

## 壁報論文比賽作品欣賞 診所組 第一名

## 拔牙乎？留牙乎？~~~

## 再論 Intentional Replantation (IR)

作者／高秉宏 醫師

指導醫師／黃立忠 醫師

- 社團法人台北市牙科植體學學會 (TCOI) 顧問
- 台灣大學牙醫學學士 碩士MDS DDS
- 哈佛植牙專科醫師訓練
- UCLA植牙專科訓練海外講師
- 台灣牙醫植體學學會專科醫師甄審委員
- 國際電腦鑲瓷學會 (I.S.C.D) 國際講師
- 國際口腔植牙專科醫師大會 (I.C.O.I.) 專科醫師 (2000年認證)
- 前北台灣牙醫植體學會理事長 (第四屆)
- 前桃園縣牙醫師公會理事長 (第19屆)
- 2005植體系統、2009植體系統總編輯
- 社團法人台北市牙科植體學學會 (TCOI) 理事長 (第24屆)

## 摘要

筆者將提出Replantation及Intertional Replantation (IR) 之運用。Replantation：乃指自然牙由於外傷或其他因素導致完全脫落後，再重新放回置入原來齒槽中。而Intertional Replantation (IR)，乃是指自然牙經由拔出齒槽、根管治療（先在口內完成根管治療、或先拔出後在口外完成）、若根尖存在病變並去除之，再重新置入原來齒槽中。筆者提出八個案例：因意外導致患齒橫向斷裂至cemento-enamel junction (CEJ) 處，此意味著根管治療後，無法達到製作義齒時之ferrule effect要求，筆者以IR方式處置，以增長患齒之齦上牙冠結構，再施以柱心 (post)、假牙 (crown) 之製作而保留住牙根，將患處修復好缺損。此文中乃針對IR之歷史、適應症、非適應症及筆者之方法做一闡述並討論之。

## 前言

IR 處置方式已有上千年之歷史，而Grossman<sup>1</sup> (1982年) 定義它為：a purposeful removal of a tooth and its reinsertion into the socket almost immediately after sealing the apical foramina。他強調處置時，必須仔細地檢查、診斷為合適之適應症後，再施以外科拔下、根管治療 (RCT)、最後重新放回齒槽內。此處置當時主要是挽救根管治療 (RCT) 無法治療的患齒。Grossman (1982)<sup>1</sup>, Ward (2004)<sup>2</sup>, Jantarut (1998)<sup>4</sup>, Dryden (1994)<sup>5</sup>, Messkoub (1991)<sup>6</sup> 都主張IR應該作為治療方法中最後的選項，因為取出牙根時，容易發縱裂或橫斷的現象。若做為常規的治療方法，容易導致治療的成功率遠低於根管治療及根尖手術。但由於取出牙根之技術及工具已大幅進步，筆者運用這些技術工具可避免意外發生，如此便可提高IR之成功率。而且相較於植牙，IR有操作較容易、所需時間較短、侵入性較小等優點。此外，在某些情況下，相較於根管治療協同矯正 (orthodontic extrusion)、並伴隨牙冠增長術 (CLP)，IR 也仍有操作較容易、所需時間較短等優點。過去文獻指出有以下適應症 (Indication)：

1. 因張口寬度不大，無法進行口內根管治療者。<sup>3,7</sup>
2. 原先的R.C.T失敗，而再次進行RCT或根尖手術亦不易施行時，如淺的前庭區或brocken file或root canal calcification等病兆。<sup>2,3,8</sup>

3. 根尖狀況不良者，如open apex者，或其apexication處置又失敗者。<sup>7</sup>
4. 根尖處出現foreign body、perforation、內外吸收、或根尖區根管分岔無法做好RCT，但又不  
易施行根尖手術者。  
1~4項主要是可用IR方式進行口外根管治療以達成去除患齒之炎症。
5. 若牙冠橫斷之患齒的牙周組織仍在健康標準、IR贖復後冠根比小於1、符合ferrule effect之要  
求、及牙根強度足以滿足咬合需要之牙冠橫斷之患者。

### Contraindication :

1. 不適合手術的患者。<sup>7</sup>
2. 無法贖復的牙冠（如巨大的齶齒）。<sup>1,5,9</sup>
3. 嚴重牙周病的患齒。<sup>1,8,7,9</sup>
4. 彎根致使無法拔除再種回。<sup>7</sup>
5. 牙根縱裂牙齒。<sup>7</sup>
6. 唇側舌側骨板嚴重吸收之患者。
7. 牙周病已嚴重侵犯多根牙之Furcation處。<sup>10</sup>
8. 已完全骨性沾黏之患齒（初期者，仍可嘗試）。<sup>11</sup>
9. 橫斷處過深或牙根外吸收嚴重的患齒（如圖一）。
10. 橫斷患牙的牙根太細者。

## 方 法

### 檢查與診斷

此次案例乃按上述原則挑選適當之適應症，排除不適合的案例，再進行下列治療流程。此次案例共有八例：皆因外力撞擊致使牙冠斷裂，但牙根結構、牙周狀況良好者，如圖：case 1-1-1至 case1-1-4、case 2-1、case3-1、case 4-1、case5-1、case 6-1、case 7-1、case 8-1所示，男女比例、年齡分佈如（表一）。

Case No	性別	手術時 年齡	牙位	手術日期	最後追蹤時間 (術後)
1	男	65 y/o	13	2017.10.17	2個月
2	女	61 y/o	23	2017.12.14	3個月
3	女	49 y/o	16	2017.06.17	6個月
4	女	46 y/o	31	2017.05.05	10個月
5	女	62 y/o	23	2014.11.13	4年1個月
6	男	69 y/o	34	2015.01.24	1年
7	女	64 y/o	11	2017.07.12	2個月
8	男	32 y/o	22	2017.12.16	3個月

表一

### 流程

- 1.術前用藥：手術前先服用消炎藥及止痛藥（NSAID）。消炎藥品可選擇Amoxillin<sup>12</sup>, doxycycline<sup>13</sup>, augmentin<sup>14</sup>, tetracycline<sup>15,16,17</sup>...等等，此可先壓治術前之膿腫發炎狀況及減少術後感染的機率。
- 2.R.C.T and extraction of tooth：若可先RCT，則先進行RCT後再拔牙。如此可縮短牙根在口外之時間。除非不得已，才於口外進行RCT，因為如此易增加牙根暴露在牙槽外的時間。其次，要以微創觀念及方法進行拔牙，尤其要小心維護唇（頰）側及舌側骨板之完整，無論使用forceps或elevators都要儘可能降低對牙骨質及PDL的傷害。取出患齒時，須仔細查看根部是否完整、有無裂隙或穿孔現象存在。如果可能，也最好以放大鏡（loop）或牙科顯微鏡檢查，並配合術前所攝取之根尖X光片影像做交叉比對檢查。夾住牙齒時，要儘可能不要接觸到牙根表面；進行口外RCT建議用N/S沾濕之紗布保護齒槽區域以避免唾液污染；同時也要以N/S保持患齒根部的濕潤。除了根尖Cyst、炎性物質或granulation tissue須刮除外，齒槽的其他部份不可刮鑿，以避免傷害牙周膜（PDL）。<sup>1,13,16,18</sup>若根尖有病灶（如：穿孔，根尖不明病灶等等），可用牙科High speed之bur去除根尖2~3mm，甚至備一處3~5mm之凹槽進行Retrograde filling，筆者好用Gua-purcha作為封填之材料。此外，有些學者主張用Emdogain<sup>11,19,20</sup>或

