

DOI: 10.12287/j.issn.2096-8965.20260303

自体骨移植辅助正畸-正颌治疗骨性Ⅱ类错殆伴牙周炎疗效

李世元¹, 吕冬¹, 曲学华², 安永谦^{1*}

(1.中国人民解放军联勤保障部队第九六二医院口腔科, 黑龙江 哈尔滨 150002;

2.哈尔滨医科大学附属第四医院耳鼻咽喉口腔颌面外科, 黑龙江 哈尔滨 150001)

【摘要】目的 探讨牙周自体骨移植辅助正畸-正颌联合治疗对骨性Ⅱ类错殆伴Ⅱ期牙周炎患者牙周功能、颌面硬组织形态及软组织美学的改善效果。**方法** 采用单盲随机对照研究设计, 选取2025年1月—12月收治的骨性Ⅱ类错殆伴Ⅱ期牙周炎患者60例作为研究对象。采用随机数字表法结合密封不透光信封分配隐藏分为观察组与对照组, 每组30例。对照组采用正畸-正颌联合治疗, 观察组在此基础上于正畸治疗1个月后实施髂前上棘来源的皮质-松质混合骨颗粒移植修复牙槽骨缺损, 植骨术后3个月被动维持正畸, 确认骨愈合后恢复主动加力。比较两组治疗前后牙周功能指标(牙周袋深度、附着丧失、牙龈出血指数、菌斑指数、牙槽骨高度)、颌面硬组织指标(SNA角、SNB角、ANB角、下颌平面角、上颌突距、下颌突距)、颌面软组织美学指标(鼻唇角、面下1/3高度比、上唇突度、审美平面角、颏唇沟深度)及客观疗效指标(PAR指数), 并评估治疗总有效率; 为控制基线差异、反映干预的净效应, 各组间疗效比较均以各指标治疗前后变化值(差值)作为分析变量。**结果** 观察组治疗后各项牙周功能指标均显著优于对照组($P<0.05$); 颌面硬组织中ANB角、下颌平面角低于对照组, SNA角、SNB角改善幅度更大($P<0.05$); 软组织美学指标改善程度显著高于对照组($P<0.05$); 观察组PAR指数降低幅度大于对照组($P<0.05$); 治疗后, 观察组治疗总有效率为96.67%, 高于对照组的70.00%($P<0.05$); 两组并发症发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 牙周自体骨移植辅助正畸-正颌联合治疗骨性Ⅱ类错殆伴Ⅱ期牙周炎可有效重塑颌面美学形态, 改善牙周功能及咬合关系, 实现颌面软硬组织的协调重塑, 提高治疗疗效。

【关键词】 牙周自体骨移植; 骨性Ⅱ类错殆; Ⅱ期牙周炎; 正畸-正颌联合治疗; 颌面美学; 临床疗效

中图分类号: R783.5

文献标识码: A

文章编号: 2096-8965 (2026) 03-0020-09

Efficacy of autogenous bone grafting as adjunct to combined orthodontic-orthognathic treatment of skeletal Class II malocclusion with periodontitis

Li Shiyuan¹, Lv Dong¹, Qu Xuehua², An Yongqian^{1*}(1.Department of Stomatology, 962nd Hospital of the Joint Logistics Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Harbin 150002, Heilongjiang, China;

2.Department of Otorhinolaryngology and Oral and Maxillofacial Surgery, the Fourth Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang, China)

【Abstract】Objective This study evaluates the adjunctive efficacy of autogenous bone grafting in combined orthodontic-orthognathic treatment for improving periodontal function, maxillofacial hard-tissue morphology, and soft-tissue facial aesthetics in patients with skeletal Class II malocclusion complicated by stage II periodontitis.

收稿日期: 2026-06-25; 修回日期: 2026-09-04

通信作者: 安永谦 (1972-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 副主任医师, 主要从事口腔种植、骨缺损与骨再生及种植体周围病的研究, E-mail: anyongqian@126.com

Methods A single-blind, randomized controlled design was adopted. Sixty patients with skeletal Class II malocclusion and stage II periodontitis treated between January and December 2025 were enrolled and assigned to an observation group or a control group ($n=30$ each) using a random-number table, with allocation concealment achieved using sealed opaque envelopes. The control group received combined orthodontic-orthognathic treatment alone, whereas the observation group additionally underwent, one month after initiation of orthodontic therapy, grafting of cortico-cancellous bone particles harvested from the anterior superior iliac spine (ASIS) to reconstruct alveolar bone defects. For three months after grafting, orthodontic appliances were kept passive. Active orthodontic loading was resumed only after bone healing was confirmed. Periodontal parameters [probing depth (PD), attachment loss (AL), gingival bleeding index (GBI), plaque index (PLI) and alveolar bone height (ABH)], hard-tissue cephalometric variables (SNA, SNB, and ANB angles, mandibular plane angle, and maxillary and mandibular protrusion distances), soft-tissue aesthetic variables (nasolabial angle, lower facial third height ratio, upper-lip protrusion, esthetic plane angle, and mentolabial sulcus depth), and the Peer Assessment Rating (PAR) index were compared before and after treatment, and the overall treatment effectiveness rate was evaluated. To control for baseline differences and capture the net intervention effect, all between-group comparisons were based on the pre-to-post treatment change (difference) in each variable. **Results** After treatment, all periodontal parameters were significantly better in the observation group than in the control group (all $P<0.05$). For hard tissues, the ANB angle and mandibular plane angle were significantly lower in the observation group than in the control group, while the SNA and SNB angles improved more markedly in the observation group ($P<0.05$). Improvements in all soft-tissue aesthetic variables and the reduction in the PAR index were likewise significantly greater in the observation group ($P<0.05$). The overall treatment effectiveness rate was 96.67% in the observation group, which was higher than 70.00% in the control group ($P<0.05$). The incidence of complications did not differ significantly between groups ($P>0.05$). **Conclusion** Autogenous bone grafting as an adjunct to combined orthodontic-orthognathic treatment for skeletal Class II malocclusion with stage II periodontitis can effectively reshape maxillofacial aesthetic morphology, improve periodontal function and occlusal relationship, achieve coordinated remodeling of maxillofacial soft and hard tissues, and enhance therapeutic efficacy.

