

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240492

· 论 著 ·

基于锥形束计算机断层扫描的上颌窦底间隔观察分析

王 蓉, 王彦蕙, 唐 震*

海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院口腔科, 上海 200433

[摘要] **目的** 应用锥形束计算机断层扫描(CBCT)观察上颌窦底间隔的形态,并分析其与性别、年龄及上颌窦体积的关系。**方法** 回顾性选择在海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院口腔科就诊并拍摄CBCT的375例患者(750个上颌窦)为研究对象。将CBCT图像的DICOM文件数据导入Mimics 22.0软件中重建上颌窦三维图像,对上颌窦体积及上颌窦底间隔的发生情况、位置、高度进行测量,并分析上颌窦底间隔发生率与性别、年龄和上颌窦体积的关系。**结果** 在750个上颌窦中,130个出现窦底间隔,发生率为17.3%。男性和女性上颌窦底间隔的发生率分别为18.5%(63/340)、16.3%(67/410),差异无统计学意义($P=0.431$);年龄18~30岁、31~45岁、46~60岁、>60岁组上颌窦底间隔的发生率分别为12.7%(29/228)、16.5%(32/194)、23.1%(36/156)、19.2%(33/172),差异无统计学意义($P=0.058$);上颌窦体积 $0\sim 10\text{ cm}^3$ 、 $11\sim 20\text{ cm}^3$ 、 $>20\text{ cm}^3$ 组上颌窦底间隔的发生率分别为7.1%(14/196)、19.9%(54/271)、21.9%(62/283),差异有统计学意义($P=0.001$)。共检出168个上颌窦底间隔,其中24个(14.3%)位于上颌窦前部、84个(50.0%)位于上颌窦中部、60个(35.7%)位于上颌窦后部,上颌窦前部、中部、后部的窦底间隔高度分别为 (5.75 ± 1.84) 、 (9.08 ± 3.77) 、 (6.41 ± 1.76) mm,差异有统计学意义($P<0.001$)。**结论** 上颌窦底间隔的发生率随着上颌窦体积的扩大而增高。CBCT可以提供较准确的上颌窦底间隔的位置和大小等信息,为临床实施上颌窦底提升术提供依据。

[关键词] 锥形束X线计算机断层摄影术;上颌窦;上颌窦底间隔;上颌窦底提升术

[引用本文] 王蓉,王彦蕙,唐震.基于锥形束计算机断层扫描的上颌窦底间隔观察分析[J].海军军医大学学报,2024,45(12):1502-1507. DOI:10.16781/j.CN31-2187/R.20240492.

Observation and analysis of maxillary sinus floor septa using cone beam computed tomography

WANG Rong, WANG Yan'en, TANG Zhen*

Department of Stomatology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To observe the morphology of maxillary sinus floor septa using cone beam computed tomography (CBCT), and to analyze its relationships with gender, age, and maxillary sinus volume. **Methods** Totally 375 patients (750 maxillary sinuses) who underwent CBCT were retrospectively selected from Department of Stomatology of The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University). The DICOM file data of CBCT images were fed into Mimics 22.0 software to reconstruct 3-dimensional images of maxillary sinuses, and the occurrence, position, and height of maxillary sinus floor septa were observed and the volume of maxillary sinus was measured. The relationships of the maxillary sinus floor septum incidence with gender, age, and maxillary sinus volume were analyzed. **Results** Of the 750 maxillary sinuses 130 showed sinus floor septa, with incidence of 17.3%. The incidence rates of maxillary sinus floor septa in males and females were 18.5% (63/340) and 16.3% (67/410), respectively, with no significant difference ($P=0.431$). The incidence rates of maxillary sinus floor septa in the age groups of 18-30 years, 31-45 years, 46-60 years, and >60 years were 12.7% (29/228), 16.5% (32/194), 23.1% (36/156), and 19.2% (33/172), respectively, with no significant difference ($P=0.058$). The incidence rates of maxillary sinus floor septa in the groups with maxillary sinus volumes of $0-10\text{ cm}^3$, $11-20\text{ cm}^3$, and $>20\text{ cm}^3$ were 7.1% (14/196), 19.9% (54/271), and 21.9% (62/283), respectively, with a significant difference ($P=0.001$). A total of 168 maxillary sinus floor septa were detected, of which 24 (14.3%) were located in the anterior part of the maxillary sinus, 84 (50.0%) in the middle part, and 60 (35.7%) in the posterior part. The heights of the maxillary sinus floor septa in the anterior, middle, and posterior parts of the maxillary sinus were (5.75 ± 1.84) , (9.08 ± 3.77) , and (6.41 ± 1.76) mm, respectively, with a significant difference ($P<0.001$). **Conclusion** The detection rate of maxillary sinus floor septa increases with the expansion of the maxillary sinus volume. CBCT can provide accurate information about the position and size of the maxillary sinus floor septa, providing a basis for clinical maxillary sinus floor elevation surgery.