PRP<sup>21,22</sup>施用在患齒根部表面，以助於降低Ankylosis之發生，並促進PDL之復原。

3. 保護並固定牙根：若為了假牙修復的需要而必須提高牙根之位置時，可於齒槽中放置少許骨粉（DFDBA, Bio-oss...等等）以固定置回齒槽之牙根。放置後，建議拍攝根尖X光片確認位置是否妥當（如圖：case 1-2-1 至 case 1-2-4、case 2-2至case 2-3、case 3-2、case 4-2、case 5-2至case 5-3、case 6-2 至case 6-3、case 7-2、case 8-2）。而後，放置濕軟紗布於其上，讓患者輕咬以穩定其位置。進行咬合調整至與對咬牙為輕觸關係。<sup>5,14,22</sup>固定患齒，避免過度移動而影響了PDL的初期復原。其中有學者指出：太牢固的固定方式，反而有礙PDL的復原，容易造成Ankylosis及牙根吸收之發生。<sup>4,23</sup>如果牙根在齒槽中很穩固，亦可不用特別去固定，以保持牙在“semi-rigid”之狀態。固定方式可用0.7mm之矯正線（或ligature wire）用流動樹脂與鄰牙固定；或直接用Resin與鄰牙粘接固定（如圖：case 1-3-2）；或可以3個零之縫線固定（如圖：case 7-2-1、case 7-2-2）、或牙周敷料固定。關於固定時間不同學者有不同主張，有7天至14天<sup>21,40,56</sup>，甚至6個月之久<sup>36</sup>，筆者大約2至4周左右。
4. 術後注意事項：術後必須告知患者以棉花棒沾優碘及漱口水清潔患處，<sup>2,5,14,24</sup>保持口腔之衛生，並不可於患處咀嚼食物，這點非常重要。

## 討 論

對於IR患齒而言，術後之後遺症主要是：牙根外部炎性吸收（External inflammatory resorption）或是因replacement resorption引起的Ankylosis。此後遺症的發生主要還是因為PDL的損壞。Ankylosis（Replacement resorption）可能與牙骨質移除<sup>28</sup>、固定患齒過久<sup>29</sup>及齒槽外時間過久<sup>16</sup>有關。而炎性吸收之後遺症則可能與RCT不良與感染有關<sup>25-32</sup>。要避免這些後遺症之發生，必須注意操作時不要影響PDL的活性；要做到此點，首先牙根，在齒槽外的時間要短於30分鐘以內，最好是在<sup>15-20</sup>分鐘內。其次，操作過程必須以生理食鹽水保持牙根濕潤，<sup>9,15</sup>並避免損傷其上之PDL。本文案例操作過程皆符合以上原則，目前未尚未發生上述併發症。

有些學者認為年輕患者的IR患齒容易發生牙根吸收的現象<sup>33,34</sup>。本次討論案例之患者共有八位，年齡介於67歲至34歲之間，屬於成年患者，皆未發生上述併發症。此外，有些學者提出多根牙比單根牙的成功率要低<sup>33,34</sup>。本文八個案例中，皆為單根牙，在此便無法比較。有文獻指出術後10年才發生牙根吸收的現象。<sup>30</sup>本文八個案例中，追蹤時間短則二個月、最長不過四年一個月（見表一），雖未發生併發症（如圖：case 1-5-3、case 2-4、case 3-4、case 4-4、case 5-4、case 6-4、case 7-4、case 8-4。），但顯然追蹤時間仍嫌不足，案例仍須繼續追蹤觀察。

## 結 論

綜合以上所述，IR與傳統RCT之間要如何選擇治療方式並不困難。只要操作時，儘可能避免傷害齒槽骨及牙根之PDL活性，並盡可能先在口內做好RCT，理想地完成R.C.F（根管封填），以避免根尖炎症之再發生。做到以上各點，在傳統RCT及根尖手術不易執行完善時，IR不失為一種理想的選擇。此治療方式又可改善臨床牙冠高度，而符合ferrule effect之要求。鑑於本文所收集之案例不多、追蹤時間不夠長，未來收集更多的案例追蹤更久的時間來加以佐證則是必須的。



## References

1. Grossman LI. Intentional replantation of teeth: A clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 1982;104:633-39.
2. Ward J. Intentional replantation of a lower premolar. *Aust Endod J* 2004;30:99-102.
3. Weine F. *Endodontic Therapy* (4th ed). St Louis: Mosby 1989.
4. Jantarat J. Intentional replantation. *Aust Endod J* 1998;24: 78-80.
5. Dryden JA, Arens DE. Intentional replantation. A viable alternative for selected cases. *Dent Clin North Am* 1994;38: 325-53.
6. Messkoub M. Intentional replantation: A successful alternative for hopeless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71: 743-47.
7. Nosonowitz DM, Stanley HR. Intentional replantation to prevent predictable endodontic failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;57:423-32.
8. Grossman LI. Intentional replantation of teeth. *J Am Dent Assoc* 1966;72:1111-18.
9. Deeb E, Prietto PP, McKenna RC. Reimplantation of luxated teeth in humans. *J South Calif Dent Assoc* 1965;33:194-206.
10. American association of endodontists. Treatment of the avulsed permanent tooth. Recommended guidelines of the American association of endodontists. *Dent Clin North Am* 1995;39: 221-25.
11. Filippi A, Pohl Y, von Arx T. Treatment of replacement resorption with Emdogain: A prospective clinical study. *Dent Traumatol* 2002;18(3):138-43.
12. Fariniuk LF, Ferreira EL, Soaresini GC, Cavali AE, Baratto Filho F. Intentional replantation with 180 degrees rotation of a crownroot fracture: A case report. *Dent Traumatol* 2003;19(6):321-25.
13. Demiralp B, Nohutçu RM, Tepe DI, Eratalay K. Intentional replantation for periodontally involved hopeless teeth. *Dent Traumatol* 2003;19(1):45-51.
14. Peñarrocha M, García B, Martí E, Palop M, von Arx T. Intentional replantation for the management of maxillary sinusitis. *Int Endod J* 2007;40(11):891-99.
15. Sherman P Jr. Intentional replantation of teeth in dogs and monkeys. *J Dent Res* 1968;47(6):1066-71.
16. Lu DP. Intentional replantation of periodontally involved and endodontically mistreated tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986;61(5):508-13.
17. Caffesse RG, Nasjleti CE, Castelli WA. Long-term results after intentional tooth reimplantation in monkeys. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;44(5):666-78.
18. Kratchman S. Intentional replantation. *Dent Clin North Am* 1997;41:603-17.
19. Wang Z, Heffernan M, Vann WF Jr. Management of a complicated crown-root fracture in a young permanent incisor using intentional replantation. *Dent Traumatol* 2008;24(1): 100-03.
20. Al-Hezaimi K, Naghshbandi J, Simon JH, Rotstein I. Successful treatment of a radicular groove by intentional replantation and Emdogain therapy: Four years follow-up. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:e82-85.
21. Demir B, Demiralp B, Güncü GN, Uyanik MO, Cađlayan F. Intentional replantation of a hopeless tooth with the combination of platelet rich plasma, bioactive glass graft material and nonresorbable membrane: A case report. *Dent Traumatol* 2007;23:190-94.
22. Tözüm TF, Keçeli HG, Serper A, Tuncel B. Intentional replantation for a periodontally involved hopeless incisor by using autologous platelet-rich plasma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:e119-24.
23. Shintani S, Tsuji M, Toyosawa S, Ooshima T. Intentional replantation of an immature permanent lower incisor because of a refractory periapical lesion: Case report and 5 years followup. *Int J Paediatr Dent* 2004;14(3):218-22.
24. Kudou Y, Kubota M. Replantation with intentional rotation of a complete vertically fractured root using adhesive resin cement. *Dent Traumatol* 2003;19(2):115-17.
25. Andreasen JO. A time-related study of periodontal healing and root resorption activity after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J* 1980;4:101-10.
26. Andreasen JO, Kristerson L. The effect of limited drying or removal of the periodontal ligament. Periodontal healing after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Acta Odontol Scand* 1981;39:1-13.
27. Andreasen JO. Relationship between surface and inflammatory resorption and changes in the pulp after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* 1981;7:294-301.
28. Bodecker CF, Lefkowitz W. Replantation of teeth. *Dent Items Interest* 1935;57:675-92.
29. Barbakow FH, Austin JC, Cleaton-Jones PE. Experimental replantation of root-canal-filled and untreated teeth in the vervet monkey. *J Endod* 1977;3(3):89-93.
30. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 1995;11(2):76-89.
31. Kinirons MJ, Gregg TA, Welbury RR, Cole BO. Variations in the presenting and treatment features in reimplanted permanent incisors in children and their effect on the prevalence of root resorption. *Br Dent J* 2000;189(5):263-66.
32. Andreasen JO. Treatment of fractured and avulsed teeth. *ASDC J Dent Child* 1971;38(1):29-31.
33. Andersson L. Dentoalveolar ankylosis and associated root resorption in replanted teeth. Experimental and clinical studies in monkeys and man. *Swed Dent J Suppl* 1988;56:1-75.
34. Emmertsen E, Andreasen JO. Replantation of extracted molars. A radiographic and histological study. *Acta Odontol Scand* 1966;24:327-46.