【Keywords】 Periodontal autogenous bone grafting; Skeletal Class II malocclusion; Stage II periodontitis; Orthodontic-orthognathic combined treatment; Maxillofacial aesthetics; Clinical efficacy

骨性Ⅱ类错颌是临床常见的牙颌面畸形。流行病学调查显示,我国成年人群牙周健康率仅约9.1%,牙周疾病负担沉重,而错颌畸形导致的牙列排列与咬合异常会进一步增加菌斑控制难度、加剧牙周组织破坏^[1]。在中、重度牙周炎患者中,Ⅱ类错颌最为常见(约占49.6%),错颌畸形与牙周炎常相互叠加、互为加重因素^[2]。两者相互影响,错颌畸形会增加患者的口腔清洁难度,导致牙周炎症加重,且牙周支持力削弱,增加矫治难度^[3]。当前临床治疗骨性Ⅱ类错颌的首选方案为正畸-正颌联合治疗,可实现颌骨位置与咬合关系的系统性重建。针对牙周炎伴发的牙槽骨缺损,牙周自体骨移植是公认的牙周再生技术,可有效恢复骨量、增强牙周支持力,其与单纯

正畸治疗的联合应用已积累了一定临床证据^[4]。但现有研究多聚焦于单一治疗环节的效果,或仅针对无严重骨缺损的错颌畸形展开;针对合并Ⅱ期牙周炎的骨性Ⅱ类错颌患者,将牙周自体骨移植系统整合入正畸-正颌联合治疗全流程,同时评估牙周功能、硬组织矫治与软组织美学三重结局的循证研究仍较为有限,二者的协同作用机制尚未得到充分阐明。此外,针对髂骨来源自体骨在该类复杂病例中的应用合理性、治疗时序与力学策略,目前仍缺乏统一规范。因此,本研究采用随机对照设计,探讨牙周自体骨移植辅助正畸-正颌联合治疗的临床疗效与美学效果,并分析其作用机制,为临床方案优化提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2025 年 1 月~12 月收治的骨性 II 类错殆伴 II 期牙周炎患者 60 例作为研究对象。

样本量估算：采用 PASS 15.0 软件进行样本量计算。以治疗总有效率为主要结局指标，预实验显示观察组总有效率为 95.0%，对照组为 75.0%，设定 $\alpha=0.05$ （双侧）， $\beta=0.20$ （检验效能 80%），计算得每组需 25 例，考虑 10% 的失访率，最终确定每组 30 例，共 60 例。

纳入标准：（1）符合骨性 II 类错殆和 II 期牙周炎的诊断标准^[5]，即骨性 II 类错殆诊断及手术指征：头颅侧位片测量上牙槽座-鼻根-下牙槽座点角（A Point-Nasion-B Point Angle, ANB） $>5^{\circ}$ ，且存在以下至少 1 项手术指征：①上颌前突〔蝶鞍-鼻根-上牙槽座点角（Sella-Nasion-A Point Angle, SNA） $>84^{\circ}$ 〕；②下颌后缩〔蝶鞍-鼻根-下牙槽座点角（Sella-

Nasion-B Point Angle, SNB） $<76^{\circ}$ 〕；③面下 1/3 高度比例失调；④严重咬合紊乱无法通过单纯正畸矫正；⑤患者对颌面美学有明确要求。（2）初诊符合 2018 年分类标准 II 期慢性牙周炎诊断^[6]，牙周袋深度 4~6 mm，附着丧失 3~4 mm，牙槽骨水平吸收 1/3~1/2；经规范牙周基础治疗后炎症控制（牙龈出血指数 <2 ，牙周袋深度 <4 mm），但仍残留 ≥ 2 mm 的牙槽骨垂直/水平缺损，具备牙周再生治疗指征；（3）年龄在 18~35 岁；（4）患者签署知情同意书。排除标准：（1）合并 III 或 IV 期严重牙周炎或牙周脓肿的患者；（2）存在颌骨肿瘤、外伤、畸形综合征等颌面部问题的患者；（3）骨代谢异常、凝血功能障碍的患者；（4）妊娠或哺乳期女性。采用随机数字表法分为观察组与对照组，每组 30 例。两组患者一般资料比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）（见表 1）。本研究经医学伦理委员会批准（伦理批号：BAWJW（2025）154 号）。

表 1 两组患者一般资料对比
Table 1 Comparison of general characteristics between two groups of patients

