



# 根管預備中碎屑從根尖推出的量比較與研究

作者：柳振坤 / 張傑 / 岳林

翻譯：邱薪庭 / 黃百弘

## 【摘要】

**目的：**比較分析不同橫截面形態的根管預備器械在根管預備過程中對根尖碎屑推出量的影響。

**方法：**臨床收集拔除下來的90顆單根管下顎前牙，共選取6種NiTi-rotary器械，按照器械橫截面形態為等邊三角形且三點接觸根管壁的器械為參考，

共分為三組：

- 第一組為大橫截面組，三點接觸根管壁，順時針連續旋轉運動器械（ProTaper Universal (PTU)）
- 第二組為小橫截面組，兩點接觸根管壁，順時針連續旋轉運動器械（ProTaper Next (PTN)、M3-L）
- 第三組為中橫截面組，三點接觸根管壁在本組內按照器械運動方式又分為A組順時針連續旋轉運動器械（Hyflex. CM）（HF, M3）和B組智能化往復運動器械（Twisted File Adaptive (TFA)）

每種器械預備15顆口外牙單根管。用預先稱量的離心管收集根管預備過程中從根尖溢出的所有物質，烘乾，再次測量，計算推出根尖孔碎屑的量。

**結果：**所用6種NiTi-rotary器械在根管預備過程中均有碎屑推出根尖孔。PTU根尖碎屑推出量最多（ $0.000330 \pm 0.000162g$ ）（ $P < 0.05$ ）；順時針連續旋轉運動器械的小橫截面兩點接觸器械（PTN、M3-L）（ $0.000119 \pm 0.000016g$ ）與中橫截面三點接觸器械（HF、M3）（ $0.000135 \pm 0.000018g$ ）根尖碎屑推出量差異無統計意義（ $P > 0.05$ ）；順時針連續旋轉運動器械HF（ $0.000132 \pm 0.000080g$ ）、M3（ $0.000139 \pm 0.0000119g$ ）與智慧化往返旋轉



運動器械 TFA (0.000158 士 0.000073g) 根尖碎屑推出量差異統計無意義 ( $P>0.05$ )。

**結論：**本研究納入的 6 種根管預備器械在體外根管預過程中均有根尖碎屑的推出，中、小橫截面、恆定錐度、支數少的器械在減少根尖碎屑推出方面的表現優於大橫截面、大錐度、多支數器械。

根管治療的技術關鍵之一是有目的地預備根管，以達到根管內徹底清理和成形的目的，在根管預備過程中所產生的硬組織碎屑可混合軟組織、細菌和毒素，在化學液體沖洗和機械預備的壓力下，由根尖孔推出至根尖周組織。碎屑推出根尖一方面可能引發以根尖周組織急性腫痛為表現的診間急症，另一方面可影響根管治療後有根尖周圍組織病變患牙的癒合。目前，根管機械預備多採用鎳鈦器械，器械的設計種類多樣，日新月異，器械的運動方式也不同。查閱文獻發現評價鎳鈦器械對根管壁清理成形效果的研究較多，而關於器械在根管預備過程中碎屑推出的研究尚少。以往研究顯示影響根尖碎屑推出量的因素包括器械的運動方式、器械橫截面設計、器械的錐度、沖洗器類型、沖洗方式、沖洗液類型和濃度、預備過程中的操作因素及患者牙齒的彎曲度等，但以往的研究存在著研究因素混雜，結果不一的問題。本研究的目的是抽取單一因素比較鎳鈦根管預備器械在根管預備過程中對根尖碎屑推出量的影響，以期為臨床治療中合理的選擇根管預備器械提供參考。

## 1. 材料和方法

### 1.1 口外牙的收集和準備

1.1.1 口外牙的收集經北京大學口腔醫院生物醫學倫理委員會批准（倫理審查批件號：PKUSSIRB-201523088），收集 2015.9 月至 2017.3 月在北京大學口腔醫院完整拔除的經未治療的下頷前牙，去除牙根表面牙石和軟組織，置於 1% 次氯酸鈉溶液中浸泡 24 小時，然後儲存於 4°C 的蒸餾水中備用。納入標準：  
1. 根尖發育完全；2. 只有一個根尖孔；3. 根管彎曲度小於 15 度（Schneider 法）；4. 根管橫斷面最大直徑與最小直徑至之比小於 2；5. 第一隻 file 號數小於 15 號。

