

脱矿牙本质基质颗粒应用于后牙区即刻种植 骨缺损的1~5年临床疗效

吴昊 曹宁 曹良伟 于飞 张旭 魏士博 魏洪武 郭水根
南昌大学第四附属医院口腔科, 南昌 330009

[摘要] **目的** 评价脱矿牙本质基质颗粒 (DDM) 应用于后牙区即刻种植牙槽骨缺损的短中期临床疗效。方法 选取后牙区即刻种植修复患者 76 例, 共植入 110 枚单纯锥度固位种植体。根据骨移植材料不同分为 A 组 (脱矿牙本质基质颗粒) 和 B 组 (去蛋白无机小牛骨)。在种植术后即刻 (T0)、冠修复即刻 (术后 8 个月, T1) 和最终随访节点 (术后 1~5 年, T2) 分别拍摄口腔锥形束 CT 和曲面断层片。记录 A 组和 B 组平均随访时间。主要观察临床指标为种植体总体存留率、种植体近远中边缘骨吸收量、种植体颊侧平齐颈部平台和颈部平台下 1 mm 的骨宽度、颊侧骨高度, 种植体并发症是次要观察临床指标。**结果** 在 1~5 年追踪观察时期, A 组平均随访 38.2 个月, B 组平均随访 39.9 个月。A 组有 2 枚种植体发生种植失败, 其中有 1 例发生种植体折断, 种植体总体存留率为 96.4%; B 组有 4 枚因种植体周围炎而种植失败, 种植体总体存留率为 92.6%; 2 组之间种植体总体存留率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。A 组种植体近中边缘骨平均骨吸收量为 (1.011±2.047) mm, 远中边缘骨平均骨吸收量为 (0.841±2.183) mm; B 组种植体近中边缘骨平均骨吸收量为 (1.546±1.778) mm, 远中边缘骨平均骨吸收量为 (1.431±1.909) mm; 2 组之间近、远中边缘骨吸收量差异无统计学意义 ($P>0.05$)。A 组种植体颊侧平齐颈部平台骨宽度平均骨吸收量为 (0.782±2.084) mm, 颊侧颈部平台下 1 mm 骨宽度平均骨吸收量为 (0.681±2.307) mm; B 组种植体颊侧平齐颈部平台骨宽度平均骨吸收量为 (1.071±1.474) mm, 颊侧颈部平台下 1 mm 骨宽度平均骨吸收量为 (0.949±1.525) mm; 2 组之间骨宽度吸收量差异无统计学意义 ($P>0.05$)。A 组种植体颊侧骨高度平均骨吸收量为 (1.044±2.214) mm; B 组种植体颊侧骨高度平均骨吸收量为 (1.075±1.456) mm, 2 组之间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。**结论** 1~5 年随访结果表明, DDM 可以增加颊侧牙槽骨缺损区的骨高度和宽度。DDM 能得到与去蛋白无机小牛骨相同的维持牙槽骨轮廓和骨增量效果, 可作为临床上一种潜在的新型修复骨缺损的骨移植材料。

[关键词] 脱矿牙本质基质颗粒; 骨缺损; 即刻种植; 单纯锥度固位

[中图分类号] R783.4 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2025.2024419



本文链接 开放科学标识码

Clinical efficacy of demineralized dentin matrix particles in immediate implantation for bone defects in posterior region: a 1 to 5-year follow-up study

Wu Hao, Cao Ning, Cao Liangwei, Yu Fei, Zhang Xu, Wei Shibo, Wei Hongwu, Guo Shuigen

Dept. of Stomatology, The Fourth Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330009, China

Correspondence: Guo Shuigen, E-mail: wl-150@163.com

[Abstract] **Objective** This study aims to evaluate the short- to medium-term clinical efficacy of demineralized dentin matrix (DDM) particles applied during the immediate implantation of alveolar bone defects in the posterior region. **Methods** A total of 76 patients with 110 simple taper retentive implants were included in the conducted study and divided into Groups A and B in accordance with the bone grafting materials. Cone beam computed tomography and panoramic radiographs were taken immediately after implant surgery, immediate crown repair, and final follow-up time. The

average follow-up time for Groups A and B was recorded. The primary observed clinical indicators were overall survival rate of the implant, bone resorption of the mesial

[收稿日期] 2024-11-14; **[修回日期]** 2025-02-13

[第一作者] 吴昊, 住院医师, 硕士, E-mail: 502152519@qq.com

[通信作者] 郭水根, 副主任医师, 硕士, E-mail: wl-150@163.com

and distal margins of the implant, buccal bone width resorption at the platform level and 1 mm below the platform, and bone height of the implant. Implant complication was a secondary observed clinical indicator. **Results** During the 1-to-5-year follow-up observation period, the mean follow-up of Group A was 38.2 months while that of Group B was 39.9 months. In Group A, two implants failed, one of which fractured, and implant overall survival rate was 96.4%. Four implants failed in Group B due to peri-implantitis, and implant overall survival rate was 92.6%. No statistically significant difference in implant overall survival rate was found between the two groups ($P>0.05$). In Group A, the average bone resorption in the mesial and distal margins of the implants was (1.011 ± 2.047) mm and (0.841 ± 2.183) mm, respectively. In Group B, the average bone resorption of the mesial and distal margins of the implants was (1.546 ± 1.778) mm and (1.431 ± 1.909) mm, respectively. No statistically significant difference was noted between the two groups ($P>0.05$). In Group A, buccal bone width resorption at the platform level and 1 mm below the platform of the implant was (0.782 ± 2.084) mm and (0.681 ± 2.307) mm, respectively. In Group B, buccal bone width resorption at the platform level and 1 mm below the platform of implant was (1.071 ± 1.474) mm and (0.949 ± 1.909) mm, respectively. No statistically significant difference was found between the two groups ($P>0.05$). In Group A, the buccal bone height of resorption of the implant was (1.044 ± 2.214) mm. In Group B, the buccal bone height of resorption of the implant was (1.075 ± 1.456) mm. No statistically significant difference in bone height was observed between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** During the 1-to-5-year follow-up observation period, DDM particles can effectively increase the height and width of alveolar bone, and they can achieve the same effect of maintaining alveolar bone contour and bone augmentation compared with deproteinized inorganic calf bone. DDM particles can be used as a potential new bone grafting material for the treatment of bone defects in clinical practice.

[Key words] demineralized dentin matrix particles; bone defect; immediate implantation; simple taper retention

外伤、牙周病和慢性根尖周病等原因常常造成天然牙松动甚至脱落。牙槽骨缺乏生理性咀嚼力刺激后,不仅骨宽度和高度会发生加速吸收,而且对日后种植体植入带来挑战,影响最终修复效果^[1-2]。对于无保留价值的牙齿,应考虑进行即刻种植术式以降低种植修复的难度。因为即刻种植不仅能够最大程度减少牙槽骨的吸收、保留牙槽骨量,在避免拔牙后牙槽骨的进一步流失,而且可以减少患者就诊次数,从而缩短种植修复周期^[3-4]。在国际口腔种植学会(International Team for Implantology, ITI)《口腔种植临床指南第七卷——口腔种植牙槽骨增量程序:分阶段方案》中, Cordaro 依据种植体植入理想位置与牙槽骨缺损的大小之间的关系进行了 I~IV 型分类^[5]。针对不同类型的骨缺损,传统术式可采用引导骨再生(guided bone regeneration, GBR)^[6]或香肠技术^[7]或钛网技术^[8]来满足种植修复的要求。目前,骨移植材料的分类主要包括自体骨、同种异体骨、异种骨和人工合成材料。自体骨一直是骨移植材料的“金标准”,自体骨拥有良好的成骨性、骨诱导性和骨传导性^[9],但自体骨存在获取骨量有限、吸收快、需要开辟第二术区和增加手术困难等缺点^[10]。其他3种类型骨移植材料同时也存在成骨效果不佳、免疫排斥和价格昂贵等不足^[11]。有学者^[12]

研究发现牙本质基质具有良好骨诱导能力和成骨能力,可以促进成骨细胞生长。近年来,脱矿牙本质基质颗粒(demineralized dentin matrix particles, DDM)运用于拔牙窝位点保存和骨增量手术中都可得到良好的临床效果^[13-15],进一步证明了 DDM 具有较好的骨增量和骨轮廓维持效果,可以修复骨缺损。本研究通过分析以往病例,将 DDM 填充在牙槽骨颊侧缺损处,评估 DDM 应用于骨缺损的短中期临床疗效,尝试为临床上修复牙槽骨缺损提供治疗依据。

