

CBCT评估上颌磨牙腭侧牙槽嵴骨突的可行性分析

杨欣潼¹, 古丽努尔·阿吾提^{1,2*}

¹新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)牙周病科, 新疆 乌鲁木齐

²新疆维吾尔自治区口腔医学研究所, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年2月7日; 录用日期: 2024年2月29日; 发布日期: 2024年3月7日

摘要

近年来, 对牙周疾病的治疗目标有了显著的改变, 不再只强调控制牙周感染炎症和改善功能, 而逐步转向更注重口腔“粉白美学”的方向。在牙周整形和种植手术中, 软组织移植发挥着重要的作用, 尤其是以自体组织移植为基础的牙周膜龈手术。膜龈手术在美学和功能重建中发挥着关键的作用, 尤其在改善牙龈形态、解决牙龈退缩等问题方面。然而, 在实际的临床操作中, 涉及到软组织缺损位点和个体上腭供区的情况存在差异, 需要根据患者的具体情况, 个体差异, 以及手术的目标来制定个性化的治疗方案, 以达到最佳的临床效果。以一个例子来说, 有些患者的上颌磨牙腭侧牙槽嵴上可能存在骨性突起, 这可能会对牙周手术的实施产生影响。随着锥形束计算机断层扫描(CBCT)在口腔临床中的广泛应用, 它已成为常用的检查手段, 能够进行头颅部全面、多角度的观测。在本文中, 我们将对已有的CBCT对上颌磨牙腭侧相关指标测量的研究进展进行综述, 并同时探讨CBCT在评估上颌磨牙腭侧牙槽嵴骨突可行性方面的发展。

关键词

硬腭粘膜, 锥形束CT, 腭侧骨突, 牙周手术

Feasibility Analysis of CBCT Evaluation of the Alveolar Ridge Bony Prominence on the Palatal Side of Maxillary Molars

Xintong Yang¹, Gulnuer Awut^{1,2*}

¹Department of Periodontology, The First Affiliated Hospital (Affiliated Stomatological Hospital), Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²Institute of Stomatology, Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi Xinjiang

Received: Feb. 7th, 2024; accepted: Feb. 29th, 2024; published: Mar. 7th, 2024

*通讯作者。

Abstract

In recent years, the treatment goal of periodontal disease has developed from the single emphasis on the control of inflammation and improvement of function to the further shaping of oral “whitening aesthetics”, and soft tissue transplantation is an important part of periodontal plastic and implant surgery. Periodontal ligament and gingival surgery based on autologous tissue transplantation has predictability and long-term stability. It has also been widely used in aesthetic prosthodontics of the oral cavity. However, the site of soft tissue defect and the donor site of the palate are different in clinical practice, which leads to a change in the operative procedure. Some patients have bony protrusions on the palatal alveolar ridge of their maxillary molars, which may affect periodontal surgery in these patients. CBCT has become a commonly used examination method in various oral clinical disciplines. It can be used to observe the skull from all angles and has a high clinical acceptance. In this article, we reviewed the research progress of CBCT in palatal measurement of maxillary molars and the feasibility of CBCT in evaluating palatal alveolar protuberance of maxillary molars.

Keywords

Hard Palate Mucosa, CBCT, Palate Alveolar Protuberance, Periodontal Surgery

Copyright © 2024 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

锥形束 CT (Cone Beam Computed Tomography, CBCT) 是一种影像学技术, 其基本原理包括使用面阵探测器和球管电流约为 10 毫安的锥形束 X 射线源。CBCT 使用的 X 射线源是一个球管, 产生的 X 射线呈锥形束形状, 接收通过患者头部或特定区域的 X 射线的探测器是一种面阵探测器。这个探测器位于 X 射线源的对面, 记录通过患者组织后的 X 射线的强度。在 CBCT 扫描过程中, X 射线源和面阵探测器一起围绕患者头部或特定区域旋转, 形成一个旋转扫描[1]。这个过程产生了大量的二维投影图像。通过对这些二维投影图像进行计算, 使用计算机算法进行三维重建。重建过程将产生高分辨率的三维体积数据, 显示患者头部或特定区域的内部结构[2]。自上世纪 90 年代以来, CBCT 扫描仪在口腔领域得到了广泛应用。CBCT 的优势在于较低的辐射剂量、更短的扫描时间、更高的空间分辨率, 以及更为经济实惠的设备, 使得它在口腔领域和医学影像学中广泛应用[3]。CBCT 的应用不仅在术前诊断和治疗计划中发挥着重要作用, 尤其在种植和牙周手术、颌骨外科和修复学等方面, 已成为现代口腔科不可或缺的组成部分。

