

牙支持式數字化導板引導牙種植的精準度分析

汪淼

【摘要】目的 評估使用牙支持式數字化導板引導進行上下頷區、前後牙區、不同長度植體種植的精準度差異。**方法** 本研究納入2020年7月~2021年1月期間在本院口腔科進行牙支持式數字化導板種植牙手術者38例（植體38枚）。使用軟件將患者術前種植設計數據與術後種植體位置數據進行擬合，測量種植體設計位置與術後實際位置的差異。**結果** 與種植體術前設計植入位置比較，種植體實際植入位置在上下頷區之間、前後牙區之間的數據無統計學差異($P>0.05$)。 $\leq 10\text{mm}$ 的短種植體與 $>10\text{mm}$ 的長種植體在尖端、植體角度方面存在較大偏差，組間數據分析有統計學意義($P<0.05$)；而頸部偏差距離、深度偏差距離的差異沒有統計學意義($P>0.05$)。**結論** 牙支持式數字化導板可以精確轉移術前設計方案，可以避免損傷頷骨重要解剖結構，降低手術風險，獲得滿意的修復效果。

【關鍵詞】 種植牙；數字化導板；三維精度；CBCT

Accuracy analysis of dental implantation guided by the digital dental support guide plate

Wang Miao

Department of stomatology, Kiang Wu Hospital, Macau

【Abstract】 Objective To evaluate the accuracy of digital dental support guide plates in different regions and different length implants. **Methods** In this study, 38 patients (with 38 implants) who underwent implantation with a digital dental support guide plate in the Department of Stomatology of Kiang Wu Hospital from July 2020 to January 2021 were included. The software was used to integrate the preoperative implant design data of patients with the postoperative implant position data, and the difference between the designed implant position and the actual postoperative position was measured. **Results** Compared with the preoperative designed implant location, there was no statistical difference in the actual implant location between the upper and lower jaw, anterior and posterior teeth. The short implants $\leq 10\text{mm}$ and long implants $>10\text{mm}$ had significant deviation in the aspects of tip and implant Angle, and the data analysis between the groups was statistically significant ($P<0.05$). There was no significant difference in neck deviation distance and depth deviation distance ($P>0.05$). **Conclusion** The digital dental support guide plate can accurately transfer the preoperative design, avoid damaging the important anatomical structure of jawbones, reduce the operational risk and obtain satisfactory denture restoration.

【Key Words】 Implant; Digital guide plate; Three-dimensional precision analysis; CBCT

隨着以“修復為導向”的種植理念和“精準醫學”新理論的提出，牙種植治療在兼顧種植修復的美觀與功能時，更加追求精準。在口腔頷面部錐體束CT (cone-beam computed tomography, CBCT)、電腦輔助設計和製作 (computer aided design and computer aided manufacturing, CAD/CAM) 和口腔光學掃描技術的推動下，現代牙種植已經實現了以“修復為導向”的轉變，同時達到了精準種植的新高度^[1]。與傳統的自由手種植或者靠模型製作的簡易導板

相比，綜合應用各種數字化手段而產生的數字化導板引導牙種植手術，具有更高的安全性和精準性^[2]。但是，在口腔數字化資訊採集、導板製作、手術操作等各個環節也可能出現各種誤差，進而影響牙種植的精準性。因此，在牙種植學中，種植外科導板的誤差原因分析已成為當前的熱點問題。本次研究以牙支持式數字化導板精準度比較為切入點，對單顆牙種植體植入誤差相關因素做對比分析。

資料與方法

一、一般資料

作者單位：澳門鏡湖醫院口腔科

作者 E-mail: maxilla@126.com

選取2020年7月~2021年1月期間，本院口腔科收治的38例採用牙支持式數字化導板進行單顆牙種植手術的患者。其中，男性18例，女性20例。共植入38枚種植體，其中前牙16枚，後牙22枚；上頷牙19枚，下頷牙19枚；長度小於10mm的種植體15枚，長度大於10mm的種植體23枚。

