

剩余骨高度 ≤ 5 mm时应用不同骨移植材料行 液压法上颌窦内提升术并同期种植的临床效果

杨真瑜*, 付 钢#

重庆医科大学附属口腔医院种植科, 口腔疾病与生物医学重庆市重点实验室, 重庆市高校市级口腔生物医学工程重点实验室, 重庆

收稿日期: 2024年3月27日; 录用日期: 2024年4月21日; 发布日期: 2024年4月30日

摘 要

目的: 评估剩余牙槽嵴骨高度 ≤ 5 mm时, 使用aPRF或/和Bio-Oss骨粉作为骨移植材料行液压法上颌窦内提升术并同期植入种植体的临床效果。方法: 选取2020年12月至2022年8月期间在重庆医科大学附属口腔医院种植科行液压法上颌窦内提升术同期植入种植体的患者作为研究对象。根据植入材料的不同, 分为aPRF组、Bio-Oss骨粉组和aPRF + Bio-Oss骨粉组。收集患者术前、术后即刻、术后9个月的一般和专科检查、临床表现及影像学结果并进行临床效果评价。结果: 共纳入33例患者, 植入41颗种植体, 种植体留存率为100%。aPRF组、Bio-Oss骨粉组和aPRF + Bio-Oss骨粉组的平均垂直骨增量分别为 6.3 ± 1.99 mm、 8.16 ± 2.04 mm和 $7.4 \text{ mm} \pm 1.16$ mm。3组的垂直骨吸收量分别为 3.09 ± 2.67 mm, 5.39 ± 4.09 mm, 1.34 ± 1.75 mm。结论: 对于牙槽骨高度 ≤ 5 mm的患者, 行液压法上颌窦内提升术获得的窦底提升高度满足临床需求且种植体短期留存率较高。考虑到更低的手术成本及更少的骨吸收量, 使用aPRF和Bio-Oss材料的混合物或许是更有利的选择。

关键词

上颌窦底内提升术, 液压法, CAS-KIT, aPRF, Bio-Oss

Clinical Outcomes of Hydraulic Maxillary Sinus Lift and Simultaneous Implantation Using Different Graft in Cases with Residual Bone Height Less than 5 mm

Zhenyu Yang*, Gang Fu#

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 杨真瑜, 付钢. 剩余骨高度 ≤ 5 mm时应用不同骨移植材料行液压法上颌窦内提升术并同期种植的临床效果[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 2841-2850. DOI: 10.12677/acm.2024.1441363

Department of Implantology, Stomatological Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing Key Laboratory of Oral Diseases and Biomedical Sciences, Chongqing Municipal Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering of Higher Education, Chongqing

Received: Mar. 27th, 2024; accepted: Apr. 21st, 2024; published: Apr. 30th, 2024

Abstract

Objective: This study aims to evaluate the clinical effect of hydraulic sinus elevation with simultaneous implant placement using aPRF and/or Bio-Oss as bone graft materials when the residual bone height was ≤ 5 mm. **Methods:** The patients who underwent maxillary sinus augmentation with hydraulic technique and implanted implants in the Department of Implantology, Stomatological Hospital of Chongqing Medical University from December 2020 to August 2022 were selected as the research objects. The patients were divided into three groups: aPRF group, Bio-Oss group and aPRF + Bio-Oss group. The general and specialized examinations, clinical manifestations and imaging results of the patients were collected before operation, immediately after operation and 9 months after operation, and the clinical effect was evaluated. **Results:** A total of 33 patients were included, and 41 implants were placed. The implant retention rate was 100%. The average vertical bone gain was 6.3 ± 1.99 mm in aPRF group, 8.16 ± 2.04 mm in Bio-Oss group, and 7.4 ± 1.16 mm in aPRF + Bio-Oss group, respectively. The vertical bone resorption of the three groups was 3.09 ± 2.67 mm, 5.39 ± 4.09 mm, 1.34 ± 1.75 mm, respectively. **Conclusions:** For patients with alveolar bone height ≤ 5 mm, the height of sinus floor elevation obtained by hydraulic sinus elevation can meet the clinical needs and the short-term retention rate of the implant is high. Considering the lower surgical cost and less bone resorption, a mixture of aPRF and Bio-Oss may be a more favorable choice.