[收稿日期] 2024-07-15

[接受日期] 2024-09-25

[作者简介] 王 蓉, 硕士, 住院医师. E-mail: 877971253@qq.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31162036, E-mail: tangzhen2021@sina.com

[Key words] cone beam X-ray computed tomography; maxillary sinus; maxillary sinus floor septa; maxillary sinus floor elevation

[Citation] WANG R, WANG Y, TANG Z. Observation and analysis of maxillary sinus floor septa using cone beam computed tomography[J]. Acad J Naval Med Univ, 2024, 45(12): 1502-1507. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240492.

上颌窦位于上颌骨体中央,是鼻旁窦中最大的一对窦腔,呈锥体形。上颌窦底由前向后盖过上颌第二前磨牙到上颌第三磨牙的根尖,与上述牙根尖之间以较薄的骨板相隔,甚至无骨板而仅覆以黏膜,其中以上颌第一磨牙根尖与上颌窦底距离最近^[1]。上颌窦间隔是起自上颌窦底或侧壁的骨性结构,由Underwood^[2]在1910年首次描述,因此也称为Underwood间隔(Underwood septum)。上颌窦内可存在1个或多个上颌窦间隔,Krennmaier等^[3]根据发育情况将上颌窦间隔分为原发性和继发性2类,原发性上颌窦间隔由上颌骨发育而来,而继发性上颌窦间隔则是由牙齿缺失后上颌窦底不规则气化引起的。上颌窦间隔实质上是骨皮质板,多位于窦底,表面附有黏膜,其形态可为隆起状、棘状或锯齿状,研究表明上颌窦底间隔的存在使上颌窦底黏膜变薄,增大了上颌窦提升术的难度^[4-5]。Schwarz等^[6]通过分析407例上颌窦提升术中窦底膜穿孔及危险因素发现,有上颌窦底间隔时黏膜穿孔率增加了10%~79%。因此,术前正确识别上颌窦底间隔的结构,对临床上预防上颌窦底黏膜穿孔及制定合理的种植手术计划非常重要。

上颌窦起初是充满液体的窦腔,随着恒牙的萌出,颌骨在成骨细胞和破骨细胞的双向作用下体积不断扩大,上颌窦逐渐气化,虽然上颌窦的生长在青春期后会随着面部发育的大致定型而减缓,但上颌窦气化会持续一生^[7]。研究表明上颌后牙缺失后牙槽骨吸收与上颌窦扩张同时发生,导致窦腔向邻近的解剖结构延伸,使上颌窦增大^[8]。不同研究报道的上颌窦底间隔发生率差异较大^[9-10],且关于上颌窦底间隔发生率与性别、年龄及上颌窦体积之间关联的研究不多。锥形束计算机断层扫描(cone beam computed tomography, CBCT)相较于普通CT具有分辨率更高、骨组织成像更清楚、放射剂量更低等优势。因此,本研究采用CBCT对上颌窦底间隔进行观察,并探讨性别、年龄及上颌窦体积对上颌窦底间隔发生率的影响。