納入標準：患者知情同意；單顆牙缺失；種植手術可採用牙支持式數字化導板；開口度良好；同意術前和術後做CBCT掃描檢查。

排除標準：患者存在種植手術禁忌症，如患有高血壓、糖尿病、嚴重心臟病、開口度不足等。

二、方法

1. 術前準備 患者拍攝開口位CBCT（Sirona Orthophos SL 3D Ceph, 德國），匯出DICOM資料。制取患者口內模型後，灌制硬質石膏模型。通過激光掃描器（CEREC AC, 德國）獲取患者石膏模型數字化影像資訊，匯出標準三角語言（Standard Triangle Language, STL）資料。將兩部份資料導入口腔種植輔助設計軟件Blue sky Plan (Version 4.7.54) 進行三維重建，產生全數字化模型（圖1，見封3）。在其中標注出重要的解剖結構，包括下頷神經管、上頷竇等重要解剖結構。以修復為導向進行種植設計，完成虛擬拔牙，術前虛擬規劃種植體的理想直徑和長度、位置和方法（圖2，見封3）。將設計後的資訊以STL檔案格式輸出，通過快速成型技術製作全程牙支持式數字化導板（圖3，見封3），消毒備用。

2. 牙支持式數字化導板引導牙種植術 常規局部消毒、鋪巾、麻醉，檢查導板就位情況，確保導板貼合天然牙牙面，固位及穩定性良好。使用種植導板手術器械（Nobel，瑞典）配合導板完成種植定位，採用不同的直徑和擴孔鑽，完成種植窩洞預備，在導板引導下植入種植體。手術均由同一名副主任顧問醫生完成。

患者術後再次行CBCT掃描，收集植入後種植體的詳細資訊，以DICOM格式匯出資料，並利用Blue sky Plan (Version 4.7.54) 軟件對手術前方案和種植體實際植入位點進行對比分析，得出種植體在頸部和根尖、中點、種植角度的偏移量（圖4，見封3），分析實際種植位置與虛擬設計位置的偏差情況。連續測量3次，結果取平均值。

三、統計學分析 對研究過程中獲得的資料進行收集，資料以均值±標準差表示，採用SPSS 18.0軟件進行對比分析，以配對檢驗分析植入前後的各項指標， $P<0.05$ 說明差異具有統計學意義。

結果

符合納入標準的38例患者，手術按照牙支持式數字化導板流程順利完成38枚種植體植入。種植體設計植入位置與種植體實際植入位置測量點數值的差異見表1、2、3。從實際測量結果來看，前牙與後牙區種植體設計位置與實際植入位置之間的四項指標分析結果均 $P>0.05$ ，說明兩組之間偏差無統計學意義，證實兩組可獲得同樣的種植體植入精度。在上頷區種植體與下頷種植體的組間偏差比較，結果 $P>0.05$ ，證實上下頷的牙支持式數字化導板引導牙種植術也可以獲得相同的植入精度。而在不同長度種植體的種植精準度比較方面， $\leq 10\text{mm}$ 組尖端偏差距離、角度偏差均小於 $>10\text{mm}$ 組，組間數據分析有統計學意義（ $P<0.05$ ）；而頸部偏差距離、深度偏差距離的差異沒有統計學意義（ $P>0.05$ ）。

表1.前牙與後牙區種植體設計與實際植入位置的差異

部位	種植體測量點				
	種植體數量 (枚)	頸部 (mm,M±SD)	尖端 (mm,M±SD)	深度 (mm, M±SD)	角度 (°,M±SD)
前牙	16	0.53±0.43	0.92± 0.62	0.67±0.43	2.19±1.61
後牙	22	0.68± 0.39	0.84±0.58	0.70±0.48	2.33± 2.02

注：* $P<0.05$

表2.上頷牙與下頷牙種植體設計與實際植入位置的差異

部位	種植體測量點				
	種植體數量 (枚)	頸部 (mm, M±SD)	尖端 (mm, M±SD)	深度 (mm, M±SD)	角度 (°, M±SD)
上頷牙	19	0.66±0.45	0.90± 0.72	0.68±0.29	2.32±2.01
下頷牙	19	0.62±0.37	0.83±0.63	0.71±0.51	2.43± 2.52

注：* $P<0.05$

表3.不同長度種植體設計與實際植入位置的差異

種植體長度 (mm)	種植體測量點				
	種植體數量 (枚)	頸部 (mm, M±SD)	尖端* (mm, M±SD)	深度 (mm, M±SD)	角度* (°, M±SD)
≤10mm	15	0.66±0.54	0.82±0.57	0.66±0.50	1.99±1.52
>10mm	23	0.74±0.47	1.46±1.05	0.87±0.41	2.68±2.23