Keywords

Maxillary Sinus Lift, Hydraulic, CAS-KIT, aPRF, Bio-Oss

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

拔牙后上颌窦气化导致上颌后区牙槽骨吸收[1]。残留牙槽嵴高度(Residual Alveolar Ridge Height, RBH)不足进一步影响种植体的放置[2]。在这一区域通常需要骨增量手术,上颌窦底提升是最常用的方案,主要包括两种入路:侧窗入路和经牙槽嵴顶入路[3]。该技术的基本原理是为血凝块的稳定创造有利的再生空间,以便上颌窦骨壁、施耐德膜和种植体表面共同作用下在移植物部位水平再生新骨[4] [5] [6]。经牙槽嵴入路最初由 Tatum [7]提出, Summer [8]对其进行了改进。与侧窗入路相比,该入路损伤更小,治疗周期更短[9]。窦膜可通过窦底骨板抬高来提升,以获得必要的骨容积[10]。然而,当 RBH ≤ 5 mm 进行窦膜抬高时,系统文献回顾发现失败率明显更高[11]。与外侧入路相比,经牙槽嵴顶入路时窦膜穿孔是最常见的术中并发症[12]。然而,由于内提升术是在没有直接视野的情况下进行的,因此可能有些较小穿孔未被发现,其真实发生率大于文献报道。近年来,有研究者尝试使用液压提升技术来提高剥离和抬高窦膜的可靠性和安全性[13]。不同于使用器械时力度过大或应力集中导致窦膜撕裂,液体可以均匀、轻柔

地从窦内的骨壁上剥离黏膜。其他研究也表明, 液压法内提升术发病率更低, 手术时间更短, 提供了高度可预测的临床结果[14] [15] [16] [17] [18]。

在严重吸收的牙槽嵴条件下行上颌窦内提升术, 除了如何在盲视野下安全、充分地剥离黏膜外, 在获得足够的空间后, 维持成骨空间的稳定同样重要。如果有材料填充, 窦膜可以抬高得更多、更高。临床上一般采用骨移植材料填塞空间, 维持空间稳定, 等待骨改建完成。骨移植材料的金标准是自体骨, 由于其骨传导性、成骨性及骨诱导性, 被认为是一种理想的支架[19]。然而, 可用的供体部位有限且需要开辟第二术区限制了自体骨的使用[20]。其余的, 最常用的是异种移植材料, 如脱蛋白牛骨矿物质(DBBM, Bio-OSS), 其吸收缓慢, 能在较长地时间内有效保持空间。尽管大量文献报道了 Bio-OSS 骨粉良好的空间维持和成骨效果, 其高昂的成本仍难以被患者接受[21]。许多研究报道, 与移植体接触的种植体根尖部位经历了一个持续的重塑和收缩过程, 这可能与膜剥离不充分和窦腔气化后的离心吸收形成的应力有关, 这可能会随着时间的推移影响移植体的吸收模式[22]。有趣的是, 部分研究表明窦腔内的种植体起到了“帐篷杆”的作用, 可以防止窦膜的塌陷, 在不添加任何骨移植材料的情况下, 可以在窦内实现一致的骨增量[23] [24]。改良型富血小板纤维蛋白(Advanced Platelet-Rich Fibrin, aPRF)是一种由自体静脉血离心获得的富血小板纤维蛋白软凝块[25]。aPRF 能持续释放多种成骨生长因子及抗炎因子, 可促进血管新生、促进骨组织修复, 同时能够减少术后疼痛和水肿, 降低感染风险[26] [27] [28] [29]。此外, 在上颌窦提升过程中, aPRF 可起到支撑和缓冲上颌窦膜的作用, 防止尖锐骨粒或器械损伤上颌窦膜[30]。一些研究报道了 PRF 在低牙槽嵴病例中的应用。Molemans [31]在 RBH ≤ 5 mm 时, 采用 PRF 作为移植材料进行上颌窦外提升同时植入种植体。术后 6 个月, 平均垂直骨增量为 5.4 mm。Tajima [32]进行了类似的研究, 平均 RBH 为 4 mm, 平均垂直骨增高为 7.5 mm, 特别是在一项有 6 年随访的研究中, 在随访期间没有种植体丢失。垂直骨增量始终相当可观, 在 8.5~12 mm 之间[33]。这些研究证明了 PRF 作为上颌窦骨移植材料的有效性。

研究的目的是评估剩余牙槽嵴骨高度 ≤ 5 mm 时, 使用 aPRF 或/和 Bio-Oss 骨粉作为骨移植材料行液压法上颌窦内提升术并同期植入种植体的临床效果。