1 材料和方法

1.1 一般资料

选取2018年1月—2023年10月至南昌大学第四附属医院口腔科进行后牙区即刻种植伴颊侧骨缺损的患者进行回顾性研究,共76例患者。根据骨移植材料不同分为A组(DDM)和B组(去蛋白无机小牛骨)。

纳入标准:1)后牙区牙齿因各种原因(牙周病、根尖周病、残根及折裂等)导致无保留价值而需要被拔除,且选择即刻种植者;2)牙槽骨颊侧有骨壁缺损(三壁骨缺损),颊侧骨缺损范围在5 mm之内,牙槽骨高度或宽度不足需进行植骨

者；3) 年龄 ≥ 18 岁，病历资料完整；4) 全身健康状况良好。

排除标准：1) 处于急性期感染或活动期感染的患牙；2) 拔牙后牙槽骨缺损范围大、需延期种植者；3) 牙槽骨颊侧无缺损或其他骨壁有缺损；4) 口腔锥形束CT (cone beam computed tomography, CBCT) 和曲面断层片缺乏或模糊影响测量者。

所有患者均已签署手术知情同意书，本研究通过南昌大学第四附属医院伦理委员会批准 (伦理审批号：SFYLL-KY-PJ-2024-079)。

1.2 手术基本步骤

1.2.1 材料和设备

单纯锥度种植系统工具箱、单纯锥度种植体 (Zimmer 控股公司, 美国), 去蛋白无机小牛骨、膜瑞可吸收膜 (陕西瑞盛生物科技有限公司), Bonemaker 自体牙骨粉制作机 (山东东鸿医疗科技有限公司), 高速离心机 (湖南湘仪离心机仪器有限公司)。

1.2.2 患者常规术前准备

术前进行病史采集, 常规拍摄 CBCT。手术前 30 min, 口服布洛芬胶囊和地塞米松, 用氯己定含漱液口腔消毒 1 min, 采取静脉血备用, 用离心机制备富血小板纤维蛋白 (platelet-rich fibrin, PRF)。用 0.5% 的聚维酮碘棉球进行皮肤消毒, 口周面部常规铺巾。

1.2.3 DDM 制作和种植一期流程

与胡常琦^[13]和张玉峰^[16]的 DDM 制作方法相同。4% 阿替卡因局部浸润麻醉, 待麻醉起效后, 分离牙龈, 牙挺挺松患牙, 拔牙钳微创拔除无保留价值的患牙, 尽可能保留种植位点周围骨组织。将拔除后的牙齿用无菌蒸馏水过滤, 3% 过氧化氢浸泡 2 min, 去除剩余的软组织和杂质。高速手机磨除釉质和牙骨质, 保留牙本质, 敲击粉碎处理后将牙本质制作成 250~850 μm 的颗粒状。使用 DDM 制备系统对处理后的牙本质颗粒进行脱水、灭菌、部分脱矿、冻干、环氧乙烷杀菌, 将 DDM 与离心后的 PRF 上层液态血浆基质混合。制作完成后的 DDM 和血浆基质骨块见图 1。

翻瓣后, 用刮匙彻底刮净骨壁上的炎性肉芽组织。用扩孔钻逐级备洞并达到预期深度及直径, 安放种植体, 敲击使种植体就位, 植入深度为牙槽嵴顶下至少 2 mm。

1.2.4 术后护理

术后即刻拍摄 CBCT 和曲面断层片。术后连续

3 d 用 3% 过氧化氢和生理盐水交替冲洗伤口。服用抗生素及甲硝唑片抗炎治疗 5 d, 地塞米松抗水肿治疗 2 d, 氯己定含漱液含漱 7 d, 术后 7~10 d 拆线。



左: 制备完成后的 DDM; 右: 血浆基质骨块。

图 1 制备完成后的 DDM 和血浆基质骨块

Fig 1 Preparation of completed DDM and plasma matrix bone block

1.3 种植修复冠的修复流程

种植一期术后 6 个月安装愈合基台, 4 周后制取硅橡胶种植体水平印模, 设计并制作种植修复冠。修复基台和修复冠采取口内粘接, 修复体口内就位后彻底清除粘接剂。拍摄曲面断层片检查是否完全就位。

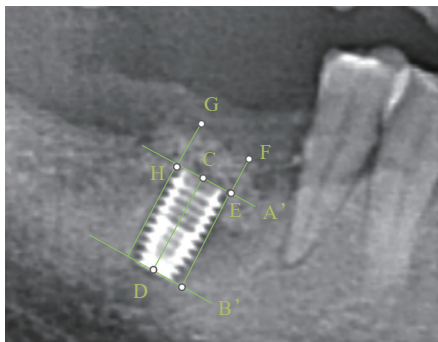
1.4 随访观察指标

1.4.1 种植体存留率

随访期间检查种植体有无松动或脱落, 种植体存留率采用 Wheeler 等^[17]的种植体存留评估标准。

1.4.2 种植体近远中边缘骨吸收情况

参考黄江琴等^[18]的测量方法, 通过种植手术后种植体即刻 (T0)、种植体最终完成冠修复即刻 (术后 8 个月, T1) 和最终随访节点 (术后 1~5 年, T2) 所拍摄的曲面断层片, 使用 Digimizer (V6.0) 软件分别测量种植体近远中边缘骨高度。如图 2 所示, 首先以种植体真实长度作为参照, 用真实长度/影像学长度对影像进行校准, 然后以 A'B' 为参考平面, 过种植体长轴做 A' 和 B' 垂线可得线段 CD, CD 为种植体影像学长度在种植体最大径处做 A' 垂线可得线段 EF、HG。测得 EF、HG 长度分别为种植体近、远中边缘骨高度, 然后计算每枚种植体近、远中边缘骨高度相加之和的平均值。当骨水平位于种植体颈部平台 (直线 A') 冠方时为正值, 表示种植体颈部平台无暴露; 位于其根方则为负值, 表示种植体颈部平台有暴露。计算种植体近、远中边缘骨吸收量 (不同时期近、远中边缘骨高度之差) 以及统计种植体颈部平台暴露情况。



A': 种植体颈部平台参考线; B': 种植体末端参考线; CD: 种植体影像学长度; EF: 种植体近中骨高度; HG: 种植体远中骨高度。

图2 种植体近中和远中边缘骨高度测量方法

Fig 2 Measurement method of bone height of implant mesial and distal margins

1.4.3 种植体颊侧骨高度和宽度变化

参考岑雯^[9]的测量方法,如图3所示,首先以种植体真实长度作为参照,用真实长度与影像学长度的比值对影像进行校准,然后以A0'、B0'为参考平面,过种植体长轴做A0'和B0'垂线可得线段C0D0, C0D0为种植体影像学长度。过种植体最大径做A0'垂线可得线段E0F0,测得E0F0为种植体颊侧骨高度。种植体颊侧颈部最末端处(记作G0)与颊侧骨边缘交点记作H0,测量线段G0H0为种植体颊侧平齐颈部平台骨宽度,测量IJ记作种植体颊侧颈部平台下1 mm处颊侧骨宽度。分别在T0、T1、T2测量种植体颊侧骨高度和种植体颊侧平齐颈部平台和颈部平台下1 mm处(分别记作N0、B0, N1、B1, N2、B2)骨宽度。最终计算种植体颊侧骨组织高度和宽度吸收量(不同时期骨高度和宽度之差)以及统计种植体颈部平台暴露情况。

1.4.4 种植体并发症情况

记录是否发生种植体折断、种植体松动、基台折断、基台松动、修复体冠脱落或崩瓷等机械并发症。记录是否发生种植体周黏膜炎或种植体周围炎等生物并发症。

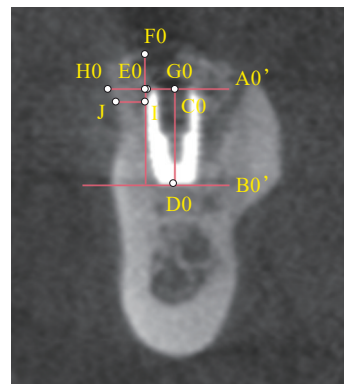
1.5 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计分析,符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示,并采用t检验分析种植体周软硬组织数据,检验水准为0.05。

2 结果

本研究一共纳入种植患者76例,其中女性27

例,男性49例,平均年龄56岁,其中牙周炎患者56例(A组中26例,B组中30例),2组患者基本信息见表1。



A0': 种植体颈部平台水平参考线; B0': 种植体末端水平参考线; C0D0: 种植体影像学长度; E0F0: 种植体颊侧骨高度; G0H0: 种植体颊侧平齐颈部平台骨宽度; IJ: 种植体颈部平台下1 mm骨宽度。