**排除標準：**牙根表面有齲壞、裂紋、穿孔、多根管的牙齒。共 90 顆牙齒並入研究。

1.1.2 口外牙的準備：90 顆下頷前牙進行開髓，拔髓，#8 K file 拉開根管，立體顯微鏡下在解剖根尖孔剛剛看見根尖，此長度減去 1 mm 作為工作長度。

### 1.2 碎屑推出模型的建立

離心管管蓋打孔後在電子天平上秤重（Mettler Toledo，上海津崎，中國），精確到  $10^{-5}$ g，反復秤重 7 次，紀錄每次的數據，去除最大和最小值，取餘下數值的平均值作為離心管的重量，重量精確到  $10^{-6}$ g，紀錄。

將牙齒以牙釉牙骨質交界為界固定在離心管管蓋上，並插入 27 號針頭用來平衡離心管內外的壓力，牙齒與離心管之間用黏膠

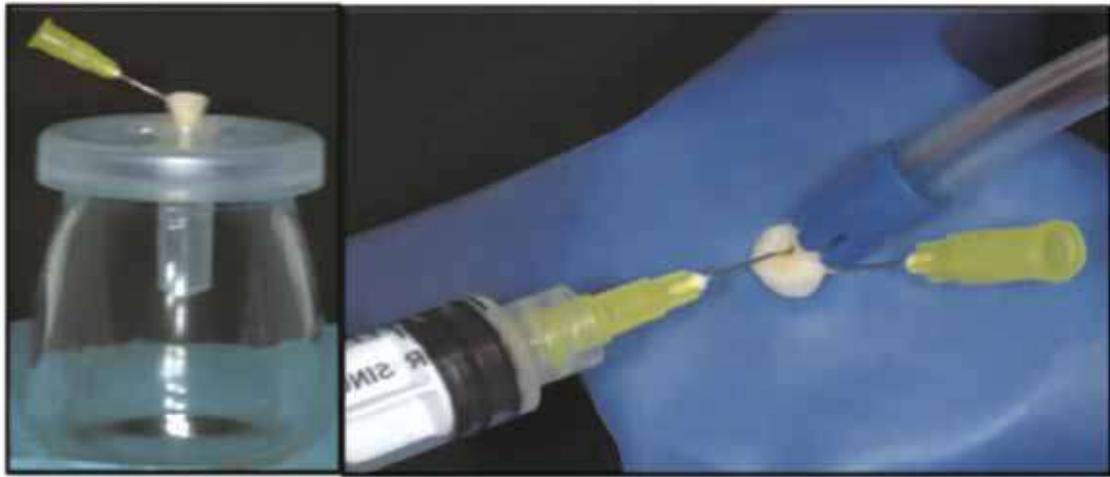


圖 1 碎屑收集裝置

(百得超級膠漢高百得，廣東中國) 封閉。將離心管固定在玻璃瓶上。用橡皮障隔離牙齒和固定裝置，以防止預備過程中操作者觀察離心管中液體的量，並防止沖洗液從外部流入離心管內 (圖 1)。

### 1.3 根管預備

1.3.1 分組共選取 6 種選轉器械，按照器械橫截面形 等邊三角形且三點接觸根管壁的器械 參考，共分 三組 (圖 2)：

第一組 大橫截面組，凸等邊三角形，三點接觸根管壁，順時鐘連續旋轉器械 (ProTaper Universal (PTU))；第二組小橫截面組，兩點接觸根管壁，順時鐘連續旋轉器械 (ProTaper Next (PTN)、M3-L)；第三組為中橫截面組，等邊三角形，三點接觸根管壁，在本組內按照器械的運動方式，又分為 A 組，順時鐘連續旋轉器械 (Hyflex CM (HF)、M3)，和 B 組，智慧化往復運動器械 (Twisted File Adaptive (TFA))；將 90 顆口外牙通過簡單隨機法分組，每種器械預備 15 顆口外牙根管。單因素方差分析顯示六組牙工作長度無顯著性差異 ( $P>0.05$ )。

