

·论 著·

## CBCT用于分析后牙区松质骨骨体积分数的可行性研究

刘茂林<sup>1</sup>, 刘红红<sup>1,2</sup>, 张志宏<sup>1,2</sup>, 闫仁杰<sup>1</sup>, 吕 静<sup>2</sup>, 张莹莹<sup>2</sup>

(1.蚌埠医学院口腔医学院 安徽 蚌埠 233030; 2.中国科学技术大学附属第一医院口腔医学中心 安徽 合肥 230002)

**[摘要]**目的: 通过对比经CTAn软件测量锥形束CT (Cone beam computed tomography, CBCT) 资料与病理组织切片测量的拟种植区松质骨骨体积分数, 探讨CBCT用于评价颌骨松质骨骨质的可行性。方法: 选取2020年6月-2021年8月就诊于中国科学技术大学附属第一医院口腔医学中心的种植患者作为本实验的研究对象, 共37例患者, 其中女21例, 男16例, 平均年龄 $(45.03 \pm 13.23)$ 岁, 在拟种植区共取出39块完整骨块; 术中取出的骨块制作为骨组织切片, 用病理图像分析软件测量骨块松质骨骨体积分数, 用松质骨测量软件CTAn测量拟种植区松质骨骨体积分数, 比较不同方法测量的结果是否有差异。结果: 通过病理测量的松质骨骨体积分数在后牙区、上颌后牙区、下颌后牙区分别为 $(43.84 \pm 11.31)\%$ 、 $(45.20 \pm 10.61)\%$ 及 $(41.67 \pm 12.03)\%$ ; CTAn测量的松质骨骨体积分数分别为 $(43.65 \pm 11.20)\%$ 、 $(45.10 \pm 10.52)\%$ 及 $(41.32 \pm 11.86)\%$ , 两种测量方法所得结果差异无统计学意义 $(P > 0.05)$ 。结论: 可通过CBCT资料分析颌骨松质骨骨体积分数, 对颌骨松质骨质量做出客观性评价。

**[关键词]**锥形束CT; 骨体积分数; 松质骨; 口腔种植; 骨小梁结构参数

**[中图分类号]**R783.5   **[文献标志码]**A   **[文章编号]**1008-6455 (2025) 03-0061-03

## Feasibility Study on CBCT for the Analysis of Cancellous Bone Volume Fraction in the Posterior Region

LIU Maolin<sup>1</sup>, LIU Honghong<sup>1,2</sup>, ZHANG Zhihong<sup>1,2</sup>, YAN Renjie<sup>1</sup>, LYU Jing<sup>2</sup>, ZHANG Yingying<sup>2</sup>

(1.College of Dentistry, Bengbu Medical College, Bengbu 233030, Anhui, China; 2.Dentistry Center, the First Hospital of the University of Science and Technology of China, Hefei 230002, Anhui, China)

**Abstract: Objective** By comparing cone-beam computed tomography (CBCT) data measured by CTAn software with the bone volume fraction of cancellous bone in the proposed implant area measured by pathological tissue sections, and to investigate the feasibility of CBCT for evaluating cancellous bone quality in the jaws. **Methods** Implant patients attending the First Hospital of the University of Science and Technology of China (Anhui Provincial Hospital) from June 2020 to August 2021 were selected as the study subjects for this experiment. A total of 37 patients, 21 women and 16 men, with a mean age of  $(45.03 \pm 13.23)$  years, had a total of 39 complete bone blocks removed from the proposed implant area. The bone blocks removed intraoperatively were made into bone tissue sections, and the cancellous bone volume fraction of the bone blocks was measured by pathological image analysis software, and the cancellous bone volume fraction of the proposed implant area was measured by the cancellous bone measurement software CTAn to compare whether there were differences in the results measured by different methods. **Results** The cancellous bone volume fraction measured by pathology was  $(43.84 \pm 11.31)\%$ ,  $(45.20 \pm 10.61)\%$  and  $(41.67 \pm 12.03)\%$  in the posterior, maxillary posterior and mandibular posterior regions, respectively. The cancellous bone volume fraction measured by CTAn was  $(43.65 \pm 11.20)\%$ ,  $(45.10 \pm 10.52)\%$  and  $(41.32 \pm 11.86)\%$ , respectively, with no statistical difference between the results obtained by the two measurement methods  $(P > 0.05)$ . **Conclusion** The cancellous bone volume fraction of the jaws can be analyzed by CBCT data to make an objective evaluation of the cancellous bone bone quality of the jaws.