图3 种植体颊侧骨高度和宽度变化测量方法

Fig 3 Measurement of changes of height and width of buccal bone of implant

表1 A组和B组患者基本信息比较

Tab 1 Comparison of basic information of patients in the group A and B

基本信息	A组	B组	P值
性别/n	男 24	25	0.811
	女 14	13	
年龄/岁	≤65 26	22	0.515
	>65 13	15	
上下颌/n	上颌 38	27	0.057
	下颌 18	27	
种植位点/n	前磨牙 22	22	0.876
	磨牙 34	32	
根尖是否有炎症	有 30	28	0.702
	无 25	27	
是否有牙周炎	有 26	30	0.912
	无 9	11	
平均随访时间/月	>38 18	20	0.646
	≤38 20	18	

植入种植体110枚(上颌65枚,下颌45枚),种植体基本信息见表2。

2.1 种植体存留率

此次研究一共纳入110枚种植体,A组有1枚种植体发生种植体骨结合失败而取出的情况,1例发生种植体折断而取出,种植体总体存留率为96.4%。在B组有4枚种植体发生种植体周重度骨吸收导致种植体失败,种植体总体存留率为

92.6%。T0到T2期间2组之间种植体总体存留率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 2 种植体基本信息

Tab 2 Basic information of implants

长度/mm	直径/mm					合计/n
	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	
5	0	0	3	3	2	8
6	0	1	13	31	4	49
7	0	0	4	0	0	4
8	6	9	13	8	0	36
10	0	3	1	2	0	6
11	1	2	0	0	0	3
合计	7	15	34	44	6	106

注：有3枚种植体直径和长度规格为3009、1枚直径和长度规格为5508，因型号特殊未纳入表中。

表 3 A组和B组种植体近中边缘骨高度和吸收量

Tab 3 Bone height and resorption of mesial margin of implants in the group A and B

组别	近中边缘骨高度/mm			近中边缘骨吸收量/mm		
	T0	T1	T2	$\Delta T1-T0$	$\Delta T2-T1$	$\Delta T2-T0$
A组	4.510±1.836	3.981±1.592	3.499±1.454	-0.529±2.125	-0.481±0.543	-1.011±2.047
B组	3.688±1.442	2.642±1.195	2.142±1.400	-1.046±1.662	-0.500±0.605	-1.546±1.778
P值	0.011	0.000	0.000	0.159	0.866	0.147

注：正值表示近中边缘骨高度位于种植体颈部平台以上，负值表示近中边缘骨高度位于种植体颈部平台以下。

表 4 A组和B组种植体远中边缘骨高度和吸收量

Tab 4 Bone height and resorption of distal margin of implants in the group A and B

组别	远中边缘骨高度/mm			远中边缘骨吸收量/mm		
	T0	T1	T2	$\Delta T1-T0$	$\Delta T2-T1$	$\Delta T2-T0$
A组	3.837±1.818	3.386±1.412	2.995±1.378	-0.450±2.211	-0.391±0.372	-0.841±2.183
B组	3.341±1.528	2.390±1.263	1.910±1.415	-0.950±1.873 ^a	-0.480±0.708 ^a	-1.431±1.909
P值	0.125	0.000	0.000	0.204	0.416	0.135

注：正值表示远中边缘骨高度位于种植体颈部平台以上，负值表示远中边缘骨高度位于种植体颈部平台以下。a为不同时期组内种植体边缘骨吸收量差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.4 牙周炎对近远中边缘骨和颊侧骨宽度、高度吸收的影响

根据患者是否有牙周炎对种植体近远中边缘骨和颊侧骨宽度吸收的情况做统计学分析 (表8)，发现牙周炎对种植体近远中边缘骨和颊侧骨宽度、高度吸收量的影响不明显 ($P>0.05$)。

2.5 种植体并发症情况

在1~5年的随访期间，A组平均随访38.2个月，B组平均随访39.9个月。

DDM组有1枚发生种植体折断，B组有4枚种植体发生重度骨吸收导致的种植体周围炎的生物并发症。其余种植体均无发生种植体松动、种植体折断、基台折断、基台松动、修复体冠脱落或崩瓷等机械并发症。

2.2 种植体近远中边缘骨高度和吸收量情况

种植体近远中边缘骨高度和吸收量见表3、4和图4、5。A组T0-T1和T1-T2的近中、远中边缘骨吸收量差异无统计学意义 ($P>0.05$)。B组T0-T1和T1-T2远中边缘骨吸收量差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.3 种植体颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm骨宽度、高度情况

种植体颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm骨宽度、高度变化见表5~7和图6、7。A组和B组在(T2-T0)与(T1-T0)、(T2-T1)时间段颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm处宽度变化量差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.6 种植体颈部暴露情况

在1~5年的随访期间，B组出现4例种植体发生颈部暴露的情况。

2.7 典型病例

郑某某，男，59岁，因“右上后牙松动1个月”就诊。经口内检查发现，口腔卫生条件较差，牙龈红肿，15牙骀面可见白色充填物，松动度Ⅲ度，叩诊不适，颊侧位点探诊深度>6 mm，CBCT显示15牙颊侧牙槽骨吸收至根尖1/3，根尖区有低密度影像。诊断：15牙慢性根尖周炎，拟拔牙后即刻种植，局麻下拔除15牙，在椅旁制备自体牙本质颗粒，再放入Bonemaker骨粉制作机器中，拔牙窝清创备洞后植入单纯锥度植体1枚，15位点颊侧骨缺损处填充DDM，在8个月后进行最终冠修复，

最终随访32个月后,在术后即刻、冠修复后、最终随访节点都拍摄全景片和CBCT,最终复查影像片可见种植体周围骨组织稳定。治疗流程见图8。

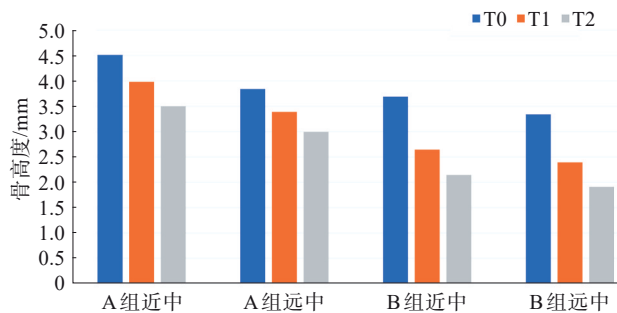


图4 A组和B组T0、T1和T2种植体近远中边缘骨高度
Fig 4 Bone height of mesial and distal margins of implants at T0 and T1 and T2 in group A and B

骨再生、钛网和香肠技术等^[6-8]增加牙槽骨的宽度或高度来满足种植修复的需要,而这些骨增量技术通常需要额外的骨移植材料进行诱导成骨。基于组织工程学原理,寻求更佳的骨移植材料一直是热门的话题。

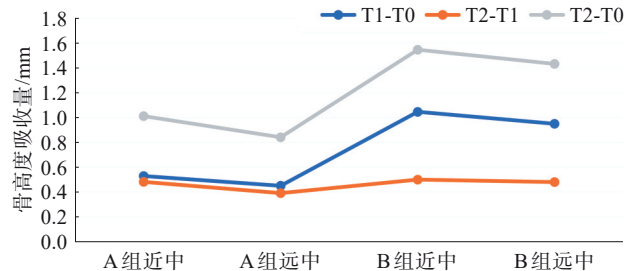


图5 不同时期种植体近远中边缘骨高度吸收量
Fig 5 Bone height resorption of mesial and distal margins of implants in different period

3 讨论

3.1 重建骨缺损中骨移植材料的选择和处理

目前,口腔种植修复能够很好解决无牙颌或缺牙患者的面容、美观、发音等问题^[20]。对于牙槽骨高度和宽度不足的情况,临床上常采取引导

DDM于1967年推出,研究^[21]表明DDM的化学成分与骨相似。由于成骨细胞和骨祖细胞的趋化特性,来源于患者口腔中拔出的无法保留的牙齿可制作成DDM,可用于重建牙槽骨的再生,包括拔牙窝位点保存术、牙槽嵴骨增量术、上颌窦提升术和种植手术部位GBR^[22-23]。

表5 A组和B组颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm处骨宽度

Tab 5 Bone width at platform level and 1 mm below the platform of implants in group A and B mm, $\bar{x}\pm s$