1 资料和方法

1.1 研究对象 本研究为回顾性研究,纳入2023年2月至10月因种植修复、根管治疗、正畸等原因于海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院口腔科拍摄CBCT的患者375例。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁,上颌骨发育完全;(2)双侧上颌窦窦壁清晰,无黏膜增厚;(3)无上颌窦炎症、肿瘤或上颌骨外伤史;(4)CBCT影像清晰,无金属配饰等异物,无明显运动伪影。排除标准:(1)颅颌面部发育异常,包括唇腭裂及颌骨发育异常;(2)存在影响上颌窦发育的全身系统疾病。

1.2 CBCT图像获取 使用KaVo 3D eXam设备(德国KaVo集团)进行CBCT检查,扫描范围从上颌牙槽嵴顶到上颌窦顶部。扫描参数:管电压为110 kV,管电流为30~50 mA,视野为16 cm \times 12 cm,体素为0.25 mm。所有CBCT拍摄均由同一位经验丰富的口腔放射医师完成,CBCT图像数据以DICOM格式存储。

1.3 上颌窦底间隔三维分析及上颌窦体积测量

1.3.1 上颌窦底间隔位置及高度的测量 首先将CBCT的DICOM文件数据导入Mimics 22.0软件(比利时Materialise HQ公司)中进行三维重建,对CBCT图像的水平面、冠状面、矢状面进行三维方向分析(图1)以确定上颌窦底间隔是否存在,高度 < 2 mm的间隔被认为是骨性突起^[11]而不纳入上颌窦底间隔研究分析。为了确定上颌窦底间隔的位置关系,采用Kim等^[12]的研究方法,在矢状面上将上颌窦划为3个区域(图2):前部(上颌窦前壁到第二前磨牙的远中侧)、中部(第二前磨牙的远中侧到第二磨牙的远中侧)和后部(第二磨牙远中侧到上颌窦后壁)。在矢状面上测量上颌窦底间隔高度:确定间隔的最顶点后,首先将软件测量尺工具定位线置于上颌窦底间隔的基底部,然后将“Measure”工具垂直于定位线做垂线后延长至上颌窦底间隔的顶点,上颌窦底基底部到间隔顶点的垂线距离即为上颌窦底间隔高度(图3)。

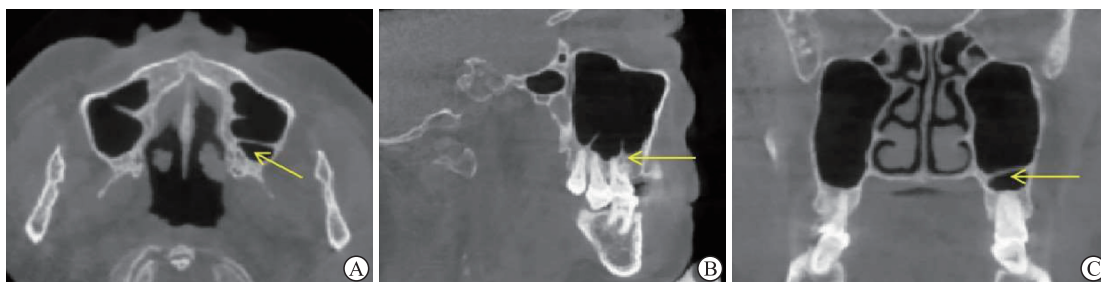


图 1 上颌窦底间隔 CBCT 图像

Fig 1 CBCT images of maxillary sinus floor septa

A: Horizontal plane; B: Sagittal plane; C: Coronal plane. Arrows indicate the maxillary sinus floor septa. CBCT: Cone beam computed tomography.

