

淺談與探討 临床上測定根管長度 常用的四種方法

牙五·蘇平祥

I、前言

在临床上根管治療往往是各種牙體或齒列膺復的基礎。欲得到成功的根管治療、操作者必須努力去訓練自己具有既迅速又正確的 Biomechanical & chemical preparation 的技術，在不傷害到根尖正常組織的前提下，使根管能被徹底的封閉，以斷絕微生物及其分泌物向根尖組織繼續擴散與破壞的出路。爲了達到根管徹底被封閉的完美境界、操作者首先必須小心翼翼地求取正確的根管的長度。有正確的根管長度才有徹底的根管封閉，但临床上根管長度，並不是很容易正確的求得，此往往是根管治療失敗的主因。尤其在下列幾種情形下利用 x-ray film 去求取根管長度，常常會造成不可避免的錯誤①彎曲的牙根②maxillary molars & premolar 之牙根，在 X 光片上常被 maxillary sinus 或 malar bone 所隱避③牙根之 apical foramen 不在牙根尖，而是在牙根之 Buccal 或 lingual side 開口，以 X 光片常常不易去斷定。

本文的目的在介紹目前临床上可被利用去測定根管長度的四種方法，並探討其準確程度與彼此間在操作之利弊，希望本文能給有志於 Endodontics 的同學所有裨益。

II、淺談測定根管長度之各種方法

1. Periapical film

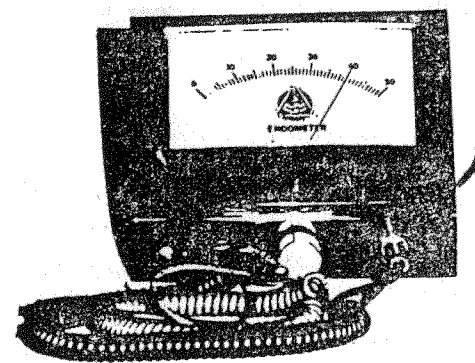
此法可謂是目前國內各醫院、診所最常用之方法，因爲只需配置一部多用途之 X 光機即可。將一根 reamer 或 file 先以 stoper 定出一已知長度，然後放入病人之牙根管內，使 stoper 位於 incisal edge 或 cusp tip，再去照 periapical film 如果用分角線法照牙體爲易變形；用平行法照較不變形，但得準備咬合板，照完 X 光以後，依下

列公式求得實際之 working length:

$$\text{working length} = \frac{\text{已知 reamer 長}}{\text{X 光片上 reamer 長}} \times \text{X 光片之牙長}$$
，此 working length 通常是指實際牙齒從 incisal edge 或 cusp tip 至 root apex 之長度，但是，做根管治療時，不是將根管封閉至 root apex 而是 apical foramen (此處亦通常是組織上 cementodental junction 處)，root apex 和 apical foramen 在解剖位置上通常相距約 0.5mm-1mm，同時，爲了代價在照射 X 光片時不可避免的產生牙體之變形，故通常將套入公式所求得之 working length 減去 0.5mm-1mm，才是真正定位 stoper 於 reamer 上之 working length。

2. A feel of operator's fingers or patient's complaint of pain
通常以較細長的 reamer 或探針放入病人之根管內，使 reamer 之頂端逐漸深入到牙根尖，若 operator 感覺出 reamer 之頂端有被卡住而進退兩難，同時病人此時也有痛感，則大概已達 apical foramen 之處，此時可在 reamer 上位於 incisal edge cusp tip 之處做記號，取出 reamer，以 stoper 定位，即可得 working length，此方法需高度技巧，且病人常疼痛難忍，尤其當有 open apex，或 apical lesion 時將失之精確，故不值得鼓勵採用，在此亦不多贅述。
3. Endometer (a meter readout system in electronic ohmmeter)

圖 1. Endometer.



