

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.15.001

• 口腔正畸专题 •

3D手术导板联合微创骨皮质切开术在骨性Ⅱ类错𪚩畸形正畸治疗中的应用

吴晓晓

(徐州医科大学附属医院口腔科, 江苏 徐州 221000)

[摘要]目的 探究在骨性Ⅱ类错𪚩畸形正畸治疗中应用3D手术导板联合微创骨皮质切开术的效果。方法 纳入2021年1月-2024年1月在徐州医科大学附属医院口腔科接受正畸治疗的82例骨性Ⅱ类错𪚩畸形患者,以随机数字表法分为对照组、观察组,各41例。对照组实施传统翻瓣骨皮质切开术,观察组实施3D手术导板联合微创骨皮质切开术,比较两组牙排齐时间及间隙关闭时间、龈沟液炎症因子水平、牙周健康状况。结果 观察组牙排齐时间、间隙关闭时间均较对照组短($P<0.05$);观察组治疗后龈沟液IL-1 β 、IL-6、sICAM-1水平均较对照组低($P<0.05$);观察组治疗后PD、GI、SBI、PLI均较对照组低($P<0.05$)。结论 在骨性Ⅱ类错𪚩畸形正畸治疗中应用3D手术导板联合微创骨皮质切开术可提高治疗效果,缩短牙排齐时间及间隙关闭时间,降低龈沟液炎症因子水平,有利于改善患者的牙周健康状况。

[关键词] 3D手术导板;微创骨皮质切开术;骨性Ⅱ类错𪚩畸形;正畸治疗

[中图分类号] R783.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2026)15-0001-04

Application of 3D Surgical Guide Combined with Minimally Invasive Corticalosteotomy in Orthodontic Treatment of Skeletal Class II Malocclusion

WU Xiaoxiao

(Department of Stomatology, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, Jiangsu, China)

[Abstract]**Objective** To explore the effect of 3D surgical guide combined with minimally invasive corticalosteotomy in orthodontic treatment of skeletal Class II malocclusion. **Methods** A total of 82 patients with skeletal Class II malocclusion who received orthodontic treatment in the Department of Stomatology, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University from January 2021 to January 2024 were selected, and they were divided into the control group and the observation group by the random number table method, with 41 patients in each group. The control group was given conventional flapped corticalosteotomy, and the observation group was given 3D surgical guide combined with minimally invasive corticalosteotomy. The tooth alignment time, space closure time, gingival crevicular fluid inflammatory factor levels and periodontal health status were compared between the two groups. **Results** The tooth alignment time and space closure time in the observation group were shorter than those in the control group ($P<0.05$). After treatment, the levels of IL-1 β , IL-6 and sICAM-1 in gingival crevicular fluid of the observation group were lower than those of the control group ($P<0.05$). After treatment, the PD, GI, SBI and PLI of the observation group were lower than those of the control group ($P<0.05$). **Conclusion** The application of 3D surgical guide combined with minimally invasive corticalosteotomy in the orthodontic treatment of skeletal Class II malocclusion can improve treatment effect, shorten the time required for tooth alignment and space closure, reduce the levels of inflammatory factors in gingival crevicular fluid, and help to improve patients' periodontal health.

[Key words] 3D surgical guide; Minimally invasive corticalosteotomy; Skeletal Class II malocclusion; Orthodontic treatment

骨性Ⅱ类错𪚩畸形(skeletal Class II malocclusion)是临床常见的颌骨发育异常,主要表现为上下颌骨矢状向不调,多伴随上颌前突、

下颌后缩、磨牙及尖牙远中关系,常合并前牙深覆𪚩、颊部后缩、颊唇沟深陷及开唇露齿等容貌与咬合异常,对患者的咬合功能与面部美观产生

严重不良影响^[1, 2]。对于重度骨性Ⅱ类错殆畸形患者,单纯正畸治疗仅能通过前牙代偿性舌倾掩饰骨骼畸形,难以精准控制牙根舌向转矩,无法安全、高效地实现前牙整体后移与拔牙间隙关闭,临床矫治难度较大、疗效受限^[3]。传统骨皮质切开术虽可加速正畸牙移动、缩短矫治周期,但存在手术创伤大、术后肿胀疼痛明显、患者舒适度差等弊端。随着微创口腔技术的发展,微创骨皮质切开术有效规避了传统术式的缺陷,改善了患者的术后不适。而3D打印导板辅助技术的应用可进一步提升手术精准度、降低操作偏差,兼具微创化、精准化的双重优势^[4]。基于此,本研究旨在探讨3D手术导板联合微创骨皮质切开术在骨性Ⅱ类错殆畸形正畸治疗中的应用效果,以期为骨性错殆的高效、精准矫治提供临床参考依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入2021年1月-2024年1月在徐州医科大学附属医院口腔科接受正畸治疗的82例骨性Ⅱ类错殆畸形患者,以随机数字表法分为对照组和观察组,各41例。对照组男22例,女19例;年龄18~45岁,平均年龄(27.85 ± 3.28)岁;病程2~10年,平均病程(6.26 ± 1.09)年。观察组男25例,女16例;年龄20~44岁,平均年龄(28.19 ± 3.51)岁;病程2~11年,平均病程(6.31 ± 1.16)年。两组性别、年龄、病程比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),研究可比。患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:确诊为骨性Ⅱ类错殆畸形^[5];牙列轻度拥挤;无其他口腔疾病;符合骨质切开术指征;依从性良好。排除标准:合并凝血功能障碍;存在免疫系统疾病或器官功能障碍;合并恶性肿瘤;先天颜面异常。

