

基于锥形束CT的上颌骨窦管解剖形态特征研究进展

陈旭志^{1,2}, 吕敏^{2*}

¹湖北医药学院口腔医学院, 湖北 十堰

²荆门市中心医院(荆楚理工学院附属荆门市中心医院)口腔科, 湖北 荆门

收稿日期: 2026年5月25日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月29日

摘要

上颌骨窦管(*canalis sinuosus*, CS)是上颌骨内包含上牙槽前神经血管束的重要骨性通道, 其损伤易引发疼痛、出血等严重手术并发症, 且在传统影像中易被误判。本研究基于锥形束CT影像学手段, 系统阐述CS的解剖形态、流行病学及影像学特征。结果显示, CS分为0~III型, II型最为常见; 人群检出率为36.5%~88%, 存在种族、地域差异, 男性检出率均高于女性, 多呈双侧分布, 弯曲走行; 明确CS的形态学参数与临床风险关联, 为口腔种植术等术前评估、术中操作及并发症防治提供理论依据。未来需开展标准化研究验证种族差异, 完善副管分型, 并优化影像学检测技术以提升临床应用价值。

关键词

上颌骨窦管, 上牙槽前神经, 锥形束CT

Research Progress on Anatomical and Morphological Characteristics of Canalis Sinuosus Based on Cone-Beam Computed Tomography

Xuzhi Chen^{1,2}, Min Lyu^{2*}

¹School of Stomatology, Hubei University of Medicine, Shiyan Hubei

²Department of Stomatology, Jingmen Central Hospital (Jingmen Central Hospital Affiliated to Jingchu University of Technology), Jingmen Hubei

Received: May 25, 2026; accepted: June 18, 2026; published: June 29, 2026

*通讯作者。

文章引用: 陈旭志, 吕敏. 基于锥形束CT的上颌骨窦管解剖形态特征研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(6): 2303-2310. DOI: 10.12677/acm.2026.1662452

Abstract

The canalis sinuosus (CS) is an important osseous canal located in the maxilla that contains the anterior superior alveolar neurovascular bundle. Injury to the CS is likely to induce severe surgical complications including pain and bleeding, and it is easily misidentified via conventional imaging modalities. Based on cone-beam computed tomography imaging techniques, this study systematically illustrates the anatomical morphology, epidemiological features and imaging manifestations of the CS. The results indicate that the CS can be categorized into Type 0 to Type III, with Type II being the most common type. The population detection rate of the CS ranges from 36.5% to 88%, presenting ethnic and regional discrepancies. Males show a higher detection rate than females, and the CS is mostly distributed bilaterally with a curved running direction. Clarifying the correlation between morphological parameters of the CS and clinical risks provides a theoretical basis for preoperative assessment, intraoperative manipulation and complication prevention and treatment in oral implant surgery and other related operations. In the future, standardized studies are required to verify ethnic differences, improve the classification of accessory canals, and optimize imaging detection technologies, so as to boost its clinical application value.

Keywords

Canalis Sinuosus, Anterior Superior Alveolar Nerve, Cone-Beam Computed Tomography

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

上颌骨窦管(canalis sinuosus, CS)是一种起自眶下管,沿鼻腔边缘延伸到上颌骨前部的骨性通道,包含来自三叉神经的上牙槽前神经血管束[1]。有报道称[2]上颌骨前部复杂的解剖结构带来的手术风险日益凸显,其中上颌骨窦管(canalis sinuosus, CS)的损伤问题尤为值得关注。上颌骨前部手术中窦管损伤可能引发一系列严重并发症。首先,窦管损伤会导致周围组织出现顽固性疼痛和感觉异常[3]。种植手术或根尖手术中窦管损伤导致持续性疼痛[4],疼痛可能放射至鼻部、上颌前牙区及腭部,且常规镇痛药效果有限[5][6]。部分患者还可能出现面部感觉障碍如灼痛、麻木。另外,由于窦管内包含前上牙槽动脉分支,损伤后可导致明显出血[7]。有研究指出CS直径 $> 1\text{ mm}$ 时,出血风险更高[2];也有文献提到直径 $< 1\text{ mm}$ 的窦管损伤引发大量出血[8]。Beyzade Z [6]等人曾报道一例患者因窦管内血管损伤导致腭黏膜坏死。经过仔细检查和评估,研究者排除了腭大动脉及切牙管损伤的可能性,并推测是窦管中血管平滑肌收缩引起的缺血。此外,窦管内神经血管损伤导致的局部血供不足或炎症反应,会造成种植体骨结合失败[9]-[11]。

