doi:10.11659/jjssx.05E024028

·基础研究·

CBCT和MSCT三维重建颧上颌骨复合体的精度对比

崔美玲[1],王 伟[2],蒋 琳[2],邵益森[2] (1.浙江省台州医院口腔科,浙江 台州 317000;2.江西中医药大学附属医院口腔创伤整形科,江西 南昌 330000)

[摘 要] **目的** 比较锥形束计算机断层扫描(CBCT)和多层螺旋计算机断层扫描(MSCT)三维重建的颧上颌骨复合体在穿颧种植相关参数上的精度差异。**方法** 选取成人头骨标本5例(共10侧颧上颌骨复合体),根据穿颧种植临床应用特点,对每个头骨标本进行参数定位,再使用CBCT和MSCT进行扫描及三维重建。分别测量每个头骨标本及其CBCT、MSCT三维重建模型的穿颧路径与颧上颌缝交点处上颌骨颧突的厚度($L_{B\text{-}B1}$)、穿颧路径与颧骨表面中点交点处颧骨的厚度($L_{C\text{-}C1}$)、第二前磨牙与第一磨牙中间的牙槽突宽度(L_{AR})、第一磨牙的颊舌径宽度(L_M)4个参数,实体标本组采用电子游标卡尺测量,CBCT组和MSCT组基于CBCT、MSCT测量。计算各个参数的绝对和相对误差,对CBCT和MSCT三维重建模型的精度进行对比分析。**结果** 各参数测量数据具有较高的可信度和可重复性,组内相关系数(*ICC*)值≥0.90;CBCT组、MSCT组各参数测量结果与实体标本组比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);CBCT组的L_M测量结果小于MSCT组,差异有统计学意义($P<0.05$);CBCT组的$L_{B\text{-}B1}$、$L_{C\text{-}C1}$、L_{AR}测量结果与MSCT组比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);CBCT组的L_M测量结果与实体标本组的平均绝对误差和相对误差均小于MSCT组,差异有统计学意义($P<0.05$);CBCT组和MSCT组的$L_{B\text{-}B1}$、$L_{C\text{-}C1}$、L_{AR}测量结果与实体标本组的平均绝对误差和相对误差比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** CBCT与MSCT对颧上颌骨复合体的三维重建具有等效精度,但CBCT在牙体组织等精细结构的三维重建精度方面更具优势,建议将其作为穿颧种植影像数据采集的首要选择。

[关键词] CBCT;MSCT;颧上颌骨复合体;三维重建

[中图分类号] R782.13 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-05-08

[通信作者] 邵益森,E-mail:yshshao@163.com

手术时仍需谨慎对待,应根据术前影像评估和术中精细探查结合个体差异动态调整,避免过度依赖单一解剖模式。关于特发性面神经麻痹,国内最新的治疗方向为通过鼠神经生长因子进行治疗[13-15],并取得了较好效果,但由于临床病例较少,具有一定的局限性,还需要进一步研究。

[参考文献]

[1] 骆耐香,曾繁余,蒋常文. 面神经颊支的应用解剖[J]. 解剖学杂志,2003,26(5):489-490. doi:10.3969/j.issn.1001-1633.2003.05.021.

[2] 高俊彦,李 明,吴海平,等. 面神经下颌缘支和颊支的应用解剖学研究[J]. 长治医学院学报,2011(4):256-258. doi:10.3969/j.issn.1006-0588.2011.04.005.

[3] 蔡志平,杜 颐,任凤飞. 腮腺管与面横动脉及面神经颊支关系的解剖学研究[J]. 包头医学院学报,2008,24(5):459-460. doi:10.3969/j.issn.1006-740X.2008.05.008.

[4] Lazaro R, Dante J, George B, et al. The parotid gland, submandibular gland, and facial nerve in 3 dimensions: a digital anatomical model derived from radiology, peer-reviewed literature, and medical illustration[J]. Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg, 2023, 34(4): 220-235.

[5] 黄渭清,方柏荣,闫迎军,等. 腮腺外面神经颊支的应用解剖研究[J]. 中国美容医学,2006,15(6):679-681. doi:10.3969/j.issn.1008-6455.2006.06.031.

[6] 郑如意,朱杭波,叶怡欣,等. 面神经颊支与腮腺导管的路径分析[J]. 局解手术学杂志,2023,32(8):662-665. doi:10.11659/jjssx.03E023065.

