基本操作之後，在多根管牙齒中會需要遠離danger zone的操

表一、推薦三個youtube根管治療自我學習頻道。

	<p>1. Dr. Allen Ali Nasseh SSC的詳細說明可以在此頻道中找到。 闡述許多進階臨床觀念與操作技巧，適合稍微有臨床經驗醫師以上觀看。</p> <p>https://www.youtube.com/channel/UCy5AtjnsfalNYa9WSEqgfzw</p>
<p>2. Dr. Clifford J. Ruddle Floating-Following-Brushing的詳細說明可以在此頻道中找到。 年輕醫師學習基本功必看，有大量的示意動畫能幫助了解如何操作。</p> <p>https://www.youtube.com/channel/UCuHjtS97WzHsieJhahIBE2A</p>	
	<p>3. Terauchi Yoshi 取分離器械相當有名的日本醫師。 其頻道有大量臨床案例影片，適合想鑽研學習「顯微鏡+超音波器械」操作的醫師觀看。</p> <p>https://www.youtube.com/channel/UC_qgHnVEdCq3brjAvg_Y40w/feed</p>



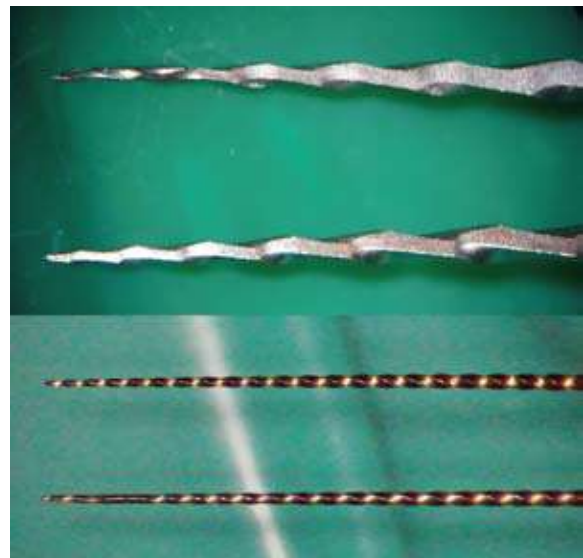
圖一、1. 單次切削。2. 取出可觀察到file上充滿著碎屑。3. 不停止旋轉，快速掃過紮實的紗布。4. 停止旋轉，確實用雙指與紗布捏著file擦拭。

作方式，並不是將根管均勻地四面八方擴大，所以進階手法的操作除了上下動作之外，還有特定方向輕微的施力是很重要的。

Brushing or Swipe：作者認為 brushing 是「刷」，一種來回施力的動作，可以想像一般在刷陽台或游泳池，刷完之後才一次沖水；而 Swipe 則是「掃」，是更為輕巧複雜的動作，包含了從遠到近的單向施力，同時將碎屑集中一次移除或每次都移除，如掃地，可以邊掃邊掃進畚箕，也可以多掃幾次集中多一點灰塵後再一次掃進畚箕。

而自從使用 3S technique 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，都會拿出根管外，擦乾淨之後，每次放入根管內之前，都要看一眼（甚至在顯微鏡底下觀看），如果看到器械產生解離的狀況，立即丟棄（圖二），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。



圖二、
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。

四、Double Rotary Technique:

在治療極細或彎曲根管時，早期 K-file, #10擴大到#15是困難的，因為截面積變化率高達50%，而現今有了 M3-Path, #13、#16、#19，可以從容地度過此關卡。接迎而來的是遇到 .02, #19 的 Path file 已經輕鬆達到工作長度，下一支 .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，我認為是根管中半段擴大不足，上半段可以適當的使用 G.G.drill 或 Open file，中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 (圖三)。

此技術需要準備兩支 Rotary，初階可以嘗試分別裝上 .07, #20 (黃) M3-L1 與 .06, #25 (紅) M3-L2 files，交替使用 3S technique 操作，其中擦拭工作 (Swipe) 讓助理幫忙，術者可以專心