除手术操作相关风险外,窦管在影像学诊断中也存在易被误判的问题[2][6][12]。在传统二维影像中由于影像重叠、投射方向与角度等因素,临床医生可能将其误认为上颌前牙根尖周病变或牙根吸收而导致错误的临床治疗[13][14]。

鉴于窦管损伤可能引发的诸多不良后果及影像学诊断的特殊性,深入探究窦管的解剖结构、组织学特征、流行病学规律及精准影像学评估方法,对于临床医生制定科学的手术方案、降低手术风险、提高治疗成功率具有至关重要的意义[15][16]。因此,本研究围绕上颌骨窦管展开系统的锥形束CT(cone-beam

computed tomography, CBCT)影像学回顾性分析,旨在为口腔颌面外科手术的术前评估、术中操作及术后并发症防治提供更全面的理论依据与实践指导。

2. 窦管的解剖学与组织学研究

2.1. 解剖学特点

上颌骨窦管(canal sinus, CS)最早在 1898 年由 Macalister 提出将其描述为“鼻旁中隔嵴”,指出该嵴向后消失于一个略凸的隆起上,该隆起从鼻腔外侧壁向下向内延伸至切牙孔前方,且此隆起内部中空,容纳上牙槽前神经及其伴行血管,并在 1939 年由 Jones [17]详细报道, Jones 首次将上牙槽前神经的骨性管道命名为“canalis sinuosus”,强调其双弯曲形态。提出该管道直径约 2 mm,全长约 55 mm。是上颌骨内一条连续且独立的骨性通道。

上颌骨窦管(canal sinus, CS)是位于上颌骨一骨性通道,起源于眶缘以下的眶下神经管(infraorbital canal, IOC),在眶下孔后发出上牙槽前神经(anterior superior alveolar nerve, ASAN)和上牙槽前动脉(anterior superior alveolar arteries, ASAA)的分支[18],向下至眶底,向上颌窦前壁内侧弯曲,沿前外侧方向延伸到鼻腔前壁,位于上颌窦粘膜上。窦管终末能分出多个细小的副管(accessory canals, ACS),其末端常开口于上颌前牙区或鼻中隔底部[4][19]。上颌骨窦管内含有血管神经束,上牙槽前神经(anterior superior alveolar nerve, ASAN)及其伴行的动静脉经其走行,支配和营养上颌切牙、上颌尖牙及其邻近软组织[10]。

目前关于 CS 的解剖学分型研究仍处于早期阶段, Khojastepour [20]等人的研究中基于其在牙槽嵴的延伸范围和空间分布,首次系统提出窦管的解剖学分型:

0 型: 窦管未延伸至牙槽嵴顶,仅终止于根尖区。

I 型: 窦管延伸至牙槽嵴顶的唇侧 1/4 区域(垂直方向)或根尖 1/4 区域(水平方向)。

II 型: 窦管延伸至牙槽嵴顶的第三象限(垂直方向:根尖至切端的 3/4 处;水平方向:唇侧至腭侧的 3/4 处),远离皮质骨,是最常见的类型。

III 型: 窦管延伸至牙槽嵴顶的腭侧 1/4 区域(垂直方向)或切端 1/4 区域(水平方向)。

2024 年 Beckenstrater MA [2]等人的一项研究基于南非人群验证了该分型的普适性,发现 II 型在垂直和水平方向的发生率均最高(分别为 61.7%和 59.2%)。窦管常伴随副管,其终止位置可分为腭前部(57.2%)、鼻底或上前牙区。但副管的形态学特征尚未形成独立分型系统。

