

## Instrument Separation

## 斷針移除



**Dr. Yoshi Terauchi** 為日本少數在電腦斷層攝影 & 顯微根管治療中心 (CT and Microendodontic Center) 執業的牙髓病專科醫師，也是全球知名的根管斷針移除專家。Dr. Terauchi 分別於 2001 年和 2008 年榮獲日本牙髓病學會頒發的最佳榮譽獎。身兼東京醫科齒科大學 (Tokyo Medical and Dental University) 講師。Dr. Terauchi 的電子信箱：yterauchi@intellident.or.jp。

超音波用於斷針移除十分有效<sup>42,185,241</sup>。然而使用超音波也有風險，超音波施用於鎳鈦銼針時，容易引起繼發性斷針；若斷針為不鏽鋼材質，因抗性高，用超音波反而比鎳鈦銼針更容易取出斷針<sup>241,279,301</sup>。微型的超音波器械能延伸與改善操作視野。尤其在顯微鏡底下搭配使用超音波裝置，不僅加速斷針移除進行，還能創造相對安全的治療環境<sup>191,279,300</sup>。超音波工作尖 (ultrasonic tip) 伸入斷針與根管壁之間的空隙，以逆時針方向在斷針四周振盪，使斷針產生旋出作用，這個技術能協助以順時針方向旋轉的銼針退出根管。反之，若銼針為逆時針切削，則超音波工作尖要以順時針方向來旋出斷針。超音波能幫助斷針鬆脫，偶爾斷針會突然就從根管退出。

然而，使用超音波來移除斷針也有其缺點。超音波振盪下，斷針可能會意外地從牙根或經由穿孔戳進骨頭。除此之外，使用超音波來振盪斷針已證實會振碎原有斷針，造成更多斷針碎片<sup>41</sup>，使得斷針移除更棘手。我們認為小碎片比長碎片更困難移除<sup>170,219,241</sup>，這些斷針小碎片有時會被推回根尖處或根管更狹窄區域，最終增加穿孔的風險，一般來說，嘗試移除斷針時常會犧牲一些牙本質。

斷針移除的成功率從 33% 至 95%<sup>7,51,221,240,301</sup>，使用超音波技術的時間從 3 分鐘至 60 分鐘不等<sup>9,185,285</sup>。成功率的高低與斷針在根管內的位置、根管直徑大小<sup>258</sup>、根管彎曲角度<sup>9,220,268</sup>、根管彎曲半徑<sup>9,219</sup>、牙醫師的臨床經驗<sup>9,295</sup>、身體疲累狀態，以及斷針長度等皆息息相關<sup>284</sup>。斷針移除成功與否的主要因素為斷針是否可看見及可到達<sup>51</sup>。一般而言，位於根管彎曲部位之前的斷針，移除率較高；位於根管彎曲部位的，移除率中等；超過根管彎曲部位的斷針，移除率較低<sup>170,305</sup>。而根管彎曲角度較小、彎曲半徑較長，也較有利於斷針移除成功率<sup>9</sup>。顯微鏡結合超音波技術，能夠增進斷針移除的成功率。<sup>51,82,191,301</sup>

一般建議進行斷針移除的時間，不宜超過 45 至 60 分鐘。治療時間越長，成功率可能會下降<sup>279</sup>。成功率下降與牙醫師的疲勞或過度擴大根管有關。根管過度擴大會損害牙齒完整並增加穿孔風險。任何病例若能夠在牙科顯微鏡下觀看到斷針，處理起來就較不棘手。若經過多方嘗試，斷針仍無法取出，則應將斷針留在根管內合併充填，並作持續觀察。<sup>74,79,221,269</sup>

## 嘗試移除斷針的條件

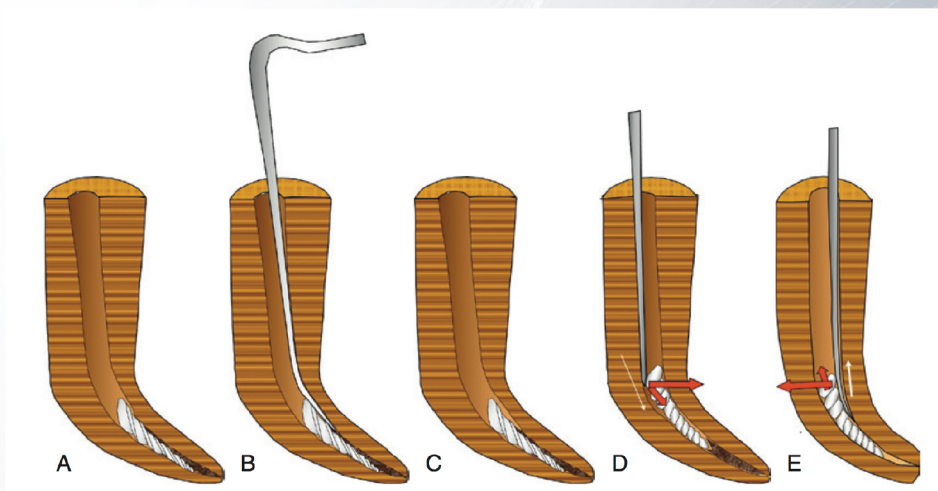
在乾或濕的環境，都可進行斷針移除。乾的根管在顯微鏡下，能提供較好的能見度，防止突發意外發生<sup>242, 268, 279, 300</sup>。然而，使用超音波會產生熱源是無法避免的<sup>96, 113, 156, 173, 258, 268, 279, 300</sup>，根管表面溫度若升溫超過 10 度，就會損害牙周組織<sup>66, 280</sup>。此外，當超音波工作尖接觸到斷針時，斷針易受到第二次加熱<sup>286, 300</sup>。因此建議使用超音波工作尖時，同時輔以水或其他沖洗液以減少溫度提升效應，並將超音波裝置的動力設定在最小<sup>37, 70, 175, 300</sup>。沖洗根管的溶液建議使用 17% EDTA 溶液；超音波搭配 17% EDTA 溶液能提升根管壁的清潔<sup>256</sup>。

## 斷針移除技術

大部分的斷針為旋轉式鎳鈦銼針<sup>272</sup>，長度約 2.5mm 至 3.5mm<sup>135</sup>。錐度為.04 至.08，銼針大小為#20 至#30，因此斷針的冠端直徑大約為 0.30mm 至 0.58mm。如果斷針的冠端直徑小於 0.45mm，建議使用#3 改良型的 GG 鑿鑽(美國 DentalCadre 公司)來擴大根管直達斷針。下一步則使用微型環鋸(美國 DentalCadre 公司)，將斷針冠端暴露出。此技巧將會比直接使用超音波裝置更能降低二次斷針的機率<sup>285, 286</sup>。微型環鋸的內徑為 0.45mm。以逆時針旋轉方向，嘗試將斷針轉鬆。微型環鋸需在濕根管使用，電子馬達轉速需設定為 600rpm。若不慎超過 600rpm，則可能無意中造出平台，特別是在彎曲根管。

如果斷針的冠端直徑超過 0.45mm，或是根管彎曲角度大於 15 度，需使用尖端 0.1mm、比斷針冠端直徑更大(大 2 號)的旋轉式鎳鈦銼針來擴大根管冠部，直達斷針，接下來再使用超音波器械切削牙本質壁使斷針冠端部位露出。

首先，使用微型凹匙設計的超音波工作尖(美國 DentalCadre 公司)凹面向著斷針，伸入彎曲根管內側(inside curvature)與斷針之間的縫隙，在斷針周圍創造出 1/4 圓的空間。第二步驟使用直線超音波工作尖(美國 DentalCadre 公司)將 1/4 圓空間擴大，在彎曲根管內側形成完整的 1/4 圓空間。超音波工作尖應一直施加於朝根尖方向延伸的彎曲根管內側(圖 19-5)。



**圖 19-5** A：用旋轉式鎳鈦銼針擴大根管後，露出根管彎曲處斷針。B：用微型凹匙設計的超音波工作尖，伸入彎曲根管內側創造出間隙，再以直線超音波工作尖擴大間隙。C：彎曲根管內側間隙形成。D：超音波振盪將作用於彎曲根管外側，會將斷針推向根尖方向。E：將超音波振盪作用於彎曲根管內側，斷針會往冠部方向移動。

若超音波工作尖施加於彎曲根管外側，超音波振盪自彎曲根管外側作用於斷針上，斷針將會朝向根尖部位移動，結果把斷針推向根尖，斷針移除將會變得更加困難。反之，若超音波振盪是自彎曲根管內側作用於斷針上，斷針就會往冠部方向移動。大部分的臨床案例，斷針冠端 1/3 處為斷針卡在根管的主要部分。斷針冠端 1/3 處由於壓力高度集結，對機械力移除產生了抗拒。因此，與斷針冠端 1/3 處接觸的牙本質需要被除去後，才能使斷針鬆脫並加以移除（圖 19-6）。建議使用超音波工作尖，以逆時針方向將斷針冠端四周牙本質除去<sup>240</sup>。然而，脆弱的斷針很容易因為超音波振盪而產生二次斷針<sup>286,300</sup>。考量安全因素，應該將斷針後方有牙本質壁支撐的另側先切削出一個 1/4 圓間隙<sup>286</sup>，將超音波工作尖施加於此，搭配有規律的振盪方式，以避免二次斷針及升溫，尤其是乾燥根管更需特別注意<sup>66,280,286,300</sup>。僅需在斷針冠端 1/3 處的一側製造出 1/4 圓的狹小間隙，就足以將斷針從根管壁中鬆脫。對於彎曲根管，超音波工作尖必須施加於斷針與彎曲根管內側間的狹小間隙上，而斷針後方必須要有牙本質壁的支撐，以避免超音波振盪時造成二次斷針。彎曲根管內側朝根尖方向所切削出的間隙，深度需約斷針 1/3 長。舉例來說，假設斷針長度為 3mm，彎曲根管內側的 1/4 圓狹小間隙深度需為 1mm，才能幫助超音波工作尖振鬆斷針。朝根尖方向切削出 1/4 圓狹小間隙的過程必須一直持續，直到在顯微鏡下觀看到斷針經超音波振盪已搖晃，此時斷針移除的根管製備才算完成。進行斷針移除根管製備所使用的超音波工作尖，必須越細越好，才能在治療過程有良好操作視野，並預防過分擴大根管壁。在根管製備過程中，斷針受到超音波振盪影響，也可能會隨時從根管內退出（圖 19-7）。

