

ORAL SURGERY ORAL MEDICINE ORAL PATHOLOGY ORAL RADIOLOGY

January 2017 Volume 123, Issue 1, Pages 123–128

原文題目（出處）	Accuracy of segmentation of tooth structures using 3 different CBCT machines
原文作者姓名	Eman Shaheen 等七位作者
通訊作者學校	天主教魯汶大學（於荷蘭）
報告者姓名（組別）	陳唯寧 I N T J
報告日期	106.05.04

簡單來說，這是一篇用了四種CBCT（三種CBCT系統），來評估牙齒型態的準確度及可信度的paper。過去十年間，3D影像被大量的用在牙科的診斷與術前評估中。其中CT需要花費大量金錢，且radiation exposure也很可觀。所以後來就發展了CBCT，花費少，放射線暴露也比較少了，但CBCT還需要更多準確度的評估來證明他真的可以成為標準常態使用的工具，而且近期又結合了3D列印（應用在診斷與術前評估）這使3D影像的準確度更加重要（要能標示出一些骨性的landmark）。而牙齒在影像上的要達到準確又比bone structure更困難，因為顎骨牙齒數目多，有鄰牙關係的干擾，且牙齒的各部分密度又都不一樣（enamel,dentin,cementum,and pulp chamber）

<方法及材料>

CBCT 1	共兩塊乾燥無損的下顎骨	每塊下顎骨各評估三顆小白齒	共評估24次
CBCT 2			
CBCT 3			
CBCT 4			

———並把CBCT的結果與真牙進行對比，比較volumetric and morphologic 的準確度。

<實驗步驟>

1. 將下顎骨至於塑膠tray中，並且將一個銅製過濾器（copper filter）至於xray 光源0.5mm處，以模擬軟組織所造成的影響。
2. 使用以下四種C B C T拍攝模式（三個系統，其中Accuitomo一個是轉半圈，一個轉一圈）

	<i>Accuitomo 170 180°</i>	<i>Accuitomo 170 360°</i>	<i>Scanora 3-D</i>	<i>ProMax Max</i>
Tube current (mA)	5	5	8	11
Gray scale (bit)	8	8	12	12
Potential (KV)	90	90	85	96
Scan time (s)	8 s/180°	17.5 s/360°	3.7 s/360°	15 s/210°
Reconstruction time (min)	5	5	1-2	3
Voxel size (mm)	0.16	0.16	0.2	0.15
Field of view (mm)	80 × 80	80 × 80	75 × 100	100 × 90
Detector type	Flat panel	Flat panel	Flat panel	Flat panel

3. 拍攝完後全部存為 D I C O M檔，並用 SimPlant Pro 3-D planning software (version 12.01, Dentsply Implants, Mölndal, Sweden) 將要比較的牙齒影像分出來。
4. 把真牙拔出，比較。

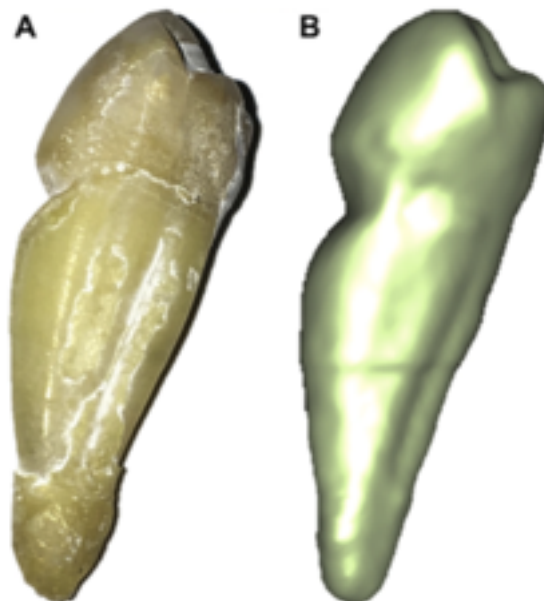


Fig. 1. **A**, The physical tooth (#21) as it was extracted from the dry mandible. **B**, The segmented model of the same tooth.