2.2. 组织学特点

2.2.1. 管壁结构

Tanaka R [21]等人通过 micro-CT 和组织学切片证实,窦管的管壁由骨组织构成,其外层为骨密质,内层为骨松质,形成容纳神经血管束的骨性管道。组织学观察显示,骨管内壁衬有薄层结缔组织,含成纤维细胞和胶原纤维,与周围骨组织直接相连。在骨管的某些区域,可见血管和神经分支穿过骨松质。

2.2.2. 神经血管束的组织学特征

窦管内主要包含上牙槽前神经及其伴行的动静脉血管束。神经纤维由有髓鞘 A δ 纤维和无髓鞘的 C 纤维组成,前者传导快速痛觉,后者传导慢痛和温度觉。Tanaka R [21]进一步指出窦管内神经血管束由内皮细胞、平滑肌和结缔组织构成,其管径在起始段(平均 2.58 mm)和末端存在显著差异。血管结构包括小动脉、小静脉和毛细血管,其中毛细血管内皮细胞呈连续型,基膜完整,具有物质交换功能。

2.2.3. 周围结缔组织

神经血管束周围包裹疏松结缔组织,内含脂肪细胞、淋巴管和神经末梢[22]。这些结缔组织与骨管内

壁的结缔组织相连, 形成支持和保护神经血管的结构。

2.2.4. 副管(Accessory Canals)的组织学特征

von Arx T [23]等人提出超半数(56.7%)副管与同侧 CS 相通, 推测为 CS 神经血管的末端分支, 其管壁结构与主窦管相似, 但管径较小(平均 0.5~1.0 mm)。副管内同样包含神经血管分支, 多分布于侧切牙和中切牙的腭侧[24]。组织学分析显示, 副管的神经纤维密度较低, 但血管分支更为复杂, 可能与局部血供调节有关。窦管与上颌窦黏膜、鼻底黏膜及腭部黏膜存在密切的神经支配关系[25]。ASAN 分支不仅分布于上颌前牙牙髓和牙周膜, 还延伸至鼻腔和腭部黏膜, 形成广泛的神经丛。组织学切片显示, 窦管末端的神经纤维与黏膜上皮下的神经末梢直接连接, 参与痛觉和触觉传导。

3. 窦管的流行病学研究现状与进展

通过 Pubmed 和 Web of Science 检索发现, 关于 CS 这一结构的相关文献报道较少, 国内文献更为少见。在 2012 年之前窦管的存在被认为是一种罕见的解剖变异[26]。随着 CBCT 的广泛应用, 近期的影像学研究发现窦管在人群中检出比例较高[27]。现有上颌骨窦管的相关研究通过尸体解剖和 CBCT 影像学手段进行[7], 对其周围解剖结构的关系、检出率、直径以及走行等进行了详细研究。

3.1. 窦管的检出率

窦管由 Jones 于 1939 年首次提出并命名, 1984 年相关学者对 19 具尸体的头颅解剖提出上牙槽前神经与血管的起始, 走行和分支有较大变异[28]。Lopes [29]等人提出上颌骨窦管是上牙槽前神经和血管所在的骨性通道, 发生率为 52.1%~88.0%。Malicki [24]等研究发现, CS 在人群中的发生率多在 36.5%~100%, 是一种常见的生理结构而非解剖变异。CS 的终末位置以上颌前牙区腭侧最为常见, 特别是上颌中切牙腭侧, 其末端开口直径多在 0.4~1.2 mm。