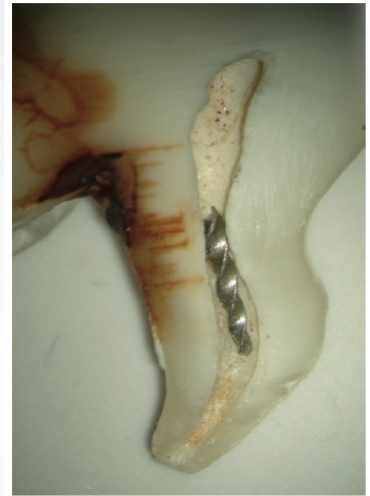


圖 19-6 斷針冠端 1/3 處為斷針卡在根管壁的主要部分，斷針尖端反而不會接觸到根管壁。因此，壓力都集中在斷針冠端 1/3 處。

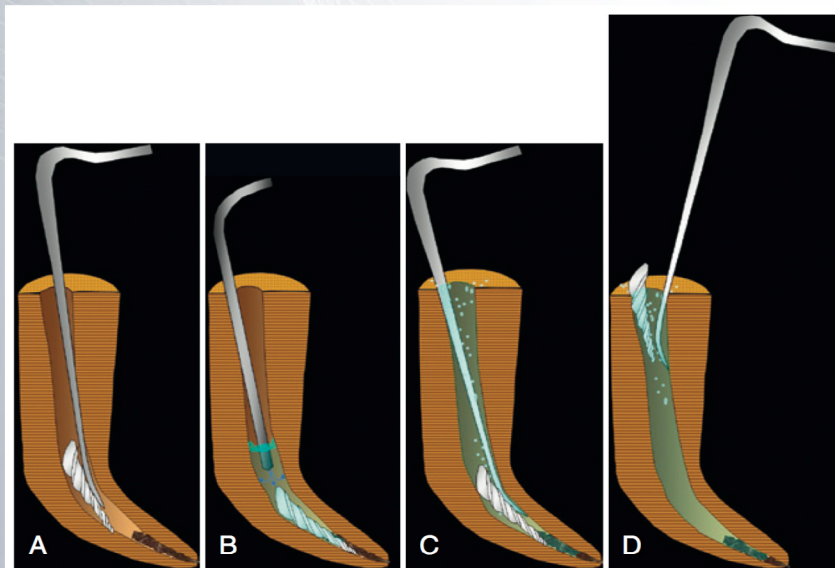
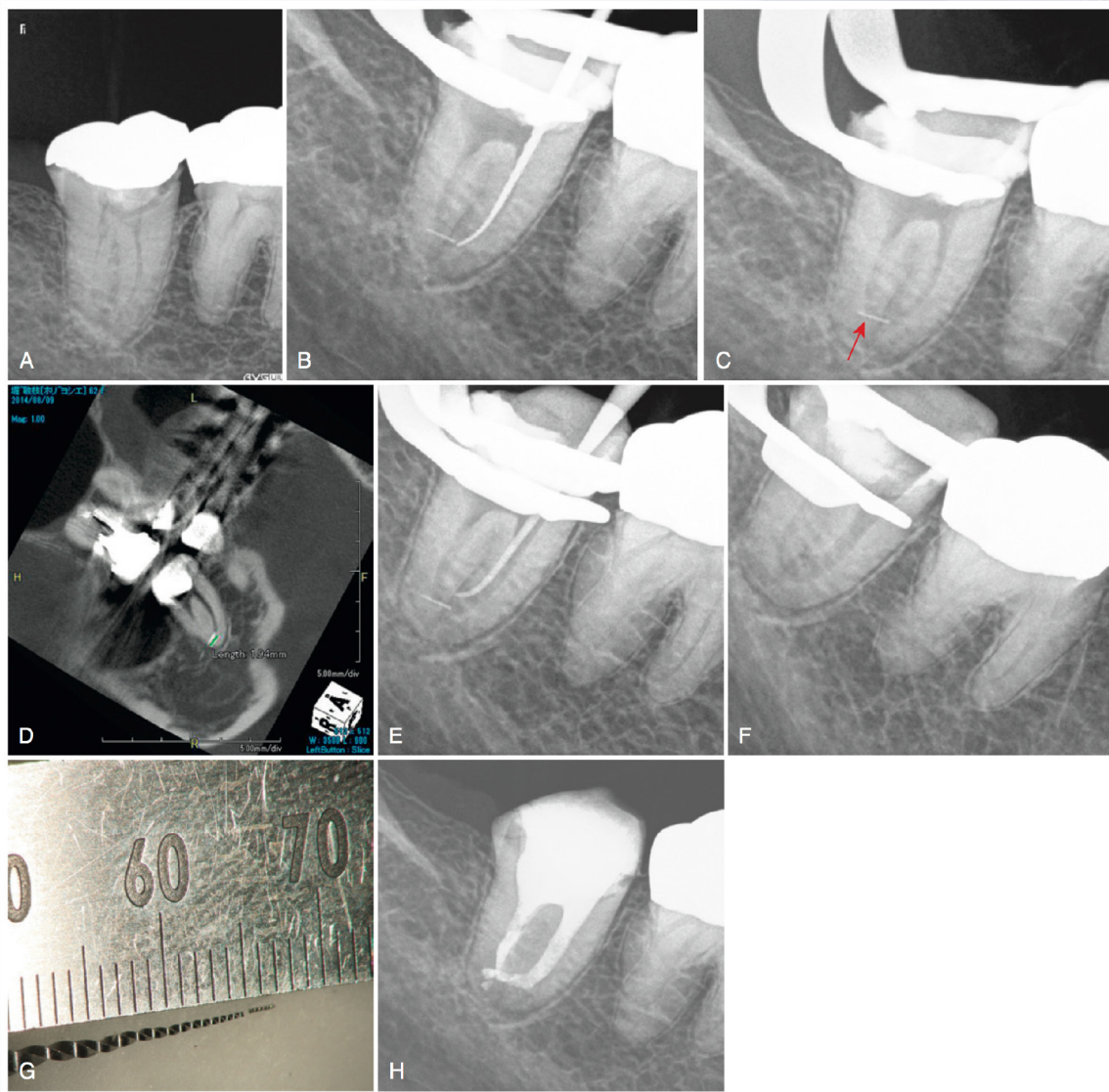


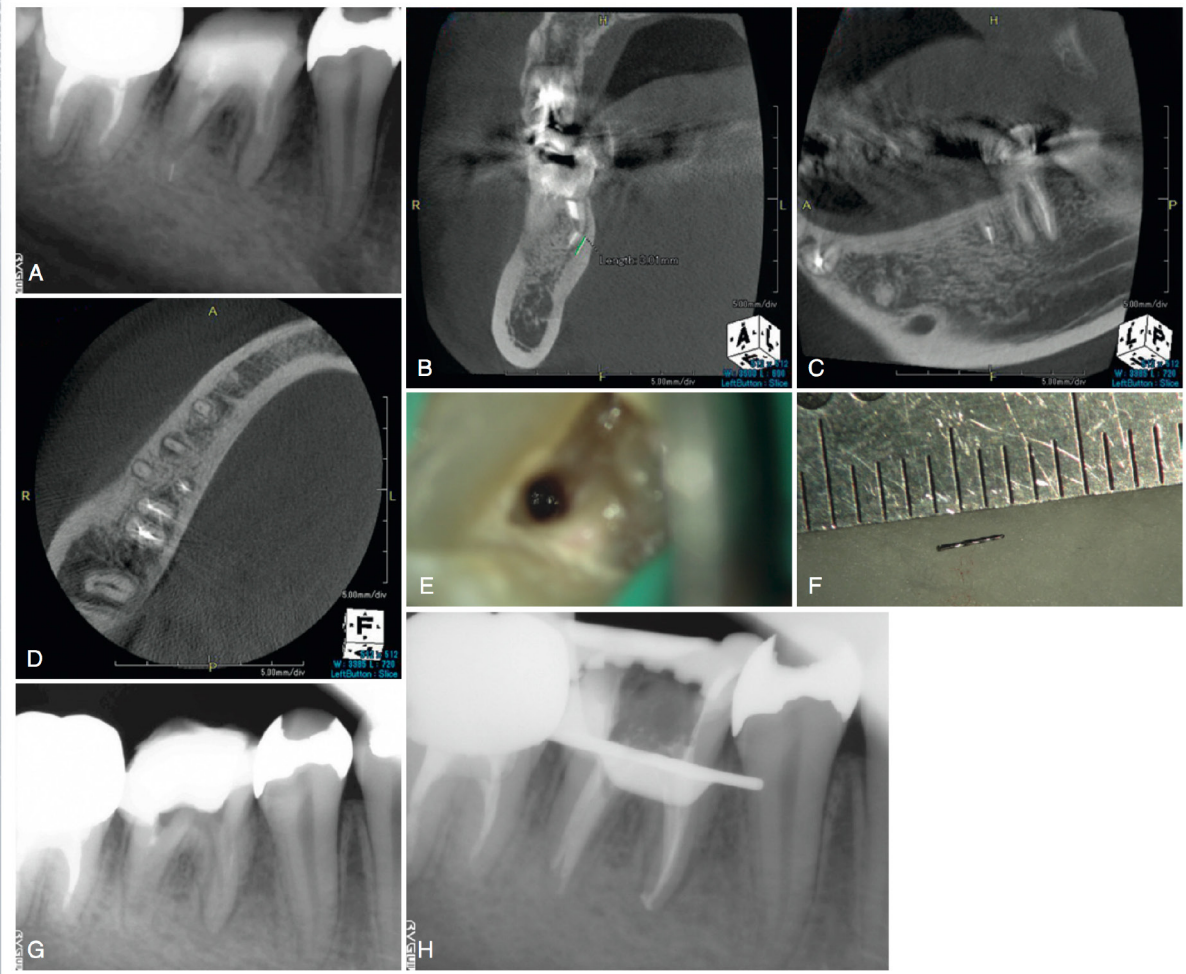
圖 19-7 A：在根管製備階段，斷針也會因超音波振盪，意外地從根管內退出。B：根管內加入 17% EDTA 溶液，藉此引發空穴作用與聲流效應以利移除斷針。C：必須在彎曲根管內側與斷針之間間隙進行超音波振盪。D：斷針經超音波振盪後退出根管。

當斷針無法從根管直線通道看見，進行斷針移除將變得具有挑戰性，需要專門的知識加上一點推測來完成。首先，將微型探針（美國 DentalCadre 公司）預彎後接觸到根管內的斷針，然後拍攝 X 光片來確認微型探針所伸入的位置，是否位於斷針與彎曲根管內側之間的狹小間隙。然後，將直線型超音波工作尖（TFRK-S）如同微型探針一樣預彎後，伸入狹小間隙並開啟超音波，往根尖方向進行振盪，直到斷針鬆動（圖 19-8）。



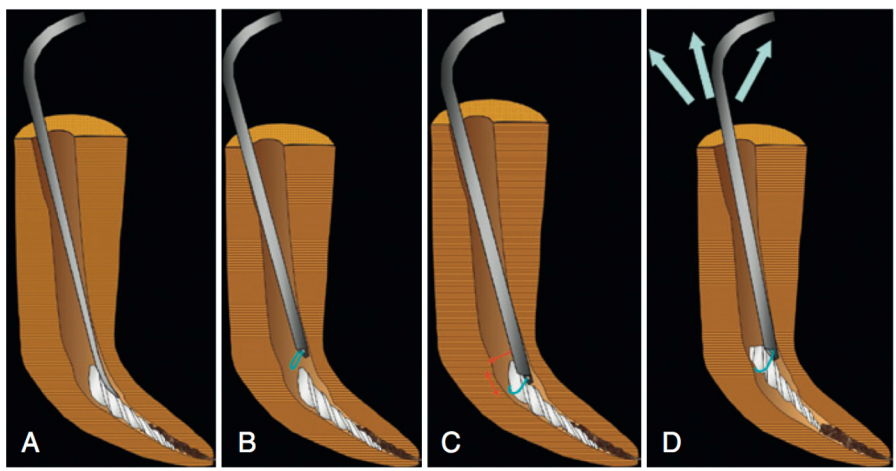
**圖 19-8** A：術前 X 光片顯示牙冠下有很深的齲齒病灶，牙髓腔上還有一層粗劣的覆髓物質。牙齒經診斷確定為不可逆之牙髓炎。B：進行根管治療時，旋轉式鏤鈦銼針（ProTaper NEXT X1）在近心根管發生斷針。C：術中 X 光片顯示，斷針斷在嚴重彎曲根管之下（紅色箭頭所指）。D：CBCT 軸向影像觀察到，斷針長度為 1.94mm。\*CBCT 為錐狀射束電腦斷層掃描。E：術中 X 光片顯示，彎曲的微型探針在近心根管中與斷針的相對位置。F：術中 X 光片顯示，斷針由預彎後的直型超音波工作尖振盪根管彎曲內側而移除。G：與斷針的冠端部位相比，取出的斷針實際測量長度為 2mm。H：術後 X 光片顯示，最後的根管充填，因移除斷針而犧牲掉的牙本質僅有少量。

一旦斷針移除根管製備完成，必須確認根管壁的表面從斷針至冠部是平滑的，根管壁外側沒有突懸物，以免阻擋斷針退出根管。斷針冠端經振鬆後，注入 17% EDTA 溶液，增強超音波振盪效果（圖 19-7）。根據回溯性研究與作者本身的經驗結論得知，當斷針長度短於 4.5mm，牙醫師可以僅使用超音波裝置就能將斷針移除（圖 19-9）<sup>284</sup>。超音波工作尖需施加於斷針與彎曲根管內側之間的狹小間隙，以「推」和「拉」的動作進行振盪，直到斷針移除（圖 19-7，C 和 D）。



**圖 19-9** A：術前 X 光片顯示，下顎右第一大臼齒額外的遠心牙根（radix entomolaris）內有斷針。B：利用 CBCT 取得的牙冠影像，顯示斷針長度為 3.01mm，突出遠心牙根的彎曲處，表示可以單用超音波振盪將斷針取出。C：CBCT 的矢狀影像顯示，朝根尖方向一端的斷針超過根尖孔。D：CBCT 軸向影像觀察到斷針位於遠心牙根內。E：根管內斷針冠端部位的放大倍率影像。斷針在顯微鏡下清晰可見，認定可輕易將斷針取出。根管彎曲內側以超音波工作尖（TFRK-12）製造出一微小間隙。F：以尺量測，取出的斷針為 3mm 長。G：斷針移除後所拍攝的術中 X 光片。H：與術前 X 光片的根管空間相比，術後 X 光片看到所有用來封填根管的封填物，都顯示將斷針從遠心根管移除時，僅會犧牲掉少量牙本質。

