

颌骨重建中植入骨瓣的牙种植体 预后研究进展

周永胜*张磊丁茜

摘要

颌骨缺损的功能性重建应包括恢复颌骨连续性以及在此基础上进行的各类义齿修复等,以重建颌骨功能和颌面部美观。血管化自体骨移植后进行种植义齿修复是颌骨缺损重建的一种有效且前沿的治疗方法。目前已有大量研究报道血管化自体骨移植后进行种植修复的临床治疗效果。本文将聚焦颌骨缺损重建中植入骨瓣的牙种植体预后,重点介绍其研究进展,系统回顾植入骨瓣中种植体的生存率、并发症及影响预后的风险因素,为颌骨缺损重建中种植修复的预后评估及临床决策提供参考。

关键词 颌骨重建;种植体;生存率;并发症;骨瓣

1 引言

由肿瘤手术、外伤、发育畸形或炎症等导致 的颌骨缺损,是临床常见病,严重影响了患者的咀 嚼、吞咽、语言等功能,对颜面美观、功能也造成 极大影响,明显危害患者的身心健康。颌骨的功能 性重建是修复、重建颌骨功能的基本策略,但它并非简单意义上的恢复颌骨连续性,还应包括在此基础上进行的各类义齿修复,以重建颌骨相关功能和颌面部的美观,维持口颌系统的平衡和患者身心健康。血管化自体骨移植是颌骨缺损修复重建的有效手段,采用血管化的包含自体骨组织的游离皮瓣(简

作者单位 北京大学口腔医学院•口腔医院修复科,国家口腔医学中心,国家口腔疾病临床医学研究中心,口腔生物材料和数字诊疗装备国家工程研究中心,口腔数字医学北京市重点实验室

*通讯作者 周永胜

联系方式 010-82195370

电子邮箱 kqzhouysh@hsc.pku.edu.cn

通讯地址 北京市海淀区中关村南大街 22 号, 100081

基金项目 北京大学口腔医院国家重大疾病多学科合作诊疗能力建设项目 (PKUSSNMP-202004 和 PKUSSNMP-201901)

称为骨瓣),较非血管化的自体骨愈合快、抗感染能力强、骨吸收少,并可即刻植入种植体^[1]。与传统可摘局部义齿修复相比,在重建的颌骨上进行种植修复能够获得更好的义齿固位和稳定性,能够更好地恢复颌骨功能与颜面部美观。

目前已有大量研究报道血管化自体骨移植后行 种植修复的临床效果,但国内尚缺乏系统研究,笔 者团队曾于2016年在《国际口腔修复学杂志》上 发表了一篇针对颌骨缺损重建中植入血管化自体移 植骨块的种植体生存率、功能和并发症的英文系统 综述 [2]。本文将在此基础上进行数据更新,以为读 者提供更多更新的参考。通过查阅及筛选 1990 年 至 2022 年 5 月发表的关于颌骨缺损重建中植入骨 瓣的种植体预后的临床研究,对国内外研究现状进 行系统回顾。纳入标准主要包括: 平均随访时间为 种植体植入后至少12个月,至少包括5个病例或20 枚植入骨瓣中的种植体; 报道了植入骨瓣中的种植 体的生存率等[2]。经过研究质量评估,共纳入文献 36 篇,包括病例系列研究或病例报告25 篇、队列研 究 5 篇、回顾性研究 4 篇、横断面研究 1 篇、随机 对照试验 1 篇, 共 872 个病例、3185 枚种植体。其 中23项研究平均随访时间大于3年,最长为9.5年。