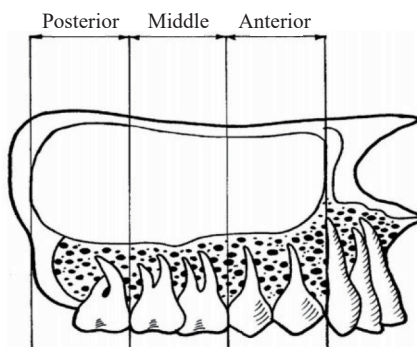


图 2 上颌窦前、中、后部示意图

Fig 2 Schematic diagram of anterior, middle, and posterior maxillary sinus

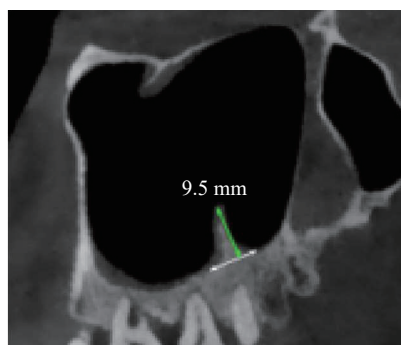


图 3 上颌窦底间隔高度测量示意图

Fig 3 Schematic diagram of measuring height of maxillary sinus floor septa

The green line segment indicates the height of the maxillary sinus floor septum (9.5 mm).

1.3.2 上颌窦体积的测量 在Mimics 22.0软件中, 首先调节图像至合适的窗位, 使用“Edit masks”工具对上颌窦周围的骨结构及狭窄区域与外界连通的部分进行封闭, 然后使用“Region growing”工具对多个对象进行阈值实例分割并应用“Erase”工具去除浮动像素, 再使用“3D Window”工具显示重建后的上颌窦三维模型(图4), 最后点击“Calculate 3D”

工具自动计算上颌窦体积。分别计算每例患者的双侧上颌窦体积。本实验所有数据由同一位经过培训的口腔专科医师进行测量并经过高年资口腔专科医师校准, 测量 2 次取平均值, 2 次测量的间隔时间为 8 周。

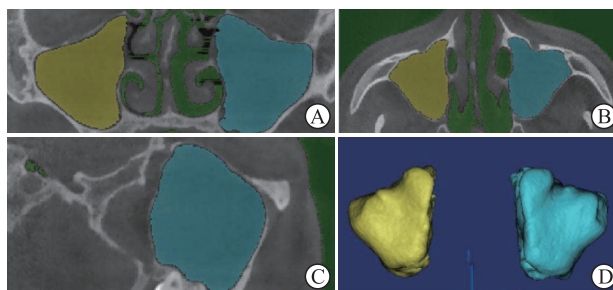


图 4 上颌窦三维重建示意图

Fig 4 Schematic diagram of 3-dimensional reconstruction of maxillary sinus

A: Coronal plane; B: Horizontal plane; C: Sagittal plane; D: 3-dimensional reconstruction.

1.4 统计学处理 采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计数资料以例数和百分数表示, 组间比较采用 χ^2 检验, 两两比较采用 χ^2 分割法; 计量资料均满足正态分布, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用单因素方差分析, 两两比较采用最小显著性差异法。检验水准 (α) 为 0.05, χ^2 分割法校正 α 为 0.012 5。

2 结果

2.1 上颌窦底间隔的发生率 共纳入 375 例患者, 男 170 例 (45.3%)、女 205 例 (54.7%), 总计 750 个上颌窦。患者年龄为 18~80 (40.79 ± 19.09) 岁, 其中 18~30 岁 114 例 (30.4%)、31~45 岁 97 例 (25.9%)、46~60 岁 78 例 (20.8%)、>60 岁 86 例 (22.9%)。存在上颌窦底间隔的患者有