在实际临床工作中, 我们经常面临着软组织缺损或缺失引起的挑战, 这不仅对口腔健康产生影响, 还涉及到牙龈的外观美学。为了解决这些问题, 牙周专业医生通常建议采用牙周膜龈手术(Mucogingival surgery), 这一手术类型旨在重新塑造膜龈组织, 调整其与系带附着龈、肌肉、前庭沟以及牙槽黏膜的关系。这种手术的适应症广泛, 涵盖了复杂的解剖结构, 需要对膜龈组织有深入的理解。通过这一手术, 我们能够精确调整膜龈与周围组织之间的平衡, 以实现牙龈的外观美学效果。因此, 在制定手术方案时, 我们必须考虑患者的具体情况, 个体化地调整术式, 以确保手术的成功实施。尽管粘膜替代材料层出不穷, 但自体组织仍然是增宽角化龈、改善牙龈退缩和重建龈乳头的黄金标准[4]。手术的成功与所获得的

移植组织数量和质量密切相关,同时还受其他因素的影响,如血液供应和皮瓣的存活[5]。上颌骨结节和腭侧是最常用的游离龈移植和上皮下结缔组织移植的供体部位[6],其中第一前磨牙和第二磨牙之间的区域被认为是最合适的供体区域[7],因为其组织厚度与角化龈的比例较高。然而,牙龈的厚度和组织学组成因人而异,甚至在同一病人中也存在差异[8]。因此,在进行硬组织评估和测量的同时,对软组织评估和测量的兴趣也逐渐增大。例如,在使用游离腭部移植皮瓣修复移植缺损时,术前准确评估腭部粘膜的相关数据变得非常重要;在评估硬腭骨量时,不应忽视腭侧粘膜的厚度,在口腔种植学中,了解腭侧粘膜的厚度对于决定是否需要进行骨增量手术至关重要。如果腭侧粘膜较薄,可能需要进行骨增量以提供足够的骨质支持来安置种植体。在进行正颌外科矫正手术时,不仅需要准确预测与牙齿和骨骼有关的因素,还需要充分评估面部软组织的数量。这个过程是为了在手术中实现最佳的美学平衡,确保面部结构的协调一致[9]。

2. 腭部黏膜供区范围的选择因素

膜龈手术移植瓣的主要供区有上腭部(硬腭骨区)、上颌结节区、磨牙后垫区[10],这些主要供区的选择取决于患者的口腔解剖结构、手术的特定目标以及临床医生的评估。上颌硬腭是最经常使用的软组织供区,易于操作、范围大且可反复取瓣[11],因此成为移植瓣制备的首选区域。具体而言,腭部供区黏膜的位置、大小和厚度直接关系到供区的愈合过程、移植瓣的愈合情况以及治疗的预后效果。在实际的临床应用中,必须充分考虑到角化龈缺损位点的软组织状况,以及供区的个体差异,因而必须根据每位患者的具体条件来灵活调整手术方案,以确保手术的针对性和有效性,最大程度地提高治疗的成功率。

常见的两种术式是游离龈移植和上皮下结缔组织移植术。它们在不同的临床情境中展现出显著的疗效,并各自具有独特的优势。游离龈移植在附着龈宽度的增加、新附着龈以及加深前庭沟方面表现出色,在用于解决牙龈退缩和种植体手术前软组织的不足。它可以改善牙齿的外观,减轻牙颈部敏感,并为其他口腔手术提供更好的软组织支持[12]。与之相比,上皮下结缔组织移植术不仅仅局限于根面覆盖,还在增加组织厚度、重建牙龈乳头等方面取得良好效果。尤其在受区位点牙龈厚度 $< 1\text{ mm}$ 且角化龈宽度 $\leq 1\text{ mm}$ 时,首选上皮下结缔组织移植术[13]。纵向研究表明,游离龈移植通常提供的移植瓣相对较厚,可以达到几毫米的厚度,适用于需要增加整体牙龈厚度的情况,而皮下结缔组织移植术通常相对于游离龈移植瓣通常较薄,一般在 1 至 2 毫米的范围内,利于维持移植组织的血液供应,适用于需要改善牙龈形态、软组织质地等情况[14]。