现就植入骨瓣中种植体的生存率、相关并发症 和风险因素进行系统回顾和总结,以期为颌骨缺损 重建中种植修复的预后评估及临床决策提供参考。

2 植入骨瓣中种植体的生存率及失 败原因

多数研究(28/36)报道生存率高于90%,绝大 多数病例均为种植体植入3~6个月后行修复治疗, 即延期负重。纳入文献共报道了230枚种植体失败, 总生存率为92.8%。通过对报道了种植体失败时间 的22篇研究进行系统分析,得出6个月累计生存 率为96.5%,1年累计生存率为96.0%。种植体失 败的可能原因根据文献报道的失败数目由多到少依 次为: 放疗相关并发症、种植体周严重骨吸收或种 植体周炎、肿瘤复发、骨结合失败、移植骨瓣失败、 种植体周围腓骨骨折、种植体颊侧骨开裂、种植体 植入位置不佳、初期稳定性不良等。纳入研究中, 8篇研究报道的生存率达到100%,均为病例系列 研究或病例报告,且纳入的病例数均较少(7~13 例)。纳入研究报道的最低生存率为80.5%, 为 2022 年最新发表的一项回顾性队列研究[3], 平均随访时间为50个月,133枚植入骨瓣的种植体

中有26枚失败,失败原因主要为种植体骨结合丧失和种植体周炎。皮瓣供区以腓骨瓣为主,9篇研究采用了不同类型的骨瓣(包括腓骨瓣、髂骨瓣、肩胛骨瓣等),但不同类型的骨瓣相比,种植体生存率无显著差异。

从以上纳入文献来看,总体上既往文献报道的 种植体生存率较高。但笔者认为,我们需要审慎地 看待种植体生存率较高的情况。其原因包括: ①在 临床实际情况下,并非所有颌骨缺损重建后均能够 进行种植义齿修复;②研究中多数均采用了严格的 纳入标准, 如预后良好、肿瘤无复发征象、无牙周 病或已控制稳定、颌位关系稳定、无系统性疾病等; 因此, 在经过严格纳入观察对象的基础上, 其生存 率往往表现较高; ③生存率高、治疗效果好或采用 了先进外科技术的研究可能更易被发表, 而有相反 或较差结果的研究容易被忽视或拒稿, 因而造成整 体研究结果的偏倚, ④纳入文献中的研究对象的样 本量较小,观察时限不够长,不同研究中的回访观 察标准不统一,不同原因造成的失访甚至数据丢失 等,均可导致报告结果的偏倚,⑤病例对照研究等 具有高水准循证依据的研究报告较少, 也影响了整 体的研究结果等。

3 植入骨瓣中种植体的相关并发症

26 篇纳入研究报道了植入骨瓣中种植体的相关并发症,报道最多的并发症是种植体周炎或种植体周骨吸收(20/26),其次为种植体周软组织增生(10/26),以及种植体位置不良或软组织形态不良导致无法进行上部修复(8/26)。其他并发症还包括:种植体周骨坏死、骨开裂、过度角化、覆盖螺丝及种植体表面早期暴露等。

种植体周病多由于颌骨重建后种植体周角化黏膜宽度不足、软组织肥厚,导致种植体周软组织结合不良以及口腔卫生状况差造成菌斑大量堆积,造成种植体周组织感染。种植体周炎可导致持续进展的种植体周骨吸收,是导致植入骨瓣中种植体失败的主要原因之一^[4]。不良的修复体设计、频繁的软组织处理也可能造成种植体周骨吸收增加;不同的移植骨瓣类型对种植体周骨吸收量无显著影响^[5]。

种植体周围软组织增生是一种炎症反应性肉芽组织增生,可造成疼痛、出血,且影响美观^[6,7]。 其原因主要为移植骨瓣中的种植体周围常覆盖皮瓣或松软肥厚的软组织,缺乏牢固附着的角化黏膜; 此外,重建的牙槽骨高度不足时,种植修复体殆龈 径大,戴用后口腔卫生维护存在一定的困难^[8],局部菌斑堆积也是导致软组织炎性增生的原因之一。种植体周围软组织增生的治疗方法一般为切除增生的软组织,用腭黏膜或皮肤移植,在种植体周围形成牢固附着的角化的软组织^[9]。

因此,笔者认为,领骨缺损重建中良好的软组织管理对于预后尤为重要,进行适当的软组织处理可显著提升骨瓣中种植体周软组织的稳定性,有利于提高种植体生存率,并减少生物学并发症的发生。