窦管的检出率、解剖学及影像学特征, 不同地区不同人群的报道数据有明显差异。Tian S [5]等人对中国 1007 人锥形束计算机断层分析窦管研究中得出 CS 管检出率为 36.9%。la Encina AC [9]等人对西班牙人群 212 例研究结果显示上颌骨窦管在 CBCT 影像学检查中检出率为 50%, 与 Salari A [30]报道的伊朗人群 200 例 CBCT 影像检出率(50%)一致, 男性 53.77%、女性 46.23%, 男性发生率显著更高。双侧占 58.5%; 巴西学者 Aoki R [31]的一项人群研究则显示上颌骨窦管检出率为 66.5%, 同样观察到男性中 CS 发生率显著更高; 双侧发生率(54.14%)多于单侧发生率(45.86%), 这一结果与 Devathambi [32]研究结果(男性 > 女性, 双侧 > 单侧)一致。Yeap [18]等人对澳大利亚人群研究报告中提出上颌骨窦管检出率高达 98.5%。不同性别或不同年龄组之间, CS 的平均直径无统计学显著差异。检出率的不同可能与种族差异或地理环境有关, 也可能与不同的 CBCT 测量仪器、设置的层厚不同有关。

3.2. 直径与位置分布

la Encina AC [9]等人在西班牙人群中研究结果显示 CS 的位置多位于中切牙(右侧 41.2%、左侧 47.4%), 其次为侧切牙(右侧 29.4%、左侧 25.6%)、尖牙(右侧 16.5%、左侧 15.4%)。直径均值 0.9 ± 0.4 mm。Yeap [18]等对澳大利亚人群研究报告中提出 CS 在上前牙区呈弯曲走向, 最终终止于牙槽突, CS 相对于相邻牙齿的终止位置主要在中切牙处。CS 的平均最宽直径为 1.08 ± 0.39 mm, 最窄直径为 0.71 ± 0.26 mm, 不同性别或不同年龄组之间, CS 的平均直径无统计学显著差异。另一项研究[31]巴西人群中 CS 开口位置在中切牙区最常见(44.39%), 其次为侧切牙区(21.95%)和尖牙区(14.15%); CS 直径 ≤ 1 mm 占比 96.6%。此外, Schnutenhaus S [33]在一项新的研究中提出德国南部人群中所有年龄组 CS 平均直径为 0.9 mm, 男性组最大直径大于女性组。其解剖位置以 22 牙腭侧中部最为常见, 其次是 12 牙腭侧中部及 22~23 牙邻

面; 男性组多位于 22 牙, 女性组多在 12 牙腭侧中部。Tomrukçu [34] 也曾报道 ACs 最常见于侧切牙, 与国内学者宁伟民等研究结论一致[3]; 并提出窦管走形以弯曲形为主(弯曲形 > 垂直形 > Y 形), 但各形态占比不同, 差异可能因样本量、族群不同造成, 也有可能和解剖观察角度、分类标准细微差异有关。

4. 窦管的影像学研究

上颌骨窦管作为上颌骨前部的生理解剖结构且走行隐蔽复杂, 对于口腔外科手术和种植手术具有重要的临床意义[5][26][35]。研究 CS 可用颅骨解剖和影像学方法, 但通常采用的是影像学的方法。传统的 X 片可用于初步的观测[36], 该技术为二维图像, 由于影像重叠、投射方向与角度等因素使得图像无法全面、真实的反映牙体组织及其周围区域内组织的三维立体情况, 显示结果绝非完全可靠, 且其分辨率相对较低, 对于细微结构的观测不如 CBCT [14]。口腔曲面断层片(全景片)摄影的优势包括相对较低的辐射剂量、便捷性, 在种植手术的初期检查时作用显著[34]。然而, 颊舌侧骨嵴形态、皮质骨的影像难以呈现; CBCT 是目前最常用的观测上颌骨窦管的影像学方法[30]。CBCT 作为一种新型的检查手段, 有三维成像、高分辨率、辐射剂量较小在牙科的优势, 使这些解剖结构的诊断变得更容易[37][38]。CBCT 还显著减少了图像的重叠, 可以进行线性和角度的测量以及图像的多平面重建, 更加精准的对骨组织、牙齿及牙周组织结构进行定位, 提高疾病的检出率和诊断率[35], 为临床诊疗提供了可靠的依据[39][40]。