注：* $P<0.05$

討論

種植牙對醫生技術和診療設備的要求比較高，特別是面對一些高齡、口腔基礎條件比較差，已經出現牙槽骨寬度、高度及骨密度不夠的情況，種植難度更加高。任何種植手術，都要求種植體在方向、位置和深度應具有一定準確度，從而確保種植體的長期穩定性。傳統形式的牙種植手術因缺乏高科技設備的精確輔助，無法詳細瞭解患者的口腔情況，僅僅是單純依靠經驗和感覺而實施“盲種”手

術^[3]，導致大量種植失敗病例出現。隨着數字化口腔技術的引進，數字化種植導板技術逐步進入臨床，在一定程度上規範和優化了種植手術流程，可確保種植體具有較高的精準度。目前，按導板的不同支援類型可分為4種類型：牙支持式、黏膜支持式、牙-黏膜支持式和骨支持式。大量的研究已經證實，牙支持式導板的精準度在上述四種情況中最高，而最差的是骨支持式導板^[4]，故本研究中病例全部採用牙支持式導板進行種植手術。

牙支持式數字化導板精準性的評價是通過比較種植術後實際種植體位置和電腦輔助設計虛擬種植體位置的差異完成的。在導板製作過程中，CBCT掃描、牙列石膏模型光學掃描、資料重疊、CAD/CAM等每一個環節都有可能產生誤差。在患者進行導板種植手術時，需要對種植導板就位情況、患者開口度、種植器械就位過程精細操作，這樣才能實現誤差最小化^[5]。本研究聚焦於數字化種植外科導板引導種植手術中，種植部位與種植體尺寸對誤差的影響。結果得出上下頷之間及前後牙之間在導板種植精準度方面沒有統計學差異，這一結論與國外的研究成果相反。國外研究表明：後牙區因為操作空間限制，較前牙區的導板種植精準度明顯下降^[6]。而上頷區的導板種植手術，也因為操作視野問題而使得精準度下降。本研究結果與上述結論不同，可能原因是：本研究納入病例完全採用牙支持式導板，其支持結構更為穩定，明顯消除了因種植部位差異帶來的偏差。

此外，本研究進行了不同長度種植體植入精準度的比較。一般認為種植體長度以10mm為標準長度，因應種植部位的解剖特點，而適當調整長度。故分為≤10mm組與>10mm組進行比較。≤10mm組代表較短植體，而>10mm組代表較長植體。結果說明：長植體在植體的尖端較短植體出現更大偏差，在角度方面也有更大偏差。但在種植體植入位點及深度方面誤差不大，無統計學差異。這對植體選擇具有指導意義。如術中選擇了較長植體，要注意種植體尖端位置需充分避讓重要解剖結構，防止由

於誤差導致誤傷。

隨着數字化口腔技術的引進，口腔種植修復的難度已明顯降低。數字化種植技術用CBCT對患者口腔進行數字化影像掃描後，影像會以3D的模式將牙齒、牙周組織、牙神經、牙槽骨等逼真地呈現在醫生和患者面前。根據這些資料，醫生可制定詳盡的診療方案，患者也可在植入前預先看到植入後的效果演示。有了數字化口腔種植，術中可通過3D種植導板，讓種植體按照預期的方向、角度、深度植入，精度可控制在1.0mm之內，整個種植時間縮短^[4]。受到外科導板製作精度等因素的影響，可能會導致種植體實際的植入位置與之前虛擬的植入位置之間存在一定的偏差。本研究中在種植體植入後，種植體實際植入部位與設計位置確實存在一定偏差。但是，相應的偏差十分微小，並不會對臨床種植體植入精度產生影響。本研究中38例植體全部達到初期穩定性，未出現手術意外。