这两种方法在牙周整形手术中各有卓越之处,为临床医生提供了可选择的手术选项,以满足不同患者的需求。综合考虑患者的具体情况和术后效果的期望,选择合适的移植方法将对治疗的成功和患者的口腔健康产生积极的影响。

2.1. 腭部黏膜厚度

上颌腭侧咀嚼黏膜厚度受多种因素影响,涵盖了种族、腭穹窿形态、以及牙周生物型等。不同种族之间可能存在一定的差异,导致腭侧黏膜厚度的变化。

评估腭侧黏膜厚度的技术有多种,如直接测量法[6][10]、超声波装置[15]、CBCT [16]或牙科磁共振成像(MRI) [17]。Yaman 等人[18]利用骨探测法对 50 例土耳其人的腭侧咀嚼黏膜进行测量,研究发现,腭部咀嚼黏膜的整体平均厚度为 $(2.55 \pm 0.49)\text{ mm}$, 范围在 $(1.54\sim 3.76)\text{ mm}$ 之间。具体而言,第二前磨牙区呈最大厚度,而第一磨牙区的厚度最薄。Müller 等人[15]使用超声波测量装置对 40 名受试者评估腭侧咀嚼黏膜各部分的厚度,结果发现腭部咀嚼黏膜的平均厚度为 $(1.29\sim 2.29)\text{ mm}$, 且在第三磨牙区域和第二前磨牙最厚。Song 等[19]的研究通过螺旋 CT 对 100 例韩国人的腭侧咀嚼黏膜进行测量,发现其平均厚度

为 (3.83 ± 0.58) mm。Yilmaz 等人[20]使用 CBCT 测定了腭黏膜的厚度, 结果显示平均值 $(3.0 \sim 3.7)$ mm, 还观察到, 据统计, 第二前磨牙和第二磨牙的黏膜厚度高于其他区域。Heil 等人[17]使用 MRI 来评估 40 名牙周健康参与者 40 个标准测量点测量腭部咀嚼黏膜, 研究发现, 20~29 岁受试者平均厚度为 (2.84 ± 0.21) mm, 30~39 岁受试者平均厚度为 (2.95 ± 0.19) mm, 40~49 岁受试者平均厚度为 (3.44 ± 0.20) mm, 50~59 岁受试者平均厚度为 (3.56 ± 0.37) mm 和 60~69 岁受试者平均厚度为 (3.68 ± 0.48) mm, 得出腭部咀嚼黏膜的平均厚度随年龄的增长而增加。程筱番等[21] CBCT 研究分析 32 例中国汉族青年人群的上颌腭侧咀嚼黏膜, 得出其平均厚度为 (3.66 ± 1.15) mm。腭侧黏膜最薄的区域为第一磨牙距离龈缘 3 mm 水平处, 而最厚的区域为第二磨牙距离龈缘 12 mm 处。进一步的研究表明, 磨牙区的黏膜较前磨牙区虽然略显薄弱[22], 但其腭侧下方骨膜结缔组织的致密性和稳定性在愈合过程中显现出较为有利的表现, 具有较少的收缩和吸收倾向。此外, 第二磨牙区黏膜下腺体数量的轻微增加[23], 也为其提供了一定的生理支持。因此, 尽管存在一些微小的差异, 磨牙区仍被广泛视为是进行移植的良好供区[24], 这一发现对于临床实践和手术规划提供了重要的参考。

各个牙位的黏膜厚度与牙位、受检者性别无显著相关性, 而与受检者年龄呈正相关[16] [19] [25] [26]。尖牙、第一前磨牙、第二前磨牙和第一磨牙区的黏膜厚度增加明显, 特别是在 45 岁及以上的受检者中黏膜增厚更为显著。Yilmaz 等[20]的研究表明, 上腭黏膜随患者年龄增长而增厚可能是由于牙龈随年龄增长而退缩, 导致腭黏膜上的参考测量点向腭中缝偏移, 从而使得测量结果偏大。此外, 腭侧黏膜的增龄性增厚也有可能是由于腭侧上皮或脂肪组织随着年龄增加而变厚所致。