<準確度評估Accuracy assessment>

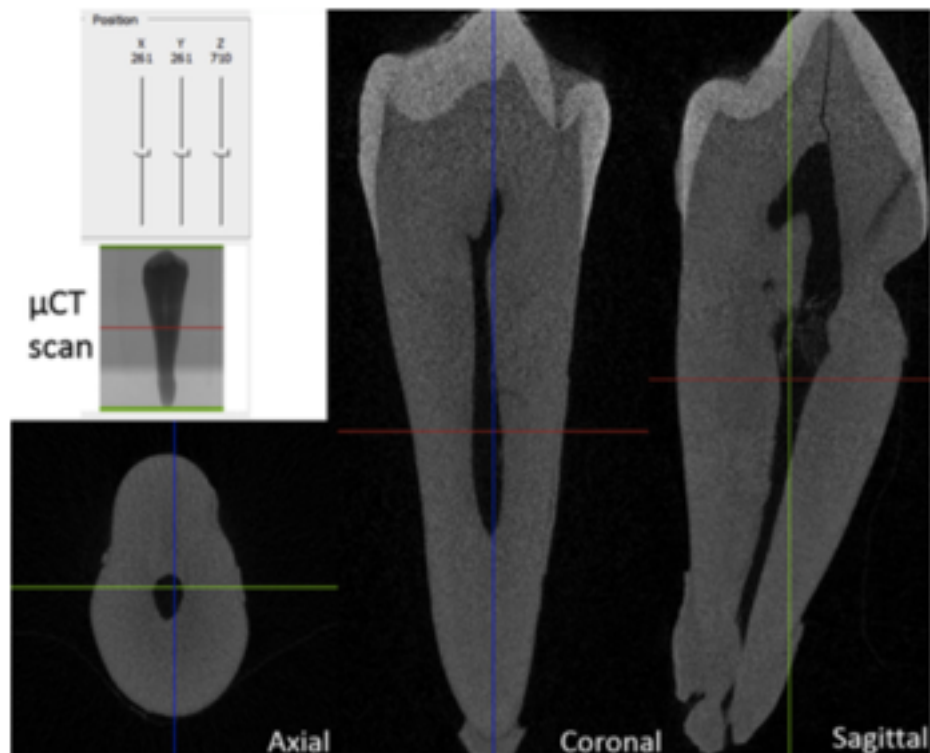


Fig. 2. Example of a premolar scanned with the microcomputed tomography (μ CT) system and the reconstructed volume in 3 orthogonal views (axial, coronal, and sagittal).

1. 使用micro-CT system (SkyScan 1172 UCT, 準確度極高) 來掃描真牙，藉此來比較各個面向的長度。(In a full rotation setting, with a voxel of size 17.8 μ m, the source was set at 100 kV/100 μ A, and an aluminum-copper filter was used to reduce the beam-hardening effect. To increase the signal-to-noise ratio, the frame averaging was set at 6 frames per rotation step. Projection images were obtained over 180 with a rotation step of 0.7°. The exposure time was 316 milliseconds, leading to a scan time of 12 minutes per scan.)
(使用NRecon software (Bruker micro-CT) 軟體)
2. 兩種影像都取得後，使用color-coded map 來比較不吻合處在哪裡。
3D影像重疊後，距離大於0.25mm就會呈現紅色，接近零的成綠色，中間值就是橘色。

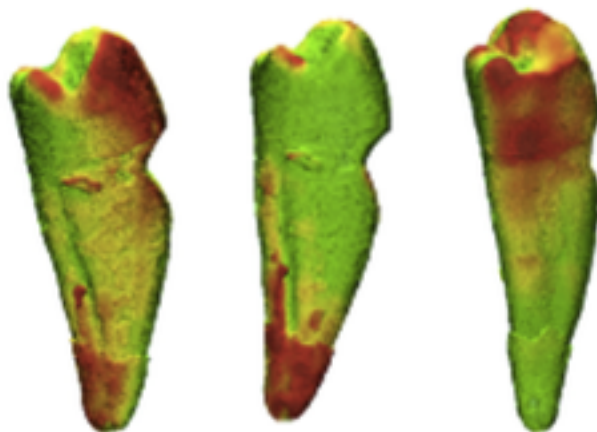


Fig. 3. Color-coded visualization in part comparison analysis showing localization of inaccuracies. Red represents large deviations (distances >0.25 mm), green represents small deviations (distances around 0 mm), and orange represents intermediate deviations between green and red.

<統計分析及結果>

	<i>CBCT versus μCT</i>	
	<i>R</i>	<i>P value</i>
Accuitomo 170 180° rotation (virtual 3-D model)	0.91	.013*
Accuitomo 170 360° rotation (virtual 3-D model)	0.93	.007†
Promax Max (virtual 3-D model)	0.92	.008†
Scanora 3-D (virtual 3-D model)	0.93	.008†
Physical	0.91	.012*

*Significance at $P < .05$.

†Significance at $P < .01$.