2. 材料与方法

2.1. 病例资料

选择重庆医科大学大学附属口腔医院种植科 2020 年 12 月至 2022 年 8 月行液压法上颌窦内提升术同期植入种植体的病例, 有 33 名患者共 41 个种植位点被纳入研究。纳入及排除标准: 年龄在 18 岁或以上, 经 CBCT 诊断剩余牙槽骨高度 ≤ 5 mm, 上颌窦底黏膜健康, 无明显病理性增生, 无明显囊性病变, 无系统性疾病、骨质疏松、放射治疗史, 无大量吸烟(10 支/天), 同意进行液压法上颌窦内提升术同期植入种植体的患者。本实验已通过重庆医科大学附属口腔医院伦理委员会审批, 于中国临床试验注册中心注册(ChiCTR2300068012)。

2.2. 主要材料及手术器械

本研究所使用的主要器械包括: 无菌种植器械盒(包括口镜、剥离器、刮匙、剪刀、镊子等 15 件工具)、12 号手术刀片、无菌纱布、4-0 可吸收缝线。CAS-KIT 工具箱(韩国)、Osstem 种植体系统(韩国)、Bio-Oss 人工骨粉(瑞士)、aPRF 离心机(中国)。

2.3. 手术过程

2.3.1. 术前准备

嘱患者于检验科抽血化验, 行血常规、传染病及凝血功能检查。沟通并签署纸质版知情同意书: 向

患者介绍相关种植治疗过程、周期以及可能出现的并发症, 患者及家属知情同意并且签署手术知情同意书等。用 10 ml 负压采血管(不含任何抗凝剂)采取静脉全血, 立即放入 PRF 专用离心机中, 设定制备 PRF 程序, 尽快离心。停止后管中即形成三层结构, 最上层为贫血小板血浆, 最下层为红细胞碎片层, 中间黄色纤维凝胶层即为 aPRF, 分离得中间的纤维蛋白凝胶后备用。

2.3.2. 手术过程

于术区牙槽嵴顶作切口剥离并翻开全厚瓣, 暴露牙槽嵴顶, 球钻定位; 将 CAS-KIT (Crestal Approach-Sinus Kit)工具盒中先锋钻与合适的停止器连接(停止器的长度低于剩余骨高度 1~2 mm), 备洞至距离上颌窦底约 1~2 mm 处停止。更换不同的扩孔钻配合停止器完成逐级备洞; CAS 钻连接停止器, 以 400 rpm 低速突破上颌窦底, 使用钝头深度测量工具探查, 通过捏鼻鼓气实验检查上颌窦黏骨膜的完整性; 连接上颌窦液压提升器, 检查装置气密性后血管钳夹持插入窝洞内, 缓慢注入 1 mL 盐酸利多卡因溶液。随液体注入阻力增大时反复轻柔回抽, 直至能无阻力地注入且能完整回抽混合少许血液的液体; aPRF 或 Bio-Oss 骨粉或二者 1:1 混合物输送至提升后的空间内; 植入种植体, 若植入扭矩 > 30 Ncm, 则直接安装愈合基台; 反之, 则安装封闭螺丝。严密缝合创口。见图 1。

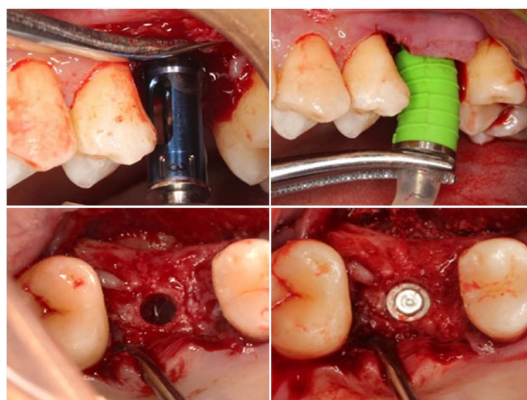


Figure 1. Surgical procedure of maxillary sinus floor elevation by hydraulic method

图 1. 液压法上颌窦内提升手术过程

2.3.3. 术后处理

术后即刻拍摄 CBCT 并嘱患者饭后口服抗生素和奥硝唑 3~5 d, 复方氯己定含漱液含漱 1 周, 手术侧鼻腔使用麻黄碱滴鼻液 2 周, 保持口腔卫生, 勿用术区侧咀嚼, 勿擤鼻涕, 若有不适及时复诊。术后 7~10 天拆线。