112例(29.9%)。750个上颌窦中,130个出现窦底间隔,上颌窦底间隔发生率为17.3%。130个上颌窦共检测出168个上颌窦底间隔,其中仅有1个上颌窦底间隔的上颌窦数量为101个(77.7%),有2个上颌窦底间隔的为26个(20.0%),≥3个上颌窦底间隔的为3个(2.3%)。

2.2 上颌窦体积测量结果 750个上颌窦中,体积最小的为3.96 cm³,最大的为27.56 cm³,平均上颌窦体积为(16.58±4.50) cm³。体积为0~10 cm³的上颌窦数量为196个(26.1%),11~20 cm³的上颌窦数量为271个(36.1%),>20 cm³的上颌窦数量为283个(37.7%)。

2.3 上颌窦底间隔发生率与性别、年龄及上颌窦体积的关系 由表1可见,男性和女性患者上颌窦

底间隔的发生率分别为18.5%、16.3%,差异无统计学意义($P=0.431$);18~30岁、31~45岁、46~60岁、>60岁的患者上颌窦底间隔的发生率分别为12.7%、16.5%、23.1%、19.2%,差异无统计学意义($P=0.058$);上颌窦体积为0~10 cm³、11~20 cm³、>20 cm³的患者上颌窦底间隔的发生率分别为7.1%、19.9%、21.9%,差异有统计学意义($P=0.001$)。对不同上颌窦体积组的上颌窦底间隔发生率进行两两比较,结果显示上颌窦体积为11~20 cm³组和>20 cm³组的上颌窦底间隔发生率高于上颌窦体积为0~10 cm³组(均 $P<0.0125$),上颌窦体积为11~20 cm³组和>20 cm³组的上颌窦底间隔发生率差异无统计学意义($P=0.853$)。

表1 不同性别、年龄及上颌窦体积患者的上颌窦底间隔发生率比较

Tab 1 Comparison of incidence of maxillary sinus floor septum in patients with different genders, ages, and maxillary sinus volumes

Variable	N	Maxillary sinus floor septum		χ^2 value	P value
		Present	Absent		
Gender				0.621	0.431
Male	340	63 (18.5)	277 (81.5)		
Female	410	67 (16.3)	343 (83.7)		
Age				7.486	0.058
18-30 years	228	29 (12.7)	199 (87.3)		
31-45 years	194	32 (16.5)	162 (83.5)		
46-60 years	156	36 (23.1)	120 (76.9)		
>60 years	172	33 (19.2)	139 (80.8)		
Maxillary sinus volume				14.355	0.001
0-10 cm ³	196	14 (7.1)	182 (92.9)		
11-20 cm ³	271	54 (19.9)*	217 (80.1)		
>20 cm ³	283	62 (21.9)*	221 (78.1)		

* $P<0.0125$ vs maxillary sinus volume 0-10 cm³ group.

2.4 上颌窦底间隔的位置及高度 168个上颌窦底间隔的高度为(8.18±3.11) mm,其中24个(14.3%)位于上颌窦前部、84个(50.0%)位于上颌窦中部、60个(35.7%)位于上颌窦后部。位于上颌窦前部、中部和后部的上颌窦底间隔高度分别为(5.75±1.84)、(9.08±3.77)、(6.41±1.76) mm,差异有统计学意义($P<0.001$);两两比较结果显示,位于上颌窦中部的上颌窦底间隔高度大于位于上颌窦前部及后部的上颌窦底间隔高度(均 $P<0.01$),位于上颌窦前部的上颌窦底间隔高度与位于上颌窦后部的上颌窦底间隔高度差异无统计学意义($P=0.518$)。

3 讨论

原发性上颌窦底间隔随着颌面中部发育而形成,而继发性上颌窦底间隔是由于上颌后牙缺失后牙槽骨不均匀吸收造成的,也有研究显示在上颌后牙拔除过程中,牙根周围一层薄的骨板折断破裂移位,从而加速上颌窦气化,使上颌窦窦壁或窦底皮质骨形成障碍,进而出现继发性上颌窦底间隔^[14-15]。不同研究报道的上颌窦底间隔发生率不同,范围在9.5%~69%^[5,9]。本研究在750个上颌窦中发现130个存在上颌窦底间隔,上颌窦底间隔的发生率为17.3%。Underwood^[2]研究了45具头颅骨的