此外, 分析层厚选择对发现 CS 存在及检出至关重要, 研究显示, 当直径从 1.0 mm 调整至 0.5 mm, CS 检出率从 26.5% 增加到 52.1% [41]。层厚越薄, 检出率越高, 辽宁[42]采用 0.1 mm 层厚 CS 检出率为 50.1%; 山西[43]采用 0.3 mm 层厚 CS 检出率为 46.7%; 广州采用 1.0 mm 较厚层厚, 检出率仅为 36.9%, 薄层层厚对细微骨管结构的显示更清晰, 会直接提高检出率。需在统一扫描层厚 ≤ 0.5 mm、使用多平面重建(MPR), 以及固定位点起始点(眶下管发出 CS 分支处)、中段点(CS 弯曲最明显处)、末端点(副管开口位置)下开展研究, 才能科学判断中国南北方 CS 发生率的真实差异。

5. 讨论

综上所述, CS 是上颌骨内重要的神经血管通道, 对其深入研究对口腔外科手术意义重大。从解剖学与组织学来看, CS 起源于眶下神经管, 包含血管神经束, 其管壁由骨密质和骨松质构成, 内容物有特定的神经纤维和血管结构。在流行病学研究方面, 过去 CS 被认为是罕见解剖变异, 随着 CBCT 的广泛应用, CS 在人群中检出比例较高, 但不同地区不同人群的 CS 检出率、直径和位置分布存在差异, 可能与样本量大小、不同种族有关, 也有可能与观察层面、分类标准细微差异有关。窦管损伤会引发疼痛、感觉异常、出血、种植体骨结合失败等严重并发症, 在影像学诊断中还易被误判。因此, 深入探究窦管各方面特征, 对临床医生制定手术方案、降低手术风险、提高治疗成功率至关重要。

目前对 CS 已有一定研究, 但亚洲人群相关研究数据较少。需验证种族差异对 CS 检出率、直径走形的影响。现有解剖学分型仍处于早期阶段, II 型、III 型 CS 延伸至牙槽嵴顶中后段, 损伤概率较高, 因此, 在上前牙种植术中应避免 CS 走行区域 ≥ 2 mm, 术中采用低速备孔、轻柔操作, 避免直接钻穿骨管; 既往研究副管的形态学特征尚未形成独立分型系统, 未来可深入研究副管的解剖结构和分型, 明确其不同个体中的分布规律。此外, 分析层厚选择对发现 CS 存在及检出至关重要, 薄层层厚对细微骨管结构的显示更清晰, 会直接提高检出率。通过对以上方面的深入研究, 提供相关影像学数据参考, 有助于实施个性化手术, 提高治疗成功率、减少并发症的发生、减轻患者痛苦。