2.4. 术后评价

所有患者均在术后 9 个月时召回复诊, 复诊内容包括拍摄 CBCT、检查有无并发症、种植体及上部结构使用情况等。

3. 结果

3.1. 基本信息

最后, 记录并收集了 33 名患者(19 名男性和 14 名女性)的数据, 平均年龄为 49.42 岁(范围从 22 岁到 83 岁), 患者术前资料见表 1。

Table 1. Patient information**表 1.** 患者资料

	aPRF	Bio-Oss	aPRF + Bio-Oss
年龄			
平均值 ± 方差	53.23 ± 17.22	43.25 ± 19.43	49.42 ± 16.81
范围	(26, 83)	(22, 67)	(22, 73)
性别			
男性	7	3	9
女性	6	5	3
年龄			
平均值 ± 方差	53.23 ± 17.22	43.25 ± 19.43	49.42 ± 16.81
范围	(26, 83)	(22, 67)	(22, 73)

所有的种植体均为韩国 Osstem 种植体, 所有患者均在术后 9 个月于医院复查时检查种植体存留及使用情况。结果显示所有纳入研究的 41 枚种植体骨结合良好, 修复体稳定, 患者自觉无不适症状, 满足 Buser 和 Cochran 提出的种植体存留标准, 9 个月内种植体存留率为 100%。种植体基本信息见表 2。

Table 2. Implant information**表 2.** 种植体资料

	aPRF	Bio-Oss	aPRF + Bio-Oss	总计
种植体数量	14	12	15	41
前磨牙区	0	1	0	1
第一磨牙区	12	4	13	29
第二磨牙区	2	7	2	11
单颗种植体	12	4	9	25
两颗种植体	1	4	3	8

3.2. 并发症

随访的患者中共有 5 名患者在术后出现轻微的面部肿胀疼痛不适, 常规抗炎治疗后一周内症状消退。aPRF 组中有 1 例, Bio-Oss 组中 3 例, 共 4 位患者出现上颌窦穿孔, 改为上颌窦外提升术经胶原膜修补, 术后均无伤口裂开、感染、上颌窦炎的发生。改为外提升病例均从研究中移除。术后随访观察 1 年, 所有种植体在常规修复后均能正常行使功能, 均未出现螺丝松动折断、义齿松动等机械学并发症。

3.3. 影像学指标

- 1) 施耐德膜厚度(SMT, Schneider Film Thickness): 种植部位横切面上从窦底到膜最高点的距离;
- 2) 剩余骨高度(RBH, Residual Bone Height): 术前在冠状位 CBCT 上测量牙槽嵴到窦底的距离;
- 3) 上颌窦宽度(SW, Sinus Width): 在窦底以上 5 mm 高度处, 从窦外壁到内侧壁的距离;

总体而言, 平均 SMT 为 1.98 ± 2.01 mm (范围从 0.2 到 10.4 mm), 平均 RBH 为 4.05 ± 0.76 mm (范围从 2.2 到 5 mm), 平均 SW 为 13.33 ± 2.21 mm (范围从 8.4 到 18 mm)。在上颌骨后侧共放置了 41 颗种植

体。PRF 组 14 个种植体, Bio-Oss 组 12 个种植体, PRF + Bio-Oss 组 15 个种植体。统计结果显示, 三组的基线差异无统计学意义($p > 0.05$)。详细数据见表 3。

Table 3. Preoperative CBCT information

表 3. 术前 CBCT 资料

	aPRF	Bio-Oss	aPRF + Bio-Oss
SMT (mm)			
平均值 \pm 方差	2.4 \pm 2.07	1.21 \pm 0.89	2.2 \pm 2.48
范围	(0.2, 6.4)	(0.2, 3.2)	(0.1, 3.6)
RBH (mm)			
平均值 \pm 方差	4.1 \pm 0.62	4.19 \pm 0.95	3.9 \pm 0.73
范围	(2.83, 5)	(2.2, 4.9)	(2.8, 4.8)
SW (mm)			
平均值 \pm 方差	13.72 \pm 1.99	13.37 \pm 2.46	12.94 \pm 2.28
范围	(9.6, 17.2)	(8.4, 15.2)	(10.4, 17.62)

4) 种植体突入窦腔内距离(IP, Implant Protrusion): 种植体从术前上颌窦底延伸到上颌窦升高处的长度;

5) 窦膜抬高高度(SEH, Sinus Elevation Height): 冠状图像上, 窦膜从术前上颌窦底到术后即刻抬高后新位置的距离;

6) 骨增量(BG, Bone Gain): 以种植体颈部为基线, 术后即刻上颌窦底与术后 6 个月新形成的窦底之间的距离;