90个上颌窦,发现有30个上颌窦中出现骨性间隔,骨性间隔的发生率为33.33%。Al-Zahrani等^[16]对来自505例口腔科患者的1010个上颌窦的CBCT数据进行分析,发现约46%的患者存在370个上颌窦间隔,发生率为36.63%。文献报道的上颌窦底间隔发生率存在较大差异,可能受到多种因素的影响。(1)可能是检测方法不同导致。早期人们从尸体的头骨获得数据,后来出现了二维成像(全景X线片)及普通CT技术,当前CBCT已经取代了普通CT,其更清晰、更准确的图像使上颌窦底间隔的检出率进一步提高。在CBCT投入使用的近20年来,上颌窦底间隔的检出率从9.5%增加到近70%^[15,17]。(2)可能与上颌窦底间隔高度标准制定的多样性有关。大多数学者将上颌窦内2~4 mm作为上颌窦底间隔的最低高度^[5,18],本研究根据Ketabi等^[11]的定义,将垂直于上颌窦底壁高度 ≥ 2 mm的骨性突起定义为上颌窦骨间隔。根据不同的上颌窦底间隔高度标准得到的发生率不同。

关于上颌窦底间隔发生率与性别、年龄及上颌窦体积之间关联研究的报道不多。Al-Zahrani等^[16]、Mirdad等^[19]、Wang等^[20]研究发现性别和年龄与上颌窦间隔的发生率无关。本研究中男性和女性上颌窦底间隔的发生率分别为18.5%、16.3% ($P=0.431$),年龄为18~30岁、31~45岁、45~60岁、 >60 岁的患者上颌窦底间隔发生率分别为12.7%、16.5%、23.1%、19.2% ($P=0.058$),与上述研究结果一致。此外,本研究结果显示上颌窦体积为11~20 cm³和 >20 cm³的患者上颌窦底间隔发生率高于上颌窦体积为0~10 cm³的患者(均 $P<0.0125$)。吴兴胜等^[21]的研究也发现上颌窦间隔发生率与上颌窦体积之间存在显著相关性,上颌窦体积较大者上颌窦间隔发生率高于上颌窦体积较小者,这可能是由于上颌窦体积增大使上颌后牙区骨量减少,而上颌窦气化使上颌窦底或窦壁皮质骨形成障碍进而出现继发性上颌窦底间隔。但Anbiace等^[22]的研究结果显示,上颌窦间隔与性别、年龄及上颌窦体积均无关。造成上述研究结果存在差异的原因可能与各研究中测量方法、研究对象所在地区、样本量大小和年龄等不同有关,今后仍需进一步改进测量方法及开展大样本和多中心研究进行验证。