[7] 吴 镝,王新刚,黄晨煜,等. 面动脉的解剖学研究及其临床意义[J]. 组织工程与重建外科杂志,2006,2(5):256-258. doi:10.3969/j.issn.1673-0364.2006.05.005.

[8] 赵振民. 面动脉(面段)的解剖学研究及其临床应用[D]. 北京:北京协和医学院,1998.

[9] 吴晓勇,熊 猛. 面动脉及其分支的解剖研究及临床价值[J]. 中国美容医学,2013,22(5):523-525. doi:10.3969/j.issn.1008-6455.2013.05.005.

[10] 韩 彬,张建平,夏耀林. 面动脉血流信息与周围性面瘫的相关性研究[J]. 山西中医学院学报,2016,17(3):52-53. doi:10.3969/j.issn.1000-7369.2016.03.020.

[11] 黄旭冰,庄少川,蔡雯靖. 特发性面神经麻痹患者应用注射用鼠神经生长因子联合针刺、超激光治疗的效果观察[J]. 罕少疾病杂志,2022,29(3):21-22. doi:10.3969/j.issn.1009-3257.2022.03.009.

[12] 李思忠,方长民. 面神经颊支及其与腮腺管关系的解剖学研究[J]. 实用医技杂志,2005,12(10):2818.

[13] 汤 铖,何 杰,江永桂,等. 交替温针灸联合鼠神经生长因子治疗急性期特发性面神经麻痹患者的疗效及对其面神经功能的影响[J]. 世界中西医结合杂志,2024,19(1):111-115. doi:10.13935/j.cnki.sjzx.240118.

[14] 郭元明,马建法,孙 晓,等. 鼠神经生长因子对急性期特发性面神经麻痹患者面神经传导功能的影响[J]. 中国疗养医学,2023,32(5):536-539. doi:10.13517/j.cnki.ccm.2023.05.021.

[15] 陈 荐,杜伟清. 鼠神经生长因子治疗特发性面神经麻痹急性期的疗效观察[J]. 吉林医学,2018,39(7):1301-1302. doi:10.3969/j.issn.1004-0412.2018.07.041.

(编辑:魏 源)

Accuracy comparison of three-dimensional reconstruction of zygomatic-maxillary complex by CBCT and MSCT

CUI Mei-ling[1], WANG Wei[2], JIANG Lin[2], SHAO Yi-sen[2] (1.Department of Stomatology, Taizhou Hospital of Zhejiang Province, Taizhou Zhejiang 317000, China; 2.Department of Oral Trauma and Plastic Surgery, Affiliated Hospital of Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang Jiangxi 330000, China)

Abstract: Objective To compare the accuracy differences of three-dimensional reconstruction of zygomatic-maxillary complex using cone beam computed tomography (CBCT) and multi-slice spiral computed tomography (MSCT) in the parameters related to zygomatic implantation. **Methods** Five adult skull specimens (10 zygomatic-maxillary complexes in total) were selected. According to the clinical application characteristics of zygomatic implantation, the parameter location for each skull specimen was conducted, and then CBCT and MSCT were used for scanning and three-dimensional reconstruction. Four parameters were measured on both skull specimens and reconstructed models: the thickness of the maxillary zygomatic process at the intersection of the zygomatic implant path and zygomaticomaxillary suture ($L_{B\text{-}B1}$), the thickness of the zygomatic bone at the intersection of the zygomatic implant path and the midpoint of the zygomatic bone surface ($L_{C\text{-}C1}$), the width of the alveolar ridge between the second premolar and the first molar (L_{AR}), and the buccolingual width of the first molar (L_M). The specimen group was measured by electronic vernier caliper, and the CBCT group and MSCT group were measured based on CBCT and MSCT. The absolute and relative errors of these four parameters were calculated, and the accuracy of the CBCT and MSCT three-dimensional reconstruction models were analyzed. **Results** All parameters demonstrated excellent measurement reliability and repeatability, with *intra-class correlation coefficient* (*ICC*) ≥0.90. The measurement results of each parameter in the CBCT group and the MSCT group showed statistically significant differences compared with those in the specimen group ($P<0.05$). The measurement result of L_M in the CBCT group was smaller than that in the MSCT group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). However, the measurement results of $L_{B\text{-}B1}$, $L_{C\text{-}C1}$ and L_{AR} in the CBCT group showed no statistically significant difference compared with those in the MSCT group ($P>0.05$). The mean absolute error and relative error of the L_M measurement results to the specimen group in the CBCT group were both smaller than those in the MSCT group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the mean absolute error or relative error of the $L_{B\text{-}B1}$, $L_{C\text{-}C1}$ and L_{AR} measurement results to the specimen group between the CBCT group and the MSCT group ($P>0.05$). **Conclusion** CBCT and MSCT demonstrat comparable accuracy in three-dimensional reconstruction of the zygomatic-maxillary complex. However, CBCT exhibits superior accuracy for fine structures such as dental tissues, which is recommended as the primary choice for imaging data acquisition in zygomatic implantation.