## CASE 1



Case 1-1-1 術前 / 惡齒橫向斷裂 Case 1-1-2 Case 1-1-3 Case 1-1-4 術中 Case 1-2-1 自然牙以外科微創拔出，並於齒槽放置骨粉，墊高牙根之位置 Case 1-2-2 Case 1-2-3 Case 1-2-4



Case 1-3-1 置回齒槽後牙根進行根管治療之X光片治療狀況 Case 1-3-2 牙根以流動樹脂與鄰牙固定之狀況 Case 1-4-1 術後2個月 Case 1-4-2 Case 1-4-3 Case 1-5-1 完成之唇側觀 Case 1-5-2 完成之頸側觀 Case 1-5-3 完成之頸側觀

## CASE 2



Case 2-1 術前 Case 2-2 改變牙根之位置 Case 2-3 Case 2-4-1 術後 Case 2-4-2

## CASE 3



Case 3-1 術前 Case 3-2 術中 Case 3-3 Case 3-4 術後

## CASE 4



Case 4-1 術前 Case 4-2 術中 Case 4-3 Case 4-4 術後

CASE 5



Case 5-1 術前

Case 5-2 術中

Case 5-3

Case 5-4 術後

CASE 6



Case 6-1 術前

Case 6-2 術中

Case 6-3

Case 6-4 術後

CASE 7



Case 7-1 術前

Case 7-2 術中

Case 7-2-1 術中  
以3個零之縫線固定

Case 7-2-2

Case 7-3

Case 7-4 術後

CASE 8



Case 8-1 術前

Case 8-2 術中

Case 8-3

Case 8-4 術後



# 壁報論文比賽作品欣賞 診所組 第二名

## 下顎第二小白齒 C 型根管運用強迫萌出術 輔助蓄意再植術-12年術後追蹤

### Forced Eruption Aids in Intentional Replantation in Lower C-Shaped Second Premolar with an Endodontic Retreatment Failure-12years Follow-up

陳冠甫<sup>1</sup> 陳志平<sup>1</sup> 王肖龍<sup>1</sup> 賴怡因<sup>2</sup> 鍾明邦<sup>2</sup>Chen KF<sup>1</sup> Chen CP<sup>1</sup> Wang HL<sup>1</sup> Lai YY<sup>2</sup> Chung MP<sup>2</sup><sup>1</sup>桃園市全方位牙醫診所<sup>1</sup>Tao Yuan Omni Oral rehabilitation clinics<sup>2</sup>三軍總醫院牙體復形暨根管治療科<sup>2</sup>Department of Operative Dentistry and Endodontic of Tri-Service General Hospital

#### 摘要

下顎小白齒由於其根管形態的高度變異性，時常為臨床根管治療中非常難以治療的牙齒。其中，複雜的C型根管形態，對於非手術性根管治療而言更是一項挑戰。本文主要為下顎第二小白齒的病例，經顯微鏡輔助根管再治療，結果未臻理想，進而運用強迫萌出術（forced eruption），藉此達成無傷害性拔牙（atraumatic extraction）的蓄意再植術（intentional replantation）。手術中，發現牙根的形態為C型牙根，在根尖末端切除修形時，約3.0mm橫切面處根管明顯連接成為C型。完成治療後，12年術後追蹤，臨床檢查症狀有明顯的改善，影像學檢查發現仍有些許牙根吸收現象。

關鍵詞：下顎第二小白齒、C型根管、強迫萌出術、蓄意再植術

Mandibular second premolars have wide variations in root canal anatomy. The C-shaped root canal anatomy is rare in mandibular second premolars and great challenge for non-surgical root canal therapy. This case report presents a lower C-shaped second premolars after non-surgical root canal retreatment under microscope with persistent symptom. Considering the location of tooth being proximity to the mental foramen and bulbous root anatomy, the tooth was treated with the forced eruption aiding before intentional replantation. The follow-up radiographic film (periapical film and CBCT image) after 12 years revealed the apical radiolucency of the tooth was healing and functioning normally except root resorption.

Key words: lower second premolars, C-shaped, forced eruption, intentional replantation

#### 前言

根據研究文獻指出，非手術性根管治療在已感染的根管雖然有85%的成功率[1,2]，但仍有少數的病例會需要面對非手術性根管治療失敗的問題。當非手術性根管治療無法達到成功治療的目的時，手術也是另一種治療的選擇。

蓄意再植術（intentional replantation）是手術性根管治療其中一個術式。根據Grossman 1966[3]對蓄意再植術的定義為：為了修正非手術性根管治療無法治癒的牙根病灶，刻意將牙齒拔除後，在口外充填根管末端，術後將治療牙放回原本的齒槽之術式

蓄意再植術的適應症可分為兩大類，第一類是當非手術根管治療和根尖手術治療均已失敗，且患者有強烈意願保留患齒時可以考慮施行；第二類是有解剖構造限制的病例，包括牙齒所在位置的解剖特殊性（如牙根尖距離下齒槽神經管太近，或覆蓋的頰側骨頭過厚等），或是當牙根穿孔且病灶位於根尖手術無法處理的位置時，也會考慮施行。

本病例因考慮牙根形態及根管系統較為複雜，為了避免傷害牙骨質及牙周韌帶，因此在拔牙前運用強迫萌出術施以牙齒向冠部移動的力量，達成無傷害性拔牙（atraumatic extraction），並減少整個手術操作時間，以期達成長期保存該牙的目標。

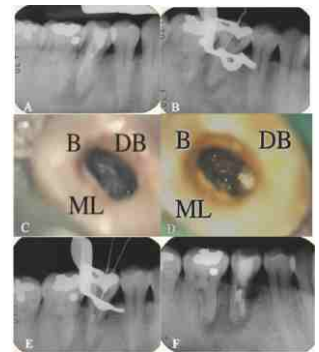
### 病例報告

患者為33歲男性，無系統性疾病及過敏病史，右下後牙區常會不定時感到疼痛不適，經放射線檢查發現於第二小白齒和第一大白齒根尖有（3mmx3mm）放射透射性病灶（圖-A），理學檢查發現第二小白齒對敲診有疼痛反應，第一大白齒牙髓活力測試正常，右下後牙區牙周囊袋深度正常，因此臨床診斷為第二小白齒初始根管治療合併症狀性根尖周圍炎（Previously treated combined symptomatic apical periodontitis）。疑似因為根管充填不完全和有未清創之根管，因此計畫在顯微鏡下實施非手術性根管重新治療（re-treatment）。

