

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230464

• 短篇论著 •

锥形束 CT 在下颌下腺结石精确诊断中的应用价值

杨小凤, 孙小娟, 乔光伟*, 周忠伟, 兰会霞

宁夏医科大学总医院口腔医院口腔综合科, 银川 750000

[摘要] **目的** 比较 X 线片、超声、CT、锥形束 CT (CBCT) 对不同位置下颌下腺结石的检出率, 探讨三维可视化技术在下颌下腺结石诊疗中的辅助价值。**方法** 回顾性分析 2014 年 11 月至 2021 年 3 月宁夏医科大学总医院 113 例下颌下腺结石患者的 X 线片、超声、CT、CBCT 检查资料, 比较 4 种成像方法对不同位置结石的检出率及总检出率。利用 Mimics 19.0 软件和 CBCT 数据对结石进行 3D 重建, 从可视化角度观察结石的位置、大小、形态及数目。**结果** CBCT 和 CT 对下颌下腺结石的总检出率差异无统计学意义 [98.2% (111/113) vs 95.6% (108/113), $P>0.05$], 但均高于 X 线片 (65.5%, 74/113) 和超声 (73.5%, 83/113) 的总检出率。超声对导管前、中段结石的检出率最低 [分别为 63.6% (21/33)、72.2% (26/36)], 与 CBCT [分别为 97.0% (32/33)、100.0% (36/36)]、CT [分别为 93.9% (31/33)、97.2% (35/36)] 相比差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。X 线片对导管后段结石的检出率低于超声、CBCT、CT [40.9% (18/44) vs 81.8% (36/44)、97.7% (43/44)、95.5% (42/44), 均 $P<0.01$]。将 CBCT 数据导入 Mimics 19.0 软件后, 成功地对不同大小、形态及数目的下颌下腺结石进行了可视化重建, 重建图像清晰, 结石与下颌骨的解剖位置关系显示直观。**结论** CBCT 对下颌下腺结石的诊断具有良好的应用价值, 可替代传统 CT 进行涎石病诊断。对于双手双合诊未查及但超声提示的导管后段结石, 可直接行 CBCT 检查进行精确诊断; 对于导管前、中段结石, 可考虑 X 线片和 CBCT 检查。可视化技术有助于临床患者宣教及制定个体化治疗方案。

[关键词] 下颌下腺结石; 锥形束计算机断层扫描; 诊断; 数据可视化

[引用本文] 杨小凤, 孙小娟, 乔光伟, 等. 锥形束 CT 在下颌下腺结石精确诊断中的应用价值[J]. 海军军医大学学报, 2024, 45 (8): 1041-1045. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230464.

Application value of cone beam CT in accurate diagnosis of submandibular gland calculi

YANG Xiaofeng, SUN Xiaojuan, QIAO Guangwei*, ZHOU Zhongwei, LAN Huixia

Department of Oral Medicine, Hospital of Stomatology, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan 750000, Ningxia Hui Autonomous Region, China

[Abstract] **Objective** To compare the detection rates of X-ray, ultrasound, computed tomography (CT) and cone beam CT (CBCT) for submandibular gland calculi in different positions, and to explore the auxiliary value of 3-dimensional visualization technology in diagnosis and treatment of submandibular gland calculi. **Methods** The X-ray, ultrasound, CT and CBCT examination data of 113 patients with submandibular gland calculi at General Hospital of Ningxia Medical University from Nov. 2014 to Mar. 2021 were retrospectively analyzed. The detection rates and overall detection rates of the 4 imaging methods for calculi in different positions were compared. Mimics 19.0 software and CBCT data were used for 3D reconstruction imaging, visually displaying the location, size, morphology, and number of calculi from a visual perspective. **Results** There was no significant difference in the total detection rate of submandibular gland calculi between CBCT and CT (98.2% [111/113] vs 95.6% [108/113], $P>0.05$), but both were significantly higher than that of X-ray (65.5%, 74/113) and ultrasound (73.5%, 83/113). The detection rates of ultrasound for calculi in the anterior and middle ducts were the lowest (63.6% [21/33] and 72.2% [26/36], respectively), which were significantly different from those of CBCT (97.0% [32/33] and 100.0% [36/36], respectively) and CT (93.9% [31/33] and 97.2% [35/36], respectively) (all $P<0.05$). The detection rate of X-ray for calculi in the posterior duct was significantly lower than that of ultrasound, CBCT, and CT (40.9% [18/44] vs 81.8% [36/44], 97.7% [43/44], and 95.5% [42/44], all $P<0.01$). After CBCT data were imported into Mimics 19.0 software, submandibular gland calculi with different sizes, shapes, or numbers were successfully visualized and reconstructed. The reconstructed image was clear, and anatomical position relationship between the calculi and the mandible was visualized. **Conclusion** CBCT has good application value in the diagnosis of submandibular gland calculi and can replace traditional CT for the diagnosis

