

# 選購鎳鈦根管銼針 應有的基本認識



作者簡介

陳志平 博士

- 國防醫學院牙醫學士
- 美國波士頓大學齒髓病學博士暨根管治療專科醫師
- 加拿大皇家牙醫學院專科院士
- 桃園全方位口腔醫療中心 主任教授
- 全方圓教育訓練中心
- 5D 顯微根管治療系列課程主講人
- 致力於推廣可預期且成功的根管治療技術
- 講授傳承施德氏技術 (Schilder's Technique)

## 源起

鎳鈦合金 (Nickel-Titanium alloy) 是在1963年，始由美國海軍武獲室研發出來，並將其命名為 Nitinol。約莫十年後，於1971年，牙醫科學領域則首由 Andreasen 和 Hilleman 應用此合金獨特的低彈性係數、超柔軟度，和形態記憶…等特質，製作成齒列矯正線 (orthodontic wires in dentistry)；隨後，1975年，Civjan 等人則提出或可將鎳鈦合金使用於根管銼針的構想。但一直到1988年，Walia、Brantley 和 Gerstein 等人，才藉由磨修鎳鈦合金所製成的矯正用線，將之改製成手動式的NiTi根管銼針 (Hand used files)。此後，鎳鈦根管銼針便因其合金材質的特性，跳脫自1958年以來，ISO對

「不銹鋼材根管銼針 (stainless steel files)」的製作指引；不再限縮維持在錐度二 (taper 0.02) 的設計，而對銼針尖端口徑大小，也不再依循ISO規定既有的變化。從而，對NiTi根管銼針可作功螺紋的長度規劃、間距疏密、溝槽深淺、切削的銳鈍角度之設計，不同廠商歷年來都不斷有天馬行空的創意與應用；即使至今，這股對新品的設計風潮與趨勢，相信仍然方興未艾。而這些對NiTi根管銼針的求新求變，無非都在因應使用時，需考量銼針既要能維持其切削效率、又要保證能對管道進行均勻的擴創、並可多次進出管徑曲彎處，又能控管銼針發生折斷的風險…等等，收集臨床醫師的心結與顧慮，綜合所作別出心裁的發明與創新。

## 發展簡史

據信目前在市場上流通鎳鈦根管銼針的品牌至少有150種以上，總得有臨床醫師願意選用，該品牌的NiTi銼針才能顯示出價值。

最初的鎳鈦根管銼針無論是採手動或是旋轉 (Hand used or Rotary) 模式運作，幾乎談不上有何設計，多半還是沿用ISO對「不銹鋼材根管銼針 (stainless steel files)」的製作指引，如：維持錐度二、和尖端口徑固有的規定 (1992 Dr. John McSpadden)。到了1994年，Dr. Johnson 才推出 ProFile錐度四、和錐度六的設計 (0.04和0.06)；同時，為了確保轉動時，銼針不致偏移管道，ProFile橫斷面採 U-shaped、並具有平整邊 radial land 的設計 (這和1988年，Dr. Steve Senia所設計的不銹鋼材 Canal Master U system 相似)。即使日後 Dr. Steve Senia 和 Dr. William Wildey 合作研發的 LightSpeed NiTi Rotary system，[採用一種具柔軟長柄，但卻只有相當短的工作端 (0.25 ~ 2mm) 可作切削，類似 Gate Glidden Drills]，則仍然繼續沿用U-shaped和radial land。甚至，後期連 Dr. Steve Buchanan 所主導研製的 Greater Taper (GT) system 也依然保持此一設計思維。到上世紀九十年代末期，Dr. John McSpadden 推出一套10支銼針，彼此各具不同錐度、口徑尺寸大小不等的Quantec系列，(K3系統則是Quantec的更新進階