若斷針長於 4.5mm，或是經超音波振盪已鬆動，但尚未成功取出，可在此時使用套索裝置（美國 DentalCadre 公司），套牢斷針冠端部位後將斷針拉出根管<sup>284</sup>。長度大於 4.5mm 的斷針很可能與四周根管壁有多處接觸，因此要將斷針移往冠部時，會產生很大的摩擦力，僅使用超音波振盪難以移除，這時需要更大的機械力量才能將斷針拉出根管。使用凹匙型超音波工作尖（TFRK-6 或 12）切削牙本質壁，使斷針冠端外圍露出至少 0.7mm（圖 19-10，A），並如同先前使用超音波進行根管製備，在彎曲根管內側製造出 1/4 圓間隙朝著根尖方向延伸，直到斷針因超音波振盪而開始跳動。使用根管探針例如 DG16 探針（圖 19-11）來調整套索，以符合斷針冠端直徑大小。將 DG16 探針的尖端插入套索中，再將套索縮緊。DG16 探針的尖部可形成較小的套索，而喙部則能形成較大的套索。套索直徑大小確認後，預彎為 45 度（圖 19-10，B 和 C）以利套索套住斷針。接著將準備完成的套索伸入根管內，置於斷針冠端露出的部位，再將套索推至呈 90 度。最後，滑動套索握柄上的按鈕，使套索縮緊套牢斷針（圖 19-10，C）。朝各個方向拉動套索，左右晃動使斷針脫離根管壁（圖 19-10，D），即能將斷針取出。朝各個方向進行幾遍「拉」的動作，通常就能使斷針脫離根管，完成斷針移除。



**圖 19-10** A：斷針的冠部周圍應至少暴露出 0.7mm。B：將套索以 45 度角彎折後接近斷針。C：套索套住斷針後，再將微型套索裝置往前推使套索呈 90 度。用套索取出斷針時需注意 (1) 調整套索直徑 (0.16mm~0.45mm) 及 (2) 斷針冠端周圍深度至少 0.7mm。D：套索套住斷針後，朝各個方向將斷針向外拉出。

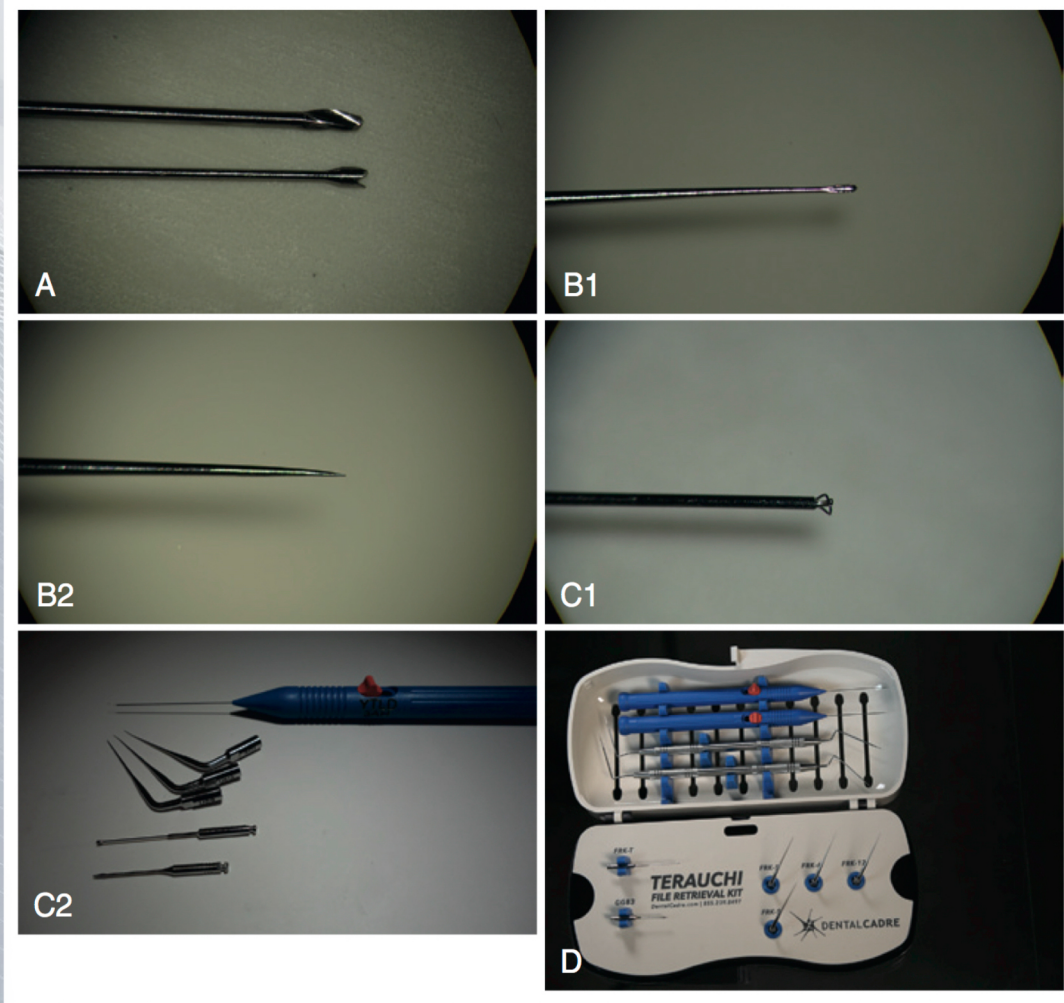


圖 19-11 A：改良型 GG#3 Bur 也稱作 GG-3M（圖 A 上）；微型環鋸又稱作 TFRK-MT（圖 A 下）。B1：TFRK-6 超音波工作尖（工作尖的尖端部分設計為匙型，因此也稱作匙型工作尖），其尖端部分的匙型上有微型凹面，面對手機時呈 6 點鐘方向。B2：TFRK-S 超音波工作尖（工作尖的尖端看起來像銳利的矛，因此又稱為直型工作尖）。C1：Yoshi 套索可用來套牢斷針。此微型套索由細金屬線圈加在不鏽鋼套管所組成，搭配可滑動按鍵，按鍵往後拉便能將斷針套牢。C2：Yoshi 套索可實際運用在臨床案例中將斷針拉出。請注意套索直徑需有 0.7mm。D：斷針移除器械組的器械盒可高溫蒸氣消毒。此器械組內含 GG-3M、TFRK-MT、TFRK-6 超音波工作尖、TFRK-12 超音波工作尖、TFRK-S 超音波工作尖、Yoshi 套索、TFRK-GPR 牙膠移除器械，以及 TFRK-ME 微型探針。

## 題目：雷射輔助非手術根管治療現況與案例

作者：賴昶辰

簡歷：

三軍總醫院牙髓病科臨床助教

台中榮民總醫院牙髓病科受訓醫師

國軍台中總醫院牙科部總醫師、主治醫師

家庭牙醫學會專科醫師

世界臨床雷射醫學會 最高院士

### 雷射輔助非手術根管治療現況與案例

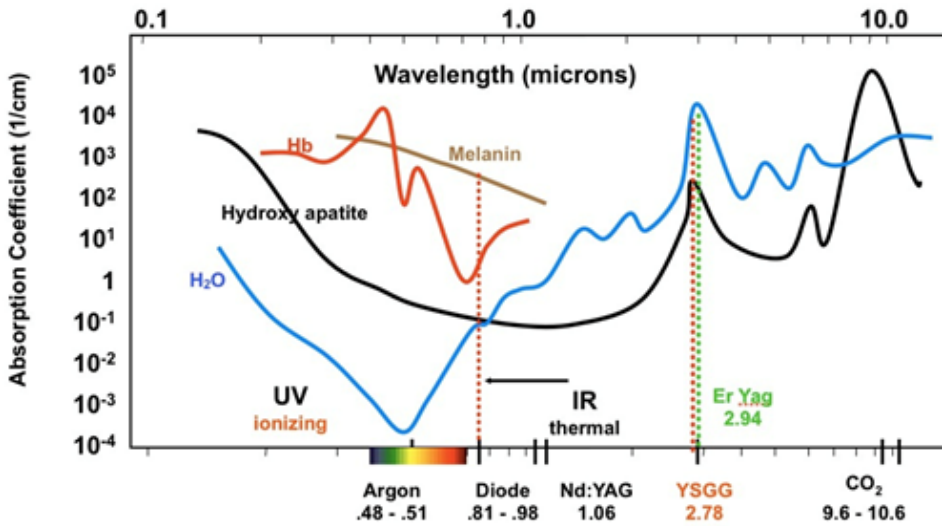
牙科雷射技術應用於根管治療在近二十年有顯著的發展，改良的科技包括了導入能深入距根尖 1mm 處根管治療專用可彎曲的細光纖和可側向輻射能量的根管光纖頭，以及新的雷射應用技術，能更簡化雷射技術於非手術根管治療的應用。近年的研究主要著重在減少熱效應對牙本質壁的影響，LAI ( Laser-Activated Irrigation 雷射活化沖洗 ) 與 PIPS ( Photon-Initiated Photoacoustic Streaming 光子激發光聲渦流 ) 是應用在現代根管治療中的創新臨床雷射輔助技術。臨床使用 EDTA 沖洗液搭配低能量的雷射 LAI ( Laser-Activated Irrigation 雷射活化沖洗 ) 技術已被證實可增強螯合的效用，清潔塗抹層，而使用 NaOCl 則增加了它的殺菌能力。PIPS ( Photon-Initiated Photoacoustic Streaming 光子激發光聲渦流 ) 技巧運用了雷射光能產生液體渦流減少了熱效應，並迅速的達成根管治療所需要清潔與殺菌功能。醫療的進步在於處理疾病能更有效率、更快速、更少併發症與後遺症；雖然目前雷射設備成本仍高，但在臨床研究已可見雷射輔助非手術根管治療可以在更短的時間達成清除感染源的效果，清潔效果也較單一沖洗方式來的更好，實是未來提供給患者更佳非手術根管治療的新方向。

### 雷射輔助非手術根管治療

根管治療的主要目標就是有效地把根管系統內的感染源清除。一般非手術根管治療運用機械性及化學性方式將根管系統做清創，塑形以達到清除感染源的目的。但根管系統的複雜性是眾所皆知的，並非只是單純的管狀結構，除了主根管本身在不同深度會有不同尺度的變化，還包含了側根管，根管與根管間的交通枝，根管側壁內凹的峽部，以及根尖開口不同的形態。一旦根管系統受到感染，感染的微生物種類，感染擴散的範圍，是否形成根管外的根尖感染，感染時間的長短，以及不同種類微生物是否建立起共凝集的菌落或生物膜都會影響根管治療的

成效。根管系統的複雜性限制了根管沖洗液無法深入側根管或根尖分岔等感染區域，而根管塑形所產生的細屑與塗抹層更進一步阻塞，因此一般根管沖洗的清創、清潔，與消毒的效果是有限的。無論使用改良型的側沖針頭或是超音波或是根管內負壓系統 EndoVac，目的皆是增加根管沖洗液與根管系統管壁有效接觸面積。

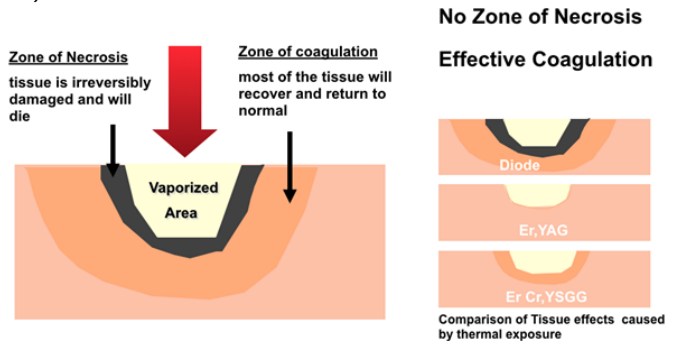
雷射是屬於會產生熱效應的非游離輻射，在光譜上現今牙科臨床常用的雷射多屬於遠紅外線波長，是功率集中放大而具同調性的光，其電磁波特性是同色，同相，同向。(圖一)



圖一：常用牙科雷射波長與物質吸收率

## 雷射對組織有三個方面的影響：

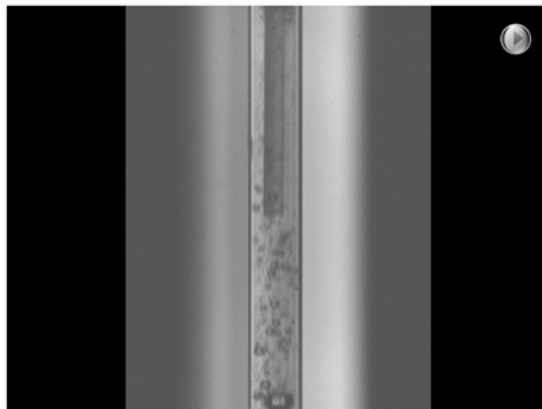
1. 光熱效應：雷射作用於組織上引起生物物質變化的主要機制是產熱，輻照時間和受照部位溫度升高按指數函數變化。短時、高溫和高溫、低溫都可造成生物組織物質溫度變化及變性。而不同波長的雷射對不同組織的穿透力不一樣，也會產生不同程度的熱效應。(圖二)