綜上所述，利用牙支持式數字化導板引導牙種植是一種精準可靠的種植方式，值得進行臨床推廣。

參考文獻

- [1] Turkyilmaz I. Keys to achieving successful restoratively-driven implant placement with CAD/CAM surgical guide: A technical note. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 2019;120(5):462-466.
- [2] Baldi D, Colombo J, Motta F, et al. Digital vs. Freehand Anterior Single-Tooth Implant Restoration. *Biomed Res Int*, 2020; 2020: 4012127.
- [3] Lee CY, Ganz SD, Wong N, et al. Use of cone beam computed tomography and a laser intraoral scanner in virtual dental implant surgery. *Implant Dent*, 2012;21(4):265-27.
- [4] Unsal GS, Turkyilmaz I, Lakhia S. Advantages and limitations of implant surgery with CAD/CAM surgical guides: A literature review. *J Clin Exp Dent*, 2020; 12(4): e409-e417.
- [5] Franchina A, Stefaneli LV, Maltese F, et al. Validation of an Intra-Oral Scan method versus cone beam computed tomography superimposition to assess the accuracy between planned and achieved dental implants: a randomized in vitro study. *Int J Environ Res Public Health*, 2020; 17(24): 9358.
- [6] Verhamme LM, Meijer GJ, Boumans T, et al. A clinically relevant accuracy study of computer-planned implant placement in the edentulous maxilla using mucosa-supported surgical templates. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015, 17(2): 343-352.

(本文編輯：盧得健)

(上接62頁)

lung cancer: how many aspirations per target lymph node station? *Chest*, 2008; 134(2):368-374.

- [12] Xie FF, Zheng XX, Mao XW, et al. Next-generation sequencing for genotyping of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration samples in lung cancer. *Ann Thorac Surg*, 2019; 108:219-226.

- [13] Sung S, Crapanzano JP, DiBardino D, et al. Molecular testing on endobronchial ultrasound (EBUS) fine needle aspirates (FNA): Impact of triage. *Diag Cytopathol*, 2018; 46(2):122-130.

(本文編輯：張曉戰)

第 12 頁 圖示

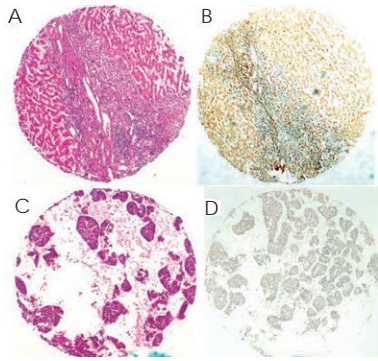


圖1. ZHX2在組織芯片中的免疫組化表達。
A、正常肝組織H&E染色；B、正常肝組織ZHX2陽性；
C、HCC組織H&E染色；D、肝癌細胞ZHX2陰性。

第 30,31 頁 圖示

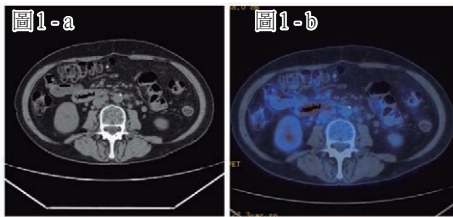


圖1：十二指腸淋巴瘤。圖1a. CT示十二指腸腸壁稍厚；
圖1b. 18F-FDG PET/CT示該段腸壁放射性攝取增，SUVmax 5.1。



圖4：另一例腦淋巴瘤。左側顯葉結節MRS示，Cho峰明顯升高，NAA峰明顯降低，可見高大脂質峰。

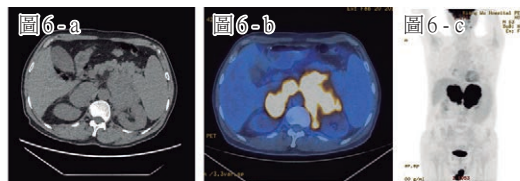


圖6：雙側腎上腺及雙側睪丸淋巴瘤。雙側腎上腺鑄型腫塊，形態欠規則，但仍見腎上腺大致輪廓，密度均勻，18F-FDG PET/CT示代謝顯著增高。18F-FDG PET/CT示同時顯示雙側睪丸代謝瀰漫性顯著增高。