4 影响植入骨瓣中种植体预后的风 险因素

4.1 放疗

放疗是影响植入骨瓣中种植体预后的首要风险 因素。放射治疗可导致颌骨组织成骨能力降低,结 缔组织中血管和细胞成分减少,抵抗感染的能力受 损,组织纤维性变,呈现低细胞、低血管和低氧状 态[10]。可造成种植体骨结合失败、种植体周病, 甚至导致严重的并发症,即放射性骨坏死。因此, 多数研究报道放疗后种植体失败率明显升高[11-14]。 2021年一项回顾性研究针对恶性肿瘤所致颌骨缺损 重建的病例,纳入161枚植入骨瓣中的种植体,未 经放疗的骨瓣中种植体生存率为96.0%,而放疗后 的生存率仅为55.3%,放疗导致的移植骨块坏死造 成了19枚种植体的失败[15]。一项系统性综述中, 未经放疗的骨瓣中种植体的生存率为95.3%,放疗 后生存率为84.6%,并认为放疗可显著增加骨瓣中 种植体失败的风险[16]。也有少数学者认为,放疗与 种植体失败无显著相关性[17,18], 其影响与放疗的时 机、剂量以及是否采用高压氧疗法有关。纳入研究 中报道的放疗剂量多数为40~66Gy, 近几年的研 究中剂量较高者为每次 2~2.2Gy, 每周 5次, 持 续 6 周, 总剂量 60 ~ 66Gy, 该研究结果显示放疗 是种植体失败的风险因素^[3]。放疗剂量大于 60Gy 可显著增加发生放射性骨坏死的风险[19]。高压氧疗 法对放疗后种植体预后的影响尚无明确证据支持。 2022年发表的一篇关于放疗对种植体生存率的影响 的系统性综述认为:经放疗的种植体生存率显著低 于未经放疗的种植体,50Gy 以上的剂量与种植体 较低的生存率显著相关, 放疗后下颌骨种植体的生 存率明显高于上颌骨, 建议种植体植入应在放疗后 至少6个月后进行[20]。另一篇系统性综述认为放疗 后植入种植体应间隔至少12个月[21]。

综上, 笔者认为, 目前关于放疗对植入骨瓣中

种植体预后的影响规律,包括接受放疗的时机、剂量和部位尚无定论,仍需长期、大样本的高质量随机对照试验或前瞻性队列研究进一步论证。但是,放疗作为影响植入骨瓣中种植体预后的首要风险因素,放射治疗对颌骨组织成骨能力、成血管能力以及对种植体骨结合的潜在负面影响是客观存在的,因此要严格控制适应证。

4.2 骨瓣移植与植入种植体的时机

在骨瓣移植同期植入种植体,虽然具有缩短治疗周期、减少手术次数的优点,但目前失败率仍较高,若出现肿瘤复发或移植骨瓣失败,则种植体也一并失败^[22]。此外,同期植入容易出现种植体植入位置不佳的情况,对修复治疗造成困难,甚至导致种植体的弃用。多数研究纳入的病例均选择延期植入,报道较多的种植体植入时机为骨瓣移植后6个月。延期植入种植体的主要优点在于,可选择病情稳定适合行种植修复的患者、稳定的重建颌骨有利于种植体骨结合、易于获得良好的植入位置;对于术后需行放疗者,延期植入可减少放疗对于种植体骨结合的影响。

随着数字化外科技术的发展, 可在术前进行治 疗方案规划和模拟,设计移植骨段的位置和种植位 点,制作导板引导截骨和种植体植入,提高颌骨重 建的精度。数字化技术辅助下可实现在骨瓣移植前 将种植体植入腓骨中,即预制 (prefabrication) 腓 骨瓣技术,继而将植入种植体的骨瓣移植至设计位 置。2021年的一项回顾性研究纳入了17例患者、 65 枚种植体的颌骨重建种植修复治疗,术前进行完 善的数字化设计,在骨瓣移植前将种植体植入腓骨 中,愈合至少6周后将带种植体的骨瓣一并移植至 重建区域,88%的病例实现即刻修复,种植体生存 率高达 98.5%[23]。应用该技术可实现已完成种植体 骨结合的血管化自体骨移植, 从而减少后续放疗对 种植体骨结合的影响,同时可早期戴入修复体,提 高患者的生活质量。另一项前瞻性研究同样采用预 制腓骨瓣技术,同期植入种植体,纳入15例患者、 植入48枚种植体,种植体生存率为83.3%,失败 原因为移植骨瓣失败[24]。目前该技术治疗难度大, 适应证需严格控制,且缺少长期、大样本的前瞻性 研究报道。