去感受切削根管 (Single Stroke) 的手感，搭配 Crown down 觀念，可以安全又有效率的讓 M3-L1 (黃) 抵達工作長度，如想做到 M3-L2 (紅) 也只需要再多花些許時間 (圖四)。

初階熟練後，進階可以分別裝上 .04, #20 (黃) 與 .04, 25 (紅) M3-L file 來進行操作，不同於其他 M3-L file 為 M+wire，這兩隻型號是用 CM wire 材料製造的，更軟更容易彎曲不回彈的性質，需要操作者更好的手感與更敏感的機器設定，「過度用力」是禁止的，不當的操作會讓這兩個型號file既沒有效率且損耗快速，但如操作得當，便能在封填完成後，欣賞根管真實原來的型態，而不是強硬切削出來一根根的直線管子 (圖五)。

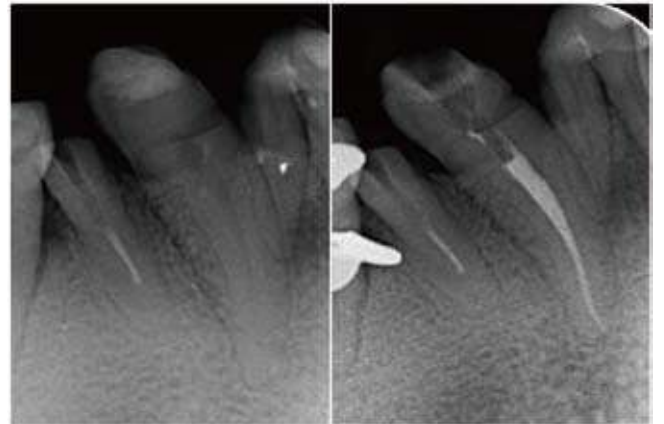
而如果分別裝上的是 .02, #19 (黃) M3-Path 與 .04, #20 (黃) M3-L，馬上轉變為step back觀念，十分靈活，可依照根管情況選擇使用。當然想要使用兩支以上的Rotary，完全省去更換file的時間也完全沒有問題。



圖三、Double Rotary Technique：四手操作，兩隻Rotary，分別裝上 .07, #20 (黃) 與 .06, 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。



圖四、M3-L1~L3特色為較大的錐度與M+wire，可以稍微預彎不回彈；而最右這兩隻則為較小的.04錐度與CM wire，可以做更大幅度的預彎，應用於彎曲根管。



圖五、真實原來的根管流線型態。

五、3S technique 實驗材料與方法：

材料：

File: 「K-file#15, .02」,

「M3-L1, #20, .07」(圖六)

Rotary setting: RPM: 500, OTR motion,
Torque: 1.0 N · cm

Solution: 1% NaClO

Block: Acrylic

WL: 17mm

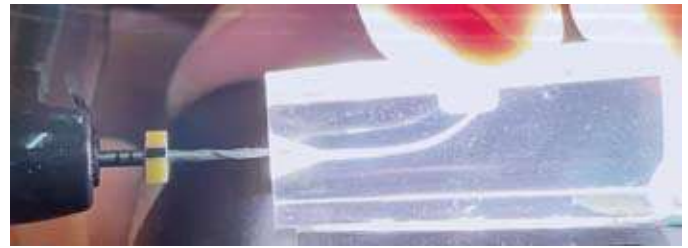
方法：

分別由年輕醫師(3年臨床工作經驗)與資深醫師(15年臨床工作經驗)。每個醫師要做三組實驗，每一組實驗都是使用一支全新的M3-L1 file，且每次使用全新的Block，每個block使用K-file超出根尖約0.5mm，工作長度皆設定為17mm，並將M3-L1 file



圖六、左：K-file #15, .02。
右：M3-L1, #20, .07。

上的stopper設定好才開始實驗。三組實驗分別使用以下三種操作手法：
 (1). Rhythm motion & Clean (2). 3S technique (Single Stroke & Swipe)
 (3). 3S technique + NaClO，計算次數並記錄其結果 (圖七)。