组别	例数	性别(男/女,例)	年龄(岁)	病程(年)	基线牙周袋深度(mm)	基线 ANB 角($^{\circ}$)
观察组	30	13/17	24.35 $\pm$ 3.12	2.78 $\pm$ 0.85	3.85 $\pm$ 0.42	8.12 $\pm$ 1.05
对照组	30	12/18	23.98 $\pm$ 3.05	2.65 $\pm$ 0.78	3.92 $\pm$ 0.45	8.05 $\pm$ 1.02
t/χ^2	—	0.068	0.452	0.563	0.625	0.248
P	—	0.794	0.653	0.575	0.534	0.805

1.2 治疗方法

两组患者均完成术前系统检查与方案制定，包括口腔全景片、头颅侧位片及锥形束 CT（Cone Beam Computed Tomography, CBCT）检查（层厚 0.125 mm），明确错殆畸形类型、牙槽骨缺损范围及牙周病变程度，同步完成面部美学分析与咬合关系评估。所有患者均先接受规范牙周基础治疗，包括全口龈上洁治、龈下刮治与根面平整，统一口腔卫生指导；待牙周炎症稳定后（牙龈出血指数 <2 ，牙周袋深度 <4 mm）进入后续矫治阶段。两组患者在整个治疗期间均执行统一的牙周维护方案：每 3 个月进行 1 次牙周复查与预防性洁治，口腔卫生宣教标准一致，术后用药方案保持一致，以控制非干预因素偏倚。

该时序设计具备明确的生物学依据：正畸启动 1 个月后，牙列初步排齐、牙周组织已适应初始矫治力状态，术区牙齿位置相对稳定，便于精准暴露骨缺损边界、完成植骨颗粒的精准充填；植骨术后 3 个月是新生骨组织愈合与骨整合的关键窗口期，此阶段成骨细胞增殖活跃、新生骨痂尚未矿化成熟，过

早施加正畸主动动力会干扰成骨微环境、导致植骨颗粒移位或新生骨吸收。因此，仅行被动结扎维持牙弓形态，可为植骨区提供稳定的愈合环境；待术后 3 个月牙槽骨初步愈合、植骨区获得足够生物力学强度后再恢复主动加力，可在保障植骨成功率的前提下兼顾矫治效率。

对照组采用标准正畸-正颌联合治疗方案。正畸治疗：选用直丝弓正畸矫治器，依次完成牙列排齐、牙弓整平、咬合关系调整，消除咬合干扰，为正颌手术创造条件；正畸治疗周期为 8~12 个月，每月复诊 1 次调整加力。正颌手术：根据颌骨畸形类型，常规实施上颌 Le Fort I 型截骨后退术，必要时联合下颌支矢状劈开前徙术，三维方向调整上下颌骨位置，恢复正常颌骨关系与咬合接触。手术严格遵循无菌操作原则，术后常规给予抗感染、止血、消肿对症治疗，术后 7~10 天拆线；术后 3 个月开始正畸精细调整，完成咬合精细建立。

观察组采用牙周自体骨移植辅助正畸-正颌联合治疗，正畸与正颌核心方案与对照组一致，在此基础上增加牙周自体骨移植步骤。

治疗时序与力学策略: 正畸治疗启动后1个月实施自体骨移植手术; 植骨术后3个月内暂停正畸主动加力, 仅以被动结扎维持牙弓形态与牙齿位置, 每月复查牙周愈合情况; 术后3个月经CBCT确认植骨区骨愈合良好后, 恢复正畸主动加力, 后续矫治流程与对照组保持一致。

自体骨取骨与制备: 选择髂前上棘作为骨供区, 该部位可提供充足的皮质-松质混合骨, 兼具骨传导与骨诱导活性, 适用于多牙位、大范围牙槽骨缺损的同期修复; 局部浸润麻醉联合神经阻滞麻醉下, 于髂前上棘下方做2~3 cm切口, 逐层切开皮肤、皮下组织与骨膜, 暴露髂骨外板; 用骨凿与刮匙获取皮质-松质混合骨组织约2~3 g, 去除表面软组织与多余骨皮质, 粉碎为直径0.5~1.0 mm的骨颗粒备用; 供区严密缝合止血, 加压包扎。术前充分告知患者供区选择依据与术后注意事项, 所有患者均签署知情同意书。

植骨手术操作: 于牙槽骨缺损区行牙周改良翻瓣术, 充分暴露骨缺损壁, 彻底清除肉芽组织与病变牙骨质, 生理盐水反复冲洗术区; 将自体骨颗粒均匀充填于骨缺损区, 轻轻压实至与周围骨壁平齐, 表面覆盖可吸收胶原膜, 膜边缘覆盖缺损周边2~3 mm正常骨面; 采用间断缝合严密关闭牙龈瓣, 确保术区无张力愈合。

术后处理: 术后口服抗生素3天预防感染, 0.12%氯己定含漱液含漱2周, 每日2次; 嘱患者避免植骨区咀嚼硬物, 术后2周拆线。

1.3 观察指标

所有患者均于治疗前(牙周基础治疗后、矫治开始前)及治疗结束后6个月完成各项指标检测, 随访期间每3个月复查1次牙周状况。所有测量均由2名经过统一培训、不知晓分组的高年资医师独立完成, 每个指标重复测量3次取平均值; 测量前完成测量者一致性检验, 组内相关系数(Intraclass Correlation Coefficient, ICC) ≥ 0.85 方可参与测量, 由第3名医师对10%样本进行盲法复测以质控。