基金项目

荆门市科学技术研究与开发计划项目(名称: 牙槽上颌窦动脉骨管 CBCT 影像学回顾性研究, 编号: 2025YFYB090)。

参考文献

- [1] de Oliveira-Neto, O.B., Barbosa, F.T., de Lima, F.J.C. and de Sousa-Rodrigues, C.F. (2023) Prevalence of Canalis Sinuosus and Accessory Canals of Canalis Sinuosus on Cone Beam Computed Tomography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **52**, 118-131. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2022.06.011>
- [2] Beckenstrater, M.A., Gamielien, M.Y., Smit, C. and Buchanan, G.D. (2024) A Cone-Beam Computed Tomography Study of Canalis Sinuosus and Its Accessory Canals in a South African Population. *Oral Radiology*, **40**, 367-374. <https://doi.org/10.1007/s11282-024-00738-6>
- [3] 宁伟民, 王峰. 基于锥形束 CT 的影像学分析上颌前牙根尖区作为自体骨供区的可行性研究[J]. 口腔医学研究, 2025, 41(3): 212-219.
- [4] Rosano, G., Testori, T., Clauser, T. and Del Fabbro, M. (2021) Management of a Neurological Lesion Involving Canalis Sinuosus: A Case Report. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **23**, 149-155. <https://doi.org/10.1111/cid.12977>
- [5] Shan, T., Qu, Y., Huang, X. and Gu, L. (2021) Cone Beam Computed Tomography Analysis of Accessory Canals of the Canalis Sinuosus: A Prevalent but Often Overlooked Anatomical Variation in the Anterior Maxilla. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **126**, 560-568. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.05.028>
- [6] Beyzade, Z., Yılmaz, H., Ünsal, G. and Çaygür-Yoran, A. (2022) Prevalence, Radiographic Features and Clinical Relevancy of Accessory Canals of the Canalis Sinuosus in Cypriot Population: A Retrospective Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Study. *Medicina*, **58**, Article 930. <https://doi.org/10.3390/medicina58070930>
- [7] Ferlin, R., Pagin, B.S.C. and Yaedú, R.Y.F. (2019) Canalis Sinuosus: A Systematic Review of the Literature. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, **127**, 545-551. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2018.12.017>
- [8] Vasiljevic, M., Milanovic, P., Jovicic, N., Vasovic, M., Milovanovic, D., Vojinovic, R., et al. (2021) Morphological and Morphometric Characteristics of Anterior Maxilla Accessory Canals and Relationship with Nasopalatine Canal Type—A CBCT Study. *Diagnostics*, **11**, Article 1510. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11081510>
- [9] la Encina, A.C., Martínez-Rodríguez, N., Ortega-Aranegui, R., Cortes-Bretón Brinkmann, J., Martínez-González, J.M. and Barona-Dorado, C. (2022) Anatomical Variations and Accessory Structures in the Maxilla in Relation to Implantological Procedures: An Observational Retrospective Study of 212 Cases Using Cone-Beam Computed Tomography. *International Journal of Implant Dentistry*, **8**, Article No. 59. <https://doi.org/10.1186/s40729-022-00459-7>
- [10] Shintaku, W.H., Ferreira, C.F. and Venturin, J.D.S. (2020) Invasion of the Canalis Sinuosus by Dental Implants: A Report of 3 Cases. *Imaging Science in Dentistry*, **50**, 353-357. <https://doi.org/10.5624/isd.2020.50.4.353>
- [11] Orth, C.C., Orth, C., Orth, C.C., da Silva, L., Streb, M.H. and dos Reis Bueno, M. (2025) A 3-Year Follow-Up of Implant Placement in Proximity to Canalis Sinuosus: Case Study. *Clinical Advances in Periodontics*, **15**, 111-117. <https://doi.org/10.1002/cap.10294>
- [12] Alkis, H.T., Ata, G.C. and Tas, A. (2023) Evaluation of the Morphology of Accessory Canals of the Canalis Sinuosus via Cone-Beam Computed Tomography. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, **124**, Article 101406. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2023.101406>
- [13] Bliggenstorfer, S., Chappuis, V. and von Arx, T. (2021) Misinterpretation of a Periapical Radiograph: The Canalis Sinuosus Mimicking a Root Resorption. *Swiss Dental Journal*, **131**, 999-1005.
- [14] 吕晨炜, 于旭红, 路瑶, 等. 易混淆为根尖周疾病的较大窦管副管 1 例[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2024, 29(3): 163-164.
- [15] Aktuna Belgin, C., Serindere, G., Hammudioglu, Z.E. and Kucuk, M. (2024) Evaluation of Canalis Sinuosus and Accessory Canal Morphology by Cone-Beam Computed Tomography. *Oral Radiology*, **40**, 530-537. <https://doi.org/10.1007/s11282-024-00767-1>
- [16] Machado, A., Briner, H.R., Schuknecht, B. and Simmen, D. (2021) Assessment of the Anterior Superior Alveolar Nerve and Its Impact on Surgery of the Lateral Nasal Wall. *Rhinology*, **59**, 475-480.
- [17] Jones, F.W. (1939) The Anterior Superior Alveolar Nerve and Vessels. *Journal of Anatomy*, **73**, 583-591.
- [18] Yeap, C.W., Danh, D., Chan, J. and Parashos, P. (2022) Examination of Canalis Sinuosus Using Cone Beam Computed Tomography in an Australian Population. *Australian Dental Journal*, **67**, 249-261. <https://doi.org/10.1111/adj.12910>
- [19] Bissoon, A., Bando, C., Naraynsingh, C. and Mohamed, S. (2024) Canalis Sinuosus Mimicking Periapical Pathology On, Radiographic Assessment. *Journal of Endodontics*, **50**, 1159-1162. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.04.011>
- [20] Khojastepour, L. and Akbarizadeh, F. (2023) Evaluation of Extension Type of Canalis Sinuosus in the Maxillary Anterior Region: A CBCT Study. *Chinese Journal of Dental Research*, **26**, 29-34.
- [21] Tanaka, R., Hayashi, T., Ohshima, H., Ida-Yonemochi, H., Kenmotsu, S. and Ike, M. (2011) CT Anatomy of the Anterior