Keywords: CBCT; MSCT; zygomatic-maxillary complex; three-dimensional reconstruction

穿颧种植已经成为上颌后牙区骨量不足患者进行种植修复的重要选择[1-2]。由于该技术涉及的植入路径解剖结构复杂且植体较长,手术过程中的细微误差也可能导致眼眶部神经血管损伤、植体穿通性鼻窦炎、植体稳定性不足等严重并发症。现有研究显示,穿颧种植术后第1年机械失败率达2%,而继发性鼻窦炎的5年累积发病率达14.2%[3]。因此,高精度影像数据对于实现精准穿颧种植具有重要作用。多层螺旋计算机断层扫描(multi-slice spiral computed tomography, MSCT)和锥形束计算机断层扫描(cone beam computed tomography, CBCT)是目前穿颧种植手术中的两种主流影像采集技术。既往相关研究大多聚焦MSCT和CBCT在下颌骨、颞骨、颞下颌关节等单一骨组织部位的精度对比[4-6],而颧上颌骨复合体由致密的颧骨和相对疏松的上颌骨构成,这一高密度差异是否会对三维重建精度产生影响尚不明确,也使得既往针对单一骨组织部位的研究难以为穿颧种植提供直接参考。为明确这两种影像学采集技术对颧上颌骨复合体三维重建的精度差异,本研究采用CBCT和MSCT对同一组成人头骨标本的颧上颌骨复合体进行扫描及三维重建,同时将获取的三维重建模型与实体标本进行相关参数的测量对比,以期为临床选择更精准的影像学技术提供依据,从而提高穿颧种植手术的有效性和安全性。

1 材料与方法

1.1 标本

选取江西中医药大学解剖教研室中双侧颧上颌骨复合体解剖结构完整、双侧上颌第一磨牙在位的成人头骨标本5例(共10侧颧上颌骨复合体)作为研究对象。

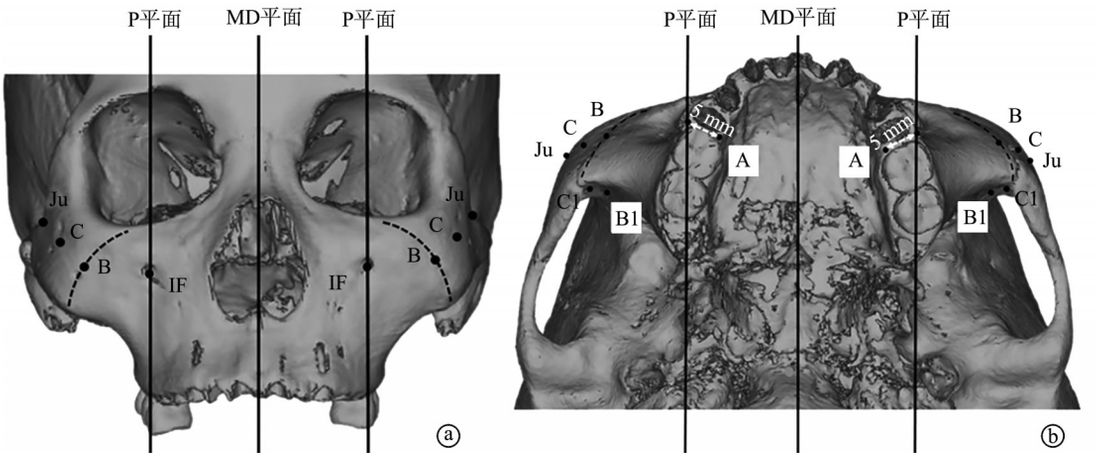
1.2 主要设备

CBCT扫描仪(意大利New Tom VGi,电压:110 kV,电流:自动模式,持续时间:14.7 s,层厚:0.25 mm)、MSCT扫描仪(美国GE DiscoveryCT750HD,电压:120 kV,电流:250 mA,重建层厚:0.625 mm)、Mimics Medical 21.0软件(比利时Materialise公司)、电子游标卡尺(桂林广陆,精度:0.01 mm)。