約診治療時在牙科顯微鏡下（OPMI® pico, Zeiss, Jena, Germany）移除補綴物並將髓腔適度開擴後，利用尤加利油（Eucalyptol）輔以超音波器械（ProUltra® Titanium Endodontic Tips No.6, Dentsply Maillefer, New York, USA）將舊有根管填充物完全移除並重新清創，並以大量2.5%次氯酸鈉沖洗，可看到原有遠心頰側根管（DB）及近心舌側（ML）開口，並依循浸泡2.5%次氯酸鈉氣泡處尋獲頰側根管（B）（圖-B,C）。遠心頰側根管（DB）疑似根尖孔過度置備或根尖穿孔，遂先以三氧礦化聚合物（ProRoot, Dentsply, Tulsa Dental, OK, USA）充填（圖-D）。而頰側（B）及近心舌側（ML）的根管，在顯微鏡下輔以超音波器械及小號的根管銼合併使用（RC-prep），仍無法達到理想的工作長度（圖-E），分別測定工作長度為頰側根管（B）為16.0 mm，近心舌側根管（ML）為18mm。由於非手術性顯微根管治療無法完整清創，將兩根管擴大至#30號根管銼大小，最後以熱熔融馬來膠針垂直填壓法充填頰側根管及近心舌側根管（圖-F）。

術後病患臨床症狀雖有些許改善，但仍未臻理想。經過與病患詳細溝通並討論根尖切除手術的可行性。因此牙根為球莖狀牙根，牙根型態及根管系統較為複雜，且牙根尖距離頰神經孔（mental foramen）近（圖-B可見），因此建議病患接受蓄意再植術。為了施術過程中達到無傷害性拔牙（atraumatic extraction），建議病人先行接受強迫萌出術（forced eruption），以利該牙的拔除。

治療計劃為在牙齒44、45、46黏上牙齒矯正器（standard bracket）後，牙齒45之矯正器黏得位置須比44及46的矯正器位置較靠近齒頸部，先以0.018x0.018inch不鏽鋼線為主線，置入44及46矯正器溝槽中，再以另一條較有彈性的鍍鈦線0.14inch和不鏽鋼線在44及46矯正器分別以



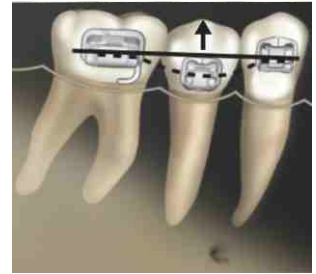
圖一：根管再治療過程

- (A) 患齒為右下第二小白齒治療前根尖X光片，可見根尖病灶及管內稀疏的填充物。  
 (B) 遠心頰側根管(DB canal)工作長度測定。  
 (C) 患齒於顯微鏡下根管開口相關位置。  
 (D) 顯微鏡下以MTA充填遠心頰側根管(DB canal)。  
 (E) 頰側(B canal)及近心舌側(ML canal)均無法達理想根管清創工作長度。  
 (F) 熱熔融馬來膠針垂直充填頰側(B canal)及近心舌側(ML canal)。

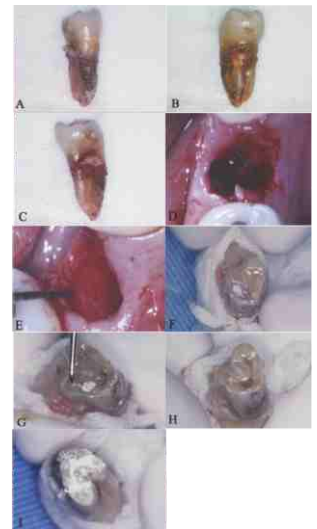
O-ring固定住，將此鍊鈦線下拉勾住45的矯正器，並用O-ring固定住，即可令45產生朝冠向萌出的力量（圖二）。

在強迫萌出術7~10天後，於下齒槽神經阻斷麻醉下，以拔牙鉗將右下第二小白齒小心拔起，包裹於浸滿生理食鹽水的紗布中，並檢視牙根表面是否有牙根斷裂或牙根穿孔等可能的情形（圖三A,B,C）。拔牙後齒槽窩傷口宜用適當力道刮除肉芽組織，並以含有生理食鹽水的紗布輕壓止血（圖三D,E）。此時以高速磨牙手機及鑽石鑽針（fissure diamond bur），將已經拔起的右下第二小白齒根尖切除約3.0mm的長度範圍，此時可見根尖橫切面之根管連接成為C型根管系統（圖三F）。根尖處以超音波器械（SATELECACTEON P5 tipAS3D）施行根尖逆向窩洞修形後（圖三H），以三氧礦化聚合物（Mineral trioxide aggregate, MTA）作逆向充填（圖三I）。隨後將牙齒小心置放回已用生理鹽水沖洗乾淨的齒槽窩中，並以手指輕壓頰側及舌側齒槽後，以牙周敷料（Coe Pak®, GC America Inc., Alsip, IL, USA）保護傷口，並固定牙齒，因在拔牙前給予該牙向上萌出力量，相對於未給予任何脫槽力而言，較易達成無創傷性拔牙（atraumatic extraction）目標，因此拔牙區並無任何縫線。術後一周追蹤軟組織癒合良好（圖四A,B），且症狀漸趨改善。術後三個月追蹤根尖X光攝影，可見病灶區有改善（圖五A）。

該病患在追蹤三個月後隨即出國，在這期間並無任何不適（有和病人保持聯繫），因此並無任何X光影像紀錄。但經2015（術後11年）年及2016年（術後12年）的根尖X光攝影比較（圖五B,C），牙根已有些許吸收現象，以錐狀射束電腦斷層攝影（cone-beam computed tomography, CBCT）得以發現近心側牙根有較為顯著吸收的現象（圖六A~F）。



圖二：強迫萌出術示意圖。  
黑色實線代表0.018 x 0.018 inch不鏽鋼主線，黑色彎曲虛線代表0.014inch鍊鈦矯正線，黑色箭號代表患齒(右下第二小白齒)產生冠向移動。



圖三：蓄意再植術過程。  
(A)患齒頰側觀。  
(B)患齒近心觀。  
(C)患齒遠心觀。  
(D)拔牙後齒槽窩。  
(E)移除齒槽窩內肉芽組織。  
(F)切除根尖3mm後橫切面，可見C型根管。  
(G)&(H)使用超音波器械移除尖部3mm的馬來膠針。  
(I)以MTA進行根管逆向充填。



圖四：(A)術後一週頰側觀。(B)術後一週舌側觀，傷口恢復良好。



圖五：(A)術後三個月回診追蹤X光片，可見逆向充填材料無流失，根尖病灶有癒合趨勢。  
(B)術後11年回診追蹤X光片。  
(C)術後12年回診追蹤X光片，可見根尖病灶雖已癒合，唯牙根仍有些許被吸收。



圖六：(A)~(G)術後12年以錐狀射束電腦斷層（cone-beam computed tomography, CBCT）攝影追蹤。  
(A)環口X光攝影可見根尖病灶已癒合。  
(B)~(D)從冠向切面73-75得知牙根吸收的現象在近心處較顯著。  
(E)~(F)從矢狀切面9-12得知牙根吸收的現象在近心處較顯著。

## 討論

下顎第二小白齒在根管解剖型態上的變異性，就文獻記載包含有多根管[4-12]與C型根管[13-14]。其中最為常見的根管型態為單一根管，比例高達98.8%[4]，雙根管的比例1.2%~29%[4-5]，而三根管的盛行率從0.4%~0.5%，至於該牙具有四根管甚或五根管的僅出現在病例報告[6-12]的文獻。

近年來因有牙科用手術顯微鏡及錐狀射束電腦斷層攝影可以較明確地分析判斷根管的型態進而調整治療計劃[13]。透過較新的影像技術分析，在下顎第一小白齒C型根管的盛行率約在1.1%~18%[6,13,16]，大部份是因為標本取樣的人種及研究觀察方式的不同而造成盛行率差異性大。下顎第二小白齒C型根管在文獻上則是較為少見[13-14]，學者Yu[13]等人運用錐狀射束電腦斷層攝影檢查，在178顆中國人的下顎第二小白齒中，僅有0.6%盛行率(prevalence)，而學者Rahimi[14]等人則在伊朗人被拔除的103顆下顎第二小白齒中做研究，僅有2%的比例是C型根管。而在下顎第二小白齒C型根管的研究報告中，盛行率的差異性似乎在不同人種間較小，但這或許是因為該牙原本就有較低的盛行率[6,13,16]。