**Key words:** cone-beam computed tomography; bone volume fraction; cancellous bone; oral implants; structural parameters of bone trabeculae

颌骨的质量对种植体与周围骨组织形成骨结合起着至关重要的作用, 成功的骨结合影响种植体成功率及种植修

复远期效果, 拟种植区的松质骨骨量及牙槽嵟顶皮质骨厚度是判断颌骨状况的重要指标<sup>[1]</sup>。目前临床上对种植体的

基金项目: 中国科学技术大学重要方向项目培育基金 (名称: 智能辅助口腔种植设计系统的研究; 编号: WK9110000142)

通信作者: 刘红红, 副主任医师; 研究方向为口腔种植。E-mail: 66302784@qq.com

第一作者: 刘茂林, 硕士研究生; 研究方向为口腔种植。E-mail: 1ml17573@126.com

骨结合与皮质骨厚度研究较多,但松质骨同样在分析骨质量情况、种植体与周围骨形成骨结合的过程中也起着重要作用<sup>[2]</sup>,目前临床上常使用松质骨的骨小梁微结构参数来客观评价松质骨骨质状况,其中骨小梁结构参数包括:骨小梁体积百分数(BV/TV)、骨小梁厚度(Tb.Th)、骨小梁数目(Tb.N)、骨小梁间隙(Tb.Sp)等,在这些参数中骨体积分数(Bone volume fraction, BV/TV)是最能代表松质骨骨质<sup>[3]</sup>,对评价颌骨松质骨起着重要作用。

CBCT目前广泛应用于口腔种植术前评估及术后评价,对拟种植区骨量的评估具有重要参考价值<sup>[4]</sup>,但CBCT对颌骨松质骨的分析的准确性仍具有争议。目前临床上将影像学诊断、实验室检查及病理学诊断三种方式认为是临床医学诊断的重要组成部分,而病理学诊断属于直接诊断,常被医师誉为诊断的“金标准”<sup>[5]</sup>。在本课题组的研究中,在种植术时从拟种植区取出骨块(本应该在种植术中磨除的骨块),将骨块制作成骨组织切片进行组织学测量,得到关于骨质的数据相比较其他测量方法更为准确,因此本实验拟从松质骨的角度,通过将种植患者的CBCT影像学资料导入松质骨分析软件CTAn中测量获得骨体积分数与通过骨组织切片测量的骨体积分数进行对比分析,探究CBCT分析颌骨松质骨骨质的准确性,以期在术前对拟种植区的骨质做出更精准的评价。

## 1 资料和方法

1.1 一般资料:选取2020年6月-2021年8月就诊于中国科学技术大学附属第一医院口腔医学中心的种植患者作为本实验的研究对象,共37例患者,其中女21例,男16例,平均年龄( $45.03 \pm 13.23$ )岁,在39个植入位点共取出39块完整骨块。该实验的研究内容通过中国科学技术大学附属第一医院医学伦理委员会审批(伦理批件号:2018KY伦审第28号)。

1.1.1 纳入标准:①拟种植区牙缺失时间大于3个月,且均为后牙;②拟种植区颌骨骨质未见明显骨缺损,且缺失区周围无明显伪影;③根据Leckholm和Zarb(L&Z)对颌骨的分类标准,骨质分类属于II类及III类者;④获取骨组织标本完整,骨组织连续无缺损;⑤签署手术及研究知情同意书者。

1.1.2 排除标准:①不符合种植手术适应证者,不能耐受种植手术患者;②口腔卫生状况较差,牙周炎症未得到有效控制;③近期或长期服用二磷酸盐类药物,近期或曾行头颈部放疗者;④骨质疏松症、肾脏疾病或钙代谢紊乱症患者。

1.2 主要仪器和设备:CBCT机(SS-X9010DPro-3D,合肥美亚光电技术有限公司)、Case Viewer软件(2.2, 3D HISTECH, 匈牙利)、图像分析软件Image Pro Plus 6.0、医学三维重建软件Mimics Research20.0、CTAn软件(布鲁克skyscan, 比利时)、KaVo牙种植机(KaVo公司, 德国)、取骨钻(外径2.3 mm, 内径1.7 mm)。