[收稿日期] 2023-08-15 [接受日期] 2024-01-18

[基金项目] 国家自然科学基金(81860203). Supported by National Natural Science Foundation of China (81860203).

[作者简介] 杨小凤, 硕士, 住院医师. E-mail: 1030261134@qq.com

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 0951-6746561, E-mail: 494343962@qq.com

of sialolithiasis. Clinically, CBCT examination can be directly performed for accurate diagnosis of calculi in the posterior duct which are not detected by double coincidence diagnosis but are indicated by ultrasound. For calculi in the anterior and middle ducts, X-ray and CBCT are preferred. Visualization technology helps clinical patient education and the development of personalized preoperative treatment plans.

[Key words] submandibular gland calculi; cone beam computed tomography; diagnosis; data visualization

[Citation] YANG X, SUN X, QIAO G, et al. Application value of cone beam CT in accurate diagnosis of submandibular gland calculi[J]. Acad J Naval Med Univ, 2024, 45(8): 1041-1045. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230464.

涎石病是唾液腺第二大常见病,属良性疾病,主要由腺体或导管内钙化性团块形成,据报道其发病率为1/30 000~1/10 000,其中85%以上发生在下颌下腺^[1]。涎石病多数临床症状为颌下区反复肿胀、进食时加重;伴发感染时,会出现局部剧烈疼痛、呼吸/吞咽困难等^[2],严重时危及生命。

影像学检查如X线片、超声、CT、锥形束CT(cone beam CT, CBCT)等是早期下颌下腺结石诊断的常规方法^[3],但各成像方法具有不同的特点。X线片最早用于结石诊断,具有检查费用低、辐射量小、对前段结石诊断准确性高等优点,但存在拍摄范围小、拍摄角度要求高及检查图像易出现结构放大、失真等不足。随后超声因其无创、无辐射、费用低、操作简便等优点逐渐成为唾液腺结石的首选诊断手段,但研究发现其对导管前端开口处的结石漏诊率较高,对肿胀明显的急性炎症期病变检出也较为困难^[2]。CT对结石的诊断灵敏度及特异度均较高^[4],但是因辐射量大、费用高等因素在临床应用受限。

CBCT因其对牙齿及颌骨的成像质量好,近年已成为颌面部硬组织病变,如颌面部骨折诊断,齿槽外科中埋伏牙、阻生牙定位,种植外科中种植体设计,以及牙体牙髓疾病诊断等的主要检查手段^[5-6]。CBCT具有分辨率高、扫描时间短、辐射量低等优点^[7-9],有研究显示其对唾液腺结石的检测具有较高的特异度和灵敏度^[10]。目前较少见直接比较X线片、超声、CT、CBCT这4种成像方法对不同位置结石检测效果的研究。本研究通过比较4种成像方法对下颌下腺结石的检出率,再结合各自成像特点,以检出率为前提为患者提供最佳的影像学诊断建议;同时尝试利用Mimics 19.0软件通过CBCT数据对结石进行3D可视化成像,探讨其在涎石病诊疗中的辅助价值。

1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾性选择2014年11月至2021年

3月就诊于宁夏医科大学总医院的疑诊下颌下腺结石患者269例,分析其中符合纳入条件的113例患者的影像学资料。纳入标准:(1)经手术验证为下颌下腺结石且影像学资料完整的患者;(2)有双侧下颌区域X线片、超声、CT和CBCT检查资料的患者;(3)术前已签署知情同意书。本研究通过宁夏医科大学总医院医学伦理委员会审批。