C型根管型態之所以會發生乃因赫威氏上皮鞘在牙根形成的階段未融合在一起或因牙骨質持續堆積而產生的聯合[17,18]。因此下顎第二小白齒若有額外生長的牙根，該小白齒將有比較高的機會形成C型根管。甚至也有研究報告指出，在人類X-linked的遺傳性疾病上，因X染色體上基因的改變，會提高下顎小白齒額外牙根生長的機會。這也意味著在X染色體的某些基因似乎在C型牙根的生長上具有影響力[19-20]。

對於下顎C型根管的小白齒，在施行根管修形時需要格外謹慎，因其根管解剖形態常會有凹陷(concavity)及峽部(isthmus)，為了避免在根管修形中造成造成牙本質結構過度的破壞，Jafarzadeh和Wu[15]等學者建議在峽部(isthmus)清創不要超過#25號根管銼以避免穿孔(strip perforation)[15]，同時也必須適時地運用牙科用手術顯微鏡及超音波震盪器械，以加強C型根管的清潔效果。根據研究顯示C型根管有可能在根管的冠部三分之一、中段三分之一、根尖三分之一的型態分類均不一樣[21]，而且根管與根管之間的峽部為根管清創的死角，尤其於根管再治療時封填材料進到這些峽部會使根管再治療更加不易，造成非手術性根管再治療成功率下降[22]。本病例因複雜的根管形態使得初次治療及再治療的效果不佳，最後只得藉助手術性根管治療來嘗試解決問題。在術中確定橫切面呈現C型根管時，以超音波器械對其主要根管及其相連峽部徹底清創，再以MTA完成緻密的逆充填。

強迫萌出術是運用連續性且輕柔地矯正力量將牙齒往冠向移動的臨床技術，常被運用來輔助牙周補綴的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要運用活動裝置[25]或固定式矯正器[25]，將健康的齒質結構萌出，藉此在該牙補綴前建立良好的冠根比及理想牙齦生物寬度[23,24,25,26]。藉此技術除了可將斷裂於牙齦下的的齒質結構及牙根朝牙冠方向萌出以輔助牙周補綴的治療外，亦可輔助高位阻生齒移動或拔除，甚至也可協助植牙前軟組織及硬組織的置備工作。

一般而言，強迫萌出術在過程中須謹審觀察生物寬度的變化。通常在施予該牙力量後，周遭的軟組織及硬組織皆會有所變化，牙齦在施予力量後約一週[26]就可能有泛紅且有軟組織囊袋加深的情況產生，且術後牙周韌帶需要6-8周才能重組(reorganization)穩定[26]。而在本病例中因運用該技術以利此特殊型態牙根之拔除，則較無須考慮上述臨床情況的發生。

臨床上不論在後牙區或前牙區皆可運用強迫萌出術以利牙齒的拔除，主要是對於拔牙窩洞的傷害較輕，且若該病灶牙有牙根尖病灶，甚至有機會在拔牙時一同連肉芽組織一同移除，進而降低對拔牙窩洞清創的需求。而在運用此技巧的時，據文獻的記載[24,25]，牙齒朝冠側移動1mm，約需7~10天，在本案例中配置固定式矯正器亦約7-10天，因目的是為了克服此球莖狀牙根在拔牙過程產生不可預期的阻礙，而增加手術風險（如拔牙過程傷害到牙骨質，或牙根牙冠斷裂）。僅需在這期間施以微量咬合調整，避免咬合干擾而造成矯正器脫落，影響力量的給予，而造成治療時間的延遲。是故此臨床技巧在深咬及口腔衛生環境衛生不佳的病患口中較不容易成功[26]。

蓄意再植術可以視為是傳統非手術性根管治療及根尖手術外的另一種治療計畫的選擇。根據學者的建議[27]，蓄意再植術的適應症包括：(a)牙關緊鎖(trismus)或張口限制；(b)病患因身體狀況無法接受或拒絕接受根尖手術；(c)重要解剖構造，如頰神經(mental nerve)、下顎管(mandibular canal)或上顎竇(maxillary sinus)等的限制，或因其他解剖性的因素，如下顎第二大臼齒牙根頰側骨過厚，而不利於根尖手術時；(d)無法以非手術或手術方式修補的牙根穿孔；(e)當病患已經接受傳統非手術性根管治療或根尖手術後，仍有持續的臨床症狀時；(f)因手術需要移除的骨質而可能造成該手術區牙周囊袋的加深；以及(g)因拆除牙橋等原因而造成的牙齒意外脫落等狀況，Bender及Rossman等學者[28]長期追蹤31個因傳統根管治療失敗接受蓄意再植術的病例顯示，其平均成功率為80.6%，若單就小白齒而言，則成功率高達85.7%。

蓄意再植術後的患齒，現在一般學者都建議使用半剛性固定(semi-rigid fixation)7-14天後即拆除，比照脫出牙(avulsion)的處理方式，因為固定過久會有發生牙根骨性沾黏之風險[27]。也有學者主張如果植回齒槽窩洞後的牙齒本身穩固並無動搖度，則不須任何固定[29]。固定時要注意咬合情形，調整咬合到無咬合干擾的程度[27,29]。而本案例因先運用強迫萌出術使該牙有朝冠向移動趨勢，不僅拔牙時易於拔除，且在植回齒槽窩洞時幾乎無動搖度，故無採取任何縫合，僅以牙周敷料(Coe Pak)包覆此手術區。

蓄意再植術後常見的併發症是牙根吸收(root resorption)。而影響到蓄意再植術後是否發生牙根吸收主要因素有：(a)拔除的牙齒於口外進行根尖切除及逆充填操作時間長短，Kratchman建議牙齒在進行蓄意再植術時[27]，在口外操作的時間不要超過10分鐘(b)在拔牙或進行口外操作時儘量避免對牙根表面或齒槽骨內的牙周韌帶組織產生過多的傷害。

臨床上評估蓄意再植術癒後是否成功有幾個要件[27,28]：(a)牙齒動搖度在可接受範圍內及在口內是否能正常行使其功能；(b)患齒周遭的牙周組織沒有發炎的現象或異常深的牙周囊袋；(c)根尖病灶是否縮小或完全癒合；(d)沒有牙根外吸收現象；(e)牙周韌帶組織再貼合(reattachment)而敲診為正常聲音無牙根沾黏(ankylosis)現象。在本病例中已持續追蹤進入第13年，除了牙根有些許吸收現象外，其餘皆符合成功之要件。

## 結 論

下顎第二小白齒的C型根管由於其根管形態的高度變異性，而成為臨床根管治療中非常難以治療的牙齒類別之一，也常受周遭解剖構造(如mental nerve在附近，術後常有不等時間的感覺異常...)等影響使得手術成功率增添變數，此時在仔細的評估之後，進行蓄意再植術是另一個可行且預後良好的術式，而若在拔牙前運用強迫萌出術施以牙齒向冠部移動的力量，較能達成無傷害性拔牙(atraumatic extraction)的準則，並減少整個手術操作時間，長期保存該牙是可以被預期的。