第 61 頁 圖示

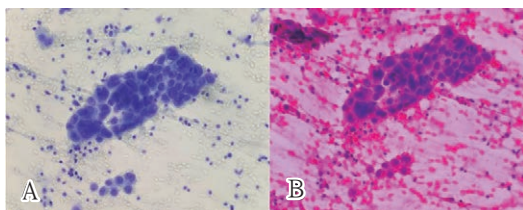


圖1. 圖A為EBUS-TBNA下ROSE即時甲苯胺藍染色顯微鏡下形態。
圖B為完成ROSE後的常規H&E染色顯微鏡下形態。

第 52 頁 圖示

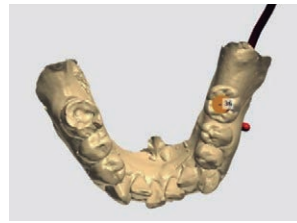


圖1. 下頷骨三維重建圖

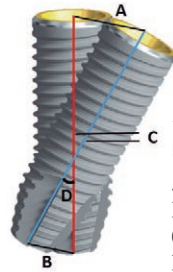


圖4. 種植體在種植體頸部和根尖、中點、角度的偏移量
A 種植體在頸部偏移量
B 種植體在根尖偏移量
C 種植體在中點偏移量
D 種植體的角度偏移量

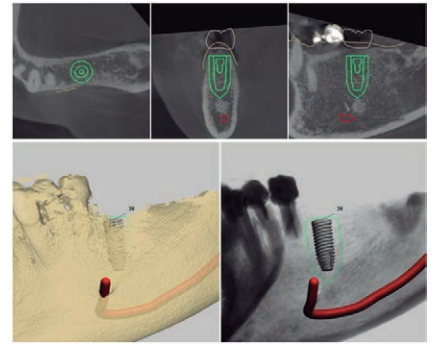


圖2. 術前虛擬規劃種植體的理想直徑和長度，位置 and 方向

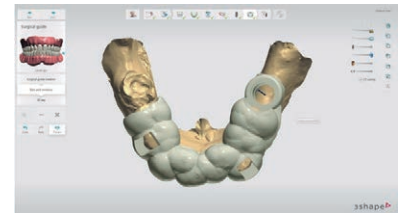


圖3. 牙支持式數字化導板

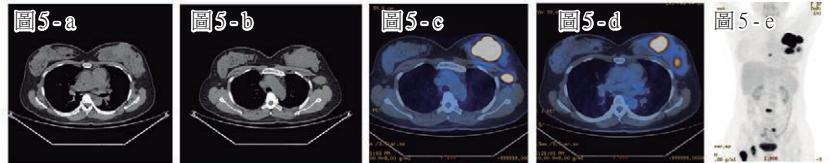


圖5：乳腺淋巴瘤。圖5a-5b示左側乳腺多發腫塊，CT密度均勻，圖5c-5e 18F-FDG PET/CT示代謝顯著增高，伴左側腋區高代謝腫大淋巴結。

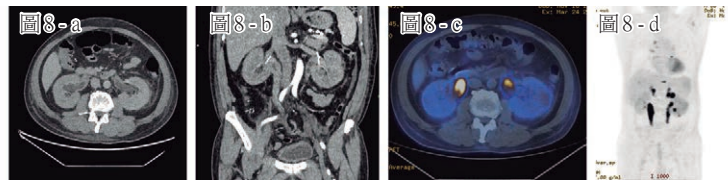


圖8：雙側輸尿管上段淋巴瘤。圖8a-8b. CT示雙側輸尿管上述管壁明顯增厚，
圖8c-8d. 示相應區域放射性攝取明顯增高。

第 73 頁 圖示

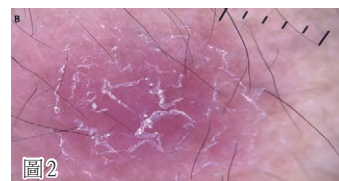


圖2. 皮膚鏡特徵：表面連圈狀白色小片狀鱗屑，淡紅背景下散在點狀、球狀血管影，未見異常色素、無結構區域。

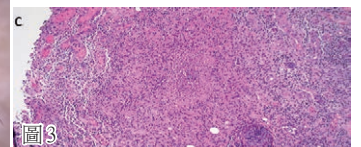


圖3. 病理結果(100倍)：可見灶性纖維素樣壞死及較多淋巴細胞聚集。

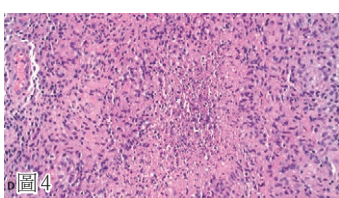


圖4. 病理結果(200倍)：真皮中可見柵欄樣肉芽腫。

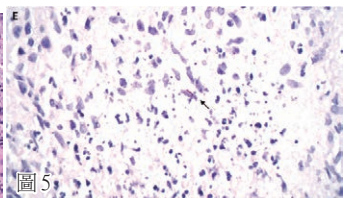


圖5. 病理結果(400倍)：上皮下可見個別抗酸桿菌。