### 1.3 方法

1.3.1 通过骨组织切片测量拟种植区松质骨骨体积分数:常规手术前消毒铺巾,局部麻醉后切开术区软组织,翻开黏

膜骨膜瓣,完全暴露术区的骨面,在制备种植窝前用取骨钻取出拟种植区的骨块,取下的圆柱形骨块用黑色丝线标记牙槽嵴顶方向,以便于辨别牙槽嵴与根部的方向,将拟种植区取出的骨组织块立即放入10%福尔马林固定液中,48 h后将骨块进行处理包埋,石蜡切片机沿牙槽嵴顶至根方将骨块三等份进行切片,最后用染色剂封片待用,最终每一块取出的骨组织制取成3张骨组织切片。将每张切片用PANNORAMIC全景切片扫描仪扫描,在读片软件Case Viewer中打开扫描后的骨组织切片,并调整切片位置(见图1),根据颌骨骨小梁微结构形态确定皮质骨与松质骨的分界<sup>[6]</sup>,美国骨矿研究协会(ASBMR)提出的测量方法计算出切片松质骨的骨体积分数( $BV/TV = Tb.Ar/T.Ar \times 100\%$ , Tb.Ar表示骨小梁面积, T.Ar表示骨组织面积),3张切片测量后取平均值,每一块松质骨的骨体积分数均由2名熟练掌握上述测量方法的医师测量后取均值。



图1 扫描成像后的骨组织样本(HE染色)

1.3.2 通过CBCT数据测量拟种植区域的松质骨骨体积分数:对纳入研究的牙种植术的患者,拍摄时患者的眶耳平面与地平面平行,目视正前方直立,术前术后CT均在同一参数设置下拍摄,拍摄完成后将种植术前及术后的CBCT影像资料导入Mimics Research20.0软件中,截取术前术后CBCT图像中稳定、特征性高、清晰的同一区域作为配准区域(一般选取拟种植区邻近的牙齿),将术前术后重建后的模型以STL模式输出,导入Mimics Research20.0软件中进行配准拟合,将新生成的STL文件导入术前CBCT影像资料中,即可以在术前CBCT影像中显示种植体植入的区域。再将配准后的术前拍摄的CBCT影像资料导入CTAn软件中,找到种植体所在位置作为分析区域,在种植体所在位置圈选出与取出与骨块松质骨同等直径与长度的区域作为感兴趣区域(ROI)(见图2),测量ROI各骨微结构参数,记录下该区域的骨体积分数,与骨组织切片测量出的结果对比分析。

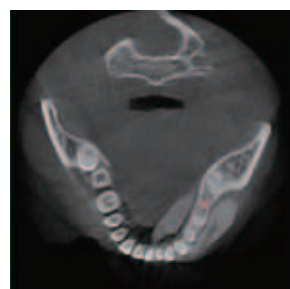


图2 CTAn中种植体位置做为感兴趣区域

1.4 统计学分析:本研究采用SPSS 26.0软件分析数据,经检验两种不同方法测量同一骨块松质骨的所获得的骨体积分数均符合正态分布,用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用配对 $t$ 检验对实验结果进行分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

通过病理和影像资料测量拟种植区的同一骨块的松质骨骨体积分数结果如下表,骨组织切片测量的松质骨骨体积分数与CTAn测量的松质骨骨体积分数在后牙区、上颌后牙区、下颌后牙区均差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表1。

表1 两种测量方法测量同一骨块松质骨骨体积分数的结果比较 $(\bar{x} \pm s, \%)$

测量方式	后牙区(n=39)	上颌后牙区(n=15)	下颌后牙区(n=24)
骨组织切片测量	43.84 $\pm$ 11.31	45.20 $\pm$ 10.61	41.67 $\pm$ 12.03
CTAn软件测量	43.65 $\pm$ 11.20	45.10 $\pm$ 10.52	41.32 $\pm$ 11.86
$t$ 值	1.265	1.226	0.564
$P$ 值	0.214	0.240	0.578

## 3 讨论

种植体良好的初期稳定性是颌骨与种植体完成骨结合的重要因素,它是由种植体植入过程中与接触的骨组织之间的力决定的,与种植体的不同规格、术区骨质量等因素均有密切关系<sup>[7-9]</sup>,在整个种植过程中,颌骨骨质与种植成功与否密切相关。本实验的研究目的是评估CBCT诊断骨质量的客观性,在术前可无创精确地评价术区的骨质,从而做出更精准的设计。在种植术前对拟种植区颌骨骨质质量的评判标准一直是临床上研究热点,目前CBCT作为一种辐射剂量低、空间分辨率高、能够三维成像的无创检查,在口腔种植领域成为不可或缺的一部分,它对拟种植区骨量以及骨缺损的评估具有重要参考价值<sup>[10]</sup>,但是对骨质评价的客观性上仍存在一定的争议性。本实验是将种植前拍摄的CBCT影像资料导入CTAn软件中测量,并未在DCTViewer(CBCT自带读图软件)软件中直接测量,这是由于松质骨在DCTViewer中显像较差,在CBCT中表现为灰度值较低,显像模糊、界限不清晰<sup>[11]</sup>,在CTAn软件测量出的结果更加准确。