1.2 仪器与方法 (1)采用CBCT机(型号NewTom VGi,意大利CEFLA集团)对患者双侧下颌区域进行CBCT扫描。扫描参数:管电压110 kV,管电流3.34 mA,扫描层厚0.3 mm,扫描时间18 s,曝光时间3.6 s。患者取端坐位,眶耳平面与地面平行,固定头部。水平光束定位线位于下唇下1 cm处,矢状光束定位线与患者面中线重合,冠状光束定位线位于患者外眦处。嘱患者在扫描时保持静止,暂停吞咽动作,完成360°扫描,生成DICOM文件录入光盘。将CBCT源数据转化成DICOM格式文件,导入Mimics 19.0软件,运用阈值分割、区域增长等技术分割、重建获得下颌骨、下颌下腺结石三维图像,记录结石的相对位置、大小、形态及数量。所有图像数据处理过程均由同一数字化外科医师独立完成,以保证三维重建模型的准确性。

(2)采用Siemens Somatom Definition螺旋CT机(德国SIEMENS公司)进行CT扫描。扫描参数:管电压120 kV,管电流80 mAs,螺距1.0 mm,层厚8 mm。患者取仰卧位,平静呼吸,听眦线垂直于床面,扫描范围为颅底至下颌骨(包括鼻咽和口咽)。嘱患者在扫描时保持静止,暂停吞咽动作。

(3)采用口内X光机(芬兰Instrumentarium公司)进行中下颌横断咬合位及下颌下腺侧位、后前斜位X线片检查。检查参数:电压70 kV,电流7 mA,曝光时间1.25 s。

(4)采用美国GE公司logic7彩色多普勒超声诊断仪及荷兰飞利浦公司HD15彩色多普勒超声仪进

行超声检查,探头频率分别为5.0 MHz和7.0 MHz。

(5) 结石部位划分方法: 从中线到两侧尖牙处的结石为导管前段结石, 从第一前磨牙至第二磨牙处的结石为导管中段结石, 第三磨牙及之后的结石为导管后段结石; 多发结石以最后1枚结石位置为准^[11]。在获取患者的影像学数据后, 由3位高年资主治及以上职称医师独立审查图像, 并结合手术记录和病理检查结果对结石的位置和数量进行分类。

1.3 统计学处理 采用SPSS 26.0软件进行数据分析。计数资料以例数和百分数表示, 采用 χ^2 检验进行统计学分析, 两两比较采用Fisher确切概率法。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 结石位置分布和各成像方法检出率分析 确诊

下颌下腺结石患者共113例, 其中男64例、女49例, 发病年龄为7~81岁, 结石位于导管前段33例、中段36例、后段44例。113例下颌下腺结石X线片检出74例(65.5%), 超声检出83例(73.5%), CT检出108例(95.6%), CBCT检出111例(98.2%), CBCT、CT的总检出率均高于X线片和超声(均 $P<0.01$), 而X线片与超声比较、CBCT与CT比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。超声对导管前、中段结石的检出率低于其他3种成像方法, 与CT、CBCT相比差异均有统计学意义(导管前段结石 $P=0.010$ 、 0.003 , 导管中段结石 $P=0.024$ 、 0.007); X线片、CT、CBCT对导管前、中段结石的检出率差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。4种成像方法中, X线片对导管后段结石的检出率最低, 与超声、CBCT、CT比较差异均有统计学意义(均 $P<0.01$)。见表1。

表1 下颌下腺结石位置分布和4种成像方法的检出率比较

结石位置	N	n (%)			
		X线片	超声	CT	CBCT
所有位置	113	74 (65.5)	83 (73.5)	108 (95.6)** $\Delta\Delta$	111 (98.2)** $\Delta\Delta$
导管前段	33	28 (84.8)	21 (63.6)	31 (93.9) Δ	32 (97.0) $\Delta\Delta$
导管中段	36	28 (77.8)	26 (72.2)	35 (97.2) Δ	36 (100.0) $\Delta\Delta$
导管后段	44	18 (40.9)	36 (81.8)**	42 (95.5)**	43 (97.7)**

** $P<0.01$ 与X线片比较; $\Delta P<0.05$, $\Delta\Delta P<0.01$ 与超声比较. CT: 计算机断层扫描; CBCT: 锥形束CT.

2.2 各成像方法的结石漏检率分析 113例下颌下腺结石患者中, X线片、超声、CT、CBCT检查分别有39、30、5、2例未检出结石。X线片未检出的39例结石中导管后段结石占66.7%(26/39), 漏检率高于前段结石(12.8%, 5/39)和中段结石(20.5%, 8/39), 提示X线片更适合导管前、中段结石的检测。超声未检出的30例结石中, 导管前段结石漏检率(40.0%, 12/30)高于中段结石(33.3%, 10/30)和后段结石(26.7%, 8/30)。CT未检出的5例结石中, 有1例导管前段结石在X线片、超声及CBCT检查中均未显影, 但患者在住院治疗期间自行排出泥沙样结石。