- Superior Alveolar Nerve Canal: A Macroscopic and Microscopic Study. *Oral Radiology*, **27**, 93-97. <https://doi.org/10.1007/s11282-011-0067-8>
- [22] Lim, D.J. (1986) Functional Structure of the Organ of Corti: A Review. *Hearing Research*, **22**, 117-146. [https://doi.org/10.1016/0378-5955\(86\)90089-4](https://doi.org/10.1016/0378-5955(86)90089-4)
- [23] von Arx, T., Lozanoff, S., Sendi, P. and Bornstein, M.M. (2013) Assessment of Bone Channels Other than the Nasopalatine Canal in the Anterior Maxilla Using Limited Cone Beam Computed Tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, **35**, 783-790. <https://doi.org/10.1007/s00276-013-1110-8>
- [24] Malicki, M., Marcinkowska, W., Georgiev, G.P., Zielinska, N. and Olewnik, Ł. (2022) Assessment of the Incidence of Accessory Hepatic Arteries: A Literature Review. *Folia Morphologica*, **81**, 533-543. <https://doi.org/10.5603/fm.a2021.0081>
- [25] Kałuża, O., Regulski, P.A., Tomczyk, J., Pogorzelska, A. and Szopiński, K. (2026) Analysis of Course of Canalis Sinuosus on Cone-Beam Computed Tomography and in Osteological Specimens: A Systematic Review. *Folia Morphologica*, **85**, e01726020. <https://doi.org/10.5603/fm.105405>
- [26] 孙哲渊, 娄依婷, 刘志超, 等. 窦管的解剖和功能及其在种植术中损伤的防治策略[J]. 浙江大学学报(医学版), 2024, 53(5): 561-568.
- [27] Samunahmetoglu, E. and Kurt, M.H. (2023) Assessment of Canalis Sinuosus Located in Maxillary Anterior Region by Using Cone Beam Computed Tomography: A Retrospective Study. *BMC Medical Imaging*, **23**, Article No. 46. <https://doi.org/10.1186/s12880-023-01000-x>
- [28] Heasman, P.A. (1984) Clinical Anatomy of the Superior Alveolar Nerves. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **22**, 439-447. [https://doi.org/10.1016/0266-4356\(84\)90051-2](https://doi.org/10.1016/0266-4356(84)90051-2)
- [29] Lopes dos Santos, G., Ikuta, C.R.S., Salzedas, L.M.P., Miyahara, G.I. and Tjioe, K.C. (2020) Canalis Sinuosus: An Anatomic Repair That May Prevent Success of Dental Implants in Anterior Maxilla. *Journal of Prosthodontics*, **29**, 751-755. <https://doi.org/10.1111/jopr.13256>
- [30] Salari, A., Ostovarrad, F., Banan, S. and Alavi, F.N. (2025) Evaluation of Canalis Sinuosus on CBCT Images of Patients Candidate for Dental Implant Treatment in Iranian Population. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, **25**, e220136. <https://doi.org/10.1590/pboci.2025.036>
- [31] Aoki, R., Massuda, M., Zenni, L.T.V. and Fernandes, K.S. (2019) Canalis Sinuosus: Anatomical Variation or Structure? *Surgical and Radiologic Anatomy*, **42**, 69-74. <https://doi.org/10.1007/s00276-019-02352-2>