组别	T0		T1		T2	
	N0	B0	N1	B1	N2	B2
A组	4.176±1.499	3.848±1.708	3.679±1.478	3.439±1.661	3.394±1.571	3.164±1.752
B组	3.659±1.012	3.414±1.083	2.948±1.034	2.802±1.018	2.588±1.060	2.465±1.020
P值	0.036	0.116	0.003	0.017	0.002	0.012

表6 A组和B组颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm处骨宽度吸收量

Tab 6 Bone width resorption at platform level and 1 mm below the platform of implants in group A and B mm, $\bar{x}\pm s$

组别	$\Delta T1-T0$		$\Delta T2-T1$		$\Delta T2-T0$	
	N1-N0	B1-B0	N2-N1	B2-B1	N2-N0	B2-B0
A组	-0.497±2.046	-0.406±2.263	-0.285±0.298	-0.275±0.390	-0.782±2.084 ^a	-0.681±2.307 ^a
B组	-0.710±1.456	-0.611±1.537	-0.360±0.494	-0.337±0.359	-1.071±1.474 ^a	-0.949±1.525 ^a
P值	0.529	0.577	0.337	0.383	0.403	0.472

注: a为比较不同时期组内种植体颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm处骨宽度吸收量差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。

本研究使用的DDM来源于拔除患者自身无法保留或无需保留的牙齿,经过一系列脱矿、灭菌等处理得到具有良好生物相容性、骨诱导性、骨传导性、无免疫排斥的骨移植材料^[24-26]。

自体牙本质基质的处理分为不脱矿、轻度脱矿和完全脱矿3种方式,有学者^[27]在动物实验中研究了不同脱矿时间对于自体牙本质成骨效果的影响,结果表示同一浓度下轻度脱矿的牙本质相比

于不脱矿和完全脱矿具有更好的骨增量效果,并且在一定梯度脱矿下,随着时间推移,骨结合速率也显示更佳的效果。Pietrzak等^[28]认为完全脱矿可能会影响牙本质基质中的非胶原蛋白和生长因子活性,降低其骨诱导作用。Koga等^[29]也认为,相比完全脱矿的牙本质,部分脱矿的牙本质可诱导更多成骨细胞。本研究采用的DDM处理方法是使用A处理液(3%盐酸)、B处理液(体积分

数10%过氧化氢)、C处理液(70%异丙醇)进行脱脂脱矿20 min,达到部分脱矿的程度,有效地去除了大部分无机和免疫原性成分,同时保留了关键的生长因子和成骨蛋白,以达到最佳的成骨效果。

不同方法制作的DDM存在不同形态,一般分为骨块状和颗粒状。研究^[30-31]显示,骨块状牙本质较自体骨可以获得更多的垂直向骨增量。同时也有充足证据支持自体牙本质骨块(autologous

dentin bone block, ADB)垂直向骨增量上的有效性^[36-37],原因主要基于自体牙本质骨块稳定维持成骨空间的能力和骨块的不易吸收的特点。对于本研究制备的DDM与潘凌峰等^[34]将牙本质基质脱矿处理并制备成颗粒作为植骨材料相同。虽与牙本质骨块存在处理方式的不同,但结果证明DDM具有和自体牙本质骨块同样良好的垂直向骨增量效果,这一结果在其他的^[35-36]中得到了进一步证实。

表 7 A组和B组种植体颊侧骨高度吸收量

Tab 7 Buccal bone height resorption of implants in group A and B

mm, $\bar{x}\pm s$

组别	颊侧骨高度/mm			颊侧骨高度吸收量/mm		
	T0	T1	T2	$\Delta T1-T0$	$\Delta T2-T1$	$\Delta T2-T0$
A组	3.915±1.717	3.296±1.272	2.871±1.284	-0.619±2.242	-0.425±0.537	-1.044±2.214 ^a
B组	2.944±1.144	2.184±0.961	1.868±0.983	-0.760±1.411	-0.315±0.360 ^a	-1.075±1.456 ^a
P值	0.001	0.000	0.000	0.693	0.208	0.931

注:正值表示种植体颊侧骨高度位于种植体颈部平台以上,负值表示位于平台以下。a为比较不同时期组内种植体颊侧高度变化量差异有统计学意义(P<0.05)。

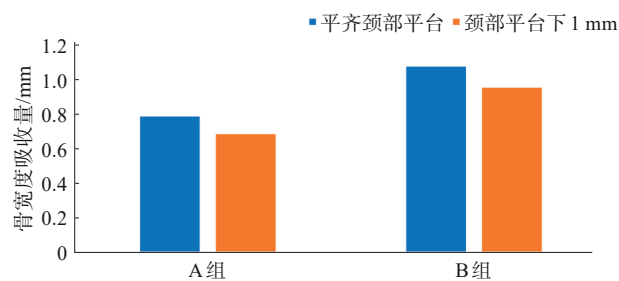


图 6 A组和B组T0到T2颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm骨宽度吸收量

Fig 6 Bone width resorption at platform level and 1 mm below the platform of implants in group A and B

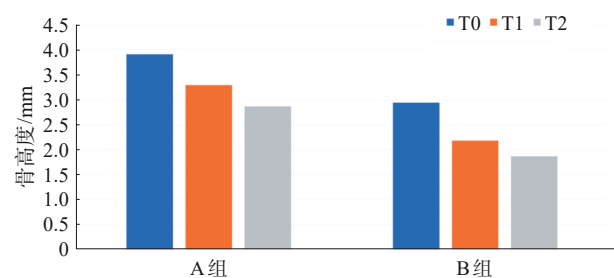


图 7 A组和B组种植体T0、T1、T2时骨高度

Fig 7 Bone height of implants at T0, T1 and T2 in group A and B

此外, Li等^[37]通过研究种植体周边缘骨吸收量来评估DDM和Bio-Oss在GBR中骨增量效果,结果显示两者均能有效形成种植体周支持骨。即使在拔牙后牙周炎的部位, DDM用于即刻种植体植入时也显示出与Bio-Oss具有相当的影像学结果^[38]。并且,有学者^[39]研究GBR联合自体部分脱矿牙本质基质(autogenous partially demineralized

dentin matrix, APDDM)用于种植体周缺损的平均5年的随访中证明,种植体周形成了稳定的皮质松质骨。这一结果与本研究呈现的影像学相似,都形成了稳定的种植体周骨组织,研究结果表明颗粒状牙本质基质也能有不错的骨增量疗效。

表 8 A组和B组T1到T2牙周病患者种植体近远中边缘和颊侧骨宽度、高度吸收量

Tab 8 Buccal bone width and height resorption and mesial and distal margins of implants in group A and B from T1 to T2