- ① 1918 年 Custer 提出利用電流測定根管長度之可行性。
- ② 1942 年 Suzuki 在狗的牙根管內以 ammoniated silver nitrate 做 iontophoresis 試驗時，意外發現銀溶液很平均的滲入根管壁之 dentinal tubule 內，不管插入根管之陰極位於根管內之何等水平位置，銀溶液均能滲入根管壁每一處至相同之深度，此事實引發了 Suzuki 做出如下大胆之假設：無論陰極棒位於根管內之任何水平高度，位於此任何水平高度上之 periodontal ligament 至陽極棒所接觸之 oral mucosa 間之電阻是一樣的，而且是一定值。由於任何位置之 periodontal ligament 至 oral mucosa 間之電阻爲相等之定值，才能在一定電壓下在根管內做離子電泳時，能使不同高度之 dentinal tubule 內均有相同之電流通過而有相同厚度之銀溶液滲入。

- ③ 1961年 Sunada 做各項實驗，同意 Suzuki 之假設並測出任何高度之 periodontal ligament 至 oral mucosa 間之電阻為 $6.5 K\Omega$ (換算為電流強度單位時相當於 $40 \mu A$)，他同時設計出一種直流電式簡單型的電阻器 (Simple d.c ohmmeter)，當陽極 (anode) 之 Kerr reamer 深入牙根尖觸及 periodontal ligament，陰極 (cathode) 置於口角處之 oral mucosa 時則電阻器上之 microammeter 即可顯示出一定的電流強度值 40 microampere (亦即電阻值 $6.5 K\Omega$)。應用於測定根管長度之 Endometer 就此誕生。
- ④ 後來有人將直流電式 Endometer 內之電路略加修飾，加入一條 bridge circuit，並於其上加裝整流器 (Rectifier) 將交流電轉變為直流電，而設計出交流電式阻器 (a.c ohmmeter)。
- ⑤ 使用 Endometer 時將陰極 (silver disc) 置於 oral mucosa 將陽極夾住 Kerr reamer 逐漸深入根管內，在 reamer 未達到 apical foramen，未觸及 periodontal ligament 時電流強度呈不穩定值，通常低於 $40 \mu A$ ，當 reamer 已超過 apical foramen 時，亦同樣呈現不穩定值，通常高於 $40 \mu A$ ，若 reamer 剛好抵達 apical foramen 而接觸 periodontal ligament，不論病人之年齡如何，前牙或後牙不論該牙是 vital 或 non vital，均呈現穩定電流值 $40 \pm 1 \mu A$ ，當 Kerr Reamer 所放置之處，能使 microammeter 呈現 $40 \pm 1 \mu A$ 之穩定值時，在 Reamer 上位於 incisal edge 或 cusp tip 之處做記號取出 Reamer，定位 stoper 於此記號上，則 Working length 即已獲得。

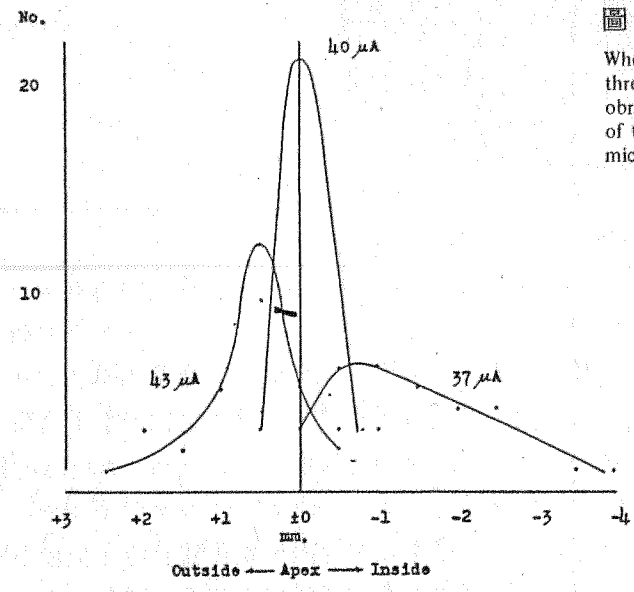


圖 2. When the reamers were inserted into the canals, three distribution curves such as these could be obtained by the strength of the current. The tips of the reamers were nearest to the apex when the microammeter indicated $40 \mu A$ among them.