腭穹窿形态对腭侧黏膜厚度的影响

当前, 关于腭穹窿形态对腭侧黏膜厚度的影响, 国内外学者的研究尚未达成一致结论。Uneo 等日本学者[27]在评估腭穹窿形态与硬腭黏膜厚度的关系时发现, 高穹窿组的上颌腭侧黏膜相对较厚。薛绯等[23]的测量结果显示, 腭穹窿形态仅对于第二磨牙距离龈缘 9 mm 处黏膜厚度差异有统计学意义, 高穹窿组的黏膜薄于低穹窿组。然而, 韩国学者 Song 等[19]的研究未发现腭穹窿形态与腭侧黏膜厚度的相关性。Karadağ [28]和 Yilmaz [20]观察到腭黏膜厚度与腭深度呈显著负相关。程筱番等[21]的研究表明, 腭穹窿形态对于不同牙位不同水平处的黏膜厚度影响不一。在尖牙、第二前磨牙区的距离龈缘 9、12 mm 水平处, 以及第一前磨牙区距离龈缘 12 mm 水平处, 高穹窿组的黏膜厚度大于低穹窿组; 然而, 在第二磨牙区的距离龈缘 9、12 mm 水平处, 高穹窿组的黏膜薄于低穹窿组。张建忠等[25]也发现上颌前牙区, 高穹窿者的黏膜厚度大于低穹窿者。

2.2. 腭大孔的位置

腭大神经血管束自腭大孔穿出, 在进行腭部移植供区手术时必须仔细考虑腭大神经血管束的分布, 了解腭大孔的位置有助于术前计划, 术后愈合以及在进行血运循环重建时的精确操作[29]。研究指出, 腭大孔的位置差异可能存在于不同的人种之间[30] [31], 而上颌磨牙区腭侧, 腭大神经血管束的分布可能呈现多样化的形态[32]。这为临床实践提供了重要的解剖学基础, 有助于提高手术的精确性和成功率。

2018 年的一篇系统性回顾中, 评估了腭大孔的位置以及腭大动脉相对于上颌牙齿距离[33]。结果显示, 57.1%的病例中腭大孔的位置位于第三磨牙的腭中部, 21.3%的病例位于第二和第三磨牙之间, 13.5%的病例位于第三磨牙的远端。发现从腭大动脉到牙齿的最小距离出现在尖牙区域 (9.9 ± 2.9) mm, 而最大距离出现在第二磨牙区域 (13.9 ± 1) mm, 向前行进的直径逐渐减小, 并越接近釉牙骨质界。文献还就获取软组织的安全区域提出了建议, 即每个牙釉牙骨质界至腭大动脉的平均距离减去标准偏差和龈缘 2 mm 的厚度所得的距离即为安全区域。另外, 其他文献指出腭大动脉的位置与腭穹窿高度相关, 腭穹窿越低, 腭大动脉越接近龈缘[23]。

3. 腭部牙槽嵴骨质突起

日本学者 Ueno 等[27]发现一些上颌磨牙患者的腭部牙槽嵴存在骨性突起。薛绯等[34]研究测量了男性 116 名和女性 129 名受试者的情况,发现在其中有 66 人(56.89%)和 77 人(59.69%)检测到至少一个腭侧牙槽嵴骨突。其中,在上颌第二磨牙腭侧骨突阳性率最高,分别为 32.76%和 29.84%;在上颌第一磨牙腭侧骨突阳性率最低,仅有约 2%;而在上颌第三磨牙腭侧骨突发现率分别为 23.71%和 18.99%。在所有存在腭侧骨突的受试者中,检测到最少 1 个牙位、最多 5 个牙位存在骨突,平均为 (1.97 ± 1.06) 个牙位。这些上颌磨牙区存在腭部牙槽嵴骨突的患者可能会影响牙周手术的实施。例如,在口腔软组织移植中,主要供体部位是上颌腭侧咀嚼黏膜,在结缔组织获取的过程中,提前发现牙槽嵴的骨质突起的存在至关重要,以确保所采集的移植物具有良好的质量,同时有助于促进供体区域的有效愈合。特别是在执行翻瓣手术或基于翻瓣的牙周再生手术时,需要特别谨慎,以防发生可能的并发症,例如牙龈裂和牙龈穿孔。这种慎重和细致的操作是确保手术成功和患者术后恢复的重要要素。特别是在执行翻瓣手术或基于翻瓣的牙周再生手术时,需要特别谨慎,以防发生可能的并发症,例如牙龈裂和牙龈穿孔等。在手术前,详细的临床评估和影像学检查是必不可少的,以全面了解患者的口腔解剖结构。在手术中,精细的操作技巧和准确的解剖知识将对避免并发症产生至关重要。此外,术中的实时监测和反馈机制能够及时识别潜在问题,并采取适当的纠正措施,从而提高手术的安全性和成功率。