2.3 结石的CBCT可视化分析 通过Mimics 19.0软件对所有患者不同大小、形态及数目的下颌下腺结石及下颌骨成功进行了可视化重建, 结果如图1、2所示, 重建图像清晰, 结石与下颌骨的解剖位置关系显示直观。通过软件计算结石体积最小为6.94 mm³, 最大为644.23 mm³。

3 讨论

对于进食引起颌下区肿痛的疑似结石患者, 诊断方法包括基本病史询问、临床体格检查和影像学检查等。虽然部分病例临床体征明显, 诊断相对容易, 通过双合诊即可明确诊断, 但在手术治疗前进行影像学辅助检查仍有必要, 各方法各有利弊, 本研究比较了常用于下颌下腺结石诊断的4种影像学方法。

本研究中, X线片对导管前、中段结石的检出率(84.8%、77.8%)高于对后段结石的检出率(40.9%), 与既往研究结果^[12]相近, 而对导管后段结石的检出率(40.9%)低于超声(81.8%)、CT(95.5%)及CBCT(97.7%)。结合X线片应用成熟、检查费用低、辐射量小等特点, X线片可以考虑用于导管前、中段下颌下腺结石的检查。

本研究中, 超声对下颌下腺结石的总检出率为73.5%, 低于CT和CBCT的总检出率(95.6%、98.2%); 分析超声对不同位置结石的检出率, 发

现其对导管前段结石的检出率(63.6%)低于对中、后段结石的检出率(72.2%、81.8%);同时对比其与X线片、CT、CBCT对导管前段结石的检出率(84.8%、93.9%、97.0%)发现,超声对前段结石的检出率最低。超声因操作简便、无创、费用低等优点成为唾液腺结石的首选检查方法,尤其适用于孕妇和婴幼儿^[13]。文献报道,超声对下颌下腺结石的诊断特异度和灵敏度均较高,对直径2 mm以上的结石检出率达90%以上,比X线片

更具有优势^[8,14]。但也有文献提示,超声对唾液腺结石的灵敏度和特异度存在较大波动(灵敏度为59.1%~93.7%,特异度为86.7%~100.0%)^[15],且存在对导管前端开口处结石漏诊率较高、对肿胀明显的急性炎症期病变检出困难等问题^[2]。同时超声目前应用于临床的另一个局限是其图像为二维呈现,诊断结果不够直观,临床医师很难通过超声报告、超声图像明确结石的具体位置,对术中结石定位、取出帮助有限。

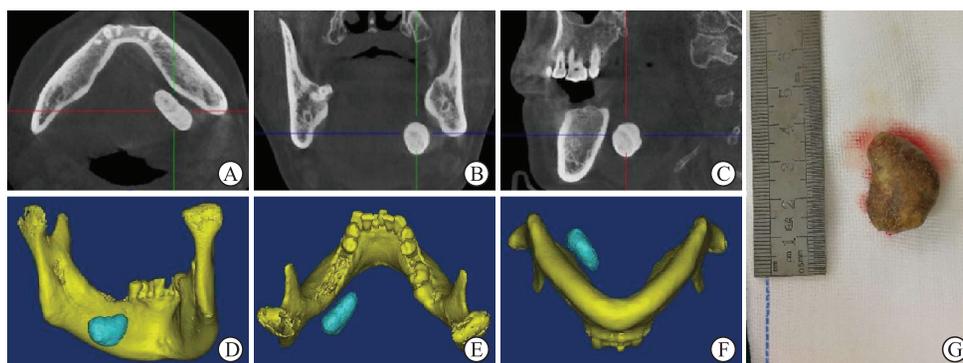


图1 左侧下颌下腺单发结石患者资料

男,44岁,结石体积为644.23 mm³。A~C:CBCT水平面、冠状面、矢状面图像;D~F:3D重建图;G:术中取出的结石标本。CBCT:锥形束计算机断层扫描。