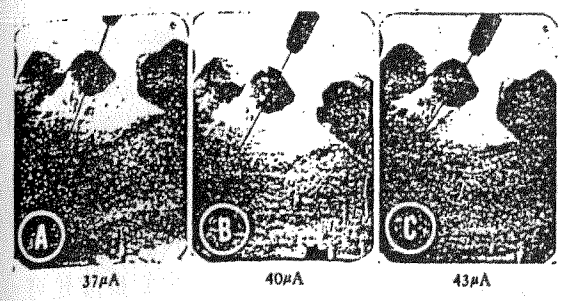
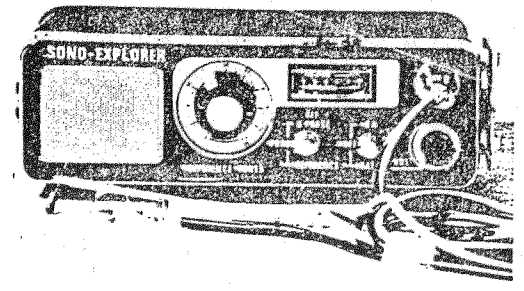


圖 3. Radiograms showing the position of the tips of the reamers, as indicated by each strength of current.

4. Sono-Explorer (a sonic readout system in electronic ohmmeter)

圖 4. Sono-Explorer.



- ① Sono-Explorer 之設計與 Endometer 大同小異，其所應用之原理與 Endometer 一樣，均溯源於 Suzuki 之理論：periodontal ligament 間之電阻為 $6.5 K\Omega$ 之恒定值。
- ② Sono-Explorer 之設計，僅多加一種發音裝置 (reference tuner)，藉着它將 periodontal ligament 至 oral mucosa 間之電位差 (electric potential) 轉變為聲音，此聲音可被 operator 藉以判定 Kerr Reamer 是否已達到 apical foramen。
- ③ Sono-Explorer 之操作方法如下：
 當打開機器時，就有聲音發出，此時將陰極 (lip clip) 夾在病人唇部之 mucosa，將陽極 reamer 插入 gingival sulcus，並深入組織 0.5 mm 使 reamer 與該處之 periodontal ligament 接觸，此刻 reference tuner 再度發出一種屬於該病人專有之 high pitch sound，操作者應能認清此 reference sound。
 然後取出 Gingival sulcus 內之 reamer，置入牙根管內，在深入根管內的時候，聲音之音調不斷改變，但均與 reference sound 之音調不同，當 reamer 之頂端到達 apical foramen 處，並接處 periodontal ligament，則聲音就變為與 reference sound 一致之 long duration & high pitch sound 了，此時可在 incisal