1.3 标本的标记点定位

根据穿颧种植的临床需要确定本次研究的2个参

考平面(MD平面、P平面)和7个标记点(IF点、A点、Ju点、B点、B1点、C点、C1点),见图1。为了保证三维重建模型与头骨标本的标记点保持一致,根据参考平面和标记点,对每个头骨标本的颧上颌骨复合体进行相应的打孔定位。



a:冠状面视图;b:水平面视图 MD平面:正中矢状面;P平面:过IF点且平行于MD平面的面;IF点:眶下孔最低点;A点:位于P平面与上颌牙槽骨交点腭侧5 mm的点,相当于第二前磨牙与第一磨牙中间的位置,与穿颧种植体植入起点相对应;Ju点:颧骨颌蝶突与颧突表面移行处最凹点,与穿颧种植体植入终点相对应;B点:A-Ju连线与颧上颌缝在上颌骨颧突前表面的交点;B1点:位于上颌骨颧突后表面,与B点前后距离最短的点;C点:B-Ju连线在颧骨表面的中点;C1点:位于颧骨上颌突颞面,与C点前后距离最短的点

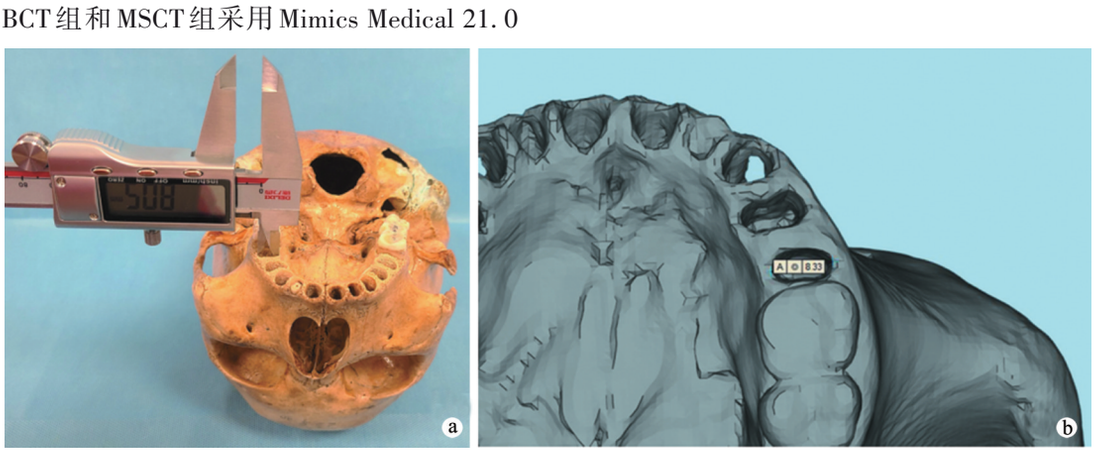
图1 穿颧种植相关的参考平面及标记点

1.4 影像数据的获取及三维重建

将完成打孔定位的头骨标本依次进行CBCT和MSCT扫描,获得的相应影像数据以DICOM格式导入Mimics Medical 21.0软件中进行三维重建。其中,CBCT数据的重建阈值统一设为623~3 071 HU,MSCT数据的重建阈值统一设为226~3 071 HU。

1.5 分组及各参数的测量

本研究分为实体标本组、CBCT组和MSCT组。实体标本组采用电子游标卡尺测量头骨标本的参数(图2a),CBCT组和MSCT组采用Mimics Medical 21.0软件自带测量工具分别测量相应三维重建模型的参数(图2b)。测量参数:B点与B1点的直线距离($L_{B\text{-}B1}$),即穿颧路径与颧上颌缝交点处上颌骨颧突的厚度;C点与C1点的直线距离($L_{C\text{-}C1}$),即穿颧路径与颧骨表面中点交点处颧骨的厚度;第二前磨牙与第一磨牙中间的牙槽突宽度(L_{AR});第一磨牙的颊舌径宽度(L_M),见图3。每例头骨标本分别测左右两侧数据。所有测量参数均由同一测量者测量3次并记录,每次测量间隔1周。



a:头骨标本的测量;b:三维重建模型的测量

图2 头骨标本和三维重建模型的参数测量

1.6 统计学方法

采用SPSS 22.0软件对数据进行统计学分析。各参数均以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,并计算重建模型测量数据与实体标本测量数据的绝对误差和相对误差。绝对误差(mm)=重建模型测量值-实体标本测量值,相对误差=(重建模型测量值-实体标本测量值)/实体

