

# 錐狀電腦斷層掃描量測鬆質骨骨量的可信度評估:以微米級電腦斷層掃描組織型態分析

## The reliability of cone-beam CT to evaluate cancellous bone quantity: a histomorphometric analysis by Micro-CT

何榮庭 Jung-Ting Ho<sup>1</sup>, 許瑞廷 Jui-Ting Hsu<sup>1\*</sup>, 黃恆立 Heng-Li Huang<sup>1</sup>,  
陳遠謙 Yuan-Chien Chen<sup>2</sup>, 吳杰 Jay Wu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中國醫藥大學 牙醫系 School of Dentistry, China Medical University

<sup>2</sup> 中國醫藥大學 生物醫學影像暨放射科學學系 Department of Biomedical Imaging and Radiological Science, China Medical University

### 一、中文摘要

近年來，牙科用錐狀電腦斷層掃描 (cone-beam computed tomography, CBCT) 已普遍使用於植牙手術術前評估，醫師常使用鬆質骨區域 CBCT 影像的平均灰階亮度值 (grayscale) 作為評估骨量的依據。實驗室中，微米級電腦斷層掃描 (micro-computed tomography, Micro-CT) 已被視為分析鬆質骨組織型態的標準指標。本篇探討鬆質骨 CBCT 影像平均灰階亮度值與 Micro-CT 影像組織型態分析結果的關聯性，評估 CBCT 分析結果的可信度。

**關鍵字：**牙科用錐狀電腦斷層掃描、微米級電腦斷層掃描、鬆質骨骨量。

### Abstract

Dental cone-beam computed tomography (CBCT) has been widely used in pre-operative dental implant planning recently. In the clinical practice, dentists used average gray scale within the cancellous bone area as the basis for assessment of bone quantity. In the laboratory practice, micro-computed tomography (Micro-CT) has been taken as the “gold standard” for cancellous bone histomorphometric analysis. The aim of this study is to assess the reliability of CBCT evaluating cancellous bone quantity by comparison the gray scale value from CBCT and histomorphometric analysis result from Micro-CT.

**Keywords:** Dental cone-beam computed tomography, micro-computed tomography, cancellous bone quantity.

### 二、前言

牙科用錐狀電腦斷層掃描 (dental cone-beam computed tomography, CBCT) 相較於傳統 CT 有以下優點：低放射劑量、掃描時間短、收費低...等，目前已越來越普及於各牙科醫療單位。臨床中，CBCT 常使用於口腔外科手術規劃、牙根斷裂診斷、植牙手術術前評估等牙科診療。在植牙手術術前評估，醫師多半會使用欲植牙區鬆質骨的

CBCT 影像評估骨量，以鬆質骨區域的影像平均灰階亮度值 (grayscale) 做為評估指標，並無詳細討論鬆質骨的微觀型態。

微米級電腦斷層掃描 (micro-computed tomography, Micro-CT) 解析度約為 7~35  $\mu\text{m}$ ，相較於鬆質骨骨小樑結構直徑約為 100~250  $\mu\text{m}$ ，許多學者指出 [1~3] Micro-CT 有足夠能力清晰呈現出鬆質骨骨小樑結構，目前在實驗室中，Micro-CT 已被視為分析鬆質骨組織型態的標準指標 [4]。

本篇探討鬆質骨 CBCT 影像的平均灰階亮度值與 Micro-CT 影像組織型態分析結果的關聯性，評估使用 CBCT 分析鬆質骨骨量的可信度。

### 三、材料與方法

#### 3.1 實驗樣本準備

本篇使用八隻雄性健康 Sprague-Dawley rat，於四個月大犧牲並取出其第五腰椎作為樣本。

#### 3.2 CBCT 與 Micro-CT 影像擷取

CBCT 選用 Asahi AZ3000 (AZ 3000, Asahi Roentgen Ind. Co., Japan, 圖 1.(a))，掃描設定為：85kV, 3mA, 解析度 100  $\mu\text{m}$ ，CBCT 影像使用影像分析軟體 ImageJ 1.45s (Rasband, W.S., ImageJ, US National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) 進行分析。