## 參考文獻

1. Ricucci D, Russo J, Rutberg M, et al: A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:825
2. Ng YL, Mann V, Gulabivala K: A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: Part 1: periodical health, *Int Endod J* 2011; 44:583,
3. Grossman LI. Intentional replantation of teeth. *J Am Dent Assoc* 1966; 72: 1111-8.
4. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 33:101-110.
5. Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *J Endod* 2004; 30:391-398.
6. Awawdeh LA, Al-Qudah AA. Root form and canal morphology of mandibular premolars in a Jordanian population. *Int Endod J* 2008; 41:240-248.
7. Zillich R, Dowson J. Root canal morphology of mandibular first and second premolars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 36:738-744.
8. Holtzman L. Root canal treatment of mandibular second premolar with four root canals: a case report. *Int Endod J* 1998; 31:364-366.
9. Bram SM, Fleisher R. Endodontic therapy in a mandibular second bicuspid with four canals. *J Endod* 1991; 17:513-515.
10. Rhodes JS. A case of unusual anatomy: a mandibular second premolar with four canals. *Int Endod J* 2001;34: 645-648.
11. Macri E, Zmener O. Five canals in a mandibular second premolar. *J Endod* 2000; 26:304-305.
12. Sachdeva GS, Ballal S, Gopikrishna V, Kandaswamy D. Endodontic management of a mandibular second premolar with four roots and four root canals with the aid of spiral computed tomography: a case report. *J Endod* 2008; 34:104-107.
13. Yu X, Guo B, Li KZ, Zhang R, Tian YY, Wang H, Hu T. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of mandibular premolars in a western Chinese population. *BMC Med Imaging* 2012; 12:18.
14. Rahimi S, Shahi S, Yavari HR, Mana H, Eskandarzadeh N. Root canal configuration of mandibular first and second premolars in an Iranian population. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2007; 1:59-64.
15. Jafarzadeh H, Wu YN. The C-shaped root canal configuration: a review. *J Endod* 2007; 33:517-523.
16. Lu TY, Yang SF, Pai SF. Complicated root canal morphology of mandibular first premolar in a Chinese population using the cross section method. *J Endod* 2006; 32:932-936.
17. Manning SA. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part II. C-shaped canals. *Int Endod J* 1990;23: 40-45.
18. Barnett F. Mandibular molar with C-shaped canal. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2:79-81.
19. Varrelle J. Effect of 45,X/46,XX mosaicism on root morphology of mandibular premolars. *J Dent Res* 1992; 71:1604-1606.
20. Kusiak A, Sadlak-Nowicka J, Limon J, Kochańska B. Root morphology of mandibular premolars in 40 patients with Turner syndrome. *Int Endod J* 2005; 38:822-826.
21. Fan B, Cheung GS, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I: anatomic features. *J Endod* 2004;30: 899-90
22. Hoen MM, Pink FE. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. *J Endod* 2002; 28:834-36.
23. Ingber, J.S., Forced eruption: part II. A method of treating nonrestorable teeth-Periodontal and restorative considerations. *J. Periodontol.* ,1976;47(4): 203-16.
24. Heithersay, G.S., Combined endodontic- orthodontic treatment of transverse root fractures in the region of the alveolar crest. *Oral Surg. Oral Med. Oral. Pathol.* 1973; 36(3): 404-15.
25. Durham, T., T. Goddard and S. Morrison, Rapid forced eruption: A case report and review of forced eruption techniques. *Gen. Dent.*,2004;48: 167-175.
26. Johnson, G.K. and J.E. Siverson, Forced eruption in crown-lengthening procedures. *J.*
27. Kratchman S. Intentional replantation. *Dent Clin North Am*, 1997;41(3): 603-17
28. Bender IB, Rossman LE. Intentional replantation of endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1993;76(5): 623-30.
29. Raghoobar GM, Vissink A. Results of intentional replantation of molars. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57(3):240-4.

論文原稿

# 下顎第二小白齒C型根管運用強迫萌出術輔助蓄意再植術-12年術後追蹤

## Forced Eruption Aids in Intentional Replantation in Lower C-Shaped Second Premolar with an Endodontic Retreatment Failure-12years Follow-up

陳冠甫<sup>1</sup> 陳志平<sup>1</sup> 王肖龍<sup>2</sup> 賴怡因<sup>2</sup> 鍾明邦<sup>2</sup> Chen KF<sup>1</sup> Chen CP<sup>1</sup> Wang HL<sup>1</sup> Lai YY<sup>2</sup> Chung MP<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tao Yuan Omni Oral rehabilitation clinics

<sup>2</sup>Department of Operative Dentistry and Endodontic of Tri-Service General Hospital

摘要

下顎小白齒因其根管形態的高度變異性，時常為齒槽骨治療中非藉助以治療的牙齒。其中，複雜的C型根管形態，對於非手術性根管治療而言這是一項難題。本文主述為下顎第二小白齒的病例。術後被重新植牙再植。術本種及再植。術後再植術所出 (forced eruption)，藉此提高再植牙根及 (atraumatic extraction) 術後再植 (intentional replantation) 手術第二小白齒牙根的附加C型牙根。在臨床手術中僅使用約 3.0 mm 橫切面齒槽骨切線形成C型。完成治療後，12年後術後追蹤，臨床檢查並有明顯的改善。影響學術發展仍有待於牙科研究領域。

關鍵字：

下顎第二小白齒、C型管、強迫萌出術、蓄意再植術

Mandibular second premolars have wide variations in root canal anatomy. The C-shaped root canal anatomy is rare in mandibular second premolars and great challenge for non-surgical root canal therapy. This case report presents a lower C-shaped second premolar after non-surgical root canal retreatment under microscope with persistent syphing. Considering the location of tooth being proximity to the mental foramen and bulbous root anatomy, the tooth was treated with the forced eruption aiding before intentional replantation. The follow-up radiographic film (periapical film and CBCT image) after 12 years revealed the apical radiolucency of the tooth was healing and functioning normally except root resorption.

Keywords:  
lower second premolars, C-shaped, forced eruption, intentional replantation

前言

根據研究文獻指出，非手術性根管治療在已感染的齒槽骨具有85%的成功率[1,2]，但仍有少數的病例會需要非手術性根管治療失敗的病例，當非手術性根管治療無法達到成功治療的目的時，手術是另一種治療的選擇。

蓄意再植術 (Intentional replantation) 是手術性根管治療中一種手術，根據Grossman[1966]給予蓄意再植術的定義為：為了修正非手術性根管治療無法治療的牙根粗大、剝離牙齒拔除後，在口腔內再植牙齒。術後將牙齒放回原本的齒槽之術式。

蓄意再植術的適應症可分為兩大類，第一類是非手術性根管治療和根尖手術治療均已失敗，且患者有強烈保留牙齒意向時可以考慮手術；第二類是解除病變阻礙的病例，包括牙冠所在位置的解剖特殊性 (如牙根尖距離下齒槽神經太近，或齒槽骨質薄弱等) 或是齒牙穿孔且病位位於根尖手術無法處理的位置時，也會考慮手術。

本病例因患者牙根形態及根管系統複雜，為了避免根管治療及根尖手術等，因此在拔牙前採用強迫萌出術以牙齒的牙冠動力 (force) 達成蓄意再植牙 (atraumatic extraction) 及強迫萌出術 (forced eruption)，以期達成長期保存該牙齒的目的。

病例報告

患者為33歲男性，無系統性病症及遺傳病史，右下第二臼齒常會不定期劇烈疼痛不適。經醫師檢查發現位於第二小白齒前第一大臼齒根尖內 (3mm x 3mm) 深約2mm，以橡皮杯對準 (圖一A)。理解患者第二小白齒前對劇烈疼痛反應，第一大臼齒前對劇烈疼痛反應。右下第二臼齒前對劇烈疼痛反應，因此臨床診斷第二小白齒前對劇烈疼痛反應症狀性牙周炎間隙 (Previously treated combined symptomatic apical periodontitis)。疑似因根管治療不全或未完全清淨之原因，因此決定在強迫萌出術非手術性根管治療 (re-treatment)。

非手術性根管治療 (OPMI) picco, Zeiss, Jena, Germany) 修整齒冠並修整齒槽骨後，利用尤迪克 (Eucalypt) (Eucalypt) 以超聲波器械 (ProfilRTR Titanium Endodontic Tips No.6, Dentsply Maillefer, New York, USA) 將齒槽骨修整至完全清除並重新充填。以最大2.5%濃度碘酒沖洗，可達到消毒及植骨功能 (DB) 及此心齒 (ML) 開口，並依齒槽骨2.5%濃度碘酒消毒後再植牙 (圖一B-C)。心齒 (DB) 及此心齒 (ML) 開口，並依齒槽骨2.5%濃度碘酒消毒後再植牙 (圖一B-C)。心齒 (DB) 及此心齒 (ML) 開口，並依齒槽骨2.5%濃度碘酒消毒後再植牙 (圖一B-C)。