圖二：光熱效應對組織的影響

## Photo-thermal effects

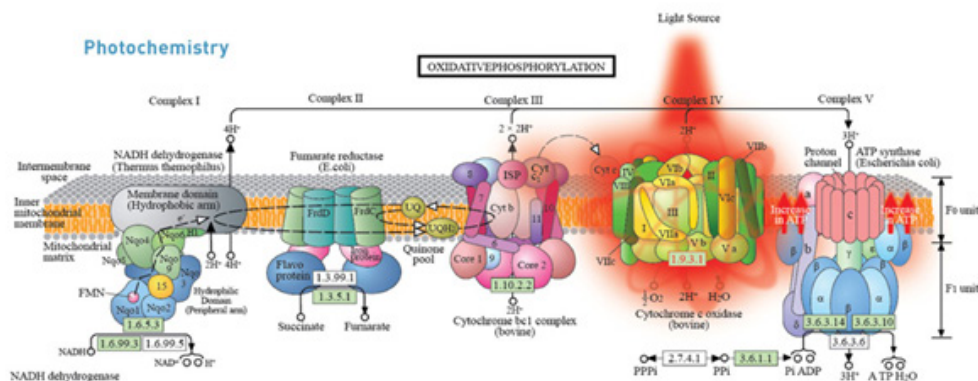
2. 光壓效應：聚焦激光束焦點上的能量，在短時間轉換成熱能，同時伴隨有受照射面上物質的蒸發，液體從液相到氣相的相變等現象。這些物理變化產生的壓力作用，稱為二次壓力作用。由這種作用產生的衝擊波在組織中以超音速運動，在組織中產生空穴現象，引起生物組織破壞。（圖三）



## Photomechanical effects

圖三：光壓效應於液體中產生許多氣泡及渦流

3. 光化效應：生物大分子在可見光譜有寬而強的吸收帶，因而雷射輻射與生物物質作用時有一定機率的多光子吸收現象。生物分子吸收光子後可被激發，其能量或者轉化為熱，或者部分以磷光或螢光的形式再輻射出來，或者把能量用以加速細胞內的化學反應。（圖四）



## Photochemical effects

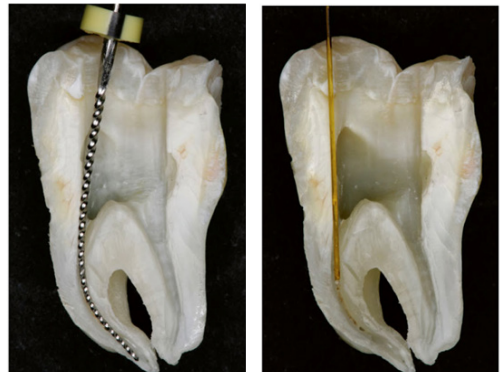
圖四

雷射運用在非手術根管治療的主要目的就是利用光能增加清潔效果與移除感染源。體外實驗顯示目前使用的牙科雷射照射於培養皿細菌上會均產生光熱效應進而達到破壞細胞壁形成滅菌效果。而使用口外牙實驗顯示不同波長的雷射光能也可以顯著減少在受感染根管內部的細菌。更進一步的研究更顯示雷射光能與一般使用的根管沖洗液例如：17 % EDTA, 10 % citric acid 及 5.25% sodium hypochlorite 會提升根管系統內的清潔與消毒效果。而對根管側壁牙本質小管的滅菌深度研究顯示 NaOCl 可達 130  $\mu\text{m}$ ，不同波長的牙科雷射對根管側壁牙本質小管的滅菌深度則高達 300 $\mu\text{m}$  至 1000 $\mu\text{m}$ 。螯合劑的使用促進雷射穿透牙本質壁的深度達 1mm 左右並且得到比化學沖洗液更佳的滅菌效果。其他實驗檢視了某些波長的雷射能活化沖洗液於根管內的清潔滅菌作用，原因是沖洗液水分子吸收雷射後產生了光壓效應形成衝擊波及微渦流。

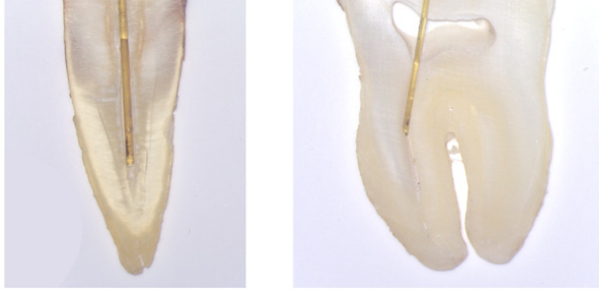
## 近紅外線波長雷射

在牙科常用的近紅外線波長的雷射如二極體 Diode (810 nm) 雷射與摻釹鋁石榴石 Neodymium:YAG (Nd:YAG; 1,064 nm) 雷射在部分口外牙實驗可以達到比化學沖洗液更好的滅菌效果，然而伴隨產生的光熱效應卻也造成根管表面牙本質熔融與碳化。這個波長的雷射對硬組織並無去除的效果，以近紅外線波長雷射輔助根管治療消毒必須要先以傳統方式擴大主根管（根尖大小 ISO 25/30），在根管充填前最後步驟熱消毒根管系統。一般是以 200  $\mu\text{m}$  直徑的光纖放入短於工作長度 1 mm 的位置並且於 5~10 秒內以迴旋的方式往冠部回拉。現今會建議使用在這個步驟時根管內充滿 EDTA 或 Citric Acid 等液體來減少造成根管表面型態破壞的光熱效應。許多微生物研究確認在主根管這樣的方式可達到非常強的滅菌效果，摻釹鋁石榴石 Neodymium:YAG (Nd:YAG; 1,064 nm) 雷射於根管側壁 1mm 深處可達 85 % 的滅菌率，二極體 Diode (810 nm) 雷射於根管側壁 750  $\mu\text{m}$  深處可達 63% 的滅菌率，然而這類雷射對硬組織的穿透度不高，主要是光熱效應產生熱穿透牙本質達到的滅菌效果。並且因為雷射光纖於彎曲根管內不容易到達短於工作長度 1 mm 的位置，實際於臨床應用上建議使用 200 $\mu\text{m}$  光纖且於已擴大或彎曲度較小的根管內使用，並且要特別注意光熱效應帶來的副作用。

(圖五)(圖六)



圖五：ISO 20# 器械與 200 $\mu\text{m}$  光纖在彎曲根管內部的位



圖六：320um 光纖於未製備前牙根管內部位置與 200um 光纖於未製備後牙根管內部位置

## 中紅外線波長的雷射

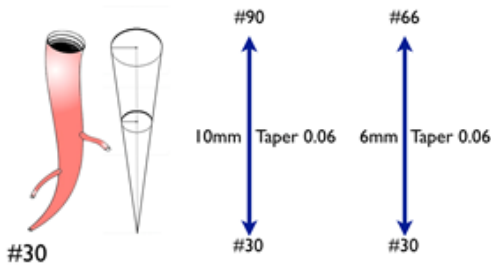
中紅外線波長的雷射對於硬組織會有破壞及去除的效果，但考量使用雷射在根管治療步驟中塑形與擴大是相對比較沒有效率，擴大結果也較難預測，仍建議使用傳統方式擴大主根管（根尖大小 ISO 25/30）。在根管乾燥的情況下這個波長的雷射滅菌力並不及近紅外線雷射，主要原因是這類雷射產生光熱效應熱量大部份被管壁表面所吸收，並沒有很深的穿透力，但對於根管牙本質表面沉積的塗抹層可以有效地移除，且對於 *E. coli* (Gram-negative bacteria) 及 *E. faecalis* (Gram-positive bacteria) 這兩種細菌有很好的滅菌效果。水分子對這類雷射有高度吸收率，臨床上可以善用液體對這類雷射高吸收的特性來產生光壓效應。近期研究報告指出鉬雷射能夠移除位於根尖三分之一生物膜，並且發現鉬雅格雷射 Er:YAG laser 能夠移除由多種細菌 (e.g. *A. naeslundii*, *E. faecalis*, *L. casei*, *P. acnes*, *F. nucleatum*, *P. gingivalis* or *P. nigrescens*) 組成的根管内生物膜，唯一例外的是由 *L. casei* 菌種所形成的生物膜。鉬雷射使用不同的雷射頭會產生不同的能量發射方式而進一步產生不同程度的光壓效應。鉬鉻：釷鉍石榴石雷射系統 (Er:Cr:YSGG) 於 2007 年導入根管治療用光纖讓雷射能量朝不同角度輻射狀散射且避免根尖方向發射減少彎曲根管或根尖處的熱傷害，應用於根管内側壁的清潔與消毒。實驗結果顯示即使僅 0.2W 作用 15 秒的時間可達到 94.7 % 的滅菌效果，後續實驗 1W 及 1.5 W, 20 Hz 分別於根管作用 5 次，每次 5 秒獲得平均 99.71% 的滅菌效果，而根管壁溫度上升僅 2.7°C 和 3.2°C。另一個團隊採用 0.6 及 0.9W 20Hz 能量根管作用 5 次，每次 5 秒實驗也顯示對 *E. coli* 及 *E. faecalis* 有高度的滅菌效果而管壁溫度僅上升 1.3°C 和 1.6°C。以物理熱學公式計算 1.25 瓦能量作用於前牙與後牙標準製備根管内 20 秒後產生溫度的變化也與口外實驗結果相近。(圖七)(圖八)(圖九)(圖十)

$$\text{Energy} = \text{Mass} \times \text{Specific Heat Capacity} \times \text{Temperature change}$$

$$H = ms \Delta T$$

$$\Delta T = H/ms$$

Mass



$$\begin{aligned} M_{\bar{r}} &= 1/3 \times 15 \times \pi(0.45)^2 - 1/3 \times 5 \times \pi(0.15)^2 \\ &= 3.17925 - 0.11775 \\ &= 3.06 \text{ mm}^3 \\ &= 0.003 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_p &= 1/3 \times 11 \times \pi(0.33)^2 - 1/3 \times 5 \times \pi(0.15)^2 \\ &= 1.2538 - 0.11775 \\ &= 1.136 \text{ mm}^3 \\ &= 0.0011 \text{ Kg} \end{aligned}$$

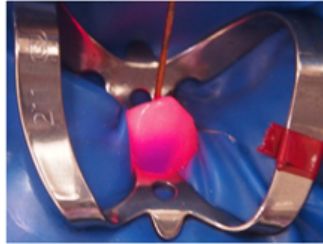
圖七：標準製備根尖 #30 號，0.06 錐度可容納的液體量

$$\text{Energy} = \text{Mass} \times \text{Specific Heat Capacity} \times \text{Temperature change}$$

$$H = ms \Delta T$$

$$\Delta T = H/ms$$

Energy



$$\begin{aligned} \text{Joule} &= \text{Watt} \times \text{seconds} \\ &= 1.25\text{W} \times 10\text{s} \times 2 \\ &= 25 \text{ J} \end{aligned}$$

圖八：雷射以 1.25 瓦，每次 10 秒，共計兩次的能量

$$\text{Energy} = \text{Mass} \times \text{Specific Heat Capacity} \times \text{Temperature change}$$

$$H = ms \Delta T$$

$$\Delta T = H/ms$$

Specific Heat Capacity of water



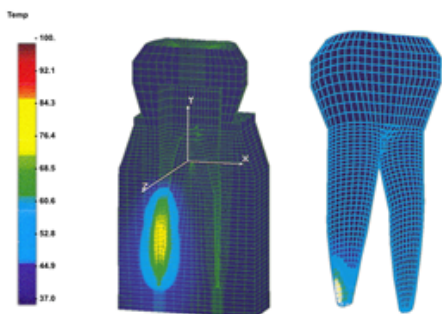
= 4200 (J/Kg. K)