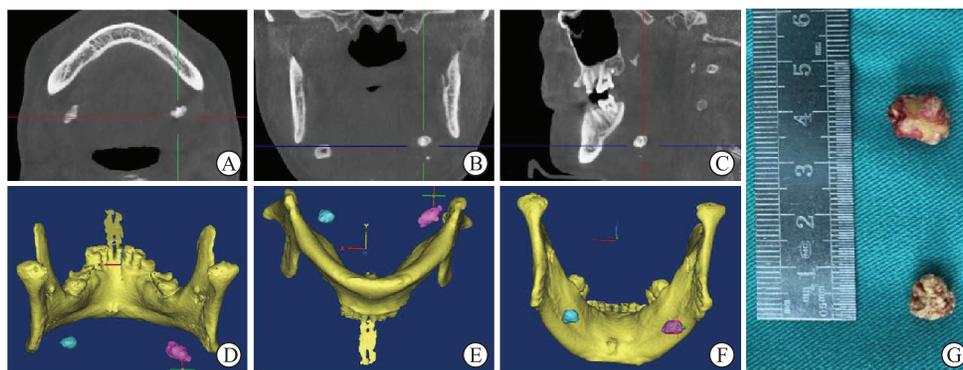


图2 双侧下颌下腺多发结石患者资料

男,52岁,结石体积为124.61 mm³(左)、177.14 mm³(右)。A~C:CBCT水平面、冠状面、矢状面图像;D~F:3D重建图;G:术中取出的结石标本。CBCT:锥形束计算机断层扫描。

传统CT对下颌下腺结石诊断的灵敏度和特异度均较高^[4],对于X线片和超声不能确诊的结石可以通过CT明确诊断^[16]。本研究中,CT对下颌下腺结石的总检出率(95.6%)及对导管前、中、后段不同位置结石的检出率(93.9%、97.2%、95.5%)均高于X线片和超声的检出率。CT应用受限的主要原因是其辐射量大、费用高、图像伪影重、诊断微小结石时扫描层厚要求高(层厚0.1 mm)等^[17]。

CBCT的出现弥补了上述几种成像方法的不足,

CBCT对各部位结石的检出率均较高且稳定。本研究中,CBCT对下颌下腺结石的总检出率及对导管前、中、后段不同位置结石的检出率均高于其他3种成像方法。本研究将CBCT源数据导入Mimics 19.0软件可视化重建下颌骨及下颌下腺结石,能够直观立体地呈现结石的大小、位置及其与下颌骨的解剖位置关系;并且通过软件计算结石体积,实现了精确定量诊断。这种术前精确诊断可以帮助临床医师通过三维可视化图像更好地向患者介绍病情及治疗方案,增加患者对自身疾病的认知和对手术方

案的了解,减少不必要的恐慌。此外,术前充分的认知有利于加快手术进程、减少术中取石不净等并发症的发生。文献报道CBCT还具有图像放大率低、辐射剂量极低等优点^[18-19]。

CBCT的主要局限在于对软组织成像不佳,无法显示腺体实质病变、扩张的导管及其他原因造成的导管狭窄梗阻。有学者曾报道了1例下颌下区血管内结石,临床上误诊为下颌下腺导管结石,患者因颌下肿痛不适就诊,接诊医师拍摄CBCT后进行3D成像提示结石,但因CBCT对软组织辨别效果不佳,无法分辨结石的具体位置是血管内还是下颌下腺导管内,术中导管切开未见结石样异物^[20],所以临床单行CBCT检查也存在弊端,特殊情况时需要进行超声、涎腺内镜等辅助检查。

综合检查费用、辐射剂量、精确度、三维可视化、对不同位置结石的检出率等多方面因素,对双手双合诊初步明确的前、中段下颌下腺结石可优先考虑使用X线片检查,超声检查更适合于婴幼儿和孕妇,CBCT可作为诊断下颌下腺结石的首选影像学方法。特殊情况时临床上应将CBCT和超声等结合使用,以提高诊断效率、减少误诊和漏诊。

[参考文献]