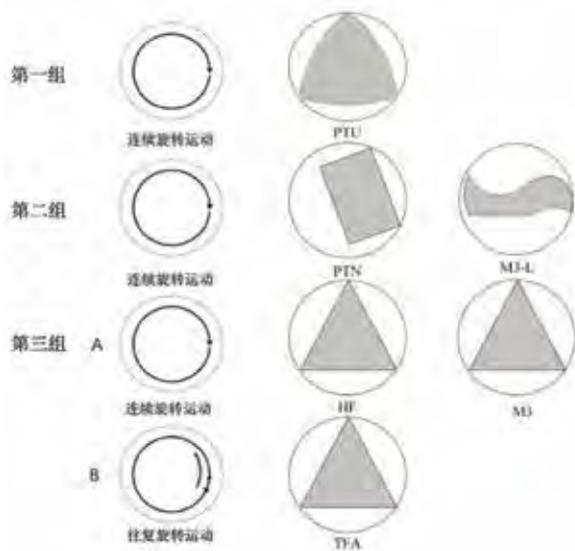


圖 2 器械分組

1.3.2 機械預備參數第一組：PTU 組 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)，預備順序如下：X-smart 馬達 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)，轉速為 250rpm，扭力為 2.5Ncm，SX file 打開根管冠部 1/3，依次使用 S1、S2、F1、F2，均到達工作長度。

第二組：PTN 組 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)，預備順序如下：



表 1 根管機械預備參數

組別	名稱	轉速(rmp)	扭矩(Ncm)	工作長度(mm)	末銼
第一組	PTU	250	2.5	16-21	25#/0.08
第二組	PTN	300	2.5	16.5-21	25#/0.06
	M3-L	500	2.5	16.5-21	25#/0.065
	A: HF	500	2.5	16-21	25#/0.06
第三組	M3	350	2.5	16-21	25#/0.06
	B: TFA	TF Adaptive 模式		16-22	25#/0.06

X-smart 馬達 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), 轉速為 300rpm, 扭力為 2.5Ncm, 依次使用 X1 (17#/0.04)、X2 (25#/0.06), 均到達工作長度。

M3-L 組 (YiRui, Shanghai, China), 預備順序如下: X-smart 馬達 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 轉速為 500rpm, 扭力為 2.5Ncm, 預備順序為: M3-L2 (25#)。

第三組:A組:HF組 (Coltene-Whaledent, Allstetten, Switzerland), 預備順序如下: X-smart 馬達 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 轉速為 500rpm, 扭力為 2.5Ncm, 根管預備順序為開口銼針打開根管冠部 1/3, 依次使用 20#/0.04, 25#/0.06 均到達工作長度。

M3 組 (YiRui, Shanghai, China), 預備順序如下: X-smart 馬達 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 轉速為 350rpm, 扭力為 2.5Ncm, 預備順序: 開口銼打開根管冠部 1/3、依次使用 M1 (20#/0.04)、M2 (25#/0.06), 均到達工作長度。

B 組: TFA 組 (SybronEndo, Orange, CA), 預備順序如下: TFA 專用馬達 (Elements Motor, SybronEndo), 依次使

用 20#/0.04、25#/0.06, 均到達工作長度。各組根管預備參數如表 1 所示。

每套挫針使用 5 次, 預備 5 個根管。根管預備過程中, 每支 file 進入根管前均要重新檢查工作長度, 固定 stopper 和標誌點, 當 file 到達工作長度, 立即移開, 換用下一支 file, 當最後一隻 file 到達工作長度後, 根管預備完成, 六組口外牙均 prepare 至 25#。

1.3.3 根管沖洗根管預備由一名醫生完成。

每更換一根挫, 用 27 號側方開口的沖洗器用 1ml 蒸溜水沖洗。沖洗器的尖端進入根管的長度比工作長度短 2 mm, 橡皮止動片固定沖洗針頭長度, 以保證每次進入根管后, 止動片在同一位置, 採用溫和的上下提拉的方式, 所有沖洗過程用秒表計時, 確保 5s 內 1ml 沖洗液能均速推注完, 總沖洗液量 5ml。