4. CBCT 测量腭侧黏膜相关指标的临床应用

4.1. 腭部黏膜厚度测量

目前的研究重点主要集中在腭部软组织厚度测量和腭大神经血管束的定位上。在临床获得腭粘膜厚度数据的方法中,尽管有多种测量软组织厚度的方式,局麻下使用牙周探针或尖锐器械直接穿刺测量是其中一种常见的方式,相对直观。然而,这种方法存在一些缺陷,包括其可能受到主观因素的影响、创伤性强、易受麻醉干扰以及患者接受度低等问题。各种影像学方法同样存在一定的限制。超声波测量[15]有非侵入性、实时性、无辐射、可重复性及可视化的优点,但准确性受到测量位点探测深度限制、组织界面解析度、有时受到组织特性的影响和操作者技术熟练程度的影响。螺旋 CT [35]作为一种三维成像技术,也可以用于评估腭粘膜厚度。其具有高分辨、全面视野、非侵入性以及快速扫描的优势,但其辐射暴露、高成本、禁忌症和信号变化的复杂性等因素限制了其广泛应用。且螺旋 CT 切片厚度会影响其精度,选择切片厚度时需要在图像质量和辐射剂量之间进行平衡。较薄的切片厚度提高了图像的空间分辨率和准确性,但可能增加了更多的辐射剂量。MRI (磁共振成像) [26]是一种非侵入性的成像技术,优势在于软组织对比、多平面成像、无辐射,极其适用于软组织病变。但 MRI 也有一些限制,包括较长的扫描时间、对患者的合作度要求较高、对金属物质的敏感性、设备成本较高、禁忌症限制等。此外, MRI 对于骨组织的分辨率相对较差。相比之下,作为口腔临床中经常采用的检查手段, CBCT 具有进行头颅部全面、多角度观测的优势,并在临床实践中得到了更广泛的认可。

然而, CBCT 的低对比度和分辨率使其无法清晰区分软组织。为此, Barriviera 等[16]提出,通过使用开口器和压舌板,可以有效地防止舌体与腭部黏膜的接触,从而在 CBCT 图像上更为清晰地辨识腭部黏膜。近期有研究者提出,将 CBCT 和口腔数字化印模数据融合,有助于更准确地识别腭部黏膜软组织表面的边界[36]。其建立方法包括:首先获取 CBCT 融合口扫数据的 CBCT 图像,并对其进行预处理,得到预处理图像,其次对预处理图像采用基于多尺度曝光融合的图像增强算法进行图像增强,生成增强图像,之后利用预设的重建算法对增强图像进行三维重建,得到口腔区域的精确三维模型,最后通过体视学分析和图像配准等处理手段,提取和分析 CBCT 图像中的目标区域。这种融合技术的目标是口腔

医生提供更全面、准确的患者口腔结构信息,从而更好地进行诊断和制定治疗计划。综上,我们可以在术前采用 CBCT 技术,可以通过无创的方式获取腭部黏膜厚度的数据,从而在术前阶段进行详细的数据分析,提前设计手术方案,以提高手术的准确性。

4.2. 腭大神经血管沟及腭大孔的测量

在进行以上腭作为膜龈手术移植供区时,明确腭大神经血管沟和腭大孔的解剖学位置和分布规律不仅确保麻醉效果,同时有助于在临床上确定腭大神经血管束的走形趋势。这对于指导多种临床工作,如上腭部组织移植瓣的获取、腭部手术和上颌种植体的植入等,具有重要的指导意义。有效降低因腭大神经血管束损伤而引发的出血、组织坏死或感觉异常等并发症的潜在风险[7]。这为手术的制定、实施及术后准确评估提供了重要参考依据。

通过对不同种族头颅标本或 CBCT 图像资料的研究,一些学者普遍得出结论,当建牙合完成并且第三磨牙腭侧萌出时,腭大孔通常位于第三磨牙的位置;而在建牙合未完成或第三磨牙天生缺失的情况下,腭大孔更常见于最后一颗磨牙的腭侧[37]。他们指出腭大孔的位置在不同种族之间存在特异性。