圖九：水的比熱值

Energy = Mass × Specific Heat Capacity × Temperature change

$$H = ms \Delta T$$

$$\Delta T = H/ms$$



$$\Delta T_a = 25 \text{ J} / 0.003 \text{ Kg} \times 4200 \text{ J/Kg. K}$$

$$= 1.984 \text{ }^\circ\text{C}$$

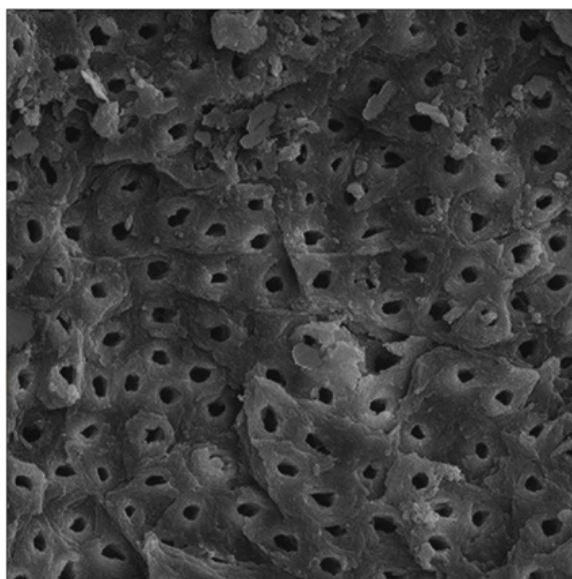
$$\Delta T_b = 25 \text{ J} / 0.0011 \text{ Kg} \times 4200 \text{ J/Kg. K}$$

$$= 5.411 \text{ }^\circ\text{C}$$

圖十：以物理熱學公式計算 1.25 瓦能量作用於前牙與後牙標準製備根管內 20 秒後產生溫度的變化也與口外實驗結果相近。

許多研究均顯示於根管乾燥情況下使用近紅外線波長或中紅外線波長雷射在根管側壁及根尖均會造成顯著的熱效應。近紅外線波長雷射作用於乾燥根管中會造成顯著牙本質表面變化，包括牙本質小管周圍無機質熔融封閉，再結晶的球狀突起物，微裂痕，及部分移除的塗抹層。在根管沖洗液中的水份則限制了雷射能量與牙本質壁直接接觸並且吸收雷射能量後產生溫度的提升與汽化。雷射作用於充滿 NaOCl 或 chlorhexidine 的根管會產生牙本質小管的封閉與塗膜層，但牙本質表面熔融狀況與碳化狀況相較於乾燥根管則改善許多。最好的結果是雷射作用於充滿 EDTA 的根管內，牙本質表面的塗抹層被移除乾淨且很少有熱傷害的狀況，牙本質小管開口打開並且牙本質。當牙本質被鉬雷射照射後會產生一個典型的形式，熱傷害被減少，牙本質小管被打開，頂端相較鈣化較多的管周牙本質則較少被移除，牙本質小管間牙本質則因水份含量較高而較多被移除，而在管壁表層的塗抹層則因雷射的作用而大部分被去除掉。（圖十一）

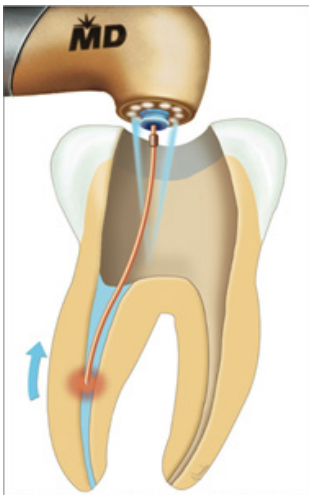
圖十一：頂端相較鈣化較多的管周牙本質則較少被移除，牙本質小管間牙本質則因水份含量較高而較多被移除，而在管壁表層的塗抹層則因雷射的作用而大部分被去除掉。這是典型鉬雷射作用後的牙本質表面狀況。



即使鐳雷射於其他牙科治療已經搭配配置的純水系統使用，於根管應用上還是建議搭配使用根管沖洗液。於雷射輔助根管治療的理念中，不同的臨床技巧被提出來，例如 LAI ( Laser-Activated Irrigation 雷射活化沖洗 ) 與 PIPS ( Photon-Initiated Photoacoustic Streaming 光子激發光聲渦流 ) 。

## LAI ( Laser-Activated Irrigation 雷射活化沖洗 )

著名學者 Blanken 及 De Moor 的研究中，使用 laser activation of irrigants 雷射活化沖洗與 conventional irrigation 傳統沖洗方式及 passive ultrasound irrigation (PUI) 超音波輔助震動沖洗液比較三個方式中管壁中殘留的塗抹層。使用 2.5 % NaClO 搭配 Er,Cr:YSGG laser 鋁鎢：鉍鈦鎳石榴石雷射系統每次 4 秒共計 5 次 75 mJ, 20 Hz, 1.5 W，顯微照相技術分析結果，雷射會產生局部熱效應造成雷射頭附近液體從液相到氣相的相變對周圍液體產生壓力造成根管內液體高速流動，而根管內液體的膨脹與繼發性內爆產生第二次的空穴效應。不需要上下移動雷射光纖，只需要保持光纖頭離根尖 5mm 的中段三分之一位置即可達成光壓效應。而實驗結果發現使用雷射活化沖洗液的清潔效果顯著優於其他兩個方式。且短時間 ( 4 次每次 5 秒共計 20 秒 ) 雷射活化沖洗液的效果優於長時間 ( 3 次每次 20 秒共計 60 秒 ) 超音波輔助震動沖洗液的效果。( 圖十二 ) ( 圖十三 )



圖十二



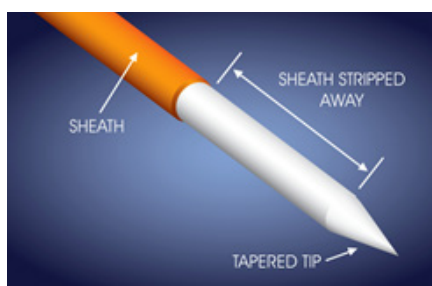
圖十三

## PIPS ( Photon-Initiated Photoacoustic Streaming 光子激發光聲渦流 )

使用鉬雷射則有另一個完全使用光聲現象 photoacoustic phenomena 及光學機械現象 photomechanical phenomena 原理的方式，使用 20 mJ 的能量以 15 Hz 頻率發射，每次雷射脈衝時間只有 50  $\mu$ s，平均能量只有 0.3 W，但每次雷射脈衝與水分子作用時的能量高達 400W，形成水的膨脹與繼發性“衝擊波”造成根管內液體形成強而有力的水流而並不會有其它方式容易產生熱效應的特點。而採用這個方式只需要將雷射頭放置於髓腔底部根管開口處即可，並不需要深入到根管內部，避免了不必要的熱效應造成牙本質管壁破壞，也可以減少雷射光纖彎折損壞的機率。而這個方式搭配 EDTA 溶液使用 20 秒及 40 秒 後可完全移除根管內的塗抹層並且打開牙本質小管的開口。在高倍率的放大檢視下牙本質膠原結構完整。(圖十四)(圖十五)



圖十四

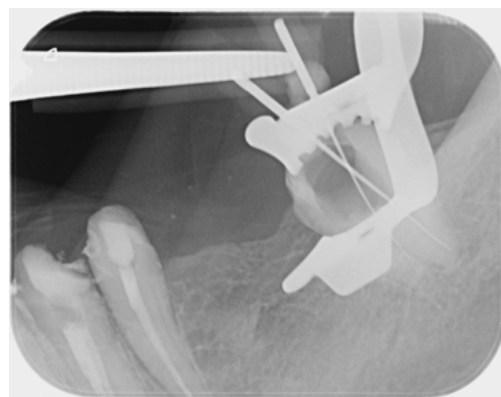


圖十五

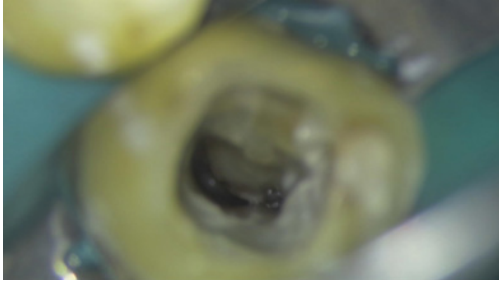
### 臨床案例一：



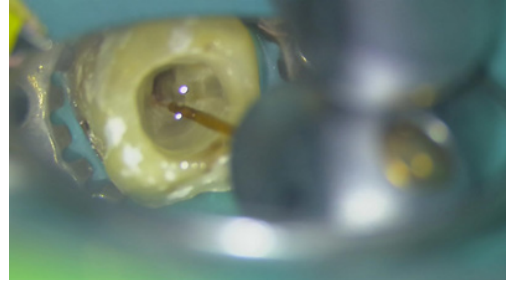
圖十六：患者因 # 37 持續疼痛且前一診所無法完成根管治療因而轉診



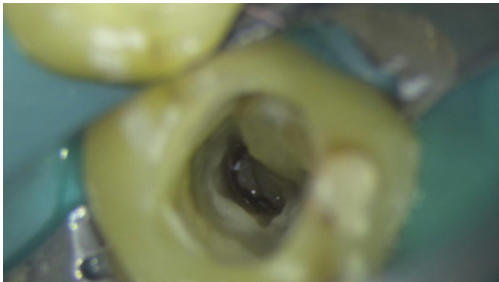
圖十七：找到 ML 及 D 兩個主根管路徑，確認是 Dr.Melton 1991 年分類的 Type II semi-lumen C 形根管並使用 VDW Reciproc R25 21mm 鐮鈹器械擴大 ML 及 D 主根管



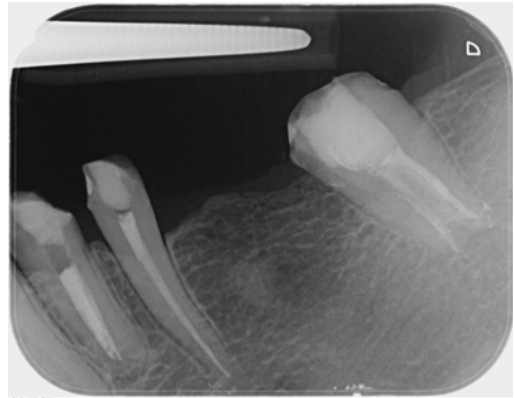
圖十八：患牙於第二次就診時仍有症狀，於顯微鏡下檢視發現根管內仍有許多殘髓與細屑



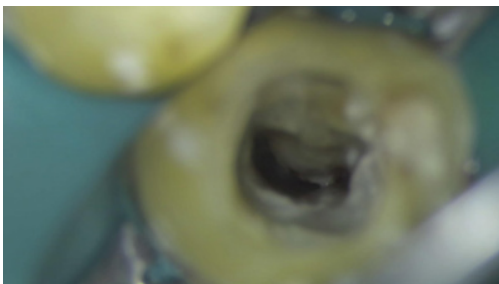
圖十九：使用 17% EDTA 浸泡，並使用 Er:Cr:YSGG 雷射，以 H mode, 0.5W, 15Hz, Air off, Water off 設定於根管口處作用兩次，每次 10 秒