- [32] Devathambi, T.J.R. and Aswath, N. (2024) Assessment of Canalis Sinuosus, Rare Anatomical Structure Using Cone-Beam Computed Tomography: A Prospective Study. *Journal of Clinical Imaging Science*, **14**, Article 8. https://doi.org/10.25259/jcis_6_2024
- [33] Schnutenhaus, S., Heckemann, C., Götz, W. and Olms, C. (2025) CBCT-Based Morphological Study of the Accessory Foramina of the Canalis Sinuosus: Prevalence, Morphological Variants, and Significance for Implant Surgery. *Journal of Clinical Medicine*, **14**, Article 1083. <https://doi.org/10.3390/jcm14041083>
- [34] Tomrukçu, D.N. and Köse, T.E. (2020) Assessment of Accessory Branches of Canalis Sinuosus on CBCT Images. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, **25**, e124-e130. <https://doi.org/10.4317/medoral.23235>
- [35] Dhokar, A., Aranha, V., Bodhare, A., Desai, V., Bhatnagar, S. and Bhanushali, N. (2022) Assessment of Knowledge and Attitude Pertaining to Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) among Dental Health Professionals in Maharashtra. *Journal of the Nigerian Academy of Medicine*, **1**, 65-71. https://doi.org/10.4103/jnam.jnam_8_22
- [36] Eid, E.A., El-Badawy, F.M. and Hamed, W.M. (2022) Accuracy of Intraoral Digital Radiography in Assessing Maxillary Sinus-Root Relationship Compared to CBCT. *The Saudi Dental Journal*, **34**, 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.04.007>
- [37] Khalifa, H.M. and Felemban, O.M. (2021) Nature and Clinical Significance of Incidental Findings in Maxillofacial Cone-Beam Computed Tomography: A Systematic Review. *Oral Radiology*, **37**, 547-559. <https://doi.org/10.1007/s11282-020-00499-y>
- [38] Larson, B.E. (2012) Cone-Beam Computed Tomography Is the Imaging Technique of Choice for Comprehensive Orthodontic Assessment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **141**, 402-410. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.02.009>
- [39] Lopes-Santos, G., Salzedas, L.M.P., Bernabé, D.G., Ikuta, C.R.S., Miyahara, G.I. and Tjioe, K.C. (2021) Assessment of the Knowledge of Canalis Sinuosus amongst Dentists and Dental Students: An Online-Based Cross-Sectional Study. *European Journal of Dental Education*, **26**, 488-498. <https://doi.org/10.1111/eje.12725>
- [40] 李筱涵. Canalis Sinuosus 的 CBCT 检测及其对前牙区种植修复的影响[D]: [硕士学位论文]. 银川: 宁夏医科大学, 2022.
- [41] Machado, V.D.C., Chrcanovic, B.R., Felipe, M.B., Manhães Júnior, L.R.C. and de Carvalho, P.S.P. (2016) Assessment

of Accessory Canals of the Canalis Sinuosus: A Study of 1000 Cone Beam Computed Tomography Examinations. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **45**, 1586-1591. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.09.007>

- [42] 孙振伟. 基于锥形束计算机断层扫描对上牙槽前神经血管束解剖的形态学研究及相关因素分析[D]: [硕士学位论文]. 锦州: 锦州医科大学, 2024.
- [43] 程傲然, 王珏, 范亚伟. 上牙槽前神经管及其副管形态特征的锥形束 CT 研究[J]. 口腔医学, 2023, 43(10): 903-909.