在強迫萌出術 (force) 下，將牙齒強迫萌出，以拔牙器將右下第二小白齒前第一大臼齒前對劇烈疼痛反應，因此臨床診斷第二小白齒前對劇烈疼痛反應症狀性牙周炎間隙 (Previously treated combined symptomatic apical periodontitis)。疑似因根管治療不全或未完全清淨之原因，因此決定在強迫萌出術非手術性根管治療 (re-treatment)。

在強迫萌出術 (force) 下，將牙齒強迫萌出，以拔牙器將右下第二小白齒前第一大臼齒前對劇烈疼痛反應，因此臨床診斷第二小白齒前對劇烈疼痛反應症狀性牙周炎間隙 (Previously treated combined symptomatic apical periodontitis)。疑似因根管治療不全或未完全清淨之原因，因此決定在強迫萌出術非手術性根管治療 (re-treatment)。

在強迫萌出術 (force) 下，將牙齒強迫萌出，以拔牙器將右下第二小白齒前第一大臼齒前對劇烈疼痛反應，因此臨床診斷第二小白齒前對劇烈疼痛反應症狀性牙周炎間隙 (Previously treated combined symptomatic apical periodontitis)。疑似因根管治療不全或未完全清淨之原因，因此決定在強迫萌出術非手術性根管治療 (re-treatment)。

在強迫萌出術 (force) 下，將牙齒強迫萌出，以拔牙器將右下第二小白齒前第一大臼齒前對劇烈疼痛反應，因此臨床診斷第二小白齒前對劇烈疼痛反應症狀性牙周炎間隙 (Previously treated combined symptomatic apical periodontitis)。疑似因根管治療不全或未完全清淨之原因，因此決定在強迫萌出術非手術性根管治療 (re-treatment)。

在強迫萌出術 (force) 下，將牙齒強迫萌出，以拔牙器將右下第二小白齒前第一大臼齒前對劇烈疼痛反應，因此臨床診斷第二小白齒前對劇烈疼痛反應症狀性牙周炎間隙 (Previously treated combined symptomatic apical periodontitis)。疑似因根管治療不全或未完全清淨之原因，因此決定在強迫萌出術非手術性根管治療 (re-treatment)。

討論

下顎第二小白齒在根管形態上的變異性，就文獻報告包含有多根管[3-12]或C型根管[13-14]，其中齒槽骨變異的根管形態為第一根管，比例高達98.8%[4]。雙根管的佔比1.2%-2.9%[4-5]。而三根管的佔比僅0.4%-0.5%。至於該牙齒有四個或五個根的佔有率在病例報告中僅6-12%之間。

近年因牙科手術非手術性根管治療及重新植牙術的應用，可以較明確地分析判斷根管形態而調整治療方針[13]。透過斷面的影像技術分析，在下顎第二小白齒C型根管的成功率在11%-18%(6,13,16)。大部份因為根管形態大樣及研究觀察方式的不同而造成盛行率差異性大。下顎第二小白齒C型根管在文獻上則較為少見[3-14]。學者Wu[13]等人運用斷面影像攝影技術，在178個中國人的下顎第二小白齒中，僅有0.6%為C型根管 (prevalence)。而後Rahimi[14]等人則在伊朗人族群發現1033個下顎第二小白齒中發現，僅有2%的C型根管。而在下顎第二小白齒C型根管的研究报告中，進行研究的變異性似乎在不同人種間大小，但或許是因為該牙原本就有較多的盛行率[6,13,16]。

C型根管形態之所以會發生乃因齒冠底面上皮與牙根形成的階段融合在一起造成牙齒骨質結構高產生的聯合[17,18]，因此下顎第二小白齒若有額外生長的牙根，該小白齒將有比較高的機會形成C型根管，甚至也有研究報告指出，在人與X linked的遺傳性底上，因X染色體上基因改變，會產生下顎小白齒額外生長根的機會。這也意味著在X染色體的基因型與牙根生長上也有影響力[19,20]。

對於下顎C型根管的治療，在施行非手術性根管治療時應格外謹慎，因其根管彎曲而常會有凹腔 (concavity) 及窄部 (isthmus)。為了避免在根管成形中造成過度損傷，Jafarzadeh H[15]等學者建議在C型根管 (Isthmus) 溝前至少25倍根管徑以避免穿孔 (strip perforation)[15]，同時也必須適時地運用牙科用手工術技術及超聲波震盪器械，以加強C型根管的清潔效果。根據文獻顯示C型根管可能在根管的冠部三分之一、中段三分之一、根尖三分之一的位置分佈不均[21]。11) 且根管與根管的緣部為根管溝的窄角，尤其於根管再植時材料填塞到這些區域都會使根管再植失敗。通常非手術性根管治療成功率高[22]，本病例因複雜的根管系統對於治療及治療效果不佳，最後決定由非手術性根管治療後再植牙齒。在術中發現有明顯C型根管時，以超聲波器械對其主根管及再植根管進行清潔處理，再以MTA完成齒冠的密封。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

強迫萌出術是運用機械性且非暴力性力量將牙齒往牙冠方向移動的臨床技術，常被應用來輔助牙槽骨癒合的問題。最早由Heithersay and Ingber學者[23,24]提出，主要用於活動裝置[25]固定式矯正器[25]，將健康的齒根植於此處，藉此在該牙槽骨前建立良好的骨質，以預防牙齒生物廢棄[23,24,25,26]。藉此技術除了可彌補牙齒牙冠的遺失結構外，也可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。亦可輔助齒槽骨癒合及牙齒再植的癒合。

# 壁報論文比賽作品欣賞 診所組 第三名

## Heating thermoplastic resin cement decreases post retention

潔明牙醫診所 溫仕寧醫師

### Background

Previous studies have shown that heat induced by ultrasonic device might help in removing post. We, therefore, hypothesized that heating metal post could possibly soften thermoplastic resin cement and thus facilitate post removal.

### Methods

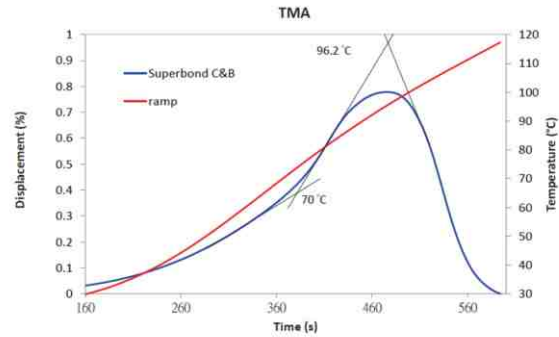
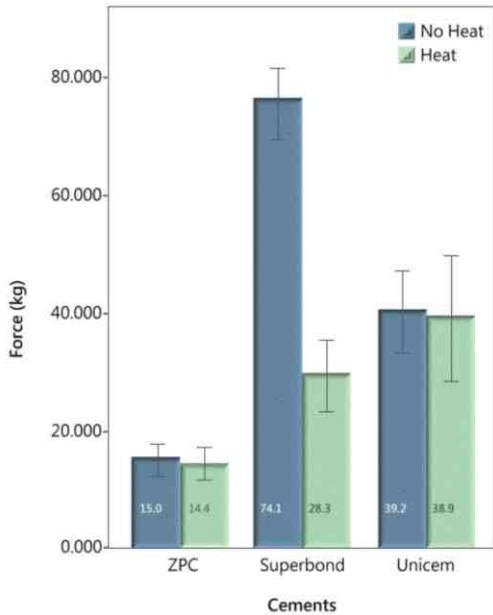
Three cements(Harvard Cement, Superbond C&B, and Unicem) used in this study were measured by a thermomechanical analyzer(TMA) to detect their thermal properties. Nine single-rooted teeth were sectioned at the cemento-enamel junction and received endodontic treatment. A 8mm post space were prepared in each tooth. The root were cemented with custom casting post and drilled three holes at 2mm, 4mm, 8mm from the working length. A type K thermocouple was placed in each hole and the outer root surface. Temperature at each point was recorded at 1 s time intervals when the heater was set at 200 °C, 250 °C, and 300 °C.