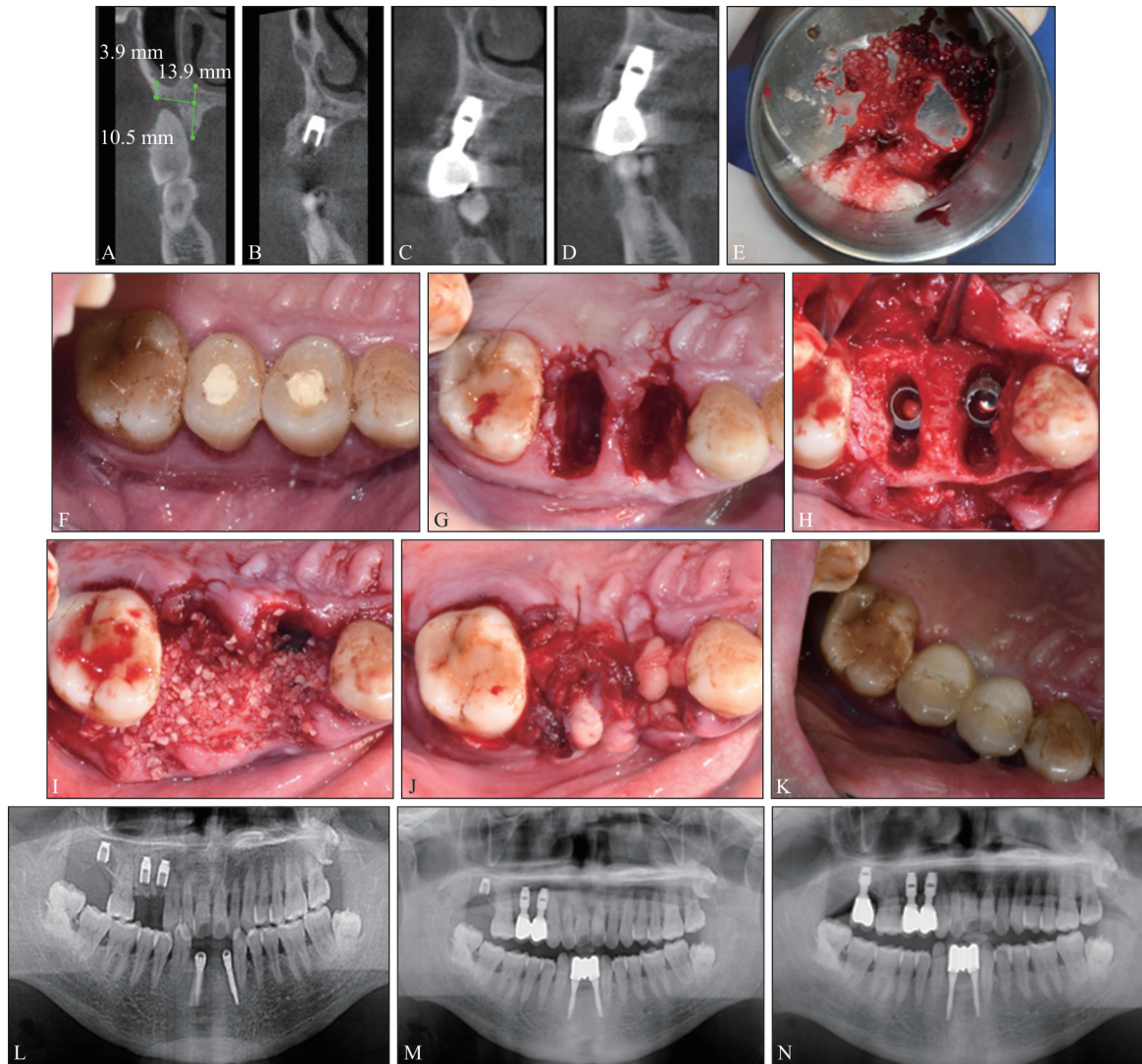
mm, $\bar{x}\pm s$

项目	A组	B组	P值
	$\Delta T2-T1$	$\Delta T2-T1$	
近中边缘骨吸收量	-0.486±0.431	-0.369±0.457	0.331
远中边缘骨吸收量	-0.391±0.386	-0.332±0.387	0.568
平齐颈部平台骨宽度变化量	-0.284±0.311	-0.445±0.681	0.250
颈部平台下1 mm骨宽度变化量	-0.287±0.475	-0.390±0.419	0.398
颊侧骨高度变化量	-0.530±0.553	-0.449±0.303	0.495

注:负值表示骨变化为骨吸收。

3.2 种植体存留率和近远中边缘骨吸收

在即刻种植中,种植体的存留率是种植结果最直接的评价指标。Li等^[37]在1项用自体脱矿牙本质基质和去蛋白牛骨充填于牙周缺损处联合即刻种植修复的研究中,从种植术后即刻到最终随访18个月后,一共有2枚种植体出现骨结合失败,种植体总体存留率为95.6%。本研究DDM组中共纳入56枚种植体,有2枚种植体出现失败,种植体总体存留率为96.4%。



A: 15牙术前CBCT; B: 15牙术后即刻CBCT; C: 15牙戴牙即刻CBCT; D: 15牙最终复查CBCT; E: DDM与PRF基质混合; F: 15牙术前口内照; G: 15牙拔牙窝口内照; H: 单纯锥度固位种植体植入口内照; I: DDM充填颊侧骨缺损; J: PRF覆盖创面缝合; K: 15牙冠修复口内照; L: 15牙术后曲面断层片; M: 15牙冠修复曲面断层片; N: 15牙最终复查曲面断层片。

图 8 典型病例资料

Fig 8 Imaging data of a typical case

其中1例56岁男性患者左下第二磨牙在种植术后10个月后发生种植体松动,导致失败取出。笔者分析失败原因可能与以下因素相关:1)患者口腔卫生维护不佳,检查时口内卫生状况较差;2)患者有长期重度吸烟习惯,吸烟量>1包/天;3)全口慢性牙周炎,已导致多颗牙松动、缺失,天然牙牙槽骨骨质流失明显,种植体周骨质吸收较多,种植体失败可能与患者自身牙周炎的进展有关。B组中有4例因种植体周围炎而失败,总体存留率92.6%,2组在种植体存留率上差异无统计学意义($P>0.05$)。B组发生种植体周围炎的原因可能与以下因素相关:1)患者均为男性,既往有牙周炎病史,未能按照医嘱定期复查,最终复查

时口腔卫生条件不佳,全口多颗牙有松动,天然牙牙槽骨吸收明显;2)患者既往有抽烟史,且未进行戒烟,吸烟量>10根/天;3)患者缺失牙都属于游离缺失,并且都采取了联冠修复,邻间隙也未完全打开,检查时发现了食物嵌塞和菌斑堆积,最终造成骨吸收。2组研究结果不一致的原因可能包括选取的部位、种植体型号差异及应用的骨移植材料。今后的研究可以采用不同因素分析来评价,以获得更为客观科学的结果来指导临床。

拔牙后的牙槽骨在愈合期间会发生宽度和高度的吸收,导致牙槽骨形态不佳,甚至影响后续种植修复。Schropp等^[40]通过临床研究发现,在牙齿拔除后前3个月,牙槽骨高度在此期间吸收最多,

拔牙后2~3年前牙槽骨吸收持续存在。有研究^[41]表明拔牙后前6个月牙槽骨吸收更快,且在磨牙区牙槽骨吸收更明显。通过即刻植入种植体能够在一定程度上维持牙槽骨的宽度和高度,从而减少骨的吸收。

本研究通过拔除不可保留的牙齿后,采用即刻种植联合DDM骨充填材料进行重建种植体周颊侧骨缺损,种植体植入后即刻(T0)到冠修复时(T1)近远中骨量吸收分别为(0.529±2.125)、(0.450±2.211) mm;冠修复时(T1)到最终随访节点(T2)近远中骨吸收量分别为(0.481±0.543)、(0.391±0.372) mm;在B组,种植体植入后即刻(T0)到冠修复时(T1)近远中骨吸收量分别为(1.046±1.662)、(0.950±1.873) mm,冠修复时(T1)到最终随访节点(T2)近远中骨吸收量分别为(0.500±0.605)、(0.480±0.708) mm;2组在T0、T1、T2 3个时间点的近远中骨高度差异有统计学意义($P<0.05$),笔者认为边缘骨流失主要发生在种植体植入后早期。

同样地,A组T0到T2近远中骨吸收量分别为(1.011±2.047)、(0.841±2.183) mm;B组T0到T2近远中骨吸收量分别为(1.546±1.778)、(1.431±1.909) mm。虽然2组在T0到T1、T1到T2和T0到T2期间近远中骨吸收量无统计学意义($P>0.05$),但是结果显示DDM组在近远中骨吸收较B组更少,体现了DDM在牙槽骨愈合中显示出更佳的低吸收率和新生骨的高转化率。在B组中T1到T2期间,近远中骨吸收量分别为(0.500±0.605)、(0.480±0.708) mm,与T0到T1比较具有统计学意义($P<0.05$),笔者认为这也许和种植体植入位置有关,如果植体偏近或远中植入,手术时会过度破坏近或远中牙槽骨的高度和宽度,并且会占据牙槽骨本身的空间,导致骨吸收。研究^[42]表明,种植体之间、种植体与天然牙之间的种植距离和轴向会进一步影响种植体周围骨水平的变化。

种植体修复后负重会刺激牙槽骨的改建,B组在负重后牙槽骨吸收更明显,表明了DDM即使在修复后行使功能负重,也能保持更好的空间维持作用以达到稳定种植体周的骨水平。

ArRejaie等^[43]在一项临床研究中表明,在即刻种植中使用PRP凝胶的牛源性异种骨移植物,12个月后种植体近中平均边缘骨丢失为(0.80±0.24) mm,种植体远中平均边缘骨丢失为(0.82±0.71) mm。本研究随访1~5年后的近远中边缘骨吸收同样达到了相似的结果,进一步证明了DDM