1.3.1 牙周功能指标改善值比较

采用 Williams 刻度牙周探针(探诊压力20 g)进行牙周检查, 测量范围为全口存留牙(第三磨牙除外), 每颗牙记录近中颊、远中颊、近中舌、远中舌4个位点, 取全口位点平均值。

牙周袋深度(Probing Depth, PD): 从牙龈边缘到袋底的距离。附着丧失(Attachment Loss, AL): 釉牙骨质界至牙周袋底的垂直距离。牙龈出血指数(Gingival Bleeding Index, GBI): 采用0~5级评分标

准, 0级: 无出血; 1级: 探诊后点状出血; 2级: 探诊后线状出血; 3级: 探诊后中度出血; 4级: 探诊后重度出血; 5级: 自发性出血。取全口平均值。菌斑指数(Plaque Index, PLI): 采用 Silness-Löe 菌斑指数评分标准, 0级: 无菌斑; 1级: 龈缘区有薄的菌斑, 探针尖可刮出; 2级: 龈缘区有中等量菌斑; 3级: 龈缘区有大量软垢。取全口平均值。牙槽骨高度(Alveolar Bone Height, ABH): 通过CBCT测量每颗牙齿近远中牙槽嵴顶至釉牙骨质界的距离, 取全口平均值。

1.3.2 颌面硬组织美学指标改善值比较

所有头颅侧位片均经统一头位校准, 由同一名影像科医师完成定点测量。测量指标包括: SNA角: 蝶鞍点-鼻根点-上齿槽座点角, 反映上颌骨相对于颅底的前后位置。SNB角: 蝶鞍点-鼻根点-下齿槽座点角, 反映下颌骨相对于颅底的前后位置。ANB角: 上齿槽座点-鼻根点-下齿槽座点角, 反映上下颌骨的矢状向关系。下颌平面角: 下颌平面与法兰克福平面的夹角, 反映下颌骨的生长方向与倾斜程度。上颌突距(A Point to Nasion Perpendicular, A-NP): 上齿槽座点至鼻根点-颏前点连线的垂直距离, 反映上颌骨的突度。下颌突距(B Point to Nasion Perpendicular, B-NP): 下齿槽座点至鼻根点-颏前点连线的垂直距离, 反映下颌骨的突度。

1.3.3 颌面软组织美学指标改善值比较

面部正侧位照片均在统一光照、头位与拍摄距离下采集, 由2名医师独立测量取平均值。测量两组患者的鼻唇角(Nasolabial Angle, NLA): 鼻小柱点-上唇点-鼻底点角, 反映上唇与鼻部的位置关系。面下1/3高度比: 鼻底点至颏底点的距离与发际点至颏底点的距离之比。上唇突度(Upper Lip to Esthetic Plane, UL-EP): 上唇最突点至审美平面(鼻根点-颏前点连线)的垂直距离。下唇突度(Lower Lip to Esthetic Plane, LL-EP): 下唇最突点至审美平面的垂直距离。审美平面角(Esthetic Plane Angle, EPA): 上、下唇最突点连线与审美平面的夹角。颏唇沟深度(Mentolabial Sulcus Depth, MLD): 颏唇沟最凹点至下唇-颏部软组织连线的垂直距离。

1.3.4 客观疗效指标比较

采用同行评估指数(Peer Assessment Rating Index, PAR)评估矫治前后咬合关系改善程度。以PAR总分降低率评价矫治效果, 计算公式为: PAR指数降低率=(治疗前总分-治疗后总分)/治疗前总分 $\times 100\%$ 。

1.3.5 治疗疗效

制定治疗疗效评估标准^[7]。显效：牙周炎症完全控制，牙周袋深度≤2 mm，附着丧失≤1 mm，牙龈出血指数≤1 级；颌面软硬组织形态显著改善，ANB 角在 2°~4°之间，咬合关系协调，面部美观度显著提升。有效：牙周炎症明显缓解，牙周袋深度 2~3 mm，附着丧失 1~2 mm，牙龈出血指数≤2 级；颌面软硬组织形态明显改善，ANB 角在 4°~6°之间，咬合关系基本协调，面部美观度有所提升。无效：未达到上述标准，或牙周炎症、颌面形态无改善甚至加重。治疗总有效率=（显效例数+有效例数）/总例数×100%。

1.3.6 安全性观察

预设不良事件观察条目，由不知晓分组的随访医师于术后1周、2周、1个月、3个月及治疗结束时评估并记录：（1）取骨供区并发症，包括供区疼痛、肿胀、瘀斑、切口感染、皮神经感觉异常、瘢痕愈合及术后早期步态异常等；（2）植骨区并发症，包括牙龈瓣裂开、术区感染、植骨颗粒外露或脱落、牙龈退缩、胶原膜暴露及骨增量不足等；（3）正畸-正颌相关并发症，包括牙根吸收、牙齿异常松动、牙龈退缩、下牙槽神经或颌神经损伤、骨段愈合不良及术后复发等。逐项记录不良事件的发生时间、严重程度、处理经过与转归。

1.4 质量控制

测量质量控制：所有测量工具均经过计量校准，测量者在研究前进行统一培训与一致性检验，ICC≥0.85 方可参与测量。测量环节实施评价者盲法，测量者全程不知晓患者分组信息；每个指标测量3次取