鉴于 Yusk 等[12]和 Ling 等[38]通过尸体标本均发现腭部腭大神经血管沟结构的多样性,国内学者张瑞等[23]通过拍摄影像资料进行寻找和确定腭大神经血管沟,在临床诊断过程中无法通过触诊确定腭大动脉及其分支的走形。因此,通过确定腭大神经血管沟的骨性参考点,使腭大动脉具有一个可预测的过程。在第二磨牙和第一磨牙的腭侧区域,大多数个体都能观察到骨嵴、凹型或管状等结构。骨嵴可能反映了个体的颌骨解剖特征,而凹型或管状结构则可能与牙槽骨的形态有关。通过对这些特征观察,可以更全面地了解患者口腔解剖结构的变异,这对于制定个性化的牙科治疗方案至关重要。

5. 测量腭侧黏膜相关指标的局限性

当前,许多国际学者在研究上颌腭部移植瓣的最佳供区范围时,主要侧重于考虑黏膜厚度和腭大神经血管束的分布。然而,综合性研究表明,移植瓣的成功设计还需综合考虑诸多因素,其中包括供区的解剖结构和生理特征、瓣的稳定性、以及患者的口腔生理状态等因素[39]。

在进行上颌磨牙区腭侧相关手术治疗前,需要进行详细的术前评估和规划。对上颌磨牙区腭侧的口腔解剖学进行全面评估,包括骨组织的形态、黏膜的厚度和其他解剖结构的位置,运用 CBCT 评估腭侧牙槽嵴是否存在骨突及其表面的黏膜厚度,能够提供更准确的术前评估信息,为制定更恰当的手术计划提供有力支持。这一细致的评估过程有助于医生更全面地了解患者的解剖结构,从而确保手术的精确性和成功率。这可以减少手术并发症的发生并改善预后。目前关于上颌磨牙腭侧牙槽嵴骨突的报道在国内学者中几乎没有相关研究和报道,而国内患者可能存在种族差异。因此,需要进行更多的国内人群病例的探讨和研究。

6. 结语

为改善软组织移植的成功和长期效果,需要进行仔细的术前计划。这包括确定移植组织的位置、大小和数量,以及规避潜在的手术风险。在术前阶段,可以通过应用 CBCT 对维吾尔族与汉族健康成年人进行测量,以研究不同性别、年龄和牙位的维吾尔族及汉族成年人上颌磨牙腭侧牙槽嵴骨突的分布特点及相对位置。同时,分析其表面最薄处黏膜厚度,推动 CBCT 影像数据库的建立。通过建立数据库,可以进行不同地区、不同民族之间上颌磨牙腭侧牙槽嵴骨突的对比以及骨质水平的划分。这有助于提前考虑解剖变异,并确定潜在的预防措施,以确保对患者的风险最小化,并为临床牙周及种植工作提供参考依据。