7) 骨吸收量(BA, Bone Absorption) = SEH-BG: 术后即刻上颌窦提升高度到术后 6 个月上颌窦底的距离。

aPRF 组、Bio-Oss 组和 aPRF + Bio-Oss 组的平均 IP 分别为 4.82 ± 1.07 mm、 5.46 ± 0.81 mm 和 5.49 ± 0.69 mm。三组间无显著性差异($p > 0.05$)。

Bio-Oss 组平均 SEH (13.55 ± 3.01 mm)最高($p > 0.05$)。aPRF 组的平均 SEH 为 9.39 ± 3.67 mm, aPRF + Bio-Oss 组的平均 SEH 为 8.73 ± 1.97 mm, 差异无统计学意义($p > 0.05$)。

测量 BA, 评价 9 个月后不同材料垂直尺寸的变化情况。结果显示 Bio-Oss 组最高, aPRF + Bio-Oss 组最低, 差异有统计学意义($p > 0.05$)。

我们在术后 9 个月测量冠状面 BG 以评估不同移植方式的效果。3 组间结果相似, BDDM 组(8.16 ± 2.04 mm)略高于 PRF 组(6.3 ± 1.99 mm) ($p > 0.05$)。PRF + Bio-Oss 组平均 IBH (7.4 ± 1.16 mm)与其他两组比较差异无统计学意义。详细数据见表 4。

Table 4. Postoperative CBCT information

表 4. 术后 CBCT 资料

	aPRF	Bio-Oss	aPRF + Bio-Oss
SEH (mm)			
平均值 \pm 方差	9.39 \pm 3.67	13.55 \pm 3.01	8.73 \pm 1.97
范围	(5.2, 16.4)	(13.35, 21.2)	(6.4, 13.69)

续表

IP (mm)			
平均值 ± 方差	4.82 ± 1.07	5.46 ± 0.81	5.49 ± 0.69
范围	(3.6, 7.38)	(4, 6.81)	(4.4, 6.85)
BA (mm)			
平均值 ± 方差	3.09 ± 2.67	5.39 ± 4.09	1.34 ± 1.75
范围	(0, 8.74)	(0.44, 13.2)	(-0.01, 6.44)
BG (mm)			
平均值 ± 方差	6.3 ± 1.99	8.16 ± 2.04	7.4 ± 1.16
范围	(3.17, 10)	(6.3, 11.2)	(6.03, 9.77)

4. 讨论

本研究调查了 aPRF 和异种骨替代物单独或联合使用在液压鼻窦底增强手术后鼻腔内的机械稳定性和骨再生方面的行为。CT 图像显示, 就窦内骨增量而言, 所有干预措施都有可接受的效果。近年来, 在不使用颗粒移植物的情况下, 提升的施耐德膜和窦底骨之间形成空间的技术被提出[34]。有报道称这种方法与填塞骨移植材料相比, 种植体稳定性和骨再生的成功率相似[35]。然而, 在空间的维持上, 植骨材料具有一定的优势。Nedir 等人[36]在一项随机对照研究中, 将 Bio-Oss (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Switzerland)作为“移植材料组”的植骨材料, 并与“不移植材料组”的骨增量效果进行了比较。移植植骨材料组的骨增量(5.0 ± 1.3 mm)明显高于不移植植骨材料组(3.9 ± 1.0 mm)。根据引导组织再生原理, 一系列生物材料如 PRF、血液、凝胶海绵或胶原蛋白也可以被用于形成和维持空隙, 以促进骨再生[37]。Diss 等人[38]首次记录了 20 例患者的根尖骨水平的影像学变化, 这些患者使用内提升入路结合 PRF 将 35 个种植体放置在平均 RBH 为 6.6 mm 的位置。通过 X 线摄影测量了窦内骨水平的变化, 结果显示该方法平均增加了 3.2 mm。Toffler 等人[39]在 110 例患者中记录了 138 个种植体的类似结果。这些作者发现平均 RBH 为 6.6 mm, 种植体位置的骨高度平均增加 3.4 mm。两项研究都评估了安装的种植体的中端和远端位置的骨增益, 并将这两个值取平均值。在本研究中, aPRF 组种植体部位的平均骨增量为 6.3 mm, 高于以往报道。这一结果可能是由于进入鼻窦和抬高施耐德膜的方法所致。本研究仅使用特殊设计的钻头(CAS 钻头), 通过注射盐酸利多卡因升高施耐德膜[40]。这些步骤可以显著提高手术提升的高度。虽然 aPRF 能将膜保持在较高位置多长时间尚不清楚, 但 aPRF 可能在一定程度上起到了“占位”的作用, 同时促进了早期的骨改建。除此之外, 这一结果也可以用突出到窦内的种植体长度的差异来解释。由于本研究的 RBH 较低, 本研究中植入物突出到窦内的长度比以往的研究更长。更深入鼻窦的种植体起到了更长的帐篷钉的作用, 为新骨形成创造了更大的空间。由于上颌骨萎缩, 植入物向鼻窦的突出也会增加鼻窦膜穿孔的风险。特别是在没有移植材料的鼻窦底抬高手术中, 旋转的种植体螺纹在安装过程中可能会缠绕施耐德膜。aPRF 膜可以在植入过程中保护窦膜, 从而将膜穿孔或撕裂的风险降至最低[41]。由于 aPRF 是一种简单而廉价的生物材料, 在没有骨移植的鼻窦提升手术中, 它的使用似乎比任何其他填充材料都更合适。事实上, 通过避免使用颗粒移植材料, 可以消除填充材料从穿孔部位迁移到鼻窦的风险, 这可能导致严重的鼻窦感染。然而, 我们也观察到当 aPRF 与颗粒移植材料混合时, 骨吸收率最低, 这对于保证种植体根尖区骨整合的长期稳定性具有积极意义。