此外,种植体植入的时机选择还需要考虑到血 管化自体骨移植后的改建可导致位置变化。既往研 究发现,游离腓骨瓣修复重建上颌骨术后1年,腓 骨瓣在矢状面上的位置发生向内、向上偏移^[25];术后长期未进行种植治疗者,缺乏功能刺激更易导致骨改建发生。近年的研究发现,上颌骨重建1年后腓骨瓣皮质骨可发生骨吸收,在各个方向上的厚度均有显著减小^[26],而下颌骨腓骨瓣重建后2年体积变化量仅为1%^[26]。骨瓣移植后的骨改建和骨吸收增大了种植修复治疗的难度。基于系统回顾,笔者认为,血管化自体骨移植术后延期植入种植体仍是目前的首选方案,但在上颌骨重建时,建议间隔时间应不超过1年。

4.3 种植体周软组织条件

角化黏膜宽度不足是种植体周炎的风险因素之一,通过合理、有序的软组织管理可显著提高骨瓣中种植体的生存率。种植体周围软组织的理想厚度应不超过3~4mm^[9]。去除重建牙槽骨表面的皮瓣或松软的软组织后,诱导生成健康的附着黏膜对于种植体的长期稳定性非常重要^[9]。常用的软组织诱导成形技术包括自行黏膜化、人工补片和角化黏膜移植^[1]。有学者提出通过骨膜下剥离、翻瓣后植人种植体并进行即刻修复,能够引导修复体周围上皮再生,在暴露的腓骨上形成角化黏膜层,可能是一种有效的种植体周软组织处理方法^[27]。此外,种植修复前进行前庭沟成形,有利于形成正常的牙槽骨形态和前庭沟结构,获得足够的种植修复空间,同时使口腔卫生容易维持,有利于后期种植体周围组织的健康,降低种植体周组织感染的发生风险^[9,28]。

4.4 种植体及种植修复体类型

一般认为,短种植体、机械加工表面的种植体失败率高,建议采用表面粗化处理、直径 3.5mm以上、长度 10mm以上的种植体 ^[29];此外,针对种植修复体类型方面,有文献报道,复合修复体(hybrid prostheses)比种植体支持的覆盖义齿或金属 – 瓷修复体的生存率低,主要原因在于后两者更利于口腔卫生维护 ^[29]。一项随机对照临床试验比较了腓骨瓣颌骨重建后采用 2 枚和 4 枚种植体支持的覆盖义齿修复,两者临床效果无显著差异 ^[30]。

4.5 颌骨缺损形成原因

恶性肿瘤及慢性骨髓炎术后颌骨缺损重建者种 植体生存率较低^[7],恶性肿瘤的复发因素及术后放 疗,慢性骨髓炎术后颌骨再生能力、成血管能力的 降低,会严重影响颌骨缺损重建者种植体生存率。 2022年的一项回顾性研究报道^[3],恶性肿瘤、放射性骨坏死导致颌骨缺损的病例中,种植体 5 年生存率分别为 78.1% 和 76.1%,明显低于良性肿瘤 (93.8%)和外伤 (91.7%)。

4.6 颌骨缺损的程度及伴随软组织缺损情况

目前,关于骨和软组织缺损的程度影响骨瓣中种植体预后的研究报道相对较少。有文献报道,较大颌骨缺损(移植骨块常常需经两次或两次以上截骨)及伴软组织缺损者失败率较高^[7],大面积软组织缺损(如舌切除、神经损伤)时,功能恢复效果较差。

4.7 吸烟

与常规种植修复相同,吸烟也是颌骨重建中种植体失败的重要风险因素^[3,31],建议患者在种植修复前严格控烟或禁烟。种植体植入后,当吸烟与放疗两种情况同时存在时,文献报道的失败率可高达100%^[15]。因此,颌骨缺损重建后,吸烟及放疗患者应被明确告知种植失败的风险,甚至不建议进行种植修复。