版)，特色則是銼針橫斷面具有鋒利的切緣 (positive rake angle)，但仍保有一相對較小的radial land，以確保運作時，銼針能夠擁有極佳的擴創效率，同時不會過度嵌進管壁，以致偏移原有的管道走向。到了二十一世紀初 (2001年)，ProTaper 則推出：於同支銼針的工作端，具有不同錐度表現的概念，讓銼針在根尖段通道作功時，不會過度耗損位於根管冠側及中段部位的管壁；同時，在同支銼針具有不同錐度的工作端，也可減免該銼針轉動時，承受管壁不必要的壓擠變形，降低發生斷折的風險。而且為了避免銼針轉動時，突然遭管道吸入 (screw-in effect) 的險象，更在銼針上採用不同螺紋間距、並注意到擴創殘屑堆積的問題，因而著重於改善銼針橫斷面溝槽的空間運用，及相鄰斷面間碎屑排除的陡度規劃。此後，不同廠商便在自家品牌銼針的設計下足功夫，而專家學者也將臨床使用的經驗作分享，提出對 NiTi Rotary files 適宜的操控模式，包括：需輕柔推進、朝外刷拉、並要能知所進退，可別在管道同一處停留轉動過久，且特別提點，得先作好引導路徑 (glide path)……等等，運用心法的傳授。

## 運作動力之演進

早期的想法只不過將製作根管銼針的不銹鋼材更換成鎳鈦合金，而操控之動力仍以醫師手動為主。之後，雖改採牙科治療椅上的氣動減速手機，來做為

運轉銼針的動力，卻常因供氣不夠穩定、時強時弱而出現銼針驅動問題，以致意外迭生。因此，就有廠商研發改以電動馬達來驅動鎳鈦銼針。初期鎳鈦銼針之旋轉，以順時針（正向）連續運轉模式為主（continuous rotation）；隨後，配合各家品牌銼針的設計，和測試數據的回饋，電動馬達又提供可依個別需求，設定成順、逆時針（正、反向），以對稱、或不對稱的交互轉動銼針（symmetrically or asymmetrically reciprocating rotation）；同時，也能依需求，調整銼針轉速、設定扭矩大小、甚至可讓銼針於遭遇扭矩限定時，能夠反轉退出阻力區，避免銼針尖端卡管、或發生斷折遺憾。有些電動機器更能結合電子根尖測定裝置，讓銼針於到達管道終末出口，能夠自動退出不再挺進。當然為滿足臨床醫師的使用舒適需求，又推出更加輕盈靈巧的「無線（wireless）」手機，並提供多頻段介面，可預設、或符合個人習慣，調整銼針轉速、扭矩、旋轉模式，還能連線上網，下載更新各家廠商所建議的運轉數值…等等設計。

## 因材質優勢而流行

鎳鈦根管銼針之所以會流行，乃因其具有超級柔軟、與形狀記憶特質，確實優於傳統不銹鋼材銼針；不但可得到較為理想、且可被預期或想像的管道擴創成果，並能減少修形過程中，可能

對管道不當偏移、形成平台、造成終末開口異位、或出現管壁錯誤穿孔…等意外。尤其，當給予適當動力運轉NiTi銼針，臨床醫師於施行根管清創與修形時，將能夠更加便捷與快速；不但明顯地縮短了治療時間，醫師手部因長期需精細操控銼針的壓力更得以舒緩，從而能夠自繁瑣的清創過程中脫身，確實減輕醫師體力的負擔與透支。

## 認識鎳鈦合金的特性

鎳鈦合金的形狀記憶功能，乃藉由當受到外力壓擠、或於溫度變化下，其金屬本體中鎳和鈦原子的分佈，會呈現出不同的晶格排列方式，而這些不同的晶格結構，彼此間又能夠因外在條件改變，相互轉換而擁有所謂形狀記憶的特性。鎳鈦合金不同晶格狀態的互換，也讓該金屬具備了無比柔軟和超級彈性、並帶有堅韌強度，這些特質自然就成為製作根管銼針的絕佳選擇。當合金之鎳、鈦原子排列成為體心立方結構時（body-centered cubic lattice structure），稱其處於Austenite phase（此時期，該金屬帶有堅韌強度和硬度）；而當鎳、鈦原子，兩兩排成較為鄰近相接的六邊斜方晶格時（hexagonal），稱此合金狀態為Martensite phase（此時期，該金屬則表現出柔軟並具延展性）；而當晶格結構由Austenite phase將轉換成Martensite phase之前（pre-

martensitic)，如果掌控溫度條件合宜，還會呈現 Rhombohedral phase (R phase)；而當運用特殊的加熱與冷卻循環，還能讓前述各種晶格結構、或狀態，同時混成存在，使該金屬得以共同享有各晶格狀態下的特性。