5. 结论

综上所述, 对于牙槽骨高度 ≤ 5 mm 的患者, 行液压法上颌窦内提升术获得的窦底提升高度满足临

床需求且种植体短期留存率较高。相比于上颌窦外提升, 本研究采用的液压法上颌窦内提升术更简单、创伤更小, 能够避免复杂的手术流程、降低患者的恐惧感, 临床中更容易被患者接受。

骨移植材料方面, 在本研究各组术前解剖条件且种植体突入窦腔内高度接近的情况下, 发现 Bio-Oss 材料更容易在术后早期抬高窦膜空间, 而 aPRF 更利于维持成骨空间稳定。考虑到更低的手术成本及更少的骨吸收量, 使用 aPRF 和 Bio-Oss 材料的混合物或许是更有利的选择。

参考文献

- [1] Sharan, A. and Madjar, D. (2008) Maxillary Sinus Pneumatization Following Extractions: A Radiographic Study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **23**, 48-56.
- [2] Pjetursson, B., Asgeirsson, A., Zwahlen, M. and Sailer, I. (2014) Improvements in Implant Dentistry over the Last Decade: Comparison of Survival and Complication Rates in Older and Newer Publications. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **29**, S308-S324. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g5.2>
- [3] Boyne, P.J. and James, R.A. (1980) Grafting of the Maxillary Sinus Floor. *Oral Surgery*, **38**, 613-616.
- [4] Calin, C., Petre, A. and Drafta, S. (2014) Osteome-Mediated Sinus Floor Elevation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **29**, 558-576. <https://doi.org/10.11607/jomi.3206>
- [5] Gargallo-Albiol, J., Tattan, M., Sinjab, K.H., Chan, H.L. and Wang, H.L. (2019) Schneiderian Membrane Perforation via Transcrestal Sinus Floor Elevation: A Randomized *ex vivo* Study with Endoscopic Validation. *Clinical Oral Implants Research*, **30**, 11-19. <https://doi.org/10.1111/clr.13388>
- [6] Soltan, M. and Smiler, D.G. (2005) Antral Membrane Balloon Elevation. *Journal of Oral Implantology*, **31**, 85-90. <https://doi.org/10.1563/0-773.1>
- [7] Tatum, H.J. (1986) Maxillary and Sinus Implant Reconstructions. *Dental Clinics of North America*, **30**, 207-229. [https://doi.org/10.1016/S0011-8532\(22\)02107-3](https://doi.org/10.1016/S0011-8532(22)02107-3)
- [8] Summers, R.B. (1994) The Osteotome Technique: Part 3—Less Invasive Methods of Elevating the Sinus Floor. *Compendium*, **15**, 698-704.
- [9] Summers, R.B. (1994) A New Concept in Maxillary Implant Surgery: The Osteotome Technique. *Compendium*, **15**, 152, 154-156, 158, 162.
- [10] (2009) Proceedings of the 4th International Team for Implantology (ITI) Consensus Conference, August 2008, Stuttgart, Germany. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **24**, 7-278.
- [11] 高文莫, 郑嘉宝, 刘颜彬, 等. 上颌窦底剩余骨高度小于 4 mm 的种植外科方案及适应症探讨[J]. 北京口腔医学, 2023, 31(1): 23-29.
- [12] 李嘉良, 吴煜农. 上颌窦黏膜穿孔的分类、处理方法及研究进展[J]. 口腔医学, 2019, 39(3): 266-270. <https://doi.org/10.13591/J.Cnki.Kqyx.2019.03.018>
- [13] Chen, L. and Cha, J. (2005) An 8-Year Retrospective Study: 1, 100 Patients Receiving 1, 557 Implants Using the Minimally Invasive Hydraulic Sinus Condensing Technique. *Journal of Periodontology*, **76**, 482-491. <https://doi.org/10.1902/jop.2005.76.3.482>
- [14] Sotirakis, E.G. and Gonshor, A. (2005) Elevation of the Maxillary Sinus Floor with Hydraulic Pressure. *Journal of Oral Implantology*, **31**, 197-204. [https://doi.org/10.1563/1548-1336\(2005\)31\[197:EOTMSF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1563/1548-1336(2005)31[197:EOTMSF]2.0.CO;2)
- [15] Vitkov, L., Gellrich, N.C. and Hannig, M. (2005) Sinus Floor Elevation via Hydraulic Detachment and Elevation of the Schneiderian Membrane. *Clinical Oral Implants Research*, **16**, 615-621. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01161.x>
- [16] Tallarico, M., Better, H., De Riu, G. and Meloni, S.M. (2016) A Novel Implant System Dedicate to Hydraulic Schneiderian Membrane Elevation and Simultaneously Bone Graft Augmentation: An up-to 45 Months Retrospective Clinical Study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, **44**, 1089-1094. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2016.05.016>
- [17] Tallarico, M., Meloni, S.M., Xhanari, E., *et al.* (2017) Minimally Invasive Sinus Augmentation Procedure Using a Dedicated Hydraulic Sinus Lift Implant Device: A Prospective Case Series Study on Clinical, Radiologic, and Patient-Centered Outcomes. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, **37**, 125-135. <https://doi.org/10.11607/prd.2914>
- [18] Gatti, F., Gatti, C., Tallarico, M., *et al.* (2018) Maxillary Sinus Membrane Elevation Using a Special Drilling System and Hydraulic Pressure: A 2-Year Prospective Cohort Study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, **38**, 593-599. <https://doi.org/10.11607/prd.3403>
- [19] Scarano, A., Degidi, M., Iezzi, G., *et al.* (2006) Maxillary Sinus Augmentation with Different Biomaterials: A Com-