本研究发现,上颌窦底间隔主要位于上颌窦中

部,占50.0%,不同位置的上颌窦底间隔高度有明显差异,位于上颌窦中部的上颌窦底间隔高度高于位于上颌窦前部及后部者,与Ketabi等^[11]研究报道的位于上颌窦中部的上颌窦间隔发生率较高且高度较高的结果一致。Lim等^[23]研究发现,存在上颌窦间隔时上颌窦颊壁厚度分布不均匀,从前磨牙区到磨牙区逐渐增加,至第二磨牙区之后又逐渐下降。以上研究结果提示,在种植手术中发现存在上颌窦底间隔时,由于上颌窦前部及后部颊壁骨质相对较薄,在该区域行上颌窦底提升术时仅需施加较小的去骨压力并根据术中情况决定是否保留部分骨质;在上颌窦中部,由于该区域的颊壁骨质相对较厚,行上颌窦底提升术时需完全去除骨质直至暴露上颌窦黏膜,应尽可能减少手术过程中黏膜穿孔的风险。另外,本研究发现上颌窦底间隔的高度也存在不同。根据文献报道,可将高度 <6 mm的上颌窦底间隔确定为实施上颌窦提升术中侧壁开窗术的高度临界值,因为窦底间隔的高度在6 mm以下时,可以较完整地剥离上颌窦底黏膜;当窦底间隔的高度达6 mm或更大时,要完整剥离上颌窦底间隔表面的上颌窦黏膜较为困难^[24]。这提示在临床上对于上颌窦底间隔高度较大的病例可以采用上颌窦侧壁双开窗技术,分别剥离上颌窦底间隔两侧黏膜并填入骨移植材料,以便有效避开上颌窦底间隔,提高上颌窦底提升手术的成功率。

综上所述,本研究利用CBCT对上颌窦底间隔结构及其发生率的影响因素进行了分析,结果提示上颌窦底间隔的发生率随着上颌窦体积的扩大而增高。CBCT可以提供较准确的上颌窦底间隔位置和大小等信息,行种植手术前应通过CBCT仔细探测上颌窦底间隔,确定适宜的上颌窦底提升方法以提高手术的成功率。

[参考文献]

- [1] WHYTE A, BOEDDINGHAUS R. The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy[J]. *Dentomaxillofacial Radiol*, 2019, 48(8): 20190205. DOI: 10.1259/dmfr.20190205.
- [2] UNDERWOOD A S. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus[J]. *J Anat Physiol*, 1910, 44(Pt 4): 354-369.
- [3] KRENNMAIR G, ULM C, LUGMAYR H. Maxillary sinus septa: incidence, morphology and clinical