Sixty sample were randomly divided into 3 groups of 20 specimens each based on various cements, including a thermoplastic resin cement (Superbond C&B), a thermoset resin cement (Unicem) and a water-based zinc phosphate cement (Harvard Cement), used for luting their corresponding posts. Cementation of the post was done according to the cement manufacturers' instructions. The cemented specimens were stored in a humidifier chamber at 37 °C for three days. For each group, 10 specimens were directly subjected to pull-out tests at a cross-head speed of 5 mm/min in a universal testing machine, while the rest specimens were heat treated at the top of post by a heater set at 250 °C for 15 seconds before pull-out testing. Meanwhile, thermocouples were used to monitor the root surface temperatures through the pull-out tests. The retentive forces of each group were compared using a two-way ANOVA followed by Tukey's HSD tests ( $\alpha = 0.05$ ).

### Results

The TMA plots of Unicem and Harvard Cement revealed no glass transition, and only Superbond C&B showed glass transition temperature ( $T_g$ ) about 70°C. Base on the temperature data, when heater set at 250°C for 15 seconds could make the coronal half of the post surpassed  $T_g$  of thermoplastic resin cement, and the highest temperature measured on root surfaces was under 47°C.

Posts luted with thermoplastic resin cement had the highest retention force of ( $74.1 \pm 7.8$  Kg) among the specimens tested without heat treatments ( $P < 0.05$ ). Pre-heating the post before pull-out testing significantly reduced the retention of the posts luted with thermoplastic resin down to 28.4 Kg (38%). However, heating metal posts had a little impact on post retention of other groups. The mean highest temperature recorded on root surfaces was 44.5°C.



Cement	Heat	Mean	SD	Tukey
ZPC	-	15.0	3.9	C
	+	14.4	3.9	
Superbond	-	74.1	7.8	A
	+	28.3	14.2	
Unicem	-	39.2	8.1	B
	+	38.9	5.1	

## Discussion

The glass transition temperature of a non-crystalline polymer is the critical temperature at which the material changes its behavior from being hard and brittle to being elastic and flexible. The heating protocol used in this study was based on initial results, which showing that heat treatment set at 250°C for 15 seconds could make the best result in the post surpassed Tg of thermoplastic resin cement, while the highest temperature measured on root surfaces was under 47°C which was considered as the critical temperature for bone injury. Due to the different thermal properties of the thermoset resin cement and water-based zinc phosphate cement, raising post temperatures within the physiological limit did not have significant impacts on removing luted posts.

Although heat treatment could significantly reduce the retentive strengths of the posts luted with thermoplastic resin, the resultant forces are still too high to be applied in the clinics. The rather low speed of the cross-head of the universal testing machine, comparing to the clinical removing technique, which may cause a temperature drop both on the post and the cement, and thus diminish the thermal effects on thermoplastic resin. Future studies that increasing post removing speed and/or using thermoplastic resin cements with a lower Tg might be of interests.

## Conclusion

Raising post temperature by heat treatment significantly reduced the retentive strengths of posts luted with thermoplastic resin cement, but had subtle effects on posts luted with thermoset resin cement and water-based zinc phosphate cement.

## 論文原稿

### Heating thermoplastic resin cement decreases post retention

潔明牙醫診所 溫仕寧醫師

#### Background

Previous studies have shown that heat induced by ultrasonic device might help in removing post. We, therefore, hypothesized that heating metal post could possibly soften thermoplastic resin cement and thus facilitate post removal.

#### Methods

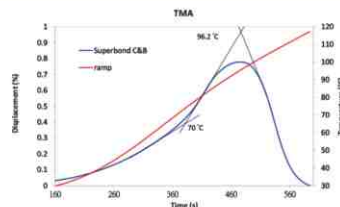
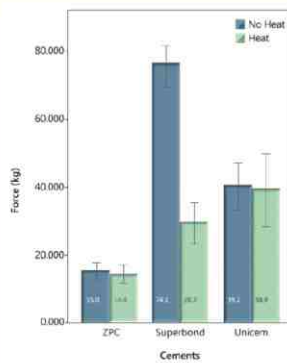
Three cements(Harvard Cement, Superbond C&B, and Unicem) used in this study were measured by a thermomechanical analyzer(TMA) to detect their thermal properties. Nine single-rooted teeth were sectioned at the cementoenamel junction and received endodontic treatment. A 8mm post space were prepared in each tooth. The root were cemented with custom casting post and drilled three holes at 2mm, 4mm, 8mm from the working length. A type K thermocouple was placed in each hole and the outer root surface. Temperature at each point was recorded at 1 s time intervals when the heater was set at 200 °C, 250 °C, and 300 °C.

Sixty sample were randomly divided into 3 groups of 20 specimens each based on various cements, including a thermoplastic resin cement (Superbond C&B), a thermoset resin cement (Unicem) and a water-based zinc phosphate cement (Harvard Cement), used for luting their corresponding posts. Cementation of the post was done according to the cement manufacturers' instructions. The cemented specimens were stored in a humidifier chamber at 37 °C for three days. For each group, 10 specimens were directly subjected to pull-out tests at a cross-head speed of 5 mm/min in a universal testing machine, while the rest specimens were heat treated at the top of post by a heater set at 250 °C for 15 seconds before pull-out testing. Meanwhile, thermocouples were used to monitor the root surface temperatures through the pull-out tests. The retentive forces of each group were compared using a two-way ANOVA followed by Tukey's HSD tests ( $\alpha = 0.05$ ).

#### Results

The TMA plots of Unicem and Harvard Cement revealed no glass transition, and only Superbond C&B showed glass transition temperature (Tg) about 70°C. Base on the temperature data, when heater set at 250°C for 15 seconds could make the coronal half of the post surpassed Tg of thermoplastic resin cement, and the highest temperature measured on root surfaces was under 47°C.

Posts luted with thermoplastic resin cement had the highest retention force of (74.1 ± 7.8 Kg) among the specimens tested without heat treatments (P<0.05). Pre-heating the post before pull-out testing significantly reduced the retention of the posts luted with thermoplastic resin down to 28.4 Kg (38%). However, heating metal posts had a little impact on post retention of other groups. The mean highest temperature recorded on root surfaces was 44.5°C.



Cement	Heat	Mean	SD	Tukey
ZPC	-	15.0	3.9	C
	+	14.4	3.9	
Superbond	-	74.1	7.8	A
	+	28.3	14.2	
Unicem	-	39.2	8.1	B
	+	38.9	5.1	

#### Discussion

The glass transition temperature of a non-crystalline polymer is the critical temperature at which the material changes its behavior from being hard and brittle to being elastic and flexible. The heating protocol used in this study was based on initial results, which showing that heat treatment set at 250°C for 15 seconds could make the best result in the post surpassed Tg of thermoplastic resin cement, while the highest temperature measured on root surfaces was under 47°C which was considered as the critical temperature for bone injury. Due to the different thermal properties of the thermoset resin cement and water-based zinc phosphate cement, raising post temperatures within the physiological limit did not have significant impacts on removing luted posts.

Although heat treatment could significantly reduce the retentive strengths of the posts luted with thermoplastic resin, the resultant forces are still too high to be applied in the clinics. The rather low speed of the cross-head of the universal testing machine, comparing to the clinical removing technique, which may cause a temperature drop both on the post and the cement, and thus diminish the thermal effects on thermoplastic resin. Future studies that increasing post removing speed and/or using thermoplastic resin cements with a lower Tg might be of interests.

#### Conclusion

Raising post temperature by heat treatment significantly reduced the retentive strengths of posts luted with thermoplastic resin cement, but had subtle effects on posts luted with thermoset resin cement and water-based zinc phosphate cement.