- [1] SIGISMUND P E, ZENK J, KOCH M, et al. Nearly 3,000 salivary stones: some clinical and epidemiologic aspects[J]. *Laryngoscope*, 2015, 125(8): 1879-1882. DOI: 10.1002/lary.25377.
- [2] RZYMSKA-GRALA I, STOPA Z, GRALA B, et al. Salivary gland calculi—contemporary methods of imaging[J]. *Pol J Radiol*, 2010, 75(3): 25-37.
- [3] ZENGEL P, SCHRÖTZLMAIR F, REICHEL C, et al. Sonography: the leading diagnostic tool for diseases of the salivary glands[J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 2013, 34(3): 196-203. DOI: 10.1053/j.sult.2012.11.012.
- [4] THOMAS W W, DOUGLAS J E, RASSEKH C H. Accuracy of ultrasonography and computed tomography in the evaluation of patients undergoing sialendoscopy for sialolithiasis[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 156(5): 834-839. DOI: 10.1177/0194599817696308.
- [5] SCARFE W C, FARMAN A G, SUKOVIC P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice[J]. *J Can Dent Assoc*, 2006, 72(1): 75-80.
- [6] 杨志诚,沈军.锥形束CT在口腔颌面外科中的应用[J]. *医学理论与实践*, 2012, 25(5): 533-534. DOI: 10.19381/j.issn.1001-7585.2012.05.019.
- [7] 赵敏,刘超,张东升.锥形束CT在上颌埋伏尖牙诊治中的价值[J]. *山东医药*, 2012, 52(19): 83-85. DOI: 10.3969/j.issn.1002-266X.2012.19.038.
- [8] MARKIEWICZ M R, BELL R B. Modern concepts in computer-assisted craniomaxillofacial reconstruction[J]. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2011, 19(4): 295-301. DOI: 10.1097/MOO.0b013e328348a924.
- [9] CARTER J B, STONE J D, CLARK R S, et al. Applications of cone-beam computed tomography in oral and maxillofacial surgery: an overview of published indications and clinical usage in United States academic centers and oral and maxillofacial surgery practices[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2016, 74(4): 668-679. DOI: 10.1016/j.joms.2015.10.018.
- [10] DREISEIDLER T, RITTER L, ROTHAMEL D, et al. Salivary calculus diagnosis with 3-dimensional cone-beam computed tomography[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010, 110(1): 94-100. DOI: 10.1016/j.tripleo.2010.03.013.
- [11] 廖维档. CBCT在涎腺阻塞性疾病诊断中的比较研究[D]. 上海:上海交通大学,2016.
- [12] 邵渊,张少强,白艳霞,等.颌下腺导管结石诊断和治疗方法的选择[J]. *山西医科大学学报*, 2016, 47(9): 863-866. DOI: 10.13753/j.issn.1007-6611.2016.09.020.
- [13] GONCALVES M, MANTSOPOULOS K, SCHAPHER M L, et al. Interrater reliability of ultrasound in the diagnosis of sialolithiasis[J]. *Ultraschall Med*, 2019, 40(4): 481-487. DOI: 10.1055/a-0837-0712.
- [14] PATEL N J, HASHEMI S, JOSHI A S. Sonopalpation: a novel application of ultrasound for detection of submandibular calculi[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 151(5): 770-775. DOI: 10.1177/0194599814545736.
- [15] SCHWARZ D, KABBASCH C, SCHEER M, et al. Comparative analysis of sialendoscopy, sonography, and CBCT in the detection of sialolithiasis[J]. *Laryngoscope*, 2015, 125(5): 1098-1101. DOI: 10.1002/lary.24966.
- [16] MADANI G, BEALE T. Inflammatory conditions of the salivary glands[J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 2006, 27(6): 440-451. DOI: 10.1053/j.sult.2006.09.005.
- [17] 杜世文,俞创奇.锥形束CT在唾液腺疾病诊断中的应用[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2016, 9(12): 761-764. DOI: 10.7504/kq.2016.12.013.
- [18] KUMAR M, SHANAVAS M, SIDAPPA A, et al. Cone beam computed tomography—know its secrets[J]. *J Int Oral Health*, 2015, 7(2): 64-68.
- [19] LOUBELE M, BOGAERTS R, VAN DIJCK E, et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications[J]. *Eur J Radiol*, 2009, 71(3): 461-468. DOI: 10.1016/j.ejrad.2008.06.002.
- [20] GOOI Z, MYDLARZ W K, TUNKEL D E, et al. Submandibular venous malformation phleboliths mimicking sialolithiasis in children[J]. *Laryngoscope*, 2014, 124(12): 2826-2828. DOI: 10.1002/lary.24758.