## 研發不同鎳鈦配比合金及其製程之特殊加工

然而，無論NiTi合金能夠提供多麼好的柔軟度、形狀記憶功能、或坐擁超強無比的彈性；臨床醫師選用時，總會比較在意該NiTi鏷針的切削能力，尤其是抗斷折表現的高下。對於這兩點，除了需在鏷針設計上給力外，近年各家廠商更積極從鎳鈦合金之成分配比作分析，[傳統 (conventional) Nitinol 比重：Ni 56%、Ti 44% wt]；又宣告各自品牌鏷針於製成前後，經由對表層結構所進行的特殊加工，可得到的特色。從早期最常見的電鍍拋光 (electropolish)，以去除鏷針研磨成形時的瑕疵、和不規則表面；到給予系列熱處理 (thermal treatment)；再經特殊電化學加工製程 (Electrodischarge Machining EDM) …等等。因而，陸續推出名稱不同的鎳鈦金屬所製成的鏷針，如：M-Wire、R-phase、Controlled-Memory (CM)、CM-Blue、CM-Gold、Max-Wire、CM-EDM，(請詳見底下分類敘述)。

隨著調整鎳鈦配比所得的合金，加

上給予表層結構的特殊處理，新一代的鏷針不僅可以先預彎 (pre-curve)，方便於患者張口受限下，能夠順利放進後牙的根管入口。甚至新品鏷針成形時，就已呈現微曲的S彎形態，完全不像早期、或以傳統鎳鈦合金製成者，那般筆直無法作預彎，(因具有形態記憶功能)。當然，引導新品鏷針進到根管通道作運轉時，也就不再講究非要讓鏷針維持繞著管道中心運轉的動態模式；因而，便發展出以古怪奇特的偏離中心運轉模式進行清創與修形的概念 (Eccentric rotary motion) (the axis of rotation is off-center)，如：ProTaper Next、TRUShape、XP-endo系列鏷針…等。而近期發表的實驗數據更顯示：以曲變S形鏷針古怪的離心運轉，最適合於擴創原本就呈現橢圓、或有不規則內吸收的管道；並強調這類新品鏷針，既可確保運轉時，能夠碰觸到多數的不規則、或髒汙的管壁以執行清創，又同時兼顧到不會因古怪的離心運轉，過度耗損管壁結構。

底下則為新式鎳鈦配比合金與特殊加工處理所製成的鏷針，簡易列表如后：

### M-Wire (2007)：

美商 Tulsa Dentsply 經一系列熱處理，讓NiTi金屬同時混存三個晶格時期 (Austenite、R、Martensite phase)，但主要以相對較穩定的 Martensite phase 呈現，意謂可增添鏷針的抗疲憊斷折能耐，不過得需要經過特殊處理

其表層結構。

如：ProFile GT Series X；ProFile Vortex；ProTaper Next；WaveOne；Reciproc

### R phase (2008)：

SybronEndo 公司宣稱於製程中透過精密地調控溫度變化，讓金屬晶格呈現在 Rhombohedral phase，依此製成的銼針不再只能用研磨方式製得 (grinding or machining)。除了增添抗疲憊斷折強度外，也增加了銼針的柔軟彈性；然而，其對抗扭變的能耐就變差了。

如：K3XF；TF (twisted file)

### CM-Wires (2010)：

DS Dental 則宣佈減少原本鎳鈦合金中nickel的含量比重 (52% wt) [傳統 (conventional) Nitinol合金含Ni 56%、Ti 44% wt]；並透過特殊的thermo-mechanical處理，可得到超級柔軟，並能改善或控管形狀記憶效應，讓 Controlled Memory (CM-Wire) 製成的銼針，於外在應力移除後，不會一下子就回復 (rebound) 原本形態。但使用後，即使已出現形變的銼針，當給予高溫高壓消毒後，就可回復最初形態。於臨床上，以CM-Wire製成的銼針，(在體溫時，幾乎都以 Martensite phase 呈現)，其意義非凡，因為施術前，就能夠對CM-Wire銼針進行預彎 (pre-bending)。而且研究數據顯示：CM銼針的抗疲憊斷折表現明顯增強許多 (300~800%)。用它修形管道之後，也