- parative Histologic and Histomorphometric Study in Man. *Implant Dentistry*, **15**, 197-207. <https://doi.org/10.1097/01.id.0000220120.54308.f3>
- [20] 李敏, 李大鲁. 口腔种植骨增量手术中常用植骨材料的研究进展[J]. 山东医药, 2021, 61(13): 100-103, 107. <https://doi.org/10.3969/J.Issn.1002-266X.2021.13.029>
- [21] Nizam, N., Eren, G., Akcali, A., *et al.* (2018) Maxillary Sinus Augmentation with Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin and Deproteinized Bovine Bone Mineral: A Split-Mouth Histological and Histomorphometric Study. *Clinical Oral Implants Research*, **29**, 67-75. <https://doi.org/10.1111/clr.13044>
- [22] Palma, V.C., Magro-Filho, O., De Oliveria, J.A., *et al.* (2006) Bone Reformation and Implant Integration Following Maxillary Sinus Membrane Elevation: An Experimental Study in Primates. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **8**, 11-24. <https://doi.org/10.2310/j.6480.2005.00026.x>
- [23] Sohn, D.-S., Lee, J.-S., Ahn, M.-R. and Shin, H.-I. (2008) New Bone Formation in the Maxillary Sinus without Bone Grafts. *Implant Dentistry*, **17**, 321-331. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e318182f01b>
- [24] Nedir, R., Nurdin, N., Vazquez, L., Najm, S.A. and Bischof, M. (2016) Osteotome Sinus Floor Elevation without Grafting: A 10-Year Prospective Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **18**, 609-617. <https://doi.org/10.1111/cid.12331>
- [25] 张晨怡, 张海正, 潘来, 等. 改良型/注射型富血小板纤维蛋白在牙槽骨增量术中应用研究进展[J]. 中国实用口腔科杂志, 2023, 16(3): 358-363.
- [26] Schar, M.O., Diaz-Romero, J., Kohl, S., *et al.* (2015) Platelet-Rich Concentrates Differentially Release Growth Factors and Induce Cell Migration *in vitro*. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **473**, 1635-1643. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4192-2>
- [27] Peterson, J.E., Zurakowski, D., Italiano, J.E., *et al.* (2010) Normal Ranges of Angiogenesis Regulatory Proteins in Human Platelets. *American Journal of Hematology*, **85**, 487-493. <https://doi.org/10.1002/ajh.21732>
- [28] Mazor, Z., Horowitz, R.A., Del Corso, M., Prasad, H.S., *et al.* (2009) Sinus Floor Augmentation with Simultaneous Implant Placement Using Choukroun's Platelet-Rich Fibrin as the Sole Grafting Material: A Radiologic and Histologic Study at 6 Months. *Journal of Periodontology*, **80**, 2056-2064. <https://doi.org/10.1902/jop.2009.090252>
- [29] De Assis Costa, M.D.M., Paranhos, L.R., De Almeida, V.L., Oliveira, L.M., De Andrade Vieira, W. and Dechichi, P. (2023) Do Blood Concentrates Influence Inflammatory Signs and Symptoms after Mandibular Third Molar Surgery? A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Clinical Oral Investigations*, **27**, 7045-7078. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05315-5>
- [30] Nkenke, E., Schlegel, A., Schultze-Mosgau, S., *et al.* (2002) The Endoscopically Controlled Osteotome Sinus Floor Elevation: A Preliminary Prospective Study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **17**, 557-566.