4.8 全身健康情况

年龄和性别不是绝对风险因素。虽有文献报道男性、老年患者种植体失败风险较高^[13,32],但更应考虑与年龄和性别因素相关的全身健康状况的改变,包括骨质疏松状态、糖尿病、健康维护能力下降等情况。已有回顾性研究通过回归分析发现,全身性疾病是影响骨瓣中种植体生存率的风险因素之一,当全身性疾病合并放疗、口腔卫生状况差时,种植体失败率最高^[3]。

5 问题与展望

基于颌骨缺损重建的种植修复的研究进展,目前尚存在的主要问题为:

- 1. 多数相关临床研究纳入病例数较少、随访时间较短、缺少对照组设计,且不同研究间异质性高,未来还需要多中心、大样本的随机对照临床试验验证颌骨缺损重建中种植修复的效果;
- 2. 纳入病例经过了严格的适应证筛选, 且失访、 发生病理性骨折或死亡的病例存在数据缺失, 导致 研究结果存在偏倚;
- 3. 目前研究以腓骨瓣、髂骨瓣为主,对于不常 用的骨瓣供区,如肩胛骨、胫骨、前臂皮瓣,相关

研究少有报道,其进行种植治疗的效果尚缺乏证据 支持;

4. 对于影响预后的风险因素,目前的研究仍存在局限性,且缺少随机对照试验,针对风险因素的进一步研究,有助于制订预后评估量表,提出更合理的治疗方案。

随着个性化和精准化颌骨功能重建概念的提出,外科导板及手术导航、三维重建、虚拟手术设计以及 3D 打印技术等数字医学技术得以快速发展并应用于临床,使得个性化的治疗方案规划和精准实施成为可能 [33]。目前提倡以功能重建为导向,即以口腔种植位点为依据,确定移植骨段的位置并制订治疗方案。

2022 年的一项前瞻性临床研究纳入了11名患者,采用虚拟手术设计(virtual surgical planning, VSP)、动态导航、增强现实及3D打印技术,实现了以种植修复为导向的精准颌骨重建和种植体植入,所有病例均完成了种植固定修复[34]。

有学者提出以咬合为导向,基于术前设计的修复后牙列模型,通过 VSP、3D 打印导板和固定器辅助移植骨瓣定位并同期植入种植体,认为该技术

[35]。北京大学口腔医院蔡志刚、单小峰团队亦通过 VSP、3D 打印手术导板和计算机辅助导航系统,进 行了 16 例患者的面中部缺损重建,证实 VSP 可有 效提高面中部重建效果和种植修复比例 [36]。但目前 关于数字化技术辅助颌骨重建后,种植修复的临床 疗效评价报道较少,亟待进一步探索。

可获得理想的种植体植入位置、显著缩短治疗周期

综上,颌骨缺损重建时,血管化自体骨移植后进行种植义齿修复是一种可靠的治疗方法,可获得良好的功能和美观效果,能够显著提高患者的生活质量。种植体周病及种植体周围软组织增生是植入骨瓣中种植体相关的常见并发症。影响骨瓣中种植体生存率的主要风险因素包括放疗、骨瓣移植同期植入种植体、种植体周软组织条件不良以及吸烟等。合理的适应证选择、完善的术前设计、足够的移植骨量、良好的软组织管理及外科和修复医师的密切配合是获得良好的修复重建效果的关键。采用数字化技术辅助手术,有助于实现颌骨的精准重建和口颌系统的功能重建,有望进一步提升颌骨缺损重建中种植修复的临床效果、提高患者的生活质量。