维持种植体周成骨的稳定性。根据Lang等^[44]对即刻种植对边缘骨吸收的研究中发现,即刻种植术后的第1年内为牙槽骨吸收的主要活跃期,边缘骨平均骨吸收量 ≤ 1 mm。本研究从T0到T1时期,DDM组近远中骨吸收量分别为(0.529±2.125)、(0.450±2.211) mm,在第1年平均边缘骨吸收 < 1 mm,以上结果表明DDM具有良好的骨生成能力,诱导骨细胞生长,维持了稳定的种植体周骨组织,短中期随访观察期间骨吸收少,最终研究结果与Lang等^[44]相符。

3.3 种植体颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm宽度和高度变化

所有患者因牙周病或者慢性根尖周病等导致牙槽骨壁的缺损,充填具有高效的骨诱导和骨传导能力的骨移植材料是保证种植体周有稳定的骨水平的前提。在本研究中,通过对颊侧骨缺损植入DDM来恢复牙槽骨的高度和宽度,以达到符合即刻种植术后种植体稳定愈合的要求。有临床研究报告称^[45],为了确保种植体的使用寿命,种植体周至少需要1 mm的颊侧和舌/腭骨厚度。此外,如果种植体周围没有足够的颊侧和舌/腭侧骨,随着种植体行使功能负重,种植体周将出现更多的骨丧失甚至牙龈退缩,最终导致种植体周围感染的风险加大。根据Issa等^[46]的一项将自体牙本质骨移植物(autogenous tooth bone graft, ABT)充填于牙周炎患者拔牙后颊侧缺损处研究中,在术后即刻(T0)、术后6个月(T1)和12个月时进行测量颊侧骨吸收量,在($\Delta T1-T0$)、($\Delta T2-T1$)颊侧骨宽度吸收量分别为(0.42±0.18)、(0.34±0.15) mm;而不进行骨移植材料的充填组中,($\Delta T1-T0$)、($\Delta T2-T1$)颊侧骨宽度吸收量分别为(0.82±0.17)、(0.88±0.12) mm。本研究中,在A组种植体植入后($\Delta T1-T0$)、($\Delta T2-T1$)的颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm处宽度变化量分别为(0.782±2.084)、(0.681±2.307) mm;本研究与Issa等^[46]的结果相似。在B组种植体植入后($\Delta T1-T0$)、($\Delta T2-T1$)的颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm处宽度变化量分别为(1.071±1.474)、(0.949±1.525) mm,2组在T0-T2时的骨宽度变化无差异($P>0.05$),但是DDM在颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm处骨吸收量更少,表明了DDM有同样优秀的骨轮廓维持能力,临床效果好。在T2时,DDM组的颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm宽度分别为(3.394±1.571)、(3.164±1.752) mm,在此前Cinar^[47]等研究中,通过在

上颌前牙间隙植入自体DDM,随访时间为1年,最终种植体唇侧下1 mm骨宽度增加了(2.65±0.17) mm。同样的,在Noelken等^[48]的研究中,在磨牙区骨缺损处充填自体骨(autologous bone, AB)或双相骨移植材料(biphasic bone graft material, BBGM)联合即刻种植,颊侧牙槽骨宽度在1 mm处变化在AB组为-0.08 mm、在BBGM组为0.72 mm。本研究中DDM用于骨增量的结果与BBGM相似,可以有效地增加牙槽骨宽度,进一步证明了DDM应用于骨缺损的骨增量效果良好。

本研究植入的是单纯锥度固位种植体,种植体与上部修复实心基台的连接是为单纯锥度连接,二者之间无微动,对种植体植入深度无严格要求,但本团队进行种植体植入时深度至少达到2 mm,种植体进行骨下深部植入,并且种植体无需初期稳定性。在DDM和B组中的术后即刻(T0)骨高度分别为(3.915±1.717)、(2.944±1.144) mm。经过1~5年的随访观察,在A组(ΔT2-T0)的种植体颊侧骨高度吸收量为(1.044±2.214) mm;在B组(ΔT2-T0)的种植体颊侧骨高度吸收量为(1.075±1.456) mm,(ΔT1-T0)与(ΔT2-T1)种植体颊侧骨高度变化差异有统计学意义($P < 0.05$);2组在随访期间骨高度变化差异无统计学意义。相比于B组,A组整体骨高度吸收较少,骨高度水平维持效果好。Um等^[49]在一项使用自体 and 同种异体DDM联合GBR的研究中,结果表明在自体DDM组中,(ΔT2-T1)和(ΔT3-T2)骨高度吸收量分别为(0.73±0.97)、(0.69±0.81) mm;在同种异体DDM组中,(ΔT2-T1)和(ΔT3-T2)吸收量分别为(0.72±0.77)、(0.48±0.58) mm。同样地,Ku等^[23]将自体DDM和同种异体DDM充填于即刻种植时种植体周骨缺损,分别在术后即刻(T0)、负重后1年(T1)、负重后2年(T2)通过测量种植体周骨高度变化,结果显示在自体DDM组术后即刻到负重之前(ΔT0)和(ΔT2)骨高度吸收量分别为(0.65±0.71)、(0.29±0.45) mm,同种异体DDM组(ΔT0)和(ΔT2)骨高度吸收量分别为(0.67±0.81)、(0.20±0.30) mm。本研究A组中(ΔT1-T0)与(ΔT2-T1)骨高度变化量分别为(0.619±2.242)、(0.425±0.537) mm,最终研究结果与之前的研究^[23,49]相符,骨缺损区骨高度得到了明显的增加,维持了种植体周骨高度稳定,表明了DDM具有较高的骨转化率和良好的诱导新骨生成能力。

本研究纳入了56例因牙周病导致的牙齿松动

且无保留价值需要拔除的病例。de Oliveira-Neto等^[42]的Meta系统性研究表明,拔牙窝感染和非感染情况下进行即刻种植,感染部位种植体失败风险是非感染部位的3倍。骨移植材料无论是充填于拔牙窝还是种植体周骨缺损,都需要一定的空间维持能力。在早期愈合中,如果慢性炎症持续存在,将导致骨移植材料的和种植体周边缘的骨快速吸收,最终导致种植失败。本研究根据患者因牙周病拔除牙齿进行即刻种植,彻底清理拔牙窝炎症组织,分为A组(26例)和B组(30例)。在A组中(ΔT2-T1)的种植体周近远中边缘、颊侧平齐颈部平台和平台下1 mm骨宽度和高度吸收量分别为(0.486±0.431)、(0.391±0.386)、(0.284±0.311)、(0.287±0.475)、(0.530±0.553) mm,2组高度和宽度吸收量差异无统计学意义($P > 0.05$)。笔者认为可能和研究中使用的是单纯锥度固位种植系统,实心基台与种植体是“冷焊接”连接,在进行骨下至少2 mm种植时,种植体平台尽可能远离了最终修复体的边缘,使得在种植体与基台连接无微动的前提下,隔绝了种植体上部的细菌入侵,保证了种植体周骨水平的稳定。即使在牙周炎位点也能维持种植体周硬组织的健康,表明了DDM运用于感染拔牙窝的即刻种植术式中,通过控制局部炎症,改善种植条件,从而进一步减少种植体周围炎的发生风险。

3.4 PRF联合DDM运用于重建骨缺损的可行性

GBR是一种成熟的和广泛使用的重建骨缺损技术,常常用于增加牙槽骨的高度和宽度。GBR的成功在于其坚持SPSS原则:1)原发性伤口闭合;2)血管生成;3)空间维持和愈合的稳定性^[54]。临床上骨增量手术常采用各类屏障膜来覆盖骨移植材料,一般分为2大类:可吸收膜和不可吸收膜。

不可吸收性膜在人体内不能降解吸收,常规需要手术后6~8周时将膜取出。其优点是机械性能好和空间维持能力佳,且对一期缝合的创口关闭要求较低。然而缺点主要是高强度和高张力容易导致早期创口裂开引发感染从而影响成骨效果。因此,为最大限度地保存软硬组织,在进行GBR骨增量手术中选择适宜的软组织关闭方案至关重要。

目前,临床应用常将PRF压制成生物膜,以实现创口的初期封闭、促进软组织愈合。对伴有部分骨缺损或凹陷的牙槽嵴,传统GBR手术一般需要联合屏障膜维持移植空间。本团队发现DDM

和PRF联合用于牙槽骨缺损的再生是一种不错的组合选择。DDM组首先将离心处理后的PRF上层血浆基质与脱矿后的DDM混合,制作成部分有张力的黏性牙本质基质颗粒,这种DDM具有一定的强度和可塑性,避免了骨粉从拔牙窝和软组织中流失。对于小范围骨缺损(小于4 mm),可直接使用PRF压制可吸收膜进行覆盖,此类方法与张玉峰等^[16]的研究类似。其次本团队胡常琦等^[13]针对DDM用于位点保存时,联合PRF进行骨材料的固定和成骨,也达到了良好的骨增量效果。