- implications[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 1997, 25(5): 261-265. DOI: 10.1016/s1010-5182(97)80063-7.
- [4] KALABALIK F, TARIM ERTAŞ E. Investigation of maxillary sinus volume relationships with nasal septal deviation, concha bullosa, and impacted or missing teeth using cone-beam computed tomography[J]. *Oral Radiol*, 2019, 35(3): 287-295. DOI: 10.1007/s11282-018-0360-x.
- [5] HUNGERBÜHLER A, ROSTETTER C, LÜBBERS H T, et al. Anatomical characteristics of maxillary sinus septa visualized by cone beam computed tomography[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 48(3): 382-387. DOI: 10.1016/j.ijom.2018.09.009.
- [6] SCHWARZ L, SCHIEBEL V, HOF M, et al. Risk factors of membrane perforation and postoperative complications in sinus floor elevation surgery: review of 407 augmentation procedures[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2015, 73(7): 1275-1282. DOI: 10.1016/j.joms.2015.01.039.
- [7] GÖÇMEN G, BORAHAN M O, AKTOP S, et al. Effect of septal deviation, concha bullosa and haller's cell on maxillary sinus's inferior pneumatization; a retrospective study[J]. *Open Dent J*, 2015, 9: 282-286. DOI: 10.2174/1874210601509010282.
- [8] ELSAYED S A, ALOLAYAN A B, ALAHMADI A, et al. Revisited maxillary sinus pneumatization narrative of observation in Al-Madinah Al-Munawwarah, Saudi Arabia: a retrospective cross-sectional study[J]. *Saudi Dent J*, 2019, 31(2): 212-218. DOI: 10.1016/j.sdentj.2018.11.002.
- [9] HENRIQUES I, CARAMÊS J, FRANCISCO H, et al. Prevalence of maxillary sinus septa: systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2022, 51(6): 823-831. DOI: 10.1016/j.ijom.2021.10.008.
- [10] NASSEH I, AOUN G, EL-OUTA A, et al. Mapping maxillary sinus septa in a Lebanese sample: a radio-anatomical study[J]. *Acta Inform Med*, 2020, 28(3): 214-218. DOI: 10.5455/aim.2020.28.214-218.
- [11] KETABI A R, HASSFELD S, LAUER H C, et al. The comparison of visibility of the maxillary sinus septa between cone-beam computed tomography scans and panoramic radiograph images as dependent on the cortical bone thickness: a retrospective comparative study[J]. *Int J Implant Dent*, 2024, 10(1): 23. DOI: 10.1186/s40729-024-00542-1.
- [12] KIM M J, JUNG U W, KIM C S, et al. Maxillary sinus septa: prevalence, height, location, and morphology. A reformatted computed tomography scan analysis[J]. *J Periodontol*, 2006, 77(5): 903-908. DOI: 10.1902/jop.2006.050247.
- [13] SINGHRAO K, DUGAN C L, CALVIN C, et al. Evaluating the Hounsfield unit assignment and dose differences between CT-based standard and deep learning-based synthetic CT images for MRI-only radiation therapy of the head and neck[J]. *J Appl Clin Med Phys*, 2024, 25(1): e14239. DOI: 10.1002/acm2.14239.
- [14] TOPRAK M E, ATAÇ M S. Maxillary sinus septa and anatomical correlation with the dentition type of sinus region: a cone beam computed tomographic study[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2021, 59(4): 419-424. DOI: 10.1016/j.bjoms.2020.08.038.
- [15] ZHAO R, WANG Y, LIN H, et al. Efficacy of bone ring grafts for the reconstruction of alveolar ridge deficiencies: a systematic review. Part I : Clinical trials[J]. *Medicine*, 2024, 103(11): e37471. DOI: 10.1097/MD.00000000000037471.
- [16] AL-ZAHRANI M S, AL-AHMARI M M, AL-ZAHRANI A A, et al. Prevalence and morphological variations of maxillary sinus septa in different age groups: a CBCT analysis[J]. *Ann Saudi Med*, 2020, 40(3): 200-206. DOI: 10.5144/0256-4947.2020.200.
- [17] QIAN L, TIAN X M, ZENG L, et al. Analysis of the morphology of maxillary sinus septa on reconstructed cone-beam computed tomography images[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2016, 74(4): 729-737. DOI: 10.1016/j.joms.2015.11.019.
- [18] MIYAO I, OSATO S, NAKAJIMA Y, et al. Research trends on maxillary sinus septa in 2019-2021: a scoping review with scientometric analysis[J]. *Surg Radiol Anat*, 2024, 46(2): 167-179. DOI: 10.1007/s00276-023-03272-y.
- [19] MIRDAD A, ALAQEELY R, AJLAN S, et al. Incidence of maxillary sinus septa in the Saudi population[J]. *BMC Med Imaging*, 2023, 23(1): 23. DOI: 10.1186/s12880-023-00980-0.
- [20] WANG W, JIN L, GE H, et al. Analysis of the prevalence, location, and morphology of maxillary sinus septa in a northern Chinese population by cone beam computed tomography[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 1644734. DOI: 10.1155/2022/1644734.
- [21] 吴兴胜, 曾永发, 章福保, 等. 上颌窦气化及其相关解剖特征的锥形束CT分析[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2021, 14(3): 295-301. DOI: 10.19538/j.kq.2021.03.009.
- [22] ANBIAEE N, KHODABAKHSH R, BAGHERPOUR A. Relationship between anatomical variations of sinonasal area and maxillary sinus pneumatization[J]. *Iran J Otorhinolaryngol*, 2019, 31(105): 229-234.
- [23] LIM E L, NGEOW W C, LIM D. The implications of different lateral wall thicknesses on surgical access to the maxillary sinus[J]. *Braz Oral Res*, 2017, 31: e97. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0097.
- [24] WEN S C, CHAN H L, WANG H L. Classification and management of antral septa for maxillary sinus augmentation[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2013, 33(4): 509-517. DOI: 10.11607/prd.1609.