平均值，由第3名高年资医师对10%的样本进行复测，确保测量结果的准确性与可重复性。

治疗质量控制：正畸治疗由同一名高年资正畸医师完成，严格遵循直丝弓矫治技术规范；正颌手术由同一名高年资口腔颌面外科医师完成，采用统一的手术入路与操作流程；牙周自体骨移植手术由同一名高年资牙周科医师完成，确保植骨量与植骨技术的一致性。

数据管理控制：采用双人双录入法将数据录入 Excel 表格，进行逻辑校验与一致性检验，确保数据录入准确无误。

随访质量控制：建立患者随访档案，通过电话、微信及门诊复查等方式进行随访，确保所有患者完成治疗后6个月的随访，失访率控制在5%以内。

1.5 受试者流程

本研究受试者招募、筛选、随机分组、随访与最终分析流程见图1。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。计量资料先行 Shapiro-Wilk 正态性检验与 Levene 方差齐性检验，符合正态分布且方差齐者以均数±标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示；组内治疗前后比较采用配对样本 t 检验，为控制基线差异、反映干预的净效应，组间比较统一采用各指标治疗前后变化值（差值）的独立样本 t 检验；计数资料以例数和百分比表示，组间比较采用 Pearson χ^2 检验。均为双侧检验，以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

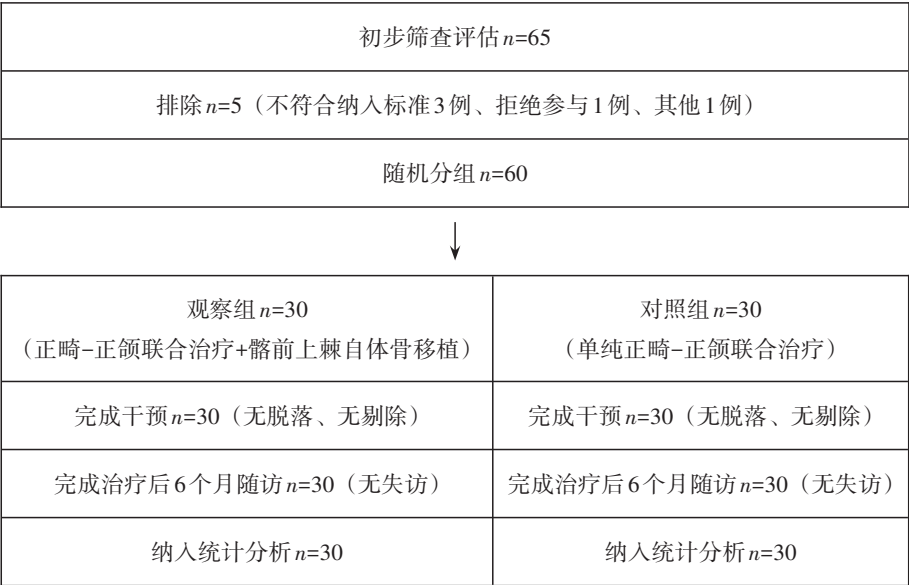


图1 两组患者纳入、随机分组、随访与分析流程图

Figure 1 Flow diagram of patient enrollment, randomization, follow-up, and analysis

2 结果

2.1 两组治疗前后牙周功能指标改善值对比

治疗前两组各项牙周功能指标比较差异无统计学意义 ($P>0.05$); 治疗后观察组牙周袋深度、附着丧失水平、牙龈出血指数小于对照组 ($P<0.05$)

(见表2)。
2.2 两组治疗前后颌面硬组织美学指标改善值对比
治疗前两组各项硬组织指标比较差异无统计学意义 ($P>0.05$); 治疗后观察组 SNA 角、SNB 角、B-NP 改善幅度显著大于对照组, ANB 角及下颌平面角、A-NP 小于对照组 ($P<0.05$) (见表3)。

表 2 两组治疗前后牙周功能指标改善值对比
Table 2 Comparison of pre-to-post changes in periodontal functional indicators between two groups

组别	例数	PD(mm)	AL(mm)	GBI(级)	PLI(级)	ABH(mm)
观察组	30	1.70±0.35	0.66±0.24	1.50±0.32	1.40±0.29	-1.43±0.42
对照组	30	1.14±0.31	0.16±0.02	1.10±0.28	0.96±0.26	-0.33±0.20
<i>t</i>	-	6.560	11.371	5.153	6.188	12.965
<i>P</i>	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 表中数值均为治疗前后改善值。

表 3 两组治疗前后颌面硬组织美学指标对比
Table 3 Comparison of maxillofacial hard-tissue cephalometric variables before and after treatment between two groups

组别	例数	SNA 角(°)	SNB 角(°)	ANB 角(°)	下颌平面角(°)	A-NP(mm)	B-NP(mm)
观察组	30	2.23±0.85	-2.77±0.78	5.00±0.82	-1.01±1.02	3.40±0.62	-3.20±0.58
对照组	30	1.23±0.23	-1.17±0.65	3.16±0.69	-1.54±1.15	1.63±0.51	-1.79±0.47
<i>t</i>	-	6.220	8.631	9.404	8.164	12.076	10.523
<i>P</i>	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 表中数值均为治疗前后改善值。

2.3 两组治疗前后颌面软组织美学指标改善值对比

治疗前两组各项软组织指标比较差异无统计学意义 ($P>0.05$); 治疗后, 两组 NLA、面下 1/3 高度

比均较治疗前显著升高, UL-EP、LL-EP、EPA、MLD 均较治疗前显著降低 ($P<0.05$); 且观察组上述指标改善程度显著优于对照组 ($P<0.05$) (见表4)。