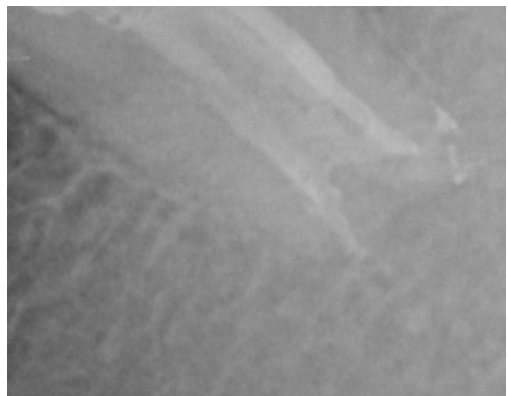
圖二十：可見雷射作用後根管內細屑大幅減少



圖二十一：再以 5.25% NaOCl 沖洗浸泡後使用紙針將根管內沖洗液吸乾

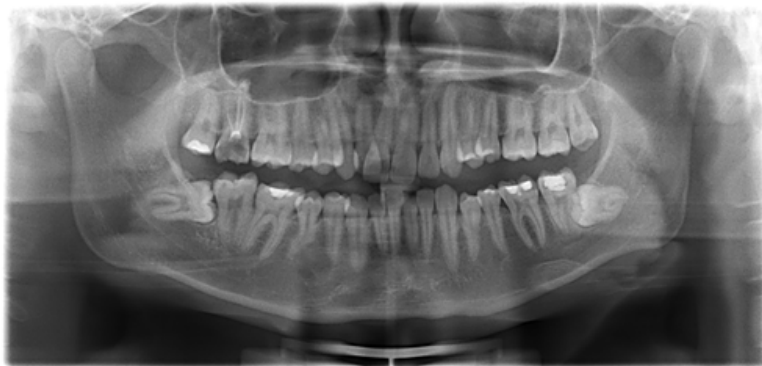


圖二十二：使用 Continuous Wave Technique 熱充填法將根管充填後的影像



圖二十三：充填後影像局部放大

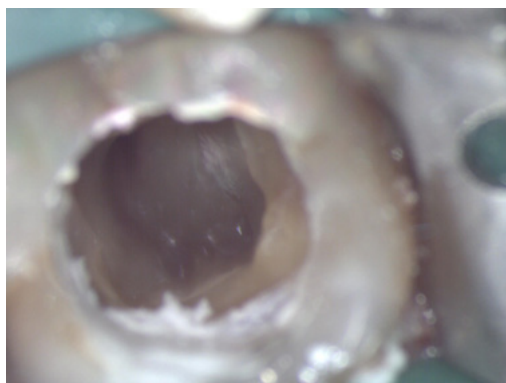
## 臨床案例二：



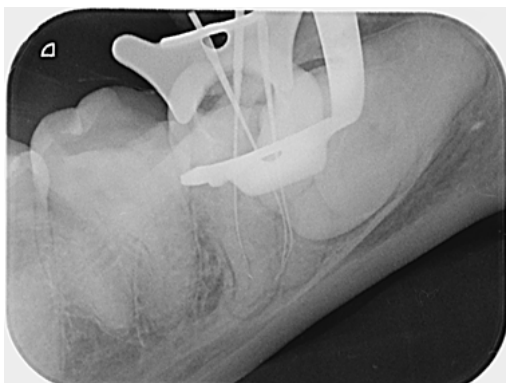
圖二十四：患者因 # 37 持續疼痛且前一診所無法完成根管治療因而轉診



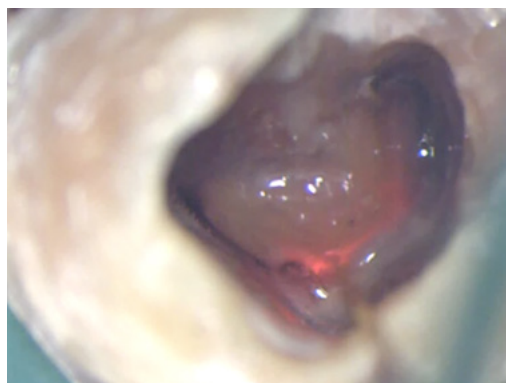
圖二十五：電腦斷層檢查確定 #37 為一C型根管



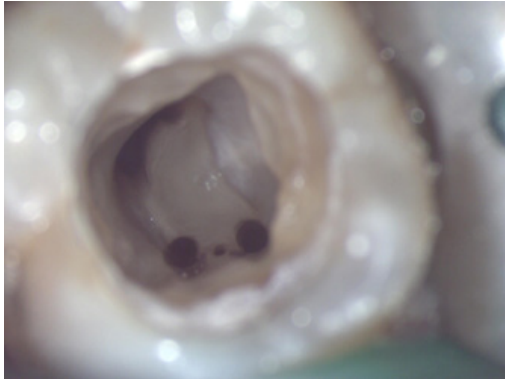
圖二十六：顯微鏡下可見根管細小且 C-shape 開口不明顯



圖二十七：# 37 插針根尖片確定主根管走向，可見根管彎曲且無法到達 X 光片上根尖位置，MB 與 D 融合為一 C 型根管



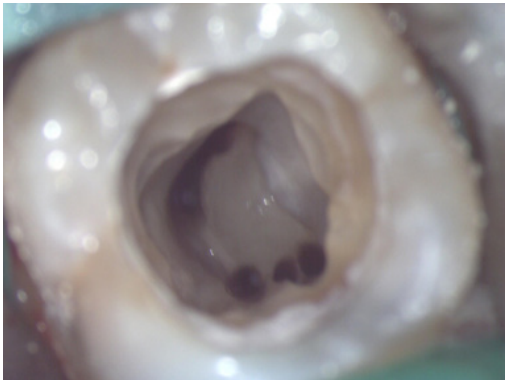
圖二十八：使用 17% EDTA 浸泡，並使用 Er:Cr:YSGG 雷射，以 H mode, 0.5W, 15Hz, Air off, Water off 設定於根管口處作用兩次，每次 10 秒



圖二十九：ML,MB,D 主根管使用 VDW Reciproc R25 21mm 鎳鈦器械擴大至根尖彎曲處前 (Work Length: ML=20mm, MB=20mm, D=20mm)



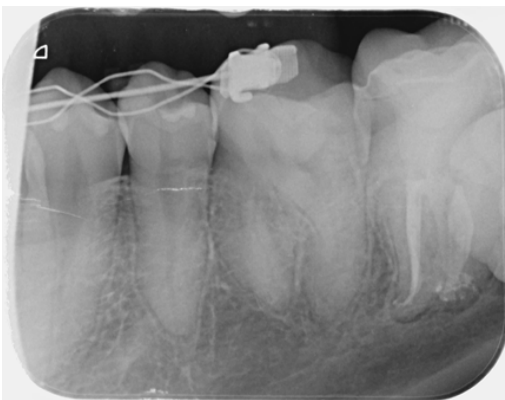
圖三十：ML 與 MB 之間的 isthmus 於顯微鏡下檢查有一小根管開口，使用 K file 確認與 ML 相通為 Type II 形態根管，再使用 VDW Reciproc R25 21mm 鎳鈦器械擴大至根管接合處前 (Work Length: MM=17mm)



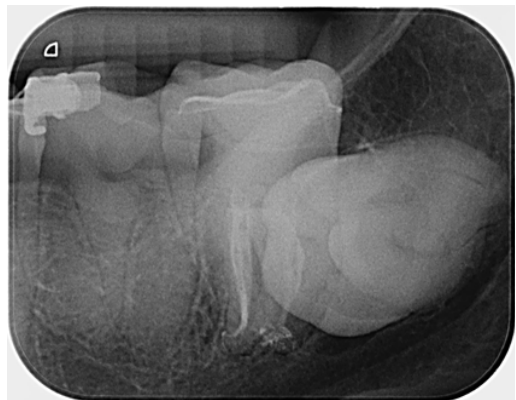
圖三十一：使用 Continuous Wave Technique 熱充填法將根管充填後的影像



圖三十四：充填後影像局部放大



圖三十二：根管充填後半年的影像



圖三十三：根管充填後一年的影像

## 參考文獻

1. Laser in Endodontics Part I  
Prof Giovanni Olivi, Prof Rolando Crippa, Prof Giuseppe Iaria, Prof Vasilios Kaitsas, Dr Enrico DiVito & Prof Stefano Benedicenti, Italy & USA  
Roots 2011;Vol.7 Issue 1 :6-9
2. Laser in Endodontics Part II  
Prof Giovanni Olivi, Prof Rolando Crippa, Prof Giuseppe Iaria, Prof Vasilios Kaitsas, Dr Enrico DiVito & Prof Stefano Benedicenti, Italy & USA  
Roots 2011;Vol.7 Issue 2 :6-12
3. Fundamentals of Lasers in Dentistry: Basic Science, Tissue Interaction, and Instrumentation  
Donald J. Coluzzi, DDS, Portola Valley, California  
J Laser Dent 2008;16(Spec. Issue):4-10
4. Laser in Endodontics  
Sebeena Mathew & Deepa Natesan Thangaraj  
JIADS VOL -1Issue 1 Jan-March,2010
5. In Vitro Effect of photodynamic therapy on Aggregatibacter actinomycetemcomitans and Streptococcus sanguinis  
Ribeirão Preto  
Braz. Dent. J. vol.22 no.5 2011
6. Evaluation of root canal smear layer removal by two types of lasers: A scanning electron microscopy study  
Birang Reze, Hasheminia Seyed Mohsen, Fakhari Elham, Nasouri Mina, Nasouri Sara, Birang Ehsan  
Journal of General Dentistry. vol.2 Issue 2 . 2013
7. Effectiveness of the Erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation.  
DiVito E, Peters OA, Olivi G  
Laser Med Sci. 2010



8. Efficacy of Er:YAG Laser on Root Canals Infected with *Enterococcus faecalis*  
DiVito E, Peters OA, Olivi G  
Loma Linda: Loma Linda University School of Dentistry LLUSD, 2010
9. Lasers in Endodontics: A Panoramic View  
Aruna Kanaparthi, Rosaiah Kanaparthi  
Online J Med Med Sci Res Volume 1, Issue 6, pp. 108-115; October 2012
10. Lasers in Endodontics  
Norbert Gutknecht  
Journal of the Laser and Health Academy Vol. 2008; No.4/1
11. The antimicrobial efficacy of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial emitting tips on root canal dentin walls infected with *Enterococcus faecalis*  
Wanda Gordon, DMD; Vahid A. Atabakhsh, DDS; Fernando Meza, DMD; Aaron Doms, DDS; Roni Nissan, DMD; Ioana RizoIU, MS; Roy H. Stevens, DDS, MS  
JADA, Vol. 138 July 2007
12. The impact of an erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial-firing tips on endodontic treatment  
U. Schoop & A. Barylyak & K. Goharkhay & F. Beer & J. Wernisch & A. Georgopoulos & W. Sperr & A. Moritz  
Lasers Med Sci October 2007
13. The use of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser in endodontic treatment :The results of an in vitro study  
Ulrich Schoop, DDS, MD; Kawe Goharkhay, DMD, MD; Johannes Klimscha, DMD, MD; Manuela Zagler, DMD; Johann Wernisch, TD, PhD; Apostolos Georgopoulos, MD, PhD; Wolfgang Sperr, DDS, MD, PhD; Andreas Moritz, DMD, MD, PhD  
JADA, Vol. 138 July 2007

## 題目：如何輕鬆學會隱形矯正

2016 march 16 CNN 報導

高雄醫學大學學士  
前省立桃園醫院住院醫師  
台北醫學大學產學碩士班  
台灣福爾摩沙植牙學會 專科醫師

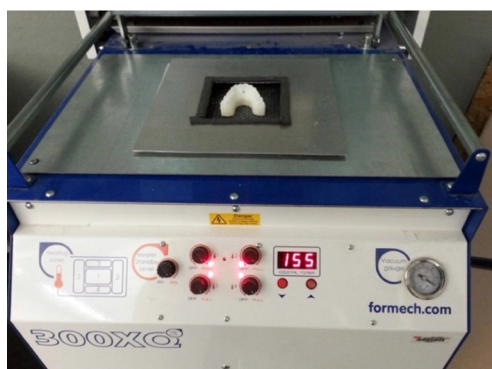
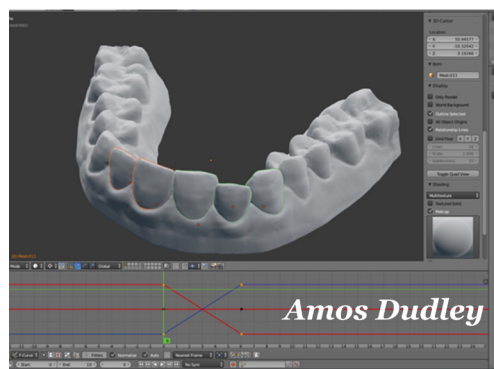
作者：晶華牙醫診所 院長 黃炫儒

台灣臨床矯正學會 會員醫師  
中華民國齒顎矯正學會 會員醫師  
美國矯正 Tweed foundation 結案

紐澤西大學理工學院的大學生 Amos Dudley 利用 3D 掃描他自己的模型，利用 3D 動畫模擬牙齒移動的距離、方向及到達的位置，切割成六個步驟。再利用 3D 列表機列印出六個步驟的模型，然後再用 compressor 壓塑出六個隱形牙托 (aligners)



學術專題





每二周佩戴一付，經過 12 周，原本位移的牙齒重新排列整齊。

根據這篇報導令人感到無比的意外及驚喜，意外的是矯正這門學科竟然由一位理科背景的大學生利用數位科技竟然達到矯正的目的！驚喜的是數位科技無所不在，已經廣泛的應用在醫學上。其中「數位隱形矯正」在未來 3 到 5 年間必將全面性的取代傳統矯正！