参考文献

- [1] 张庆. X 射线成像技术在口腔临床中的应用[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(11): 161-164.
- [2] Scarfe, W.C., Farman, A.G. and Sukovic, P. (2006) Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *Journal of the Canadian Dental Association*, **72**, 75-80.
- [3] Liu, J., Chen, H.Y., DoDo, H., et al. (2017) Efficacy of Cone-Beam Computed Tomography in Evaluating Bone Quality for Optimum Implant Treatment Planning. *Implant Dentistry*, **26**, 405-411. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000542>
- [4] Chambrone, L. and Tatakis, D.N. (2015) Periodontal Soft Tissue Root Coverage Procedures: A Systematic Review from the AAP Regeneration Workshop. *Journal of Periodontology*, **86**, S8-S51. <https://doi.org/10.1902/jop.2015.130674>
- [5] Cairo, F. (2017) Periodontal Plastic Surgery of Gingival Recessions at Single and Multiple Teeth. *Periodontology 2000*, **75**, 296-316. <https://doi.org/10.1111/prd.12186>
- [6] Studer, S.P., Allen, E.P., Rees, T.C., et al. (1997) The Thickness of Masticatory Mucosa in the Human Hard Palate and Tuberosity as Potential Donor Sites for Ridge Augmentation Procedures. *Journal of Periodontology*, **68**, 145-151. <https://doi.org/10.1902/jop.1997.68.2.145>
- [7] Klosek, S.K. and Rungruang, T. (2009) Anatomical Study of the Greater Palatine Artery and Related Structures of the Palatal Vault: Considerations for Palate as the Subepithelial Connective Tissue Graft Donor Site. *Surgical and Radiologic Anatomy*, **31**, 245-250. <https://doi.org/10.1007/s00276-008-0432-4>
- [8] Muller, H.P., Schaller, N., Eger, T., et al. (2000) Thickness of Masticatory Mucosa. *Journal of Clinical Periodontology*, **27**, 431-436. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2000.027006431.x>
- [9] Onaga, Y., Kamio, T., Takaki, T., et al. (2021) Three-Dimensional Analysis of Soft and Hard Tissue Changes Following Orthognathic Surgery. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, **62**, 151-161. <https://doi.org/10.2209/tdcpublication.2020-0021>
- [10] Wara-Aswapati, N., Pitiphat, W., Chandrapho, N., et al. (2001) Thickness of Palatal Masticatory Mucosa Associated with Age. *Journal of Periodontology*, **72**, 1407-1412. <https://doi.org/10.1902/jop.2001.72.10.1407>
- [11] 刘冬晓, 夏连松, 黄川. 软组织移植用于治疗正畸后牙龈退缩的临床疗效分析[J]. 口腔医学研究, 2021, 37(8): 708-711.
- [12] Yu, S.K., Lee, M.H., Kim, C.S., et al. (2014) Thickness of the Palatal Masticatory Mucosa with Reference to Autogenous Grafting: A Cadaveric and Histologic Study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, **34**, 115-121. <https://doi.org/10.11607/prd.1530>
- [13] Stefanini, M., Zucchelli, G., Marzadori, M. and de Sanctis, M. (2018) Coronally Advanced Flap with Site-Specific Application of Connective Tissue Graft for the Treatment of Multiple Adjacent Gingival Recessions: A 3-Year Follow-Up Case Series. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, **38**, 25-34. <https://doi.org/10.11607/prd.3438>
- [14] Giovanni Zucchelli. 膜龈美学手术精要[M]. 束蓉, 译. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2016.
- [15] Eger, T., Muller, H.P. and Heinecke, A. (1996) Ultrasonic Determination of Gingival Thickness. Subject Variation and Influence of Tooth Type and Clinical Features. *Journal of Clinical Periodontology*, **23**, 839-845. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.1996.tb00621.x>
- [16] Barriviera, M., Duarte, W.R., Januário, A.L., et al. (2009) A New Method to Assess and Measure Palatal Masticatory Mucosa by Cone-Beam Computerized Tomography. *Journal of Clinical Periodontology*, **36**, 564-568. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2009.01422.x>
- [17] Hilgenfeld, T., Kästel, T., Heil, A., et al. (2018) High-Resolution Dental Magnetic Resonance Imaging for Planning Palatal Graft Surgery—A Clinical Pilot Study. *Journal of Clinical Periodontology*, **45**, 462-470. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12870>
- [18] Yaman, D., Aksu, S., Disci, R., et al. (2014) Thickness of Palatal Masticatory Mucosa and Its Relationship with Different Parameters in Turkish Subjects. *International Journal of Medical Sciences*, **11**, 1009-1014. <https://doi.org/10.7150/ijms.9112>
- [19] Song, J.E., Um, Y.J., Kim, C.S., et al. (2008) Thickness of Posterior Palatal Masticatory Mucosa: The Use of Computerized Tomography. *Journal of Periodontology*, **79**, 406-412. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.070302>
- [20] Yilmaz, H.G., Boke, F. and Ayali, A. (2015) Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of the Soft Tissue Thickness and Greater Palatine Foramen Location in the Palate. *Journal of Clinical Periodontology*, **42**, 458-461. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12390>
- [21] 程筱番, 朱洁, 胡小娅, 等. 汉族青年人上颌腭侧咀嚼黏膜厚度的 CBCT 研究[J]. 口腔医学, 2020, 40(10):