edge 或 cusp tip 處之 reamer 上做記號，取出 reamer，以 stoper 定位之，working length 於是便得到了。

III、討論：

A、準確性 (Accuracy) 之探討：

1. 在以上四種測定根管長度之方法之中，以第二種方法之準確性稍差，其餘三種，由筆者綜合以往學者們的文獻報告中概知其準確均達到85%以上，在此特別強調的是 Suzuki 之電阻理論是正確的，Endometer 和 Sono-Explorer 藉以測量根管長度是可信賴的，只要操作者慎重選擇 case，遵照 manufacturer's instruction 並時時改進操作之技術使臻於純熟，相信準確性將會更高。
2. 以 x-ray film 去測量根管長度，容易造成誤差之原因，大體來說有三：
 - ① 操作者判讀 X 光片時之視覺誤差。
 - ② 操作 X 光機之技術及 x-ray film 本身所造成牙體影相之變形及被周圍組織隱蔽該牙根所造成根管長度判斷之偏差（如前言所敘述）。
 - ③ 該牙根在解剖學上之變異，如多根管牙根，根管開口不在根尖而是在 buccal 或 lingual 側，彎曲的牙根等，均容易造成判斷之誤差。
3. 以 Endometer 和 Sono-Explorer 去測量根管長度容易造成誤差之原因：
 - ① 該牙根有 open apex
 - ② 該牙根有 apical lesion，或有 exudate 在根管內，但 cash 認為牙根尖有 purulent exudate 並不影響測量之準確性，Sunada 則認為不論病人之年齡，牙形（前牙或後牙），vital 或 non-vital 之牙齒只要 reamer 達到 apical periodontal ligament 在 microammeter 上均呈現 $40 \pm 1 \mu A$ 之定值。
 - ③ 該牙根管內有 metallic restoration 或 foreign substance。
 - ④ 該牙根管內有 pulp stone
 - ⑤ 放入根管之 reamer 在 pulp chamber 之底部有 perforation，或其他部位有 perforation 至 reamer 與 periodontal ligament 接觸時，雖然在 microammeter 呈現 $40 \pm 1 \mu A$ 值，但所得之 working length 與實際值大小不相同點。
 - ⑥ 根管內有 conducting medium；有些學者如 Suchde Talim, Ahmedabad 認為以 Endometer 或 Sono-Explorer 測量根管長度前，根管內必須以 paper point 完全將之乾燥，若使用 distilled water 或 normal saline，或有 tissue exudate 成爲 conducting medium 時容易造成測量上之誤差，但也有許多學者如 Sunada 則認為未必如此，只要 reamer 能達到 apical foramen 即可得正確之測量。

B、效率性 (Efficiency) 之探討：

1. 利用 Endometer 或 Sono-Explorer 去測量根管長度可以不必照射 X 光，因此可以

節省許多操作時間，同時可以減少病人曝露於放射線中，但必須多花錢去購買此種儀器設備。

2. 當該牙爲彎曲根管或根管不在根尖開口，或該牙爲上顎小白齒或白齒而容易在照射 X 光片時被 maxillary sinus 或 malar bone 所隱蔽時以 Endometer 和 Sono-Explorer 去測量根管長度，可節省時間和減少誤差。
3. Blank, Tenca 等學者認爲 Sono-Explorer 和 Endometer 用於測量根管長度之準確性雖是相當的，但是在使用 Sono-Explorer 時，當陽極的 reamer 插入 Gingival sulcus 內之 periodontal ligament 之深度不同時，所獲得之 reference sound 將有些許差異，此將造成聲音辨別之差異，同時，當 Sono-Explorer 之金屬結構被操作者的手觸摸時，聲音亦將有所改變，此亦容易造成判斷之差異，這些差異是不必藉聲音之主觀辨認而能客觀的從 microammeter 看出定值數據之所不會發生的。

IV、結論：

1. 根管長度之測量對於根管治療之成功與否是唇齒相關的，亦可說，失之毫厘，差之千里，操作者不能不謹慎去求取根管長度，以提高對病人之服務之品質。
2. Endometer 和 Sono-Explorer 在測量根管長度之準確性和效率性是優於 x-ray film 之判斷，應可考慮配置，以作爲輔助性之工具，尤其在上述以 X 光片容易造成誤差之情形，或病人無法或不喜歡照 X 光片時，可以考慮使用此二種 electronic ohmmeter。
3. 使用 Endometer 或 Sono-Explorer 應確實遵照 manufacturer's instruction，並謹慎選擇 case，根管內儘量保持乾燥後，再測定根管長度，在操作技術上應力求改進，以減少誤差。

V、參考資料：

1. Suchde, Talim, Ahmedabad; Electronic Ohmmeter; Oral Surg.; Jan. 1977; 141-149.
2. Imao Sunada; New method for measuring length of root canal; J. D. Res; Mar. -Apr. 1962; 375-386.
3. Blank, Tenca, Pelleu; Reliability of electronic measuring device in endodontic therapy; Jour. of Endo; Apr. 1975; Vol 1, No 4, 141-145.
4. Busch, Chiat, Goldstein....; Determination of accuracy of the Sono-Explorer for establishing endodontic measurement control; Jour. of Endo.; Oct. 1976; Vol 2, No 10, 295-297.
5. Plant, Newman; Clinical evaluation of Sono-Explorer; Jour. of Endo.; July 1976; Vol 2, No 7, 215-216.