學術專題

### 傳統矯正 vs 隱形矯正的比較

#### 隱適美「隱形牙套」

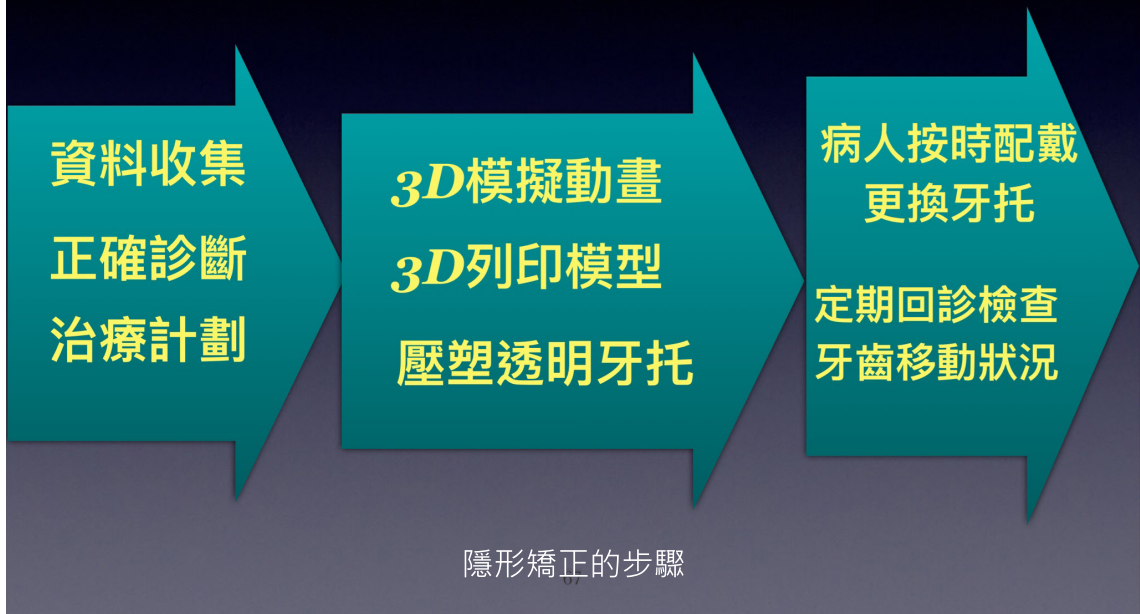
- ✔ 隱適美牙套幾乎是透明的，因此外人很難察覺您正在進行矯正療程。
- ✔ 多數使用者在矯正初期，開始更換前幾副隱適美牙套時牙齒會感受到移動的力量。
- ✔ 隱適美「隱形牙套」是可拆卸的。在進食前請先取下隱形牙套，讓您輕易刷牙或使用牙線以保持良好的口腔衛生。
- ✔ 複診頻率：一般情況約 6 至 8 週
- ✔ 隱適美矯齒療程讓您見證整個矯正過程進度。



#### 傳統金屬矯正器

- ✘ 傳統矯正器及鋼線清晰可見。
- ✘ 多數使用者每次調校鋼線的鬆緊時會感到疼痛。傳統矯正器的牙釘及鋼線均容易導致口腔磨損甚至潰瘍。
- ✘ 矯正過程中，傳統金屬矯正器及鋼線會固定於牙齒上且無法卸除。這會讓您難以進食某些種類的食物(如蘋果、堅果等)，而且難以清理牙齒或使用牙線。
- ✘ 複診頻率：一般情況約 3 至 4 週
- ✘ 傳統金屬矯正器只能在矯正初期估計療程時間。

## Procedure of Aligner



### 步驟

1. 收集病友完整的資料，包括照片、X光片、牙齒的模型及咬合狀態
2. 根據病友的現況分析診斷下治療計劃給隱形矯正廠商包括隱適美、時代天使、宜可麗 ..... 的廠商
3. 廠商根據醫師的治療計劃及收集的模型，製作 3D 數位動畫模擬牙齒的移動過程及最後的結果。
4. 醫師及病友確認 3D 動畫
5. 開始製造隱形牙托 ( aligner )
6. 病友按時佩戴回診
7. 完成後仍需終生佩戴維持器

## 如何挑選適合的病例？

對於初次接觸隱形矯正的醫師，先由一些簡單的案例開始，等等漸漸熟悉隱形的能力後再慢慢挑選困難的案例。

挑選適合病案的原則：

### 1.No skeletal discrepancy

選取較簡易入門的案例，需先排除骨源性的病友。通常我們會利用 Steiner 側顛分析方法：選取 class I malocclusion.

#### Cecil C. Steiner's analysis

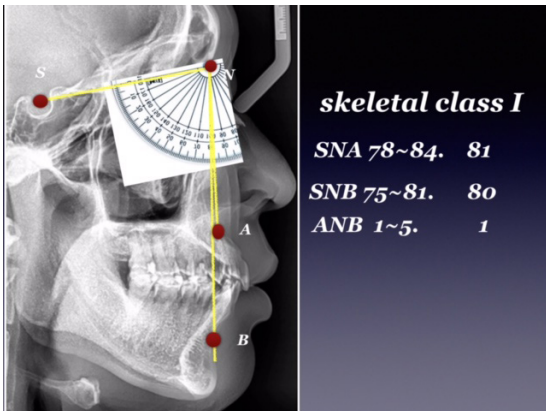
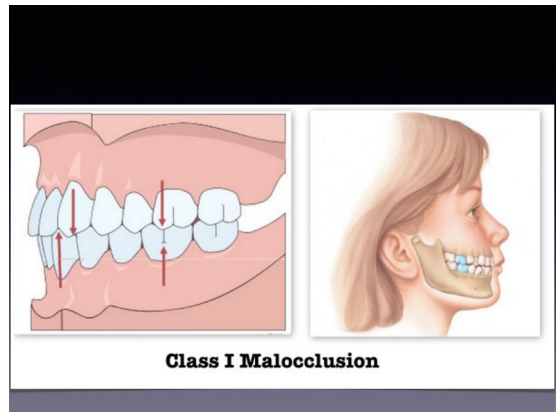


#### skeletal class I

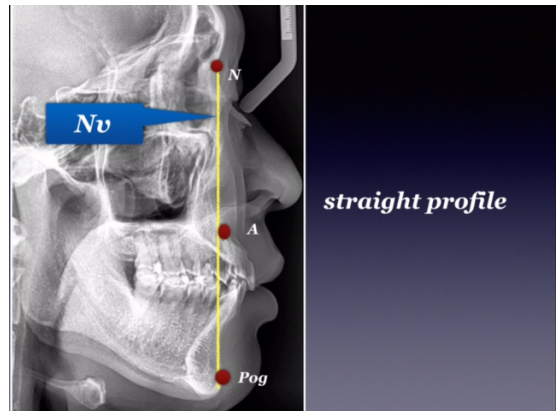
SNA 78~84.

SNB 75~81.

ANB 1~5.



例如：



### 2.straight profile

通常利用通過 N 點的垂線，觀察 A 點（上顎）及 Pog（下顎）偏離垂線的多寡判斷。

在 2mm 以內皆可接受的範圍。



3. good molar Interdigitation  
後牙咬合良好的狀態，通常案例比較簡單容易入門。



4. 齒列擁擠 crowding  
例如：

5. spacing , diastema , relapse





6.cross bite



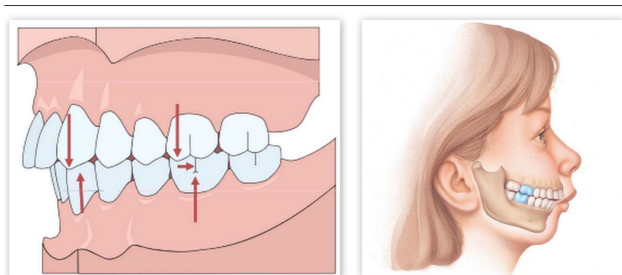
7.deep bite

#### 8. 挑選合作的病友：

如果病友不按時佩戴、佩戴時間不夠、沒有按照順序佩戴，終將導致矯正失敗

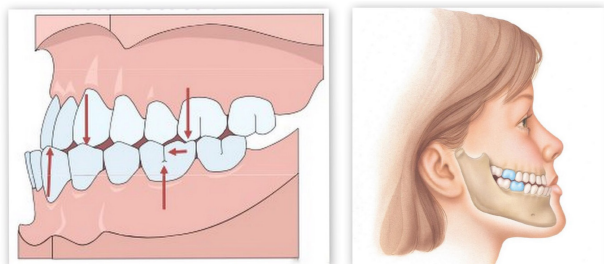
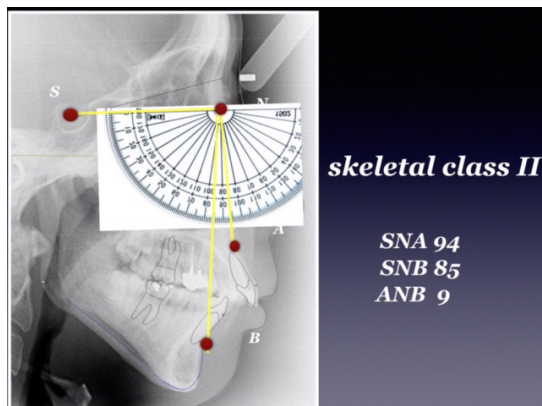
### 誤踩地雷區：( Contraindication )

對於隱形矯正不熟悉的醫師請暫時不要接如下的案例，等到有更多經驗之後，再慢慢突破一個個的界限。



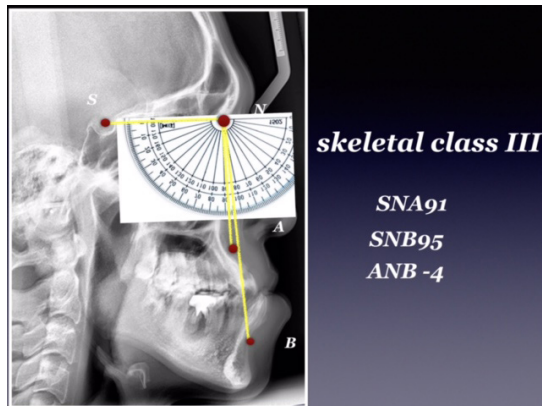
**Class II Malocclusion**

1. 骨源性的病友 a Skeletal class II

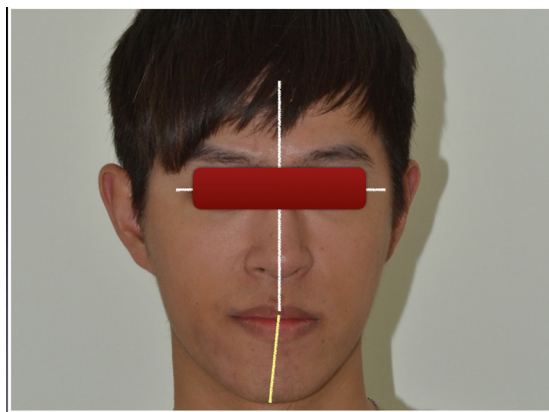


**Class III Malocclusion**

b Skeletal class III



學術專題



2 Facial asymmetry



3 Occlusal canting



#### 4. TMJ disorder :

任何 TMJ 的問題都必須先排除後才能進入矯正療程。矯正中如發生 TMJ 的問題也必須先停下矯正療程，轉診至 TMJ 專科治療 TMJ 後再回到矯正科完成矯正療程。

#### 5. Mix dentition :

換牙時期因牽涉到小朋友生長發育、牙齒發育尚未完成，牙托接觸面積不足或就位不足，無法移動至理想位置，及小朋友合作等等問題，故建議暫緩進入矯正階段。

#### 6. Molar mesialization

如果病友需要 Molar 前移，來取代拔除的牙齒？

目前隱形牙托對於 Molar mesialization 的能力尚有不足之處，仍然需要配合傳統矯正方式來完成。  
故此類型病友請醫師斟酌自己能力。

#### 7. Class II D II

類型病友通常矯正完成後，滿意度低，仍需配合其他科別協同治療，方能提高病友滿意度。矯正技術門檻高，效果差，剛入門醫師請斟酌再三。

#### 8. Poor Molar relationship

例如：bite collapse、vertical dimension lost、molars severe attrition、Early old age .....  
造成後牙咬合欠佳，這樣的病友需要跨科系整合 ( Interdisciplinary treatment ) 無法單靠矯正獨立完成。

#### 9. 不合作的病友：

隱形牙托病友不按醫囑佩戴，永遠不會成功！

## 結論

數位隱形矯正挾著數位網路趨勢，如巨浪般蜂擁而至！

正大幅度改變矯正醫師的治療方法、計劃、看診模式、及結果。

而帶給病人更舒適美觀、更無痛的矯正新體驗！

面對如此合乎人性、合乎潮流的新式矯正方法，我們只有投入更多的學習及關注，以避免被時代的巨輪淘汰！



## 自體牙骨粉的應用

補骨(Bone Graft)的材料以往可以被分為四類：自身(Autograft)、同種異體(Allograft)、異種(Xenograft)、合成骨(Alloplastic material)，但是在科技日新月異之下，自己的牙齒，可以recycle回收再利用，作為補骨的材料！在組織工程學上，牙齒本身的成分與齒槽骨是相似的，當被拔除的牙齒經過清潔、磨碎、消毒等的必要程序後，就可以立即回填作為補骨的材料。



### 杜新運 醫師

杜牙醫診所 負責人

高雄醫學大學

美國矯正學會會員

亞太雷射醫學會會員

福爾摩沙植牙學會會員

1989~1990NYU 矯正進修

2014~2016USC植牙進修

### 牙齒的主要成分是HA (Hydroxyapatite)

- 10% 琺瑯質(Enamel)

- 85% 牙本質(Dentin)