#### 1.4 碎屑收集操作完成

將離心管取下, 將牙齒取出, 用 1ml 蒸溜水沖洗牙根將液體接至離心管內, 放置在 70°C 的恆溫箱內 4 天, 按照初始秤量離心管的方法再次秤重。碎屑的量 = 預備後離心管的重量 - 預備前離心管的重量。

#### 1.5 統計學分析

應用 SPSS 21.0 統計軟件進行統計學分析。對檢測結果先齊行方差齊性檢驗, 如方差齊, 則採用單因素方差分析近行比較, 如方差不齊, 採用 Games-Howell 兩兩比較,  $P < 0.05$  為差異有統計學意義。



## 2. 結果

### 2.1 六種器械根尖碎屑的推出量

各組器械根管預備過程中均有根尖碎屑推出，見圖 3。其中 PTU 組根尖碎屑推出量最多，要顯著高于 PTN、M3-L、HF、M3 和 TFA，差異有統計學意義 ( $P < 0.05$ )；後五種器械的根尖碎屑推出量之間差異無統計學意義 ( $P > 0.05$ )。

### 2.2 不同橫截面形態的器械致根尖碎屑推出量的比較

小橫截面與根管壁兩點接觸器械 (PTN、M3-L) 和中橫截面與根管壁三點接觸器械 (HF、M3) 在根管預備中碎屑推出量的差異無統計學意義 ( $P > 0.05$ ) (表 2)。

表 2 小橫截面器械與中橫截面器械碎屑推出量比較 (g)

分組	平均值	標準差	P 值	F 值
PTN、M3-L	0.000119	0.000016	0.500	0.461
HF、M3	0.000135	0.000018		

### 2.3 相同橫截面不同運轉方式的器械致根尖碎屑推出量的比較

順時針連續旋轉運動器械 HF、M3 與智慧化往復旋轉運動器械 TFA 根尖碎屑推出量無統計學意義 ( $P > 0.05$ ) (表 3)。

表 3 HF、M3 與 TFA 根尖碎屑推出量比較 (g)

分組	平均值	標準差	P 值	F 值
HF	0.000132	0.000080	0.615	0.294
M3	0.000139	0.000119		
TFA	0.000158	0.000073		