圖七、實驗設置與操作。

六、3S technique 實驗結果：

1. 左為年輕醫師，右為資深醫師 (表二)。上方數字是block編號，表格內數字是file作用的次數。
2. Rhythm motion：因為是一次 motion 是三下，所以總次數要乘以三倍，括弧內為總次數。
 - (I) 用一支全新的 file，每個醫師連續做了兩個block。
 - (II) 平均為「年輕7.5 (22.5)」比「資深10.5 (31.5)」，資深醫師平均次數較多。
3. 3S technique：
 - (I) 用一支全新的 file，每個醫師連續做了六個block。
 - (II) 資深醫師的第二次數據：12，較為異常，故計算統計時未列入計

算，原因會在下一章節討論說明。

- (III) 平均為「年輕13」比「資深21.4」，資深醫師平均次數較多。
- (IV) 範圍從「年輕11~21」比「資深16~26次」，資深醫師整體次數上也多了許多。

4. 3S technique + NaClO：

- (I) 用一支全新的 file，每個醫師做了一個block。
- (II) 次數為「年輕13」比「資深11」，年輕醫師次數較多。
- (III) 年輕醫師「有 NaClO」比「無 NaClO」次數稍多，「13比11」但差距不大。
- (IV) 資深醫師「有 NaClO」比「無 NaClO」次數較少，「11比16」有明顯降低。

次數	1	2	3	4	5	6	次數	1	2	3	4	5	6
操作手法							操作手法						
Rhythm motion	8 (24)	7 (21)	—	—	—	—	Rhythm motion	10 (30)	11 (33)	—	—	—	—
S3	11	12	13	13	18	21	S3	16	12	21	23	21	26
S3 + NaClO	13	—	—	—	—	—	S3 + NaClO	11	—	—	—	—	—

表二、左方表格為年輕醫師的實驗結果。右方表格為資深醫師的實驗結果。

七、3S technique 實驗討論：

1. 整體次數比一般臨床經驗上來得多許多，原因如下：

- (I) 壓克力Block的根管偏細，且實驗並未使用open file或其他器械先將其上半部打開。
- (II) 由於壓克力Block比Dentin稍硬，所以我將扭力上升到1.0 N·CM，一般臨床我的設定僅用0.2已經足夠，初學可以考慮設定0.4 or 0.6。而轉速參考原廠設定不做調整。
- (III) 針對(II)加強說明：Rotary在OTR模式下的設定中，扭力最高只能到1.0；如為CW模式，初學可以參考原廠設定先設定2.0，觀察切削效率做適當調整，到5.0都可以接受（此處為口外block的操作設定）。然而臨床上CW模式如要設定超過2.0，切削力雖然跟著提高，請注意手感要很好，因為意味著你很大力的擠壓，機器也不會有反應，最後只會反映在file的形變與斷裂上。然而扭力設定過低，工作時機器會時常感應到扭力過大而停下或反轉，安全性雖然提高，但卻導致效率低落。
- (IV) 此實驗雖然使用了較大的扭力，面對較硬的block，所有file沒有任何解離的現象在顯微鏡底下被觀察到。

2. Rhythm motion 比 3S technique 抵達工作長度需要的總次數更多：

此結果為作者做這個實驗最想證實的事情：做三下沒有比做一下來的好，反而更差。原因來自於近代的 Rotary file 切削力已經提升到相當程度，做一下之後file上的容屑溝槽已經被填滿了大部分，導致做第二、第三下的切削效率直線下滑，我認為第二、第三下大部分的作用已變成在「塗抹」，甚至將碎屑推往根尖方向。而年輕醫師的結果與資深醫師相同，代表可以排除「手感與經驗」造成的影響，說明3S technique 應是大部分牙醫師都可以適用的觀念與技術。

3. 3S technique 總次數隨著作用 block 數量增加而增加：

年輕醫師與資深醫師有相同的趨勢。我認為是block偏硬，且沒有使用潤滑劑或溶液，讓器械損耗的相當明顯，反映在使用的次數上，可以看到從第一個block到第六個block，總次數就增加到接近兩倍之多。此結果帶給我的啟發是：如遇到困難的案例，要增加臨床效率，直接使用全新的file是一個有根據的選擇（也跟我的臨床經驗是吻合的）。