前四項：CBCT v.s.uCT，比較體積

最後一項：阿基米德原理（Archimedes principle）測出的體積與uCT比較

R 值（皮爾遜積差相關係數）皆大於 0.9，是為相關性大。

相關性	負	正
無	−0.09 to 0.0	0.0 to 0.09
弱	−0.3 to −0.1	0.1 to 0.3
中	−0.5 to −0.3	0.3 to 0.5
強	−1.0 to −0.5	0.5 to 1.0

(from維基百科)

P VALUE（顯著性差異）皆為顯著/極顯著

- $P(X=x) < p=0.05$ 為「顯著(significant)」，統計分析軟體SPSS中以 * 標記；
- $P(X=x) < p=0.01$ 為「極顯著(extreme significant)」，通常以 ** 標記。

(from 維基百科)

COLOR CODED MAP

有18例在apical region有紅色標記，有14例在coronal part有紅色標記
而中段的root part則都沒有紅色標記

	<i>Mean absolute difference in percentage</i>
Physical volume and Accuitomo 170 (180° rotation)	1.9%
Physical volume and Accuitomo 170 (360° rotation)	1.6%
Physical volume and Promax Max	2.1%
Physical volume and Scanora 3-D	0.9%
μCT and Accuitomo 170 180° rotation	3.6%
μCT and Accuitomo 170 360° rotation	3.2%
μCT and Promax Max	3.8%
μCT and Scanora 3-D	2.4%
μCT and Physical	1.6%

<討論>

在未來，3D列印可能是一個趨勢，可以幫助臨床診斷及治療計劃，如今C B C T的準確度日趨成熟，這部分很有可行性。而之所以為選擇阿基米德原理計算出的體積作為比較的參考數值是因為他非常單純、穩定、且準確。上面的表格顯示，以阿基米德方法取得的體積與C B C T取得的，直觀的來說，差異在0.9%~2.1%之間（與其他研究的結果差不多）

至於為什麼uCT差異較大，從1.9%到3.6%都有，本篇paper的解釋是：

segmentation時root canal的空間在C T中被去除了，但是C B C T卻無法將其去除。

root canal的空間平均佔據整顆牙齒體積的2~3%，所以才會有較大誤差。

C B C T的品質與準確度與很多項目有關，例如機器設定、病患姿勢、metal artifact以及軟體等等。另外像素（voxel size）以及segmentation的困難度也是減低準確度的原因，因為這樣會讓灰色地帶的判斷變得困難。

本篇paper中採取像素0.15-0.2 mm 品質的C B C T，再大就不列入考慮。

<結論>

每種C B C T的結果雖有差異，但都算是非常準確。

完全可以成為牙科診斷及擬定治療計畫的工具。

題目：下列有關 C B C T 與medical CT的敘述中，何者錯誤？（複選題）

- （A）拍攝C B C T的時間、金錢、與輻射劑量都少於medical CT。
- （B）由C B C T擷取的 panoramic image無法跟傳統的panoramic film相同。
- （C）C B C T中的metal artifact明顯少於medical CT，幾乎沒有。
- （D）C B C T可以應用於矯正治療計畫擬定以及T M J的檢查中。
- （E）C B C T可以應用於檢查任何影響上下顎骨的情況，像是cyst,tumor,giant cell lesion或是osseous dysplasia，唯獨不能用於檢查上頤竇（maxilla antrum）中。

答案：（C）（E）

出處：Essentials of Dental Radiography and Radiology, 4th edition, P 232~238

（C）C B C T中的metal artifact就跟medical CT一樣，兩者都容易受到金屬物影響，產生streak or star artefact。

（E）都可以檢查的。

題目：本篇paper中提到許多C B C T的優點，卻只有提到C T的缺點。但C T其實是有很多優點的！以下敘述中，哪一個不是C T的性質？（複選題）

- (A) 可以檢查cranial base、cervical spine是否有fracture的現象。
- (B) 可以清楚拍出硬組織的型態，軟組織卻完全沒有參考價值。
- (C) 正常組織與異常組織（normal / diseased tissue）在C T中可以看出差異。
- (D) 脂肪組織比血液在C T中顯得更白（hyperdense）

答案：（B）(D)

出處：Essentials of Dental Radiography and Radiology, 4th edition, P 228~231

(B)軟硬組織都能清楚成像。

(D)

Table 19.2 Typical CT numbers for different tissues		
Tissue	CT number	Colour
Air	-1000	Black
Fat	-100 to -60	
Water	0	White
Soft tissue	+40 to +60	
Blood	+55 to +75	
Dense bone	+1000	