- 910-915.
- [22] Müller, H.P., Heinecke, A., Schaller, N., *et al.* (2000) Masticatory Mucosa in Subjects with Different Periodontal Phenotypes. *Journal of Clinical Periodontology*, **27**, 621-626. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2000.027009621.x>
- [23] 薛绯, 张瑞. 上颌腭侧咀嚼粘膜厚度与腭穹窿形态的 CBCT 研究[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2016, 26(11): 581-585.
- [24] Zucchelli, G., Mele, M., Stefanini, M., *et al.* (2010) Patient Morbidity and Root Coverage Outcome after Subepithelial Connective Tissue and De-Epithelialized Grafts: A Comparative Randomized-Controlled Clinical Trial. *Journal of Clinical Periodontology*, **37**, 728-738. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01550.x>
- [25] 张建忠, 陈志方, 刘堃, 等. 上颌前牙区腭侧黏膜厚度的 CBCT 分析[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2020, 41(11): 1349-1353.
- [26] Heil, A., Schwindling, F.S., Jelinek, C., *et al.* (2018) Determination of the Palatal Masticatory Mucosa Thickness by Dental MRI: A Prospective Study Analysing Age and Gender Effects. *Dentomaxillofacial Radiology*, **47**, Article ID: 20170282. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20170282>
- [27] Ueno, D., Sekiguchi, R., Morita, M., *et al.* (2014) Palatal Mucosal Measurements in a Japanese Population Using Cone-Beam Computed Tomography. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **26**, 48-58. <https://doi.org/10.1111/jerd.12053>
- [28] Karadag, I. and Yilmaz, H.G. (2021) Palatal Mucosa Thickness and Palatal Neurovascular Bundle Position Evaluation by Cone-Beam Computed Tomography-Retrospective Study on Relationships with Palatal Vault Anatomy. *PeerJ*, **9**, E12699. <https://doi.org/10.7717/peerj.12699>
- [29] Lacerda-Santos, J.T., Granja, G.L., *et al.* (2022) The Influence of Facial Types on the Morphology and Location of the Greater Palatine Foramen: A CBCT Study. *Oral Radiology*, **38**, 337-343. <https://doi.org/10.1007/s11282-021-00563-1>
- [30] Sullivan, H.C. and Atkins, J.H. (1968) Free Autogenous Gingival Grafts. 3. Utilization of Grafts in the Treatment of Gingival Recession. *Periodontics*, **6**, 152-160.
- [31] Cagimni, P., Govsa, F., Ozer, M.A. and Kazak, Z. (2017) Computerized Analysis of the Greater Palatine Foramen to Gain the Palatine Neurovascular Bundle during Palatal Surgery. *Surgical and Radiologic Anatomy*, **39**, 177-184. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1691-0>
- [32] Iwanaga, J., Tanaka, T., Ibaragi, S., *et al.* (2020) Revisiting Major Anatomical Risk Factors of Maxillary Sinus Lift and Soft Tissue Graft Harvesting for Dental Implant Surgeons. *Surgical and Radiologic Anatomy*, **42**, 1025-1031. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02468-w>
- [33] Tavelli, L., Barootchi, S., Ravid, A.A., *et al.* (2019) What Is the Safety Zone for Palatal Soft Tissue Graft Harvesting Based on the Locations of the Greater Palatine Artery and Foramen? A Systematic Review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **77**, 271.E1-271.E9. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.10.002>
- [34] 薛绯, 张勇, 段晋瑜, 等. 汉族青年牙周健康人群中上颌磨牙腭侧牙槽嵴骨突的 CBCT 研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2021, 37(1): 110-113.
- [35] Ueno, D., Sato, J., Igarashi, C., *et al.* (2011) Accuracy of Oral Mucosal Thickness Measurements Using Spiral Computed Tomography. *Journal of Periodontology*, **82**, 829-836. <https://doi.org/10.1902/jop.2010.100160>
- [36] Ogawa, M., Katagiri, S., Koyanagi, T., *et al.* (2020) Accuracy of Cone Beam Computed Tomography in Evaluation of Palatal Mucosa Thickness. *Journal of Periodontology*, **47**, 479-488. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13254>
- [37] Iwona, M., Tomaszewski, K.A., *et al.* (2014) Anatomical Landmarks for the Localization of the Greater Palatine Foramen—A Study of 1200 Head CTs 150 Dry Skulls Systematic Review of Literature and Meta-Analysis. *Journal of Anatomy and Physiology*, **225**, 419-435. <https://doi.org/10.1111/joa.12221>
- [38] Ling, C.L., Jiang, Q. and Ding, X.J. (2019) Cone-Beam Computed Tomography Study on Morphologic Characteristics of the Posterior Region in Hard Palate. *Journal of Craniofacial Surgery*, **30**, 921-925. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000005157>
- [39] Arnold, F. and West, D.C. (1992) Angiogenesis in Wound Healing. *Pharmacology & Therapeutics*, **52**, 407. [https://doi.org/10.1016/0163-7258\(91\)90034-J](https://doi.org/10.1016/0163-7258(91)90034-J)