Micro-CT 部分，本篇使用 SkyScan 1076 Micro-CT (SkyScan 1076, SkyScan, Aartselaar, Belgium, 圖 1.(b)) 擷取所需的樣本影像，掃描設定為：49kV, 200  $\mu\text{A}$ , 500ms, 解析度為 18.27  $\mu\text{m}$ ，Micro-CT 影像使用影像分析軟體 CTA n 1.13 (Skyscan) 進行分析。

#### 3.3 各項影像評估參數分析與統計

CBCT 影像，受限於解析度不足，本篇假設樣本皮質骨厚度為 0.5mm，先圈選出樣本完整結構，接續使用 image J “erode” 功能，除去皮質骨區域 (圖 1.(c))，並紀錄鬆質骨平均 grayscale 值。

Micro-CT 影像，由於影像解析度較高，本篇使用手動圈選方式，儘量將樣本鬆質骨完整分析 (圖 1.(d))，記錄各項骨小樑結構參數分析結果。

本篇選用的各項參數定義如表 1。

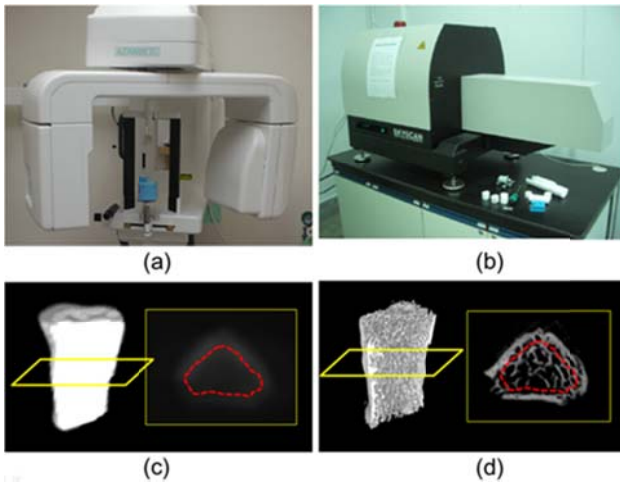


圖 1. Asahi AZ3000 CBCT (a), Skyscan 1076 Micro-CT (b), 樣本 CBCT 3D 影像與斷面圖 (c), 樣本 Micro-CT 3D 影像與斷面圖 (d).

表 1. 本篇選用的各項分析參數定義

| 參數名稱     | 縮寫                    | 單位                     | 定義與說明                   |
|----------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| CBCT     | Gray scale            |                        | 影像灰階亮度值, 範圍為-1024~3071  |
|          | Percent bone volume   | BV/TV %                | 骨頭體積與樣本總體積比例            |
|          | Trabecular thickness  | Tb.Th. mm              | 骨小樑的平均直徑                |
| Micro-CT | Trabecular number     | Tb.N. mm <sup>-1</sup> | 一單位路徑長(1 mm)中, 骨小樑的平均數目 |
|          | Trabecular separation | Tb.Sp. mm              | 骨小樑間平均距離                |

實驗結果以平均值、標準差紀錄如表 2。本篇使用統計軟體 OriginPro (Version 8, OriginLab, Northampton, MA, USA) 分析數據, CBCT 與 Micro-CT 分析結果關聯性以 Pearson 相關係數表示(r value), 探討是否有統計差異(p value <0.05)。

#### 四、結果與討論

實驗結果見表 2.與圖 2。

以往文獻中, Mittra E et al. (2008)曾使用人類大體跟骨, 以 dual energy X-ray absorptiometry (DXA) 分析其骨礦物質密度(Bone mineral density, BMD), 並比較 Micro-CT 骨小樑結構參數分析結果, 學者指出 DXA BMD 與 Micro-CT BV/TV 分析結果能有高度相關, 且兩者均與樣本彈性模數呈現中度相關。González-García R et al. (2012)與 Monje A et al. (2013)於植牙手術前使用 CBCT 分析欲植牙區鬆質骨的平均 grayscale 值, 並於手術中取出一相對應位置樣本, 以 Micro-CT 分析, 學者指出 CBCT grayscale 值與 Micro-CT BV/TV 分析結果呈現高度相關(表 3.)。

大鼠骨小樑直徑相較於人類較小, 約在 80~150 μm, 本篇嘗試探討在較小的骨小樑直徑時, CBCT 與 Micro-CT 分析結果是否仍有一定的相關度, 在實驗結果中發現, 除了 BV/TV 項目能有高度相關, Tb.Th.分析結果也能呈現高度相關。