表 4 两组治疗前后颌面软组织美学指标对比
Table 4 Comparison of maxillofacial soft-tissue aesthetic variables before and after treatment between two groups

组别	例数	NLA(°)	面下 1/3 高度比值	UL-EP(mm)	LL-EP(mm)	EPA(°)	MLD(mm)
观察组	30	-10.33±2.85	-0.04±0.02	3.60±0.58	3.10±0.52	5.77±1.02	1.40±0.38
对照组	30	-4.87±2.24	-0.03±0.01	1.86±0.49	1.69±0.45	3.00±0.81	0.59±0.08
<i>t</i>	-	8.214	3.371	12.552	11.230	11.648	11.425
<i>P</i>	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 表中数值均为治疗前后改善值。

2.4 两组治疗前后 PAR 指数对比

治疗前, 观察组 PAR 指数总分为 (32.52±4.25) 分, 对照组为 (32.18±4.12) 分, 差异无统计学意义 ($t=0.358$, $P=0.721$)。治疗后, 观察组 PAR 指数总

分为 (5.25±1.28) 分, 显著低于对照组的 (9.85±2.15) 分 ($t=11.852$, $P=0.000$); 观察组 PAR 指数降低率为 (83.85±5.21)%, 显著高于对照组的 (69.42±6.35)% ($t=11.235$, $P=0.000$)。

2.5 两组治疗疗效对比

治疗后, 观察组治疗总有效率为 96.67% 高于对照组 70.00% ($\chi^2=7.680$, $P=0.006$) (见表 5)。

表 5 两组治疗疗效对比
Table 5 Comparison of treatment efficacy between two groups

疗效	观察组 (n=30)	对照组 (n=30)	χ^2	P
显效	20	11		
有效	9	10		
无效	1	9		
治疗总有效率(%)	29(96.67)	21(70.00)	7.680	0.006

2.6 安全性与不良事件

两组并发症发生率比较, 差异无统计学意义 ($\chi^2=1.200$, $P=0.273$) (见表 6)。

表 6 两组患者不良事件发生情况比较 [n(%)]
Table 6 Comparison of adverse events between two groups of patients [n(%)]

不良事件	观察组 (n=30)	对照组 (n=30)	χ^2	P
供区轻中度疼痛	18(60.0)	—		
供区局部肿胀或瘀斑	14(46.7)	—		
供区短暂行走不适	5(16.7)	—		
股外侧皮神经分布区一过性麻木	2(6.7)	—		
植骨区牙龈轻度肿胀	3(10.0)	—		
下唇及颊部一过性感 觉异常	4(13.3)	5(16.7)		
轻度牙根外吸收	3(10.0)	3(10.0)		
并发症合计 (按人数计)	12(40.0)	8(26.7)	1.2	0.3
严重不良事件	0(0.0)	0(0.0)		

3 讨论

3.1 牙周自体骨移植的方案合理性与牙周疗效分析

骨性 II 类错殆伴 II 期牙周炎的治疗是口腔正畸与牙周学科的交叉难点。正畸-正颌联合治疗可实现颌骨与牙列畸形的系统性矫正, 但对于合并牙周骨缺损的患者, 正畸牙齿移动易加重牙周组织破坏, 正颌术后的咬合重建也可能因牙周支持不足而出现复发, 难以达到理想的美学与功能双重目标^[8]。

本研究选择将髂前上棘作为自体骨供区, 其临床合理性与患者接受度可从两方面论证: 在骨生物

学性能方面, 髂骨可提供充足的皮质-松质混合骨组织, 松质骨富含骨祖细胞与内源性生长因子, 具备良好的骨诱导活性, 皮质骨可维持植骨区空间稳定性, 是大范围、多牙位牙槽骨缺损修复的经典供区选择; 与口内颊部、下颌升支取骨相比, 髂骨取骨量不受口内解剖条件限制, 可一次性完成全口多区域骨缺损的同期修复, 更适合本研究中错殆伴广泛骨缺损的复杂病例。但需客观权衡不同供区的优劣: 髂前上棘取骨骨量充足, 却需开辟第二术区并遗留皮肤切口, 局部麻醉下患者术中不适感及术后早期疼痛、肿胀、瘀斑和短暂步态异常的风险相对更高, 对麻醉配合与术者操作要求较高, 在一定程度上限制了其门诊推广; 口内供区(下颌颊部、下颌外斜线及升支)与受区同属一个术野, 无需皮肤切口、手术时间较短、术后疼痛及供区并发症发生率较低、患者接受度更高, 但可取骨量有限且以皮质骨为主, 难以单独满足大范围、多区域缺损的修复需求^[9]。临床应依据缺损范围、骨量需求与患者意愿个体化选择供区。临床接受度方面, 术前经充分知情告知, 详细说明口内取骨与髂骨取骨的优劣与适用场景, 所有患者均认可该方案; 术后供区仅出现轻度疼痛与肿胀, 无感染、神经损伤等严重并发症, 患者整体耐受度良好。