松质骨是由许多针状或者片状的骨小梁相互交织而成,微观状态下形态呈海绵状,从微观上测量得到的骨小梁的微结构是分析松质骨骨质量重要参数<sup>[12]</sup>。目前国内外对骨小梁结构评估多采用显微CT(Micro-CT),但是Micro-CT对骨块的研究属于体外研究,不能用于对临床患者的扫描<sup>[13]</sup>,因此不能直接应用于临床。对于颌骨松质骨微结构的研究,国外绝大多数专家多用动物做研究,也有在人体尸骨上的研究<sup>[14]</sup>,另有一些实验研究发现通过显微CT测量出的骨小梁参数值与CBCT测量出的骨小梁参数值与差距较大<sup>[15]</sup>。但本实验获取的骨块是在种植术前直接从拟种植区取出,CTAn软件测量拟种植区CBCT获得的松质骨数据直接与通过骨组织切片测量的数据直接比较,实验结果更具

有说服力。本实验着重研究松质骨骨体积分数,在CBCT读片过程中发现II、III类骨的皮质骨与松质骨灰度值差距较大,分界相对较清楚,在骨组织切片中也较容易区分,较难辨别I类骨与IV类骨的分界,因此未将I类、IV类骨患者纳入研究。

本实验借助CTAn软件对拟种植区的松质骨进行分析,在分析过程中CBCT的体素、分辨率、信噪比及阈值的选择都会造成实验数据测量误差<sup>[16]</sup>,因此需熟练掌握软件的使用法,以及合理的选择阈值会在一定程度上减少测量误差。本实验也具有一定的局限性:①纳入病例时只选择了后牙区取出的骨块,这是由于无论在CBCT图像下还是在骨组织切片中,后牙区松质骨与皮质骨较易区分,前牙区的颊舌向骨质较窄,较难取出完整的骨块,客观上减少了测量误差;②上后牙较下后牙区取出的骨块较少,是因为上后牙骨质相对疏松,相对较难完整取出。

综上,从实验结果看,使用CTAn软件分析CBCT资料中拟种植区松质骨骨体积分数与通过骨组织切片测量的结果差异无统计学意义,说明了CBCT在评估松质骨质量方面的客观可行性,本课题组既往研究也发现CBCT在测量皮质骨厚度方面的客观性<sup>[17]</sup>,因此CBCT在术前分析拟种植区骨质量方面的表现是可信的。

## [参考文献]

- [1] Jayasinghe R M, Hettiarachchi P V K S, Fonseka M C N, et al. Morphometric analysis of nasopalatine foramen in Sri Lankan population using CBCT[J]. Oral Biol Craniofac Res, 2020,10(2):238-240.
- [2] Takechi M, Ishioka Y, Ninomiya Y, et al. Morphological evaluation of bone by ct to determine primary stability-clinical study[J]. Materials (Basel), 2020,13(11):2605.
- [3] Chappard D, Legrand E, Pascaretti C, et al. Comparison of eight histomorphometric methods for measuring trabecular bone architecture by image analysis on histological sections[J]. Microsc Res Tech, 1999,45(4-5):303-312.
- [4] Van Dessel J, Nicolielo L F, Huang Y, et al. Accuracy and reliability of different cone beam computed tomography (CBCT) devices for structural analysis of alveolar bone in comparison with multislice CT and micro-CT[J]. Eur J Oral Implantol, 2017,10(1):95-105.
- [5] Tong X Y, Malo M, Tamminen I S, et al. Development of new criteria for cortical bone histomorphometry in femoral neck: intra- and inter-observer reproducibility[J]. Bone Miner Metab, 2015,33(1):109-118.
- [6] Zhang W, Skrypczak A, Weltman R. Anterior maxilla alveolar ridge dimension and morphology measurement by cone beam computerized tomography (CBCT) for immediate implant treatment planning[J]. BMC Oral Health, 2015,15:65.
- [7] Toyoshima T, Tanaka H, Ayukawa Y, et al. Primary stability of a hybrid implant compared with tapered and cylindrical implants in an ex vivo model[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015,17(5):950-956.
- [8] Yoon W J, Kim S G, Oh J S, et al. Comparative study on the