### 主要可利用的部分是以牙本質(Dentin)為主

自體牙骨粉是新鮮牙齒經過適當的處理程序所製成，裡面所包含的成分是來自於牙本質的DDM(Demineralized Dentin Matrix)。DDM被證實可能是BMP-2(Bone Morphogenetic Protein-2)的良好載體。通過組織學上的檢驗，DDM和BMP-2確實會誘導(Induction)血管周圍的間充質細胞(Mesenchymal Cell)使其分化成為骨細胞，加速骨頭的增生。經過實驗證實，自體牙骨粉誘導齒槽骨的生長在短短的32週內，就已經有79%的部分被新骨所取代。

# 案例報告 [1]

徐先生: 48 y/o

CC: 右下第一大白齒已拔除了, 希望做假牙

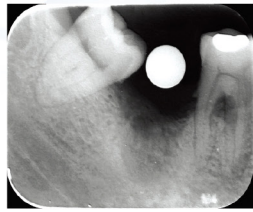
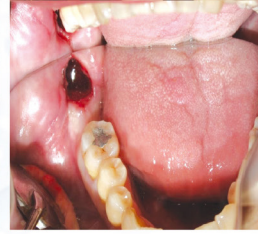
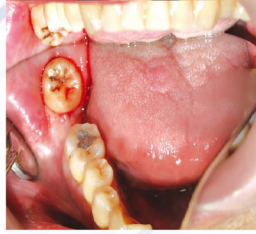
CF: #47 Missing, #48 Mesial Tipping

History: N/P

Treatment Planning & Suggestion:

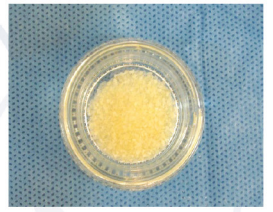
#48 Extraction >>>>Auto-TBG

#47 Implantation with Auto-TBG

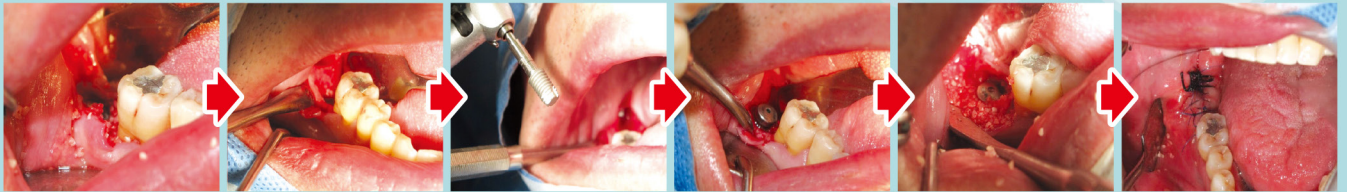


#48 Extraction and Grinding

#48 Auto-TBG



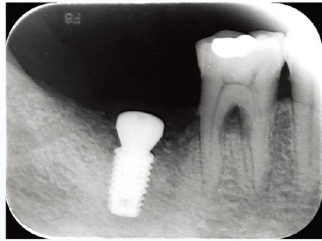
#47 Open Flap, Drilling, Implant and Healing Abutment Placed



Auto-TBG Placed and sutured



Suture removed  
(2 Weeks Later)



Periapical Film



Panoramic X-Ray

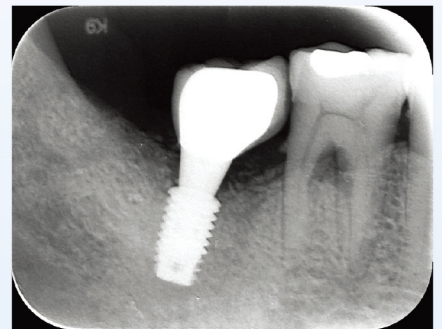
Abutment placed and crown restoredOcclusal



Occlusal View



Buccal View



Finished

## 案例報告 [2] 史x偉56/M

CC : #26 felt hurt for 1-2 years

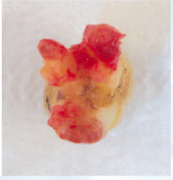
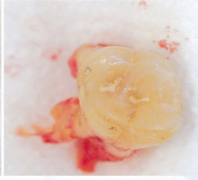
CF: #26 Mobility and deep pockets with periodontitis

Tr. Plan: #26 Extraction and Socket preservation

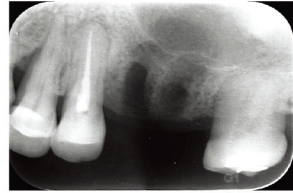
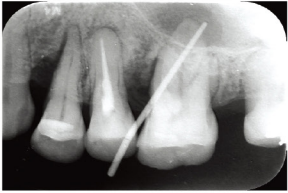
### Auto-TBG



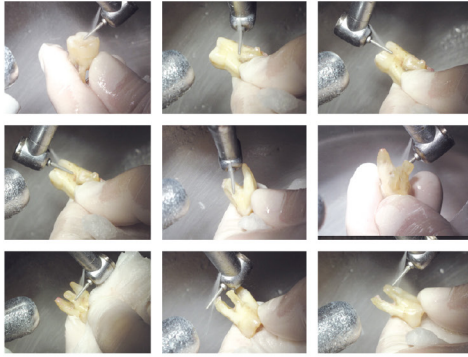
#26 拔除



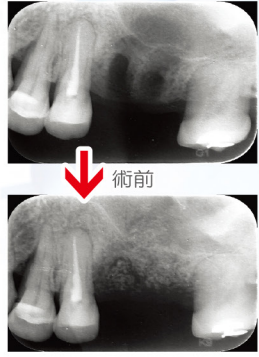
#26 拔除外觀



GP point 深入顎側根部



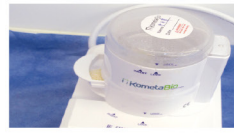
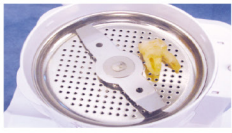
清洗過程



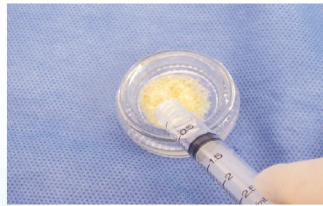
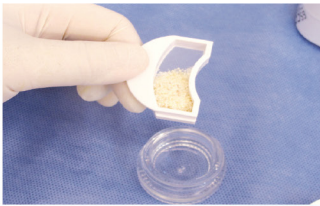
術前



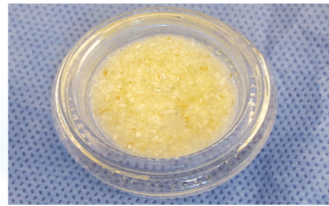
術後



#26 拔除清洗後放入研磨機中磨碎



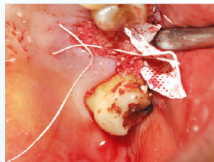
研磨後自體牙骨粉以原廠藥劑消毒



消毒程序已完成後之自體牙骨粉



不可吸收膜



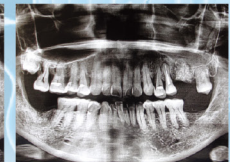
不可吸收膜縫合及填入牙骨粉



4星期後不可吸收膜拆除



術前



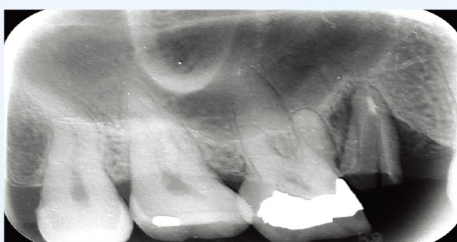
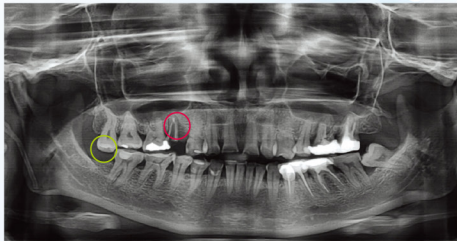
術後

## 案例報告 [3] 簡X玲 35/F

CC : #15 felt hurt

CF : 1. #15 Residual Root with Periodontitis  
2. #18 Elongation

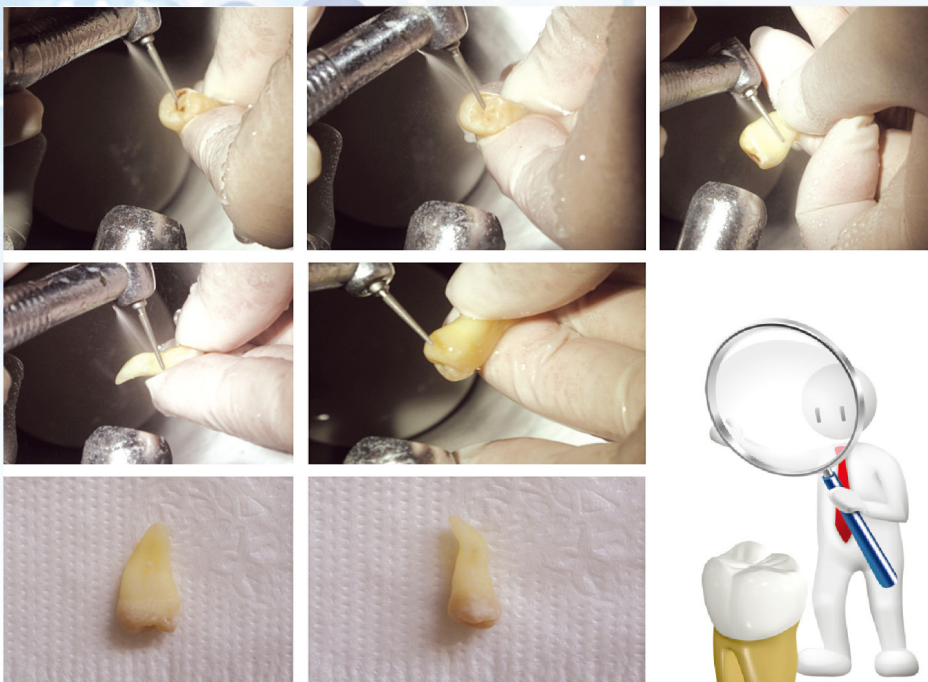
Tr. Plan : 1. #15 Extraction and Socket Preservation  
2. Auto-TBG material using #18 for #15



Panoramic X-Ray and Periapical Film



#18 Extraction



#18 Cleaning



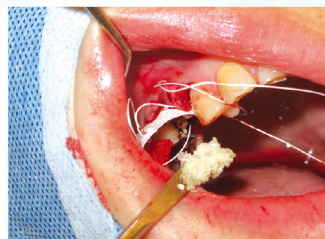
# 18 放入磨牙骨粉機中 磨碎



消毒後牙骨粉即可使用



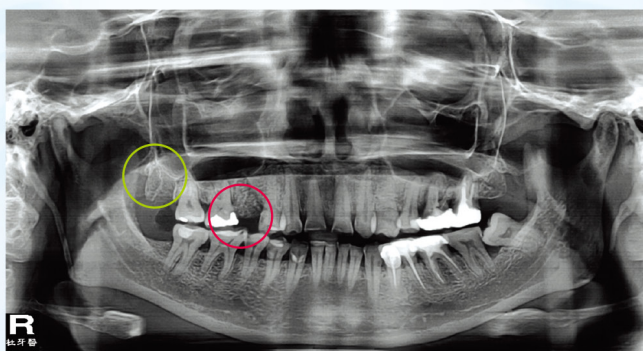
#15 殘根拔除



牙骨粉填入 #15拔牙區不可吸收膜覆蓋並縫合



完成



結論:

## Auto-TBG The Contributions in Ridge Preservation

1. Bio-recycle
2. Rapid Healing
3. Reliable Source
4. Long-term Stable
5. Strong & Sustainable
6. Endless Supply Autologous New Bone

### 自體牙骨粉的優缺點：

1. 自己的牙齒不要丟棄，可回收再利用
2. 自己的牙齒 自己用，安全可靠
3. 補自體牙骨粉，骨整合效果佳
4. 承載力量強，穩定性高
5. 可利用的來源(本身牙齒) 數量較有限

## 自體牙骨粉的臨床 體驗專案

如何讓垃圾變黃金的新術式

詳情請洽{通賀}專員

商品三大特色：簡單操作. 快速取得. 降低成本

1. 取患者自體牙齒, 在15~20分鐘內可獲得0.3mm~1.2mm的牙骨粉顆粒. 回填至骨缺損區域.
2. 加速傷口癒合. 縮短骨整合時間
3. 大幅降低過去所使用的人工骨粉成本.



### 通賀提出三大保證

1. 手術無效退費 (無期限)
2. 3次免費操作教學
3. 體驗費用可抵扣日後所購買牙骨粉機設備的費用 (體驗後一年內有效)