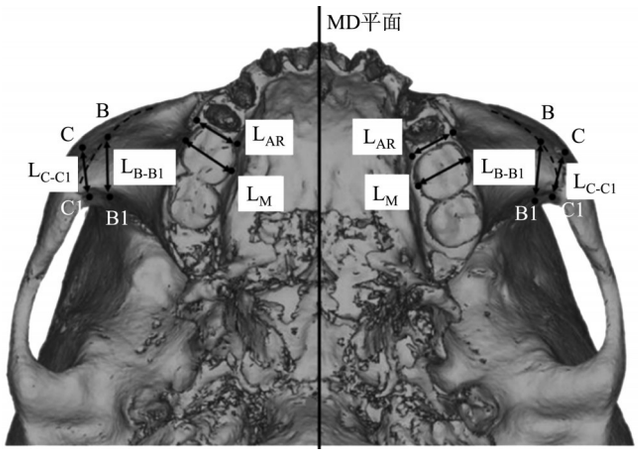


图3 穿颧种植相关的测量参数

标本×100%。3次测量数据的一致性采用组内相关系数(*intra-class correlation coefficient*,*ICC*)进行分析;数据的组间比较采用重复测量方差分析,进一步的两两比较使用*LSD-t*检验;绝对误差和相对误差的比较采用配对样本*t*检验。以*P*<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各参数测量结果的一致性检验

CBCT组、MSCT组和实体标本组各参数3次测量结果的*ICC*值≥0.90,说明各参数3次测量数据结果具有较高的可信度和可重复性,见表1。

2.2 各参数测量结果的组间差异分析

CBCT组、MSCT组各参数测量结果与实体标本组比较,差异均有统计学意义(*P*<0.05);CBCT组的L_M测量结果小于MSCT组,差异有统计学意义(*P*<0.05);CBCT组的L_{B-B1}、L_{C-C1}、L_{AR}测量结果与MSCT组比较,差异无统计学意义(*P*>0.05),见表2。

表1 各参数3次测量数据的*ICC*值

测量参数	CBCT组		MSCT组		实体标本组	
	ICC	95%*CI*	*ICC*	95%*CI*	*ICC*	95%*CI*
L_{B-B1}	0.982	0.950~0.995	0.981	0.946~0.995	0.971	0.921~0.992
L_{C-C1}	0.974	0.927~0.993	0.969	0.892~0.992	0.968	0.826~0.993
L_{AR}	0.982	0.894~0.996	0.988	0.956~0.997	0.967	0.909~0.991
L_M	0.900	0.748~0.971	0.926	0.805~0.979	0.903	0.750~0.972

表2 各参数测量结果的组间差异分析($\bar{x}\pm s$,n=10,mm)

组别	L_{B-B1}	L_{C-C1}	L_{AR}	L_M
CBCT组	9.72±0.71*	7.16±0.78*	9.11±0.50*	11.40±0.29*#
MSCT组	9.76±0.74*	7.25±0.76*	9.17±0.56*	12.06±0.32*
实体标本组	8.83±0.74	6.66±0.79	8.35±0.52	10.92±0.25
F	273.732	87.786	201.815	173.325
P	0.012	0.019	0.006	<0.001

*:与实体标本组比较,*P*<0.05;#:与MSCT组比较,*P*<0.05

2.3 各参数的绝对误差和相对误差分析

CBCT组的L_M测量结果与实体标本组的平均绝对误差和相对误差均小于MSCT组,差异有统计学意义(*P*<0.05);CBCT组和MSCT组L_{B-B1}、L_{C-C1}、L_{AR}测量结果与实体标本组的平均绝对误差和相对误差比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05),见表3。

表3 各参数的绝对误差及相对误差分析($\bar{x}\pm s$,n=10)