本研究结果显示, 观察组治疗后 PD、AL、GBI、PLI 均显著优于对照组, 牙槽骨高度较治疗前增加 1.43 mm, 显著高于对照组的 0.33 mm。其机制在于: 自体骨颗粒联合可吸收胶原膜构建的引导骨再生体系, 可通过屏障膜阻挡上皮与结缔组织长入, 为成骨细胞增殖分化提供封闭的成骨空间; 自体骨颗粒同时发挥骨传导支架与骨诱导双重作用, 可有效促进缺损区新骨形成, 恢复牙槽骨高度与牙周支持力^[10]。牙槽骨缺损的修复消除了深牙周袋的解剖基础, 减少了菌斑定植与牙结石堆积的微环境, 从而实现牙周炎症的长期稳定控制^[11-12]。这一结果与李博等^[13]的研究结论一致, 提示自体骨移植可显著提升牙周炎患者的骨再生效果。

3.2 骨移植-牙周支持-正畸-正颌的协同作用机制

颌面硬组织形态矫正的稳定性是骨性 II 类错殆治疗成功的核心。本研究中, 观察组治疗后 ANB 角降至 3.12°, 达到骨性 I 类正常范围, 而对照组 ANB 角为 4.89°, 仍处于轻度骨性 II 类范围; 观察组 SNA、SNB 角及上下颌突距的改善幅度均显著优于对照组。该结果提示牙周自体骨移植可显著提升正畸-正颌联合治疗的硬组织矫治效果与稳定性。

二者的协同作用机制可从三个层面系统阐释:

(1) 正畸移动层面: 在牙槽骨缺损修复后, 牙周支持组织厚度与骨量增加, 为正畸牙齿移动提供了稳定的生物学基础; 牙齿可沿矫治方向进行整体移动, 减少因牙周支持不足引发的牙冠倾斜、牙根吸收及骨开裂等并发症, 使牙列最终位置更符合术前设计^[14]。(2) 正颌手术层面: 稳定的牙列与咬合关系可为正颌手术提供准确的咬合参考, 提升颌骨定位的精准度; 术后牙周支持增强可减少颌骨间的微动, 降低术后咬合紊乱与颌骨复发的风险。(3) 垂直向控制层面: 牙槽骨高度的恢复可改善上下颌骨的垂直向关系, 使下颌平面角的调整更符合生理范围, 避免因牙周支持不足而引发的前牙伸长、下颌平面角开大等代偿性改变。

3.3 颌面软组织美学的改善机制

本研究结果显示, 观察组鼻唇角、面下 1/3 高度比、上下唇突度等软组织美学指标的改善程度均显著高于对照组。颌面软组织形态直接依赖于硬组织支架, 上颌后退与下颌前徙可直接改变骨骼轮廓, 进而带动唇部软组织改建^[15]。而牙周自体骨移植对软组织美学的增益作用主要通过两条路径实现: 一方面通过稳定前牙牙列位置, 避免正畸后前牙唇倾或舌倾的异常移位, 使上唇软组织张力与突度维持在协调状态; 另一方面通过恢复牙槽骨高度, 支撑唇部软组织厚度, 改善唇唇沟深度与面下 1/3 比例, 提升面部侧貌的立体感与协调性。此外, 咬合关系的稳定可使咀嚼肌张力分布更均衡, 进一步改善面部动态美学效果。

3.4 临床疗效与方案价值分析

本研究中, 观察组 PAR 指数降低率达 83.85%, 治疗总有效率为 96.67%, 均显著高于对照组。PAR 指数可全面反映咬合关系的改善程度, 更高的降低率意味着咬合重建更完善。常规正畸-正颌联合治疗中, 由于牙周支持不足, 牙齿移动的限制与稳定性受限, 部分咬合细节难以精细调整, 且术后存在一定复发风险; 而牙周自体骨移植通过夯实牙周支持基础, 拓展了正畸移动的安全范围, 提升了咬合重建的精准度与长期稳定性, 因此整体疗效更优。

关于本研究的对照方案设计, 对照组采用“牙周基础治疗联合正畸-正颌”的治疗方案, 符合Ⅱ期牙周炎患者正畸-正颌联合治疗的基础规范。本研究纳入的是基础治疗后仍残留骨缺损的患者, 对照组未额外施加骨再生干预, 这是对现有标准治疗方案的临床真实反映, 且所有患者均知情并同意分组方

案, 研究方案经伦理委员会批准, 符合伦理学要求。需要说明的是, 本研究在入组前已向所有患者充分告知牙周再生治疗的可选方案与获益, 对照组患者均自愿选择暂不接受额外植骨手术, 并签署相关知情同意文件。两组全程执行统一的复诊频率、牙周维护方案、术后用药标准与口腔卫生宣教流程, 观察组仅增加植骨手术及对应术后护理, 最大程度控制了非特异性干预因素对研究结果的混杂影响。