参考文献

- [1] 中华口腔医学会口腔颌面修复专业委员会.下颌骨缺损修复重建治疗专家共识[J].中华口腔医学杂志, 2019, 54(7):433-439.
- [2] Zhang L, Ding Q, Liu CR, et al. Survival, Function, and Complications of Oral Implants Placed in Bone Flaps in Jaw Rehabilitation: A Systematic Review[J]. Int J Prosthodont. 2016; 29(2):115-125.
- [3] Ma H, Van Dessel J, Shujaat S, et al. Long-term survival of implant-based oral rehabilitation following maxillofacial reconstruction with vascularized bone flap[J]. Int J Implant Dent. 2022; 8(1):15.
- [4] Pellegrino G, Tarsitano A, Ferri A, et al. Long-term results of osseointegrated implant-based dental rehabilitation in oncology patients reconstructed with a fibula free flap[J]. Clin Implant Dent Relat Res. 2018; 20(5):852-859.
- [5] Kniha K, Möhlhenrich SC, Foldenauer AC, et al. Evaluation of bone resorption in fibula and deep circumflex iliac artery flaps following dental implantation: A threeyear follow-up study[J]. J Craniomaxillofac Surg. 2017; 45(4):474-478.
- [6] Chiapasco M, Biglioli F, Autelitano L, et al. Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps used for the reconstruction of maxillo-mandibular defects

- following ablation for tumors or osteoradionecrosis[J]. Clin Oral Implants Res. 2006; 17(2):220-228.
- [7] Ferrari S, Copelli C, Bianchi B, et al. Rehabilitation with endosseous implants in fibula free-flap mandibular reconstruction:a case series of up to 10 years[J]. J Craniomaxillofac Surg. 2013; 41(2):172-178.
- [8] Zavattero E, Ramieri G, Agrò G, et al. Implant Dental Rehabilitation of Fibula-Free Flap Reconstructed Jaws[J]. J Craniofac Surg. 2021; 32(2):e134-e136.
- [9] 周永胜. 口腔修复学 [M]. 第 3 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2020:395-403.
- [10] 徐骏疾,周建,王松灵.放射性及双膦酸盐相关性颌骨坏死的发病机制及治疗进展[J].中华口腔医学杂志,2021,56(5):404-409.
- [11] Nguyen TTH, Eo MY, Myoung H, et al. Implant-supported fixed and removable prostheses in the fibular mandible[J]. Int J Implant Dent. 2020; 6(1):44.
- [12] Burgess M, Leung M, Chellapah A, et al. Osseointegrated implants into a variety of composite free flaps: A comparative analysis[J]. Head Neck. 2017; 39(3):443-447.
- [13] Khadembaschi D, Russell P, Beech N, et al. Osseointegrated implant survival, success and prosthodontic outcomes in composite free flaps: A 10-year retrospective

- cohort study[J]. Clin Oral Implants Res. 2021; 32(10):1251-1261.
- [14] Khadembaschi D, Brierly GI, Chatfield MD, et al. Systematic review and pooled analysis of survival rates, success, and outcomes of osseointegrated implants in a variety of composite free flaps[J]. Head Neck. 2020; 42(9):2669-2686.
- [15] Lodders JN, Leusink FKJ, Ridwan-Pramana A, et al. Long-term outcomes of implant-based dental rehabilitation in head and neck cancer patients after reconstruction with the free vascularized fibula flap[J]. J Craniomaxillofac Surg. 2021; 49(9):845-854.
- [16] Panchal H, Shamsunder MG, Petrovic I, et al. Dental Implant Survival in Vascularized Bone Flaps: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Plast Reconstr Surg. 2020; 146(3):637-648.
- [17] Sozzi D, Novelli G, Silva R, et al. Implant rehabilitation in fibula-free flap reconstruction: A retrospective study of cases at 1-18 years following surgery[J]. J Craniomaxillofac Surg. 2017; 45(10):1655-1661.
- [18] Salinas TJ, Desa VP, Katsnelson A, et al. Clinical evaluation of implants in radiated fibula flaps[J]. J Oral Maxillofac Surg. 2010; 68(3):524-529.
- [19] Schiegnitz E, Reinicke K, Sagheb K, et al. Dental implants in patients with head and neck cancer a systematic review and meta-analysis of the influence of radiotherapy on implant survival[J]. Clin Oral Implants Res. 2022;33(10):967-999.
- [20] Shokouhi B, Cerajewska T. Radiotherapy and the survival of dental implants:a systematic review[J]. Br J Oral Maxillofac Surg. 2022; 60(4):422-429.
- [21] Claudy MP, Miguens SA Jr, Celeste RK, et al. Time interval after radiotherapy and dental implant failure:systematic review of observational studies and meta-analysis[J]. Clin Implant Dent Relat Res. 2015; 17(2):402-411.
- [22] Goker F, Baj A, Bolzoni AR, et al. Dental implant-based oral rehabilitation in patients reconstructed with free fibula flaps:Clinical study with a follow-up 3 to 6 years[J]. Clin Implant Dent Relat Res. 2020; 22(4):514-522.
- [23] Diab J, Leinkram D, Wykes J, et al. Maxillofacial reconstruction with prefabricated prelaminated osseous free flaps[J]. ANZ J Surg. 2021; 91(3):430-438.
- [24] Zhu WY, Su YX, Pow EHN, et al. "Three-in-one" patient-specific surgical guides for simultaneous dental implants in fibula flap jaw reconstruction: A prospective case series[J]. Clin Implant Dent Relat Res. 2021; 23(1):43-53.
- [25] 康一帆,单小峰,张雷,等.游离腓骨瓣修复重建上