- [31] Molemans, B., Cortellini, S., Jacobs, R., *et al.* (2019) Simultaneous Sinus Floor Elevation and Implant Placement Using Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin as a Sole Graft Material. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **34**, 1195-1201. <https://doi.org/10.11607/jomi.7371>
- [32] Tajima, N., Ohba, S., Sawase, T., *et al.* (2013) Evaluation of Sinus Floor Augmentation with Simultaneous Implant Placement Using Platelet-Rich Fibrin as Sole Grafting Material. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **28**, 77-83. <https://doi.org/10.11607/jomi.2613>
- [33] Simonpieri, A., Choukroun, J., Corso, M.D., *et al.* (2011) Simultaneous Sinus-Lift and Implantation Using Micro-threaded Implants and Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin as Sole Grafting Material: A Six-Year Experience. *Implant Dentistry*, **20**, 2-12. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3181faa8af>
- [34] Aludden, H., Mordenfeld, A., Hallman, M., *et al.* (2018) Osteotome-Mediated Sinus Floor Elevation with or without a Grafting Material: A Systematic Review and Meta-Analysis of Long-Term Studies (≥ 5 -Years). *Implant Dentistry*, **27**, 488-497. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000798>
- [35] Aghaloo, T.L. and Moy, P.K. (2007) Which Hard Tissue Augmentation Techniques Are the Most Successful in Furnishing Bony Support for Implant Placement? *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **22**, 49-70.
- [36] Nedir, R., Nurdin, N., Khoury, P., *et al.* (2013) Osteotome Sinus Floor Elevation with and without Grafting Material in the Severely Atrophic Maxilla. A 1-Year Prospective Randomized Controlled Study. *Clinical Oral Implants Research*, **24**, 1257-1264. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02569.x>
- [37] 胡文军, 朱靖恺, 马威. 植骨材料在口腔种植中的应用概况及进展[J]. 中国实用口腔科杂志, 2018, 11(1): 17-23. <https://doi.org/10.19538/J.Kq.2018.01.004>
- [38] Dohan, D.M., Choukroun, J., Diss, A., *et al.* (2006) Platelet Rich Fibrin (PRF): A Second Generation Platelet Concentrate. Part II: Platelet-Related Biologic Features. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, **101**, E45-E50. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.009>
- [39] Toffler, M., Toscano, N. and Holtzclaw, D. (2010) Osteotome-Mediated Sinus Floor Elevation Using Only Plate-

let-Rich Fibrin: An Early Report on 110 Patients. *Implant Dentistry*, **19**, 447-456.
<https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3181f57288>

- [40] Bensaha, T. (2011) Evaluation of the Capability of a New Water Lift System to Reduce the Risk of Schneiderian Membrane Perforation during Sinus Elevation. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **40**, 815-820.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.04.005>
- [41] Choi, B.H., Zhu, S.J., Jung, J.H., *et al.* (2006) The Use of Autologous Fibrin Glue for Closing Sinus Membrane Perforations during Sinus Lifts. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, **101**, 150-154.
<https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.04.008>