3.5 研究局限性与展望

本研究仍存在一定局限性: (1) 随访周期仅为治疗后 6 个月, 属于短期疗效观察, 仅能反映骨移植术后早期愈合与矫治结束初期的效果, 难以评估植骨区的长期骨吸收率、牙周组织的长期稳定性及正畸-正颌治疗的远期复发风险; 后续研究需将随访延长至 2 年以上, 进一步验证该方案的长期临床价值。(2) 本研究目的在于验证牙周自体骨移植整合入正畸-正颌联合治疗标准流程的可行性与临床获益, 而非开展不同植骨材料的头对头疗效比较, 因此未设置异体骨、人工骨替代材料及单纯正畸联合植骨的平行对照组, 无法直接对比不同植骨策略的效能差异; 本研究仅选取髂前上棘来源自体骨作为植骨材料, 未与自体牙骨粉、异体冻干骨、骨替代材料等其他常用植骨材料进行头对头对比, 不同材料的骨再生效能、创伤程度、经济成本及患者接受度的差异仍需进一步研究。(3) 本研究为单中心、小样本随机对照研究, 样本量相对有限, 研究结果的外推性存在一定局限, 后续可开展多中心、大样本的临床研究进一步夯实循证证据。(4) 结局指标尚不全面: 本研究未纳入患者主观满意度评估与口腔健康相关生活质量量表, 未系统评估颞下颌关节功能, 也未将供区、植骨区及正畸相关不良事件作为预设结局进行系统性的分级量化收集与报告, 难以对安全性与患者报告结局进行全面评价, 后续将补充多维度主客观结局指标。(5) 在区域推广方面, 本研究取骨部位为髂前上棘, 并在局部麻醉下完成, 需开辟第二术区, 存在供区疼痛、肿胀及短暂步态异常等风险, 对麻醉配合与术者操作要求较高, 门诊推广与患者接受度受到一定限制, 且未设置口内供区平行对照, 髂骨与口内取骨的获益-创伤平衡仍有待进一步头对头研究明确。

综上所述, 在牙周基础治疗控制炎症的前提下, 牙周自体骨移植辅助正畸-正颌联合治疗骨性Ⅱ类错殆伴Ⅱ期牙周炎, 可有效修复牙槽骨缺损, 改善牙周支持功能, 提升颌面硬组织矫治精度及软组织美

学效果, 最终实现更稳定的咬合重建及更优的综合临床疗效。该方案通过夯实牙周支持基础, 与正畸、正颌治疗形成协同效应, 为合并牙周骨缺损的牙颌面畸形患者提供了更优化的临床治疗路径。后续研究计划进一步将随访周期延长至2年以上, 持续追踪植骨区骨吸收速率、牙周组织长期稳定性与咬合复发情况, 以验证该方案的远期临床价值。

参考文献

[1] JIAO J, JING W, SI Y, et al. The prevalence and severity of periodontal disease in Mainland China: data from the Fourth National Oral Health Survey (2015-2016)[J]. Journal of Clinical Periodontology, 2021, 48(2): 168-179.

[2] ZASCIURINSKIENE E, RASTOKAITE L, LINDSTEN R, et al. Malocclusions, pathologic tooth migration, and the need for orthodontic treatment in subjects with stage III - IV periodontitis: A cross-sectional study[J]. European Journal of Orthodontics, 2023, 45(4): 418-429.

[3] PAPAPANOU P N, SANZ M, BUDUNELI N, et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions[J]. Journal of Periodontology, 2018, 89(Suppl 1): S173-S182.

[4] ALSHUJAA B, TALMAC A C, ALTINDAL D, et al. Clinical and radiographic evaluation of the use of PRF, CGF, and autogenous bone in the treatment of periodontal intra-bony defects[J]. Journal of Periodontology, 2024, 95(8): 729-739.

[5] KOO H, HWANG J, CHOI B J, et al. Comparison of vertical bone resorption following various types of autologous block bone grafts[J]. Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery, 2023, 45(1): 38.

[6] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发口腔相关病种诊疗指南(2022 年版)的通知: 牙颌面畸形诊疗指南(2022 年版)[Z]. 国卫办医函[2022]339 号, 2022-10-27.

[7] YIN F, LI M, WANG S, et al. The effect of periodontally accelerated osteogenic orthodontics on periodontal phenotypes in adult patients with skeletal Class II malocclusion: A retrospective cohort study[J]. International Dental Journal. 2026, 76(1): 104013.

[8] DANZ J C, DEGEN M. Selective modulation of the bone remodeling regulatory system through orthodontic tooth movement: A review[J]. Frontiers in Oral Health, 2025, 6: 1472711.

[9] COSTA MENDES L, SAUVIGNE T, GUIOL J. Morbidity of autologous bone harvesting in implantology: Literature review from 1990 to 2015[J]. Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-Faciale et de Chirurgie Orale, 2016, 117 (6): 388-402.

[10] TIETMANN C, BROSELER F, AXELRAD T, et al. Regenerative periodontal surgery and orthodontic tooth movement in stage IV periodontitis: A retrospective practice-based cohort study[J]. Journal of Clinical Periodontology, 2021, 48(5): 668-678.

[11] JEPSEN K, TIETMANN C, KUTSCHERA E, et al. The effect of timing of orthodontic therapy on the outcomes of regenerative periodontal surgery in patients with stage IV periodontitis: A multicenter randomized trial[J]. Journal of Clinical Periodontology, 2021, 48(10): 1282-1292.

[12] DEANDRA F A, SULIJAYA B, SUDJATMIKA D A, et al. Selection of bone graft material and proper timing of periodontal surgery for orthodontic patients: A systematic review[J]. Heliyon, 2024, 10(1): e24201.

[13] 李博, 闫建伟. 自体牙来源骨移植材料在牙槽骨植骨术中的应用价值[J]. 大连医科大学学报, 2023, 45 (5): 431-438.

[14] HUO B, CHE X, LI X. Timing of early correction of mandibular hypoplasia in skeletal Class II malocclusion: a review[J]. Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 2023, 47 (6): 11-20.

[15] TIETMANN C, JEPSEN S, HEIBROK H, et al. Long-term stability of regenerative periodontal surgery and orthodontic tooth movement in stage IV periodontitis: 10-year data of a retrospective study[J]. Journal of Periodontology, 2023, 94(10): 1176-1186.