- 颌骨术后腓骨瓣位置变化 [J]. 北京大学学报 (医学版), 2020, 52(5):938-942.
- [26] Wilkman T, Apajalahti S, Wilkman E, et al. A Comparison of Bone Resorption Over Time: An Analysis of the Free Scapular, Iliac Crest, and Fibular Microvascular Flaps in Mandibular Reconstruction[J]. J Oral Maxillofac Surg. 2017; 75(3):616-621.
- [27] Kumar VV, Jacob PC, Kuriakose MA. Sub-Periosteal Dissection with Denture-Guided Epithelial Regeneration: A Novel Method for Peri-Implant Soft Tissue Management in Reconstructed Mandibles[J]. J Maxillofac Oral Surg. 2016; 15(4):449-455.
- [28] Li R, Meng Z, Zhang Y, et al. Soft Tissue Management: A Critical Part of Implant Rehabilitation After Vascularized Free-Flap Reconstruction[J]. J Oral Maxillofac Surg. 2021; 79(3):560-574.
- [29] Patel SY, Kim DD, Ghali GE. Maxillofacial Reconstruction Using Vascularized Fibula Free Flaps and Endosseous Implants[J]. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2019; 31(2):259-284.
- [30] Kumar VV, Ebenezer S, Kammerer PW, et al. Implants in free fibula flap supporting dental rehabilitation - Implant and peri-implant related outcomes of a randomized clinical trial[J]. J Craniomaxillofac Surg. 2016; 44(11):1849-1858.
- [31] Khadembaschi D, Borgna SC, Beech N, et al. Outcomes of osseointegrated implants in patients with benign and malignant pathologies of the head and neck:a 10-year single-centre study[J]. Int J Oral Maxillofac Surg. 2021; 50(10):1375-1382.
- [32] Teoh KH, Huryn JM, Patel S, et al. Implant prosthodontic rehabilitation of fibula free-flap reconstructed mandibles:a Memorial Sloan-Kettering Cancer Center review of prognostic factors and implant outcomes[J]. Int J Oral Maxillofac Implants. 2005; 20(5):738-746.
- [33] 蔡志刚. 数字化外科技术在颅颌面修复重建中的应用及进展[J]. 中华整形外科杂志, 2022, 38(1):1-8.
- [34] Ochandiano S, García-Mato D, Gonzalez-Alvarez A, et al. Computer-Assisted Dental Implant Placement Following Free Flap Reconstruction: Virtual Planning, CAD/ CAM Templates, Dynamic Navigation and Augmented Reality[J]. Front Oncol. 2021; 11:754943.
- [35] Seikaly H, Idris S, Chuka R, et al. The Alberta Reconstructive Technique:an occlusion-driven and digitally based jaw reconstruction[J]. Laryngoscope. 2019; 129 Suppl 4:S1-S14.
- [36] Kang YF, Lv XM, Qiu SY, et al. Virtual Surgical Planning of Deep Circumflex Iliac Artery Flap for Midface Reconstruction[J]. Front Oncol. 2021; 11:718146.