然而, 受限於人體樣本取得不易與研究經費限制, 本篇只使用八隻大鼠第五腰椎作為實驗樣本, 後續大量樣本的分析仍有待努力。

表 2. CBCT 與 Micro-CT 影像分析結果

| 掃描方式     | 參數        | 平均值±標準差         | 單位   |
|----------|-----------|-----------------|------|
| CBCT     | Grayscale | 603.569±193.816 |      |
| Micro-CT | BV/TV     | 22.952±5.625    | %    |
|          | Tb.Th.    | 0.104±0.007     | mm   |
|          | Tb.N.     | 2.197±0.456     | 1/mm |
|          | Tb.Sp.    | 0.310±0.059     | mm   |

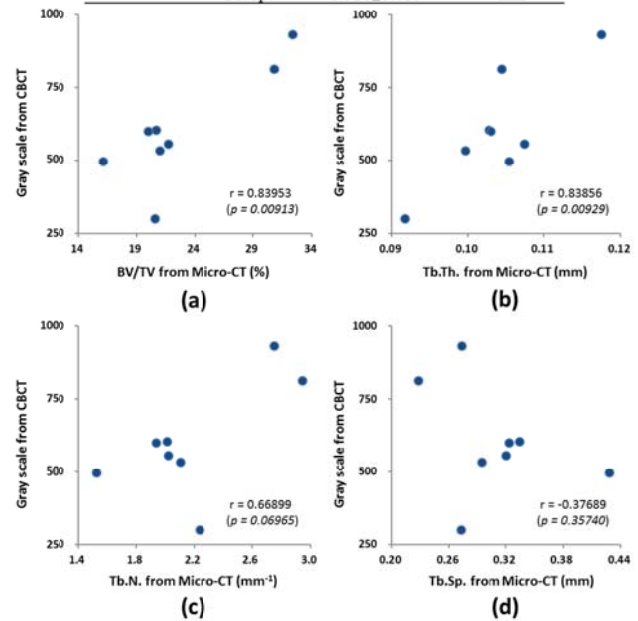


圖 2. CBCT Grayscale 與 Micro-CT 各項參數的相關係數, BV/TV(a), Tb.Th.(b), Tb.N.(c), Tb.Sp.(d).

表 3. 本篇與其他學者實驗結果比較

|        | 本篇 (2013)              | Monje et al. (2013)                 | González-García et al. (2012)       | Mittra et al. (2008)     |
|--------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 鬆質骨來源  | SD rat spine           | Human bone biopsy from implantation | Human bone biopsy from implantation | human cadaveric calcanei |
| 骨量評估方式 | CBCT gray scale        | CBCT gray scale                     | CBCT gray scale                     | DXA BMD                  |
| BV/TV  | r = 0.839, p = 0.009   | r = 0.769, p < 0.001                | r = 0.858, p < 0.01                 | r = 0.74, p < 0.001      |
| Tb.Th. | r = 0.838, p = 0.009   | r = 0.491, p = 0.009                | r = 0.574, p < 0.01                 | r = 0.34, p = 0.009      |
| Tb.N.  | r = 0.668, p = 0.070   | r = 0.518, p = 0.005                | r = 0.511, p < 0.01                 | r = 0.37, p = 0.005      |
| Tb.Sp. | r = -0.376, p = 0.3574 | r = -0.539, p = 0.003               | r = -0.684, p < 0.01                | r = -0.41, p = 0.003     |

各篇均以 Micro-CT 分析樣本的各项骨小樑結構參數

#### 五、結論

CBCT 平均灰階亮度值分析結果與 Micro-CT BV/TV, Tb.Th.分析結果呈現高度相關, 此結果可提供醫師使用 CBCT 分析鬆質骨骨量的依據。

#### 六、致謝

本研究感謝國科會大專生專題計畫 (102-2815-C-039 -101-B) 經費補助。

#### 七、參考文獻

- [1] Monje A et al. (2013) Clin Oral Impl Res, 00:1-6
- [2] González-García R et al. (2012) Clin Oral Impl Res, 00:1-9
- [3] Mittra E et al. (2008) J Biomech, 41:368-375
- [4] Bouxsein ML et al. (2010) J Bone Miner Res, 25:1468-1486