## 3. 討論

本研究發現所納入的 6 種器械在根管預備過程中均有根尖碎屑推出，各種器械碎屑推出量有所不同，其中，PTU 碎屑推出量最多，其他 5 種器械之間有顯著差異。

### 3.1 大橫截面器械致根尖碎屑推出量多的原因分析

本研究結果顯示，所納入器械中 PTU 根尖碎屑推出量最多。原因在於首

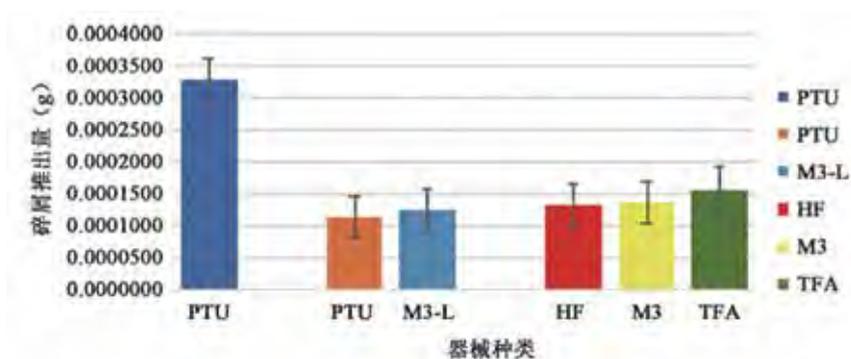


圖 3 六種器械根尖碎屑推出量比較



先，PTU 的器械橫截面設計為凸三角形，與其他 5 組器械的等邊三角形、偏心矩形和 "S" 形橫截面設計相比較，器械的橫截面積增大，導致器械與根管壁之洞的碎屑排出通道比其他五組器械小；其次，在器械設計上 PTU 為漸變式錐度器械，F1、F2 尖端錐度分別為 0.07 和 0.08，相比其他 5 組恆定錐度器械（PTN/0.06，M3-L/0.065，HF/0.06，M3/0.06，TFA/0.06）尖端錐度大，大錐度器械會產生更多的牙本質碎屑，同時器械錐度的增加會導致器械的柔韌性降低，與根管壁之間的碎屑排出空間減小，尤其是在碎屑易於堆積的根管根尖部，更容易將碎屑擠壓出根尖孔；第三，在器械支數上，PTU 預備到根尖直徑 25 mm 時需要 5 支挫（SX、S1、S2、F1、F2），器械支數明顯多於其他 5 種器械，導致根管預備時間也隨之延長，而器械支數的增多和根管預備時間的延長都增加根尖碎屑推出量

### 3.2 中、小橫截面器械社計對根尖碎屑推出量的影響

本研究結果顯示，HF、M3 2 種中橫截面器械在根管預備中根尖碎屑推出量的差異無統計學意義。HF、M3 橫截面均為等邊三角形，與根管壁三點接觸，器械尖端錐度均為 0.06，預備至工作長度所使用的器械的支數均 2 支根尖碎屑推出量之洞沒有顯著性差異。

本研究結果還顯示，PTN、M3-L，2 種小橫截面器械在根管預備中根尖碎屑推出量的差異無統計學意義。PTN 的橫截面為偏心矩形 [9]，M3-L 的橫截面採用雙「S」形兩點

式接觸設計，兩者的橫截面形態不同，但橫截面面積均較小，而且與根管壁均為兩點式接觸從而減小了器械和根管壁的洞碎屑排出空間大，碎屑能更好的向根管冠方排出。

本研究結果顯示，小橫截面與根管壁兩點接觸器械（PTN、M3-L）和中橫截面與根管壁三點接觸器械（HF、M3）在根管預備中碎屑推出量的差異無統計學意義。研究結果與 Ustun 等人的研究結果相一致。而與 Capar 等人及 Kocak 等人的研究結果不一致，Capar 等人認為 PTN 在減少根尖碎屑推出方面要優於 HF，分析其原因可能是在其實驗中 80% 的 HF 發生了解螺旋，導致推出根尖的碎屑量增多；而 Kocak 等人則認為 HF 器械特性使其在彎曲根管有更好的柔韌性，能有效的減少碎屑的產生，因此，HF 在減少根尖碎屑推出方面優於 PTN。由於本研究中使用的均為彎曲度小於 15 度的直根管，且實驗過程中並未有發現 HF 大量解螺旋的情況，這可能是與 Capar 等人 [8] 及 Kocak 等人 [14] 的研究結果不一致的原因。

本研究結果顯示，所納入器械中，中橫截面連續旋轉運動器械 HF、M3 和中橫截面往復旋轉運動 TFA，3 種器械在根管預備中根尖碎屑推出量的差異無統計學意義

三種器械橫截面均為等邊三角形，與根管壁三點接觸，器械尖端錐度均為 0.06，預備至工作長度所使用的器械的支數均為 2 支。不同之處在於 HF、M3 是連續旋轉運動，TFA 是智慧往復旋轉運動。根管預備過程中，不同的運動方式對根尖碎屑的推出量是有影響的，大多數的研究認同往復旋轉運動根尖碎屑推出量要多於連續旋轉運動。但因



## 保留天然牙

本研究所納入的口外牙根管在機械預備過程中均未產生明顯阻力，故 TFA 的實際運動模式類似於連續旋轉運動，因此可以解釋為什麼三者之洞碎屑推出量無區別。

綜上所述，本研究納入的 6 種根管預備器械在體外根管預備過程中均有根尖碎屑的推出，中、小橫截面、恆定錐度、支數少的器械在減少根尖碎屑推出方面優於大橫截面、大錐度、多支數器械。本研究採用口外牙作為實驗對象，根尖碎屑的推出量是機械預備和沖洗的綜合結果，碎屑秤量所使用的精密天平也可能容易受到外界因素的干擾，故本研究僅對器械設計致根尖碎屑推出的影響進行初步探討。在臨床操作中，為減少碎屑推出根尖孔，應盡量選擇支數少，挫尖錐度小、橫截面小的鎳鈦器械。現代根管治療是通過機械預備和化學消毒的共同完成清創任務，只有嚴格遵循操作原則，規範實施技術步驟，才能使根管治療達到良好效果。