不會讓根管的柔美曲線變直 (reduce the canal straightening effect)。然而，CM銼針最大的缺點是：使用後，會造成永久形變的趨勢明顯；因此，多數學者都建議：CM製成的銼針，應以使用一次即丟棄為宜 (single use only)。

如：Hyflex CM；Thyphoon infinite Flex；VTaper 2H；Hyflex EDM；M3 ProGold

### MaxWire (2016)：

FKG Dentaire 介紹專利製程所得的NiTi金屬 (Martensite-Austenite Electropolishing-Flex)，其晶格結構在攝氏35度左右，就可以互變。於臨床使用時，因可同時具備形狀記憶和超級柔軟彈性，讓XP系列銼針可隨順管道形態而被壓擠或拉張，當引進在管道中轉動時，自然呈現離心動態模式 (eccentric motion)。據研究顯示：只要一支銼針 (如：XP-Endo Shaper) 即可完成對管道的清創與修形工作。

如：XP-endo family

綜合以上，再依鎳鈦銼針設計特點和運轉模式之演進，分列成五個世代：

### First Generation (1988~2000)

第一代鎳鈦銼針的特色是只有固定的錐度 (fixed taper)、橫斷面具平整邊 (radial land) 設計、採被動磨刮不規則管壁 (passive cutting、scraping) 運作，雖然銼針不致偏離管道，並可減少不當擴除管壁、和造成修形意外的風險，但需要使用多支銼針來進行清創修

形程序。

如：LightSpeed (1992)；ProFile (1993)；Quantec (1996)；GT (1998)；ProTaper Universal；EndoSequence；Typhoon；Flex Master

### Second Generation (2001~)

第二代鎳鈦旋轉銼針開始有了變動式錐度設計 (variable taper)，且因橫斷面具主動切緣角 (active cutting edges)，而擁有較第一代更好的切削效率；因此，要達成預定清創修形目標，所需的銼針數將會少很多。然而，許多報導卻表示：第二代銼針容易發生斷折意外，並有造成管道偏離的風險。如：ProTaper Universal；K3；MTwo；HERO；I Race；I Race Plus

### Third Generation (2007~)

第三代銼針則是經由特殊的熱處理和冷循環，並透過各式電鍍化學拋光...等製程，形成混有不同晶格結構的鎳鈦金屬 (M-Wire、R-phase、和CM等)，以回應醫師的臨床需求。據此所製成的銼針，具有更佳的柔軟度、和抗疲憊斷折能耐；於清創修形時，不但能夠隨順管道流向、又能更加安全無虞，不易發生斷折意外。

如：K3XF；ProFile GTX；HyFlex CM；Vortex Blue；ProTaper Next；ProTaper Gold；M3 ProGold

### Fourth Generation (2010~)

第四代引進以「單支銼針」(single file) 完成清創與修形的概念，並改變傳統連續正向運轉模式，採行順、逆時

針 (即正、反向) 以對稱、或不對稱性交互運作銼針方式 (Reciprocation、Bidirectional movement)，來擴創管道。而以色列 ReDent-Nova 所推出的獨特銼針 SAF，則以垂直振動模式磨削不規則管壁；但其清創修形模式，仍隨順管道中軸移轉 (Transaxial motion)。

如：WaveOne；SAF；Reciproc；M3-L Platinum

### Fifth Generation (2016~)

第五代銼針則於執行清創修形時，已經不再固守需維持對管道中軸運轉的想法，而採用偏移中心的運動方式 (offsetting the center of rotation)，銼針運動有如蛇行、或以波動方式作功 (snake-like movement or wave of motion)。研究顯示這種銼針運轉模式，尤其對有不規則管道，如：橢圓形、或有內吸收管腔者，將有更為理想的清創與修形成效。而這個改變對管道中軸運轉的思維，也明顯增強了銼針的切削效率、並有助於殘屑排除，同時也不會有銼針突然遭管道吸入、或發生鎖死現象 (screw-in effect or taper lock) 的意外。

如：HyFlex EDM；Revo-S；One Shape

### 本文節錄自

「根管治療的美麗與哀愁—第二章」  
敬請期待 陳志平博士對選用鎳鈦銼針  
擴創管道的經驗與詳細運作心法分享