4. 資深醫師 3S technique 組別第二次總次數明顯降低：

這組異常的數據需要特別說明：因為我做完第一組數據覺得次數比年輕醫師多了許多（16比11），但我很快就

知道原因，所以我便模仿年輕醫師的手法，於是第二組數據的次數就和年輕醫師差不多了 (12比12)。第三次之後我再恢復我原本的手法繼續進行實驗。

5. 年輕醫師在 Rhythm motion 與 3S technique 組別的次數比資深醫師來得少：

- (I) 是的，你沒有看錯，單看數據，年輕醫師在這兩個組別次數較少，比資深醫師更有效率的抵達工作長度的。機器是同一支，且設定都一樣；File 與 Block 可能有些微的變數但應不影響整體趨勢；操作手法的規則也是設定好，互相監督之下進行的；影響最大的肯定是醫師的「手感與經驗」了。透過一定時間的「手法」教學後，年輕醫師即能安全且有效率完成抵達工作長度的 shaping 工作，此結果是讓人興奮的。
- (II) 而資深醫師次數較多，並不代表著被年輕醫師超越了，而是表達了，在「手感與經驗」上的差距。
- (III) 手感：由於資深醫師的手感較好，能較快的在 OTR 反應啟動後，將 file 提起；而也意味者年輕醫師的 file 提起較慢，在根管裡 OTR 反應啟動後作用時間較長，一次作用切削的時間較長，且通常會向根尖方向過度用力，雖然切削較多較快，用較少的次

數就達到工作長度，但各位可以想想，我們的 Shaping 的目標只有達到工作長度嗎？

6. 資深醫師的「經驗」：

- (I) 我有十五年左右的臨床經驗，希望幫助讓年輕醫師能克服臨床上心魔；讓資深醫師能具備更好的技術，進而制定更全面的計畫。
- (II) 首先，要解決的問題是：「過度用力」。這幾乎是所有各類運動初學者會有的問題，根管治療也不例外。而在根管治療上，造成「過度用力」最大的原因我認為是在於「目標」的設定不同：年輕醫師做根管治療常想著，因為根管治療很困難，很花時間，所以要趕快放入 file，趕快抵達「工作長度」，就會導致過度用力，且 file 停留在根管裡的時間過長，並沒有產生年輕醫師想要的「比較快」的結果，反而產生 file 解離、分離；根管內階台 (ledge)、阻塞與大量的塗抹 (smear)；更甚者會造成牙根微碎裂 (root micro cracks) [3-5]。
- (III) 而一個有「經驗」的醫師，應該要知道根管治療最重要的是盡量移除根管裡的「刺激原」，也就是可能造成發炎的物質，可能是細菌、內毒素、藥物、崩解的牙髓組織與切削下來的組織等等。

控制「工作長度」是為了讓我們在這個長度裡，持續的移除這些「刺激原」，並同時準備後續充填與釘柱的空間。換言之，「移除根管內的物質」這個目標會比「抵達工作長度」來得更符合我們根管治療成功的原則，也希望各位了解此道理之後，移除「過度用力」這個不好的觀念與習慣。

(IV) 而我提出 3S technique 這個手法，可以同時解決「過度用力」與「安全性」的問題，且比 Rhythm motion 更有效率。只要謹記file切削下來的與裝載的碎屑，應該儘量在你的紗布上，而不是在根管裡面。如果要比喻的話，Rhythm motion 有點像蔬果調理棒，只在根管裡切削與攪動，但沒有將物質帶出，而是最後才沖洗吸出；3S technique 則像在吃冰淇淋聖代，拿個長湯匙一口一口的吃，有時吃上面，有時吃底層，最後只剩下空杯子，裡面的東西都被移出了。

7. 3S technique+NaClO 的實驗意義：

次氯酸鈉 (NaOCl) 在此處是當作潤滑的作用，比較一樣的器械與手法，加入潤滑劑是否能增加切削效率。而結果也相當有趣，年輕醫師是沒有什麼差異(反而還變稍慢)；而資深醫師卻明顯增加了效率。我認為這就是「經驗」的差距，與「目標」的設定不同。