### 參考文獻

1. Tinoco J M, De-Deus G, Inoco E M B, et al. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifele instrumentation systems [J]. *Int Endod J*, 2014, 47 (6): 560-566
2. Pasqualini D, Mollo L, Scotti N, et al. Postoperative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial [J]. *J Endod*, 2012, 38(1): 36
3. Ahn S Y, Kim H C, Kim E. Kinematic Effects of Nickel-Ti-tanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation Motion: A Systematic Review of InVitro Studies [J]. *J Endod*, 2016, 42(7): 1009-1017
4. Burklein S, Schafer E. Apically Extruded Debris with Recip-rocating Single-File and Full-sequence Rotary Instrumenta-tion Systems[J]. *J Endod*, 2012, 38(6): 850-852
5. Bergmans L, Van C J, Wevers M, et al. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry[J]. *Am J Dent*, 2001, 14(5): 324-333
6. Tanalp J , Gungor, T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment [J]. *Int Endod J*, 2014, 47(3): 211-221
7. Karataslioglu, Emrah, Arslan, Hakan, Er, Gamze. Influen- ce of canal curvature on the amount of apically extruded debris determined by using three-dimensional determination method[J]. *Aust Endod J*, 2019 Aug, 45(2)
8. Capar I D, Arslan H, Akcay M, et al. An InVitro Comparison of Apically Extruded Debris and Instrumentation Times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex Instruments [J]. *J Endod*, 2014, 40 (10): 1638- 1641
9. Kor:ak M M, (:ir:ek, E, Kor:ak S, et al. Apical extrusion of debris using ProTaper Universal and ProTaper Next rotary systems[J]. *Int Endod J*, 2015, 48(3): 283-286

10. Taneja S, Kumari M, Barua M, et al. Apical extrusion of Enterococcus faecalis using three different rotary instrumentation techniques: An in vitro study [J]. Indian J Dent Res, 2015, 26(1): 67-71
11. Hang L, Chenzheng Z, Qing L, et al. Comparison of cleaning efficiency and deformation characteristics of Twisted File and ProTaper rotary instruments[J]. Eur J Dent, 2014, 8(2): 191- 196
12. Tanalp J, Kaptan F, Sert S, et al. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol & Endod, 2006, 101(2): 0-257
13. Ustun, Y, Canakci, B. C, Dincer, A. N. Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems [J]. Int Endod J, 2015, 48(7): 701-704
14. Kocak M M, i 瓦 ek E, Kocak S, et al. Comparison of ProTa-per Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals [J]. Int Endod J, 2016, 49(10): 996-1000
15. De-deus G, Neves A, Silva E J, et al. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system[J]. Clin Oral Investig, 2015, 19(2): 357-361
16. Arslan H, Do gv anay E, Alsancak M, et al. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc ( R ) instruments with various kinematics [J]. Int Endod J, 2016, 49(3): 307-310
17. Caviedes-Bucheli J, Castellanos F, Vasquez N, et al. The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis[J]. Int Endod J, 2016, 49 (3): 255-270
18. Mendonca de Moura, J D, et al. Extrusion of Debris from Curved Root Canals Instrumented up to Different Working Lengths Using Different Reciprocating Systems. J Endod, 2019, 45(7): 930-934

## 譯者簡介

### 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

### 邱薪庭

中山醫學大學 學士  
 新竹馬偕紀念醫院 住院醫師  
 TIAMID 台灣微創植牙醫學會 副秘書長  
 中華民國口腔雷射醫學會 學術副主委  
 頭份維康牙醫診所 醫師