相较于传统GBR的术式选择,本研究A组使用的是PRF压制成的可吸收膜,而B组使用可吸收膜的方法是参考传统GBR术式。可吸收膜的作用第一是防止纤维结缔组织优先长入骨缺损区使骨粉成骨效果不佳;第二是创造成骨空间。笔者团队认为骨移植材料的成骨成功与否包括:创口裂开导致骨粉流失、创面感染导致成骨效果不佳以及骨移植材料成骨空间的维持不稳定等。

然而本研究的结果来看,DDM组的种植体边缘骨吸收、颊侧骨宽度和高度都相较于对照组吸收更少,骨增量效果更好,愈合期间未发现有创口感染和裂开等并发症,2组之间骨变化量差异无统计学意义。通过1~5年随访观察,表明了PRF压制可吸收膜用于DDM的成骨和空间维持、创口关闭等效果良好,

相比于传统使用可吸收膜,DDM的骨增量效果同样良好。在随访观察期间,2组牙槽骨吸收量差异无统计学意义,从一定程度上说明了PRF的作为骨移植材料关闭创面和引导骨再生的可行性。目前有学者^[51]研究发现,当PRF与DDM运用于牙槽嵴位点保存时,不仅使DDM稳定性增加和明显减少牙槽骨吸收,还能显著维持牙槽嵴的骨轮廓,保证了种植体周骨愈合的稳定。

在Andrade等^[52]的研究中PRF由于含有大量的血液衍生物,为DDM提供了成骨支架或促进新骨形成,从而加速创口愈合;由于其抗菌特性,促进了局部血管生成,聚集干细胞和调节伤口的免疫系统,并增强上皮细胞的有丝分裂发生^[53]。本研究应用的是PRF上层基质混合DDM和覆盖创面,形成稳定的成骨支架结构。在DDM与PRF结合以促进骨再生过程中,观察到牙本质颗粒的逐渐吸收伴随着骨增量区域内同时有新骨形成,增加了骨缺损区的骨量,并且术后7 d内,患者自诉疼痛和不适感极小,创口愈合期间,软组织没有发生炎症、红肿、裂开等生物学并发症^[54]。

1~5年随访结果表明,DDM可以增加颊侧牙槽骨骨缺损区的骨高度和骨宽度。DDM能够得到与去蛋白无机小牛骨相同的维持牙槽骨轮廓和骨增量效果,可作为临床上一种潜在的新型修复骨缺损的骨移植材料。

本研究存在一定不足:1)未评价软组织的临床效果对比;2)本研究总共纳入76例患者,样本量不足,需要更多样本研究去证明DDM的成骨效果。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Kabir MA, Murata M, Shakya M, et al. Bio-absorption of human dentin-derived biomaterial in sheep critical-size iliac defects[J]. *Materials (Basel)*, 2021, 14(1): 223.
- [2] Tan WL, Wong TL, Wong MC, et al. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23 (Suppl 5): 1-21.
- [3] Garcia-Sanchez R, Dopico J, Kalemaj Z, et al. Comparison of clinical outcomes of immediate versus delayed placement of dental implants: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2022, 33(3): 231-277.
- [4] Clementini M, Agostinelli A, Castelluzzo W, et al. The effect of immediate implant placement on alveolar ridge preservation compared to spontaneous healing after tooth extraction: radiographic results of a randomized controlled clinical trial[J]. *J Clin Periodontol*, 2019, 46 (7): 776-786.
- [5] Chen SB, Buser D, Wismeijer D. 国际口腔种植学会(ITI)口腔种植临床指南第七卷——口腔种植的牙槽嵴骨增量程序:分阶段方案[M]. 宿玉成,译. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2016.
Chen SB, Buser D, Wismeijer D. ITI treatment guide: ridge augmentation procedures in implant patients: a staged approach [M]. Su YC, transl. Shenyang: Liaoning Science & Technology Publishing House, 2016.
- [6] Elgali I, Omar O, Dahlin C, et al. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited[J]. *Eur J Oral Sci*, 2017, 125(5): 315-337.
- [7] Urban IA, Nagursky H, Lozada JL, et al. Horizontal ridge augmentation with a collagen membrane and a combination of particulated autogenous bone and anor-

- ganic bovine bone-derived mineral: a prospective case series in 25 patients[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2013, 33(3): 299-307.
- [8] Lim J, Jun SH, Tallarico M, et al. A randomized controlled trial of guided bone regeneration for peri-implant dehiscence defects with two anorganic bovine bone materials covered by titanium meshes[J]. *Materials (Basel)*, 2022, 15(15): 5294.
- [9] Buser Z, Brodke DS, Youssef JA, et al. Synthetic bone graft versus autograft or allograft for spinal fusion: a systematic review[J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 25(4): 509-516.
- [10] Pei X, Wang L, Chen C, et al. Contribution of the PDL to osteotomy repair and implant osseointegration[J]. *J Dent Res*, 2017, 96(8): 909-916.
- [11] Korsch M. Tooth shell technique: a proof of concept with the use of autogenous dentin block grafts[J]. *Aust Dent J*, 2021, 66(2): 159-168.
- [12] Yeomans JD, Urist MR. Bone induction by decalcified dentine implanted into oral, osseous and muscle tissues [J]. *Arch Oral Biol*, 1967, 12(8): 999-1008.
- [13] 胡常琦, 魏振宇, 郭水根, 等. 脱矿牙本质基质在位点保存中的应用价值[J]. *大连医科大学学报*, 2023, 45(2): 119-124.
- Hu CQ, Wei ZY, Guo SG, et al. Application value of demineralized dentin matrix in site preservation[J]. *J Dalian Med Univ*, 2023, 45(2): 119-124.
- [14] Kim YK, Pang KM, Yun PY, et al. Long-term follow-up of autogenous tooth bone graft blocks with dental implants[J]. *Clin Case Rep*, 2017, 5(2): 108-118.
- [15] Li YF, Zhou WH, Li PY, et al. Comparison of the osteogenic effectiveness of an autogenous demineralised dentin matrix and Bio-Oss® in bone augmentation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2022, 60(7): 868-876.
- [16] 张玉峰, 王宇蓝. 血浆基质在口腔种植垂直骨增量中的应用[J]. *口腔疾病防治*, 2022, 30(12): 837-843.
- Zhang YF, Wang YL. Application of plasma matrix in vertical bone augmentation for dental implants[J]. *J Dent Prev Treat*, 2022, 30(12): 837-843.
- [17] Wheeler SL, Holmes RE, Calhoun CJ. Six-year clinical and histologic study of sinus-lift grafts[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1996, 11(1): 26-34.
- [18] 黄江琴, 王轶, 岑雯, 等. 种植体植入深度对边缘骨水平影响的临床研究[J]. *中国口腔种植学杂志*, 2019, 24(1): 14-18.
- Huang JQ, Wang Y, Cen W, et al. Clinical study on the effect of implant placement depth on marginal bone level [J]. *Chin J Oral Implant*, 2019, 24(1): 14-18.
- [19] 岑雯. 磨牙区即刻种植后早期骨改建的CBCT研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2019.
- Cen W. Early bone remodeling after immediate implantation in the molar region: a CBCT study[D]. Nanchang: Nanchang University, 2019.
- [20] Chen ZG, Liu HY, Liu X, et al. Improved workability of injectable calcium sulfate bone cement by regulation of self-setting properties[J]. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 2013, 33(3): 1048-1053.
- [21] Calvo-Guirado JL, Ballester Montilla A, de Aza PN, et al. Particulated, extracted human teeth characterization by SEM-EDX evaluation as a biomaterial for socket preservation: an *in vitro* study[J]. *Materials*, 2019, 12(3): 380.
- [22] Grawish ME, Grawish LM, Grawish HM, et al. Demineralized dentin matrix for dental and alveolar bone tissues regeneration: an innovative scope review[J]. *Tissue Eng Regen Med*, 2022, 19(4): 687-701.
- [23] Ku JK, Kim YK, Huh JK, et al. Allogeneic demineralized dentin matrix as rhBMP-2 carrier: a retrospective clinical study[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2022, 37(6): 1138-1144.
- [24] Wang TY, Guo YW. The host response to autogenous, allogeneic, and xenogeneic treated dentin matrix/demineralized dentin matrix-oriented tissue regeneration[J]. *Tissue Eng B Rev*, 2024, 30(1): 74-81.
- [25] Cervera-Maillo JM, Morales-Schwarz D, Morales-Melendez H, et al. Autologous tooth dentin graft: a retrospective study in humans[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 58(1): 56.
- [26] Özkahraman N, Balçioğlu NB, Soluk Tekkesin M, et al. Evaluation of the efficacy of mineralized dentin graft in the treatment of intraosseous defects: an experimental *in vivo* study[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(1): 103.
- [27] Zhang SX, Li XH, Qi YX, et al. Comparison of autogenous tooth materials and other bone grafts[J]. *Tissue Eng Regen Med*, 2021, 18(3): 327-341.
- [28] Pietrzak WS, Ali, Chitturi D, et al. BMP depletion occurs during prolonged acid demineralization of bone: characterization and implications for graft preparation [J]. *Cell Tissue Bank*, 2011, 12(2): 81-88.