- osseointegration of implants in dog mandibles according to the implant surface treatment[J]. Korean Assoc Oral Maxillofac Surg, 2016,42(6):345-351.
- [9]Sugiura T, Yamamoto K, Horita S, et al. The effects of bone density and crestal cortical bone thickness on micromotion and peri-implant bone strain distribution in an immediately loaded implant: a nonlinear finite element analysis[J]. Periodontal Implant Sci, 2016,46(3):152-165.
- [10]Song D, Shujaat S, de Faria Vasconcelos K, et al. Diagnostic accuracy of CBCT versus intraoral imaging for assessment of peri-implant bone defects[J]. BMC Med Imaging, 2021,21(1):23.
- [11]Jacobs R, Vranckx M, Vanderstuyft T, et al. CBCT vs other imaging modalities to assess peri-implant bone and diagnose complications: a systematic review[J]. Eur J Oral Implantol, 2018,11 Suppl 1:77-92.
- [12]Metcalfe L M, Dall'Ara E, Paggiosi M A, et al. Validation of calcaneus trabecular microstructure measurements by HR-pQCT[J]. Bone, 2018,106:69-77.
- [13]Ho J T, Wu J, Huang H L, et al. Trabecular bone structural parameters evaluated using dental cone-beam computed tomography: cellular synthetic bones[J]. Biomed Eng Online,2013,12:115.
- [14]Di Stefano D A, Perrotti V, Greco G B, et al. The effect of undersizing and tapping on bone to implant contact and implant primary stability: A histomorphometric study on bovine ribs[J]. Adv Prosthodont, 2018,10(3):227-235.
- [15]Guha I, Klintström B, Klintström E, et al. A comparative study of trabecular bone micro-structural measurements using different CT modalities[J]. Phys Med Biol, 2020,65(23):10.
- [16]Ibrahim N, Parsa A, Hassan B, et al. Accuracy of trabecular bone microstructural measurement at planned dental implant sites using cone-beam CT datasets[J]. Clin Oral Implants Res, 2014,25(8):941-945.
- [17]陈雨妍, 张志宏, 刘红红, 等. 锥形束CT用于后牙区骨皮质厚度分析的可行性研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2021,56(11):1080-1084.
- [收稿日期]2023-01-03
- 本文引用格式: 刘茂林, 刘红红, 张志宏, 等. CBCT用于分析后牙区松质骨骨体积分数的可行性研究[J]. 中国美容医学, 2025, 34(3): 61-64.

## 聚类分析视角下美学护理对颌面部创伤手术患者负性情绪及创面愈合的影响

肖汉妮, 赵丽, 郭政, 田静

(空军军医大学第二附属医院烧伤整形科 陕西 西安 710038)

**[摘要]**目的: 探究聚类分析视角下美学护理对颌面部创伤患者负性情绪及创面愈合的影响。方法: 回顾性分析2020年6月-2023年9月于笔者医院行外科整形手术的206例颌面部创伤患者临床资料, 按围术期护理方式的不同分为常规组(100例)和美学组(106例)。常规组予以常规护理干预, 美学组予以聚类分析视角下美学护理干预。统计比较两组负性情绪、舒适度、依从性、创面愈合率、颌面部功能和护理满意度的差异。结果: 干预后, 两组负性情绪评分均低于同组干预前, Kolcaba舒适状况量表各维度评分均高于同组干预前, 且美学组改善程度均优于常规组( $P < 0.05$ ); 美学组的依从率、护理满意度率高于常规组( $P < 0.05$ ); 随访1个月后, 美学组的创面愈合率、颌面部各维度功能评分及总分均高于常规组( $P < 0.05$ )。结论: 对颌面部创伤手术患者实施聚类分析视角下美学护理能显著缓解患者负面情绪, 提高护理舒适度及依从性, 进而缩短创面愈合时间, 提高颌面部功能及护理满意度。

**[关键词]**颌面部创伤; 美容整形手术; 聚类分析; 美学护理; 负性情绪; 创面愈合

**[中图分类号]**R473 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2025)03-0064-05

## Effects of Aesthetic Nursing Based on Cluster Analysis on Negative Emotions and Wound Healing in Patients with Maxillofacial Trauma

XIAO Hanni, ZHAO Li, GUO Zheng, TIAN Jing

(Department of Burn and Plastic Surgery, the Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

**Abstract: Objective** To explore the effects of aesthetic nursing based on cluster analysis on negative emotions and wound healing in patients with maxillofacial trauma. **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 206 patients with maxillofacial trauma who underwent plastic surgery in the author's hospital between June 2020 and September 2023. According to different perioperative nursing methods, they were divided into routine group (100 cases, routine nursing)