组别	绝对误差(mm)				相对误差(%)			
	L_{B-B1}	L_{C-C1}	L_{AR}	L_M	L_{B-B1}	L_{C-C1}	L_{AR}	L_M
CBCT	0.89±0.14	0.50±0.10	0.76±0.11	0.48±0.12	10.17±1.96	7.71±2.14	9.21±1.61	4.39±1.03
MSCT	0.93±0.13	0.59±0.18	0.83±0.27	1.14±0.17	10.59±1.69	9.04±3.38	9.94±3.43	10.42±1.47
t	−1.210	−1.828	−0.966	−24.635	−1.171	−1.925	−0.916	−24.095
P	0.257	0.101	0.359	<0.001	0.272	0.086	0.383	<0.001

3 讨论

MSCT和CBCT作为两种主流的影像采集技术,在口腔种植领域各具优势,MSCT具有密度分辨率高、影像灰度值标准化程度高等优点,而CBCT则以成像速度快、辐射剂量低、空间分辨率高见长[7]。对于种植手术前影像资料的采集和三维重建分析,有些医生选择MSCT,有些医生更倾向采用CBCT,尚未形成共识[8-10]。有学者对比了CBCT和MSCT在下颌骨的重建精度差异,得出了不同的结论。Poeschl等[11]和谭智等[12]采用CBCT和MSCT对下颌骨进行三维重建,结果显示两种方式的三维重建精度无统计学差异。Liang等[4]使用5种不同的CBCT设备和1种MSCT设备对下颌骨进行扫描,得出CBCT对下颌骨的三维重建精度不及MSCT。为了给穿颧种植的影像技术选择提供更加有针对性的参考,本研究通过CBCT和MSCT对成人头骨标本进行扫描及三维重建,重点对比分析了两种技术对颧上颌骨复合体以及牙体组织的三维重建精度差异。

穿颧种植体的植入路径设计与颧骨及上颌骨牙槽突的解剖特征密切相关。颧骨是提供穿颧种植体初期稳定性的核心区域,上颌骨牙槽突是植入路径的起点,两者的厚度都需确保种植体植入通道的骨壁完整,避免出现骨板穿孔的风险[13]。基于此,本研究选取测量颧骨厚度的参数L_{B-B1}、L_{C-C1}和测量上颌牙槽嵴宽

度的参数L_{AR}作为骨性测量参数,同时考虑到牙体组织对种植体植入定位具有直接参考作用,纳入了牙性测量参数L_M以评估两种技术对细微结构的重建能力。从本研究结果来看,CBCT和MSCT在颧上颌骨复合体的骨性测量参数中表现出等效精度,提示这两种技术对于颧上颌骨复合体具有相同的三维重建精度,与Ghamri等[7]基于10具尸体头模得出的研究结论一致,两种技术在上颌骨表面模型的重建误差上无统计学差异。动态导航系统的应用进一步凸显了影像精度的重要性,Tao等[14]在穿颧种植手术中对比了CBCT和MSCT动态导航的精度差异,结果显示CBCT在穿颧种植动态导航中的精度更高。以上研究的差异可能与不同的技术参数有关,包括曝光、重建层厚、体素大小等,同时动态导航系统本身亦存在精度误差。

此外,本研究发现,CBCT对牙体组织(参数L_M)的重建精度显著优于MSCT,与实体标本组的平均绝对误差和相对误差均小于MSCT组。这一结果与Hofmann等[15]、Nardi等[16]的多设备对比研究相吻合,其研究认为CBCT可以更加精确地还原牙体组织的细微结构。CBCT在精细结构上的精度优势可能与其具有更高的空间分辨率和各向同性体素(通常达0.3 mm^3)有关,而MSCT受限于层厚导致的各向异性体素(如0.5 mm×0.5 mm×1.0 mm),易在斜向结构中产生阶梯状伪影[14]。在临床工作中,除了精度,辐射剂量也是影响影像采集技术选择的重要因素。尽管低剂量MSCT技术已开始应用于口腔领域[8],MSCT与CBCT的辐射量差距也在逐渐减小,但是CBCT的低辐射量优势仍然显著。

需要注意的是,本研究发现无论是MSCT还是CBCT,其三维重建模型测量结果与实体标本测量数据仍存在一定误差,这与Chen等[17]的研究结论一致。因此,MSCT和CBCT都还需要更多校正处理技术来提高三维重建模型精度。

综上所述,在穿颧种植相关测量参数的对比研究中,CBCT和MSCT对颧上颌骨复合体的三维重建具有等效精度,但是CBCT在牙体组织等精细结构的三维重建精度方面更具优势,因此,建议将CBCT作为穿颧种植影像数据采集及分析的优先选择。

[参考文献]

[1] 吴 迪,汤春波. 穿颧种植用于上颌后部骨量不足种植修复的研究进展[J]. 口腔医学,2020,40(7):639-643. doi:10.13591/j.cnki.kqyx.2020.07.013.