由於年輕醫師過度用力的操作，所以潤滑液並沒有發揮太多的效果，甚至可能因為降低摩擦力反而切不到管壁，所以增加了一些次數。而資深醫師會知道利用溶液來搬運碎屑，增加器械在根管裡作用的時間，讓潤滑液發揮它的效果，而其結果是大幅的降低次數 (16降到11)。如果操作得當，在shaping同時，已經開始做Cleaning的部分。有關溶液與沖洗 (Cleaning) 的部分日後會在另外文章說明。

特別說明：牙科常見「次氯酸鈉」寫成NaOCl，但在化學領域中，氯酸是HClO₃，亞氯酸是HClO₂，次氯酸怎麼會成為了HOCl呢？ $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ (此為次氯酸鹽陰離子) 為常見的化學反應式。化學命名有幾種方式：分子式、實驗式、結構式與示性式。如將電子分佈與結構式考慮進去，NaOCl 也是可以的，只是就一般分子式與化學反應式常用的寫法，「NaClO」是次氯酸鈉最廣為人知的寫法。

8. 最後值得一提的是，Rhythm motion 比 3S technique 進入orifice的次數來得少：

雖然一直強調 3S technique 的效率很好，但要注意其前提是 Orifice refine 要做得很好，病人的行為控制與張口度要足夠，file能輕易的放入 orifice，才能將專注度放在手感上，去感受根管與機器的回饋；反之，如果張口度不夠或甚至是智齒的位置，如真的要開始根管治療，orifice refine 還是要做的很好，orifice refine 還沒

做好前，無論用什麼手法，都不建議開始使用鐮鈦器械，orifice refine 做好後，由於牙齒位置不好或張口度不夠，增加了放入orifice的難度，所以此時我們會想要減少放入的次數，3S technique 就不會是最佳的選項了，然而 Rhythm motion or Floating-Following-Brushing，這類單回多次數的操作手法就顯出其價值。

9. 沒有最好的手法，只有最適合的手法。

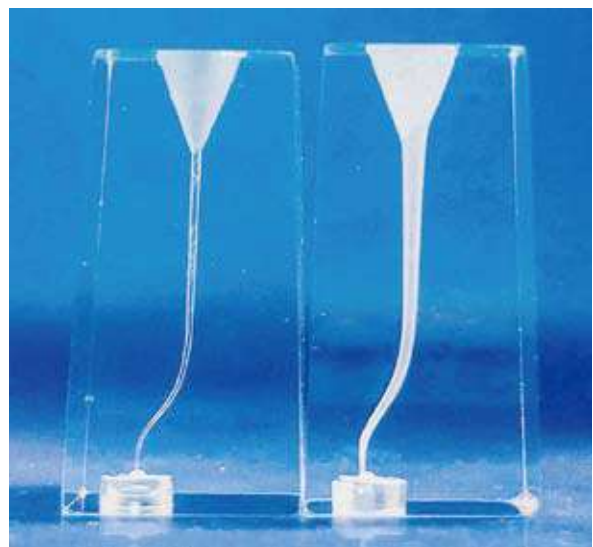
八、結語：

這篇文章結合了我十五年來在診所的經驗，3S technique 我在臨床也已經使用超過十年，適合大部分的醫師與鐮鈦旋轉器械，分享給各位醫師們，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（圖八），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. Allen Ali Nasseh, D., MMSc. Real World Endo's Single Stroke and Clean™ (SCC) Motion! 2014.
2. Ruddle, C.J., The ProTaper technique: Shaping the future of endodontics. Endod Topics, 2005. **10**: p.213-6.
3. Ashwinkumar, V., et al., Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. International endodontic journal, 2014. **47(7)**: p.622-627.
4. De-Deus, G., et al., Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. Journal of Endodontics, 2014. **40(9)**: p.1447-1450.
5. Ceyhanli, K., et al., Comparison of ProTaper, RaCe and Safesider instruments in the induction of dentinal microcracks: a micro-CT study. International endodontic journal, 2016. **49(7)**: p.684-689.



圖八、口外S型雙彎曲極細根管示範。