- [29] Koga T, Minamizato T, Kawai Y, et al. Bone regeneration using dentin matrix depends on the degree of demineralization and particle size[J]. *PLoS One*, 2016, 11(1): e0147235.
- [30] Bazal-Bonelli S, Sánchez-Labrador L, Cortés-Bretón Brinkmann J, et al. Clinical performance of tooth root blocks for alveolar ridge reconstruction[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2022, 51(5): 680-689.
- [31] Ramanauskaite A, Sahin D, Sader R, et al. Efficacy of autogenous teeth for the reconstruction of alveolar ridge deficiencies: a systematic review[J]. *Clin Oral Investig*, 2019, 23(12): 4263-4287.
- [32] Wang W, Jiang Y, Wang D, et al. Clinical efficacy of autogenous dentin grafts with guided bone regeneration for horizontal ridge augmentation: a prospective observational study[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2022, 51(6): 837-843.
- [33] Pohl V, Pohl S, Sulzbacher I, et al. Alveolar ridge augmentation using dystopic autogenous tooth: 2-year results of an open prospective study[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2017, 32(4): 870-879.
- [34] 潘凌峰, 张景奎, 王嘉涵, 等. 自体牙本质颗粒联合富血小板血浆对引导骨再生治疗牙周骨缺损的效果分析[J]. *中华全科医学*, 2020, 18(2): 239-242.
- Pan LF, Zhang JK, Wang JH, et al. Effect of autogenous dentin particles combined with platelet-rich plasma on guided bone regeneration in the treatment of periodontal bone defects[J]. *Chin J Gen Pract*, 2020, 18(2): 239-242.
- [35] Pang KM, Um IW, Kim YK, et al. Autogenous demineralized dentin matrix from extracted tooth for the augmentation of alveolar bone defect: a prospective randomized clinical trial in comparison with an organic bovine bone[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017, 28(7): 809-815.
- [36] 孙娟斌, 刘海光, 柏宁, 等. 自体牙本质颗粒与Bio-Oss骨粉植入治疗牙周骨缺损的临床观察[J]. *口腔医学*, 2016, 36(12): 1127-1131.
- Sun JB, Liu HG, Bai N, et al. Clinical observation of autogenous dentin particles and Bio-Oss bone powder implantation in the treatment of periodontal bone defects[J]. *Stomatology*, 2016, 36(12): 1127-1131.
- [37] Li P, Zhu H, Huang D. Autogenous DDM versus Bio-Oss granules in GBR for immediate implantation in periodontal postextraction sites: a prospective clinical study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2018, 20(6): 923-928.
- [38] Su-Gwan K, Hak-Kyun K, Sung-Chul L. Combined implantation of particulate dentine, plaster of Paris, and a bone xenograft (Bio-Oss) for bone regeneration in rats[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2001, 29(5): 282-288.
- [39] Minamizato T, Koga T, Takashi I, et al. Clinical application of autogenous partially demineralized dentin matrix prepared immediately after extraction for alveolar bone regeneration in implant dentistry: a pilot study[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2018, 47(1): 125-132.
- [40] Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, et al. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2003, 23(4): 313-323.
- [41] Hämmerle CH, Araújo MG, Simion M, et al. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23 (Suppl 5): 80-82.
- [42] de Oliveira-Neto OB, Lemos CA, Barbosa FT, et al. Immediate dental implants placed into infected sites present a higher risk of failure than immediate dental implants placed into non-infected sites: systematic review and meta-analysis[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2019, 24(4): e518-e528.
- [43] ArRejaie A, Al-Harbi F, Alagl AS, et al. Platelet-rich plasma gel combined with bovine-derived xenograft for the treatment of dehiscence around immediately placed conventionally loaded dental implants in humans: cone beam computed tomography and three-dimensional image evaluation[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2016, 31(2): 431-438.
- [44] Lang NP, Pun L, Lau KY, et al. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets after at least 1 year[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23(Suppl 5): 39-66.
- [45] Juodzbalys G, Raustia AM, Kubilius R. A 5-year follow-up study on one-stage implants inserted concomitantly with localized alveolar ridge augmentation[J]. *J Oral Rehabil*, 2007, 34(10): 781-789.
- [46] Issa DR, Nassar M, Elamrousy W. Immediately placed implants using simvastatin and autogenous tooth graft combination in periodontally compromised sites: a randomized controlled clinical trial[J]. *Clin Oral Investig*, 2024, 28(4): 210.
- [47] Cinar IC, Zboun M, Saglanmak A, et al. Immediate im-

- plantation with autologous mineralized dentin graft versus deproteinized bovine bone as space-filling substitute in maxillary anterior zone: retrospective radiological and clinical study[J]. J Clin Med, 2024, 13(18): 5521.
- [48] Noelken R, Pausch T, Wagner W, et al. Peri-implant defect grafting with autogenous bone or bone graft material in immediate implant placement in molar extraction sites 1-to 3-year results of a prospective randomized study[J]. Clin Oral Implants Res, 2020, 31(11): 1138-1148.
- [49] Um IW, Ku JK, Kim YM, et al. Allogeneic demineralized dentin matrix graft for guided bone regeneration in dental implants[J]. Appl Sci, 2020, 10(13): 4661.
- [50] Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration[J]. Implant Dent, 2006, 15(1): 8-17.
- [51] 陈亚楠, 李文晋, 李鹏翠. 浓缩生长因子在拔牙后牙槽嵴位点保存中应用的 meta 分析[J]. 临床口腔医学杂志, 2022, 38(6): 367-371.
- Chen YN, Li WJ, Li PC, et al. Application of concentrated growth factors in alveolar ridge preservation after tooth extraction: a meta-analysis [J]. J Clin Stomatol, 2022, 38(6): 367-371.
- [52] Andrade C, Camino J, Nally M, et al. Combining autologous particulate dentin, L-PRF, and fibrinogen to create a matrix for predictable ridge preservation: a pilot clinical study[J]. Clin Oral Investig, 2020, 24(3): 1151-1160.
- [53] Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part IV: clinical effects on tissue healing[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2006, 101(3): e56-e60.
- [54] Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Bishara M, et al. Platelet-rich fibrin and soft tissue wound healing: a systematic review[J]. Tissue Eng Part B Rev, 2017, 23(1): 83-99.
- (本文编辑 洪潇)

《突面畸形的正畸策略及技术》出版发行

书籍名称: 突面畸形的正畸策略及技术

主编: 刘月华

出版社: 人民卫生出版社

内容简介: 本书凝炼了作者团队在突面畸形矫治方面的临床经验, 分享了正畸诊断与治疗策略制订所涉及多维度 and 全要素的考量。首先, 在传统正畸三维形态概念的基础上, 多维度增加了一个时间维度, 即矢状向、垂直向、水平向及生长发育; 全要素则包含牙及牙弓、颌骨、面部轮廓、牙周组织、上气道、颞下颌关节, 以及肌肉功能七个方面。其次, 针对高角型突面畸形垂直向控制技术的精准实施和深度剖析, 将垂直向控制技术分为维持型和下颌骨逆时针旋转型。基于大量正畸临床实践和临床研究, 向读者详尽分析下颌骨逆时针旋转型垂直向控制的适应证、前后牙压入移动策略、垂直向控制的风险控制, 以及如何提高下颌骨逆时针旋转垂直型控制的稳定性, 并结合对各种类型垂直向控制病例矫治分步实施的展示与生物力学分析, 以方便读者理解并掌握两种垂直向控制技术。全书各章节聚焦临床诊疗实践中的难点, 诊疗理念循证逻辑性强, 临床操作路径创新性高, 对于临床一线具有重要的指导价值。