[2] 王鲲鹏,朱嘉琪,张婷婷. 穿颧种植技术的研究进展[J]. 中华口腔医学杂志,2020,55(3):196-200. doi:10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2020.03.011.

[3] Brennand RM, Vissink A, Dudding T, et al. Long-term treatment outcomes with zygomatic implants: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Implant Dent,2023,9(1):21. doi:10.1186/s40729-023-00479-x.

[4] Liang X, Lambrichts I, Sun Y, et al. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT). Part Ⅱ: on 3D model accuracy[J]. Eur J Radiol,2010,75(2):270-274. doi:1016/j.ejrad.2009.04.016.

[5] Guyader E, Savean J, Clodic C, et al. Three-dimensional reconstruction of the temporal bone: comparison of in situ, CT, and CBCT measurements[J]. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis,2018,135(6):393-398. doi:10.1016/j.anorl.2018.08.013.

[6] 刘华蔚,毕文婷,李永锋,等. 颞下颌关节骨关节病的螺旋CT和锥形束CT影像学比较观察[J]. 中华口腔医学杂志,2021,56(8):747-752. doi:10.3760/cma.j.cn112144-20210317-00123.

[7] Ghamri M, Dritsas K, Probst J, et al. Accuracy of facial skeletal surfaces segmented from CT and CBCT radiographs[J]. Sci Rep,2023,13(1):21002. doi:10.1038/s41598-023-48320-0.

[8] 胡 蒙,朱怀仕,宋 琦. 口腔种植定位术前评估中颌骨低剂量多层螺旋CT检查的应用[J]. 诊断学理论与实践,2018,17(1):66-69. doi:10.16150/j.1671-2870.2018.01.012.

[9] 王小乐,李东平,丁水清. MSCT及CBCT三维测量在口腔种植术中的应用[J]. 中国医药指南,2017,15(25):184-185. doi:10.15912/j.cnki.gocm.2017.25.149.

[10] 吴豪阳,霍蓓蓓,吴 东. CBCT三维成像在口腔种植术中的临床应用[J]. 中国口腔种植学杂志,2011,16(2):125-127. doi:10.3969/j.issn.1007-3957.2011.02.010.

[11] Poeschl PW, Schmidt N, Guevara-Rojas G, et al. Comparison of cone-beam and conventional multislice computed tomography for image-guided dental implant planning[J]. Clin Oral Investig,2013,17(1):317-324. doi:10.1007/s00784-012-0704-6.

[12] 谭 智,沈 锂,杨 晶,等. 应用多层螺旋CT测量下颌神经管解剖学位置的价值探讨[J]. 上海口腔医学,2023,32(3):314-317. doi:10.19439/j.sjos.2023.03.018.

[13] Al-Nawas B, Aghaloo T, Aparicio C, et al. ITI consensus report on zygomatic implants: indications, evaluation of surgical techniques and long-term treatment outcomes[J]. Int J Implant Dent, 2023, 9(1):28. doi:10.1186/s40729-023-00489-9.

[14] Tao B, Shen Y, Sun Y, et al. Comparative accuracy of cone-beam CT and conventional multislice computed tomography for real-time navigation in zygomatic implant surgery[J]. Clin Implant Dent Relat Res,2020,22(6):747-755. doi:10.1111/cid.12958.

[15] Hofmann E, Schmid M, Sedlmair M, et al. Comparative study of image quality and radiation dose of cone beam and low-dose multislice computed tomography: an in-vitro investigation[J]. Clin Oral Investig, 2014,18(1):301-311. doi:10.1007/s00784-013-0948-9.

[16] Nardi C, Talamonti C, Pallotta S, et al. Head and neck effective dose and quantitative assessment of image quality: a study to compare cone beam CT and multislice spiral CT[J]. Dentomaxillofac Radiol, 2017,46(7):20170030. doi:10.1259/dmfr.20170030.

[17] Chen LC, Lundgren T, Hallstrom H, et al. Comparison of different methods of assessing alveolar ridge dimensions prior to dental implant placement[J]. J Periodontol, 2008, 79(3): 401-405. doi: 10.1902/jop.2008.070021.

(编辑:魏 源)