1.3 方法

1.3.1 对照组 实施传统翻瓣骨皮质切开术:于前庭沟处做梯形黏骨膜瓣切口,充分分离并翻起黏骨膜瓣,暴露上颌前牙区唇侧骨皮质;用裂钻(德国卡瓦集团,型号:IntraLux CM 2020)在相邻牙根尖上方3~5 mm、牙颈部下方2~3 mm内,于牙根间骨皮质做垂直切口,深度达骨松质,切口长度5~8 mm,宽度约1 mm,注意保护邻牙牙根及牙周膜;术区以生理盐水持续冲洗降温,避免骨灼伤;切口完成后复位黏骨膜瓣,采用4-0可吸收缝

线(美国强生公司,型号:Vicryl Plus)行间断缝合,术后7~10 d拆线。

1.3.2 观察组 实施3D手术导板联合微创骨皮质切开术:术前采集CBCT数据与口内扫描数据,将两类数据导入Mimics 21.0软件进行三维配准融合,精准标记上颌前牙区牙根走形、邻牙牙根间距及重要解剖结构(如上牙槽前神经血管束);在前牙区每两个牙根之间设计导板沟槽,沟槽位置距牙根表面 ≥ 2 mm,深度设定为穿透骨皮质达骨松质,沟槽宽度匹配超声骨刀工作尖;设计方案确认后以光固化树脂通过3D打印机(美国Stratasys公司,型号:Objet260 Connex3)打印手术导板,经高温高压灭菌后备用。术中将导板准确就位位于手术牙弓,指导患者轻咬导板咬合面以固定位置;用15号刀片沿导板预设沟槽垂直切入,穿透牙龈及牙周膜直达牙槽骨面,切口深度控制在2~3 mm;采用超声骨刀(意大利BioSAFIN Ltd公司,国械注册20162172209,型号:Piezosurgery Touch)配合持续生理盐水灌流(流速30~50 ml/min),沿导板沟槽间歇切开骨皮质至骨髓质,单次切割时间 ≤ 10 s,间隔5 s冷却,避免骨组织热损伤;术中无需翻开黏骨膜瓣,仅沿沟槽区域做微小切口。切开完成后以无菌纱布压迫止血2 min,若有活动性渗血则延长压迫至5~10 min;术毕即刻行CBCT扫描复查,确认无牙根损伤、骨皮质切开深度及范围符合术前规划。

1.4 观察指标

1.4.1 记录两组牙排齐时间及间隙关闭时间。

1.4.2 检测两组龈沟液炎症因子水平 治疗前及治疗后6个月用无菌滤纸条取上颌前牙唇侧龈沟液,以ELISA法检测白细胞介素-1 β (IL-1 β)、白细胞介素-6 (IL-6)、可溶性细胞间黏附分子-1 (sICAM-1)水平。

1.4.3 记录两组牙周健康状况 ①牙周袋探诊深度(PD):以牙周探针测定牙龈边缘至牙周袋底部的距离;②牙龈指数(GI):依据牙龈色泽、水肿程度评分,分值0~3分,评分越高表示牙龈炎症越严重;③龈沟出血指数(SBI):轻探龈沟/牙周袋底后,观察30 s内出血情况并分级评分,分值0~5分,对应无出血至自发性重度炎症出血;④牙菌斑指数(PLI):采用Turesky改良法行牙面菌斑染色,根据菌斑染色面积及分布评分,分值0~5分,评分越高表示菌斑覆盖越广泛。

1.5 统计学方法 采用SPSS 27.0统计学软件进行数据分析,计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,行 χ^2 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行 t 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组牙排齐时间及间隙关闭时间比较 观察组牙排齐时间、间隙关闭时间均较对照组短($P < 0.05$),见表1。

2.2 两组龈沟液炎性因子水平比较 观察组治疗后龈沟液IL-1 β 、IL-6、sICAM-1水平均较对照组

低($P < 0.05$),见表2。

2.3 两组牙周健康状况比较 观察组治疗后PD、GI、SBI、PLI均较对照组低($P < 0.05$),见表3。

表1 两组牙排齐时间及间隙关闭时间比较($\bar{x} \pm s$,月)

组别	<i>n</i>	牙排齐时间	间隙关闭时间
对照组	41	5.95 $\pm$ 1.56	10.75 $\pm$ 1.89
观察组	41	5.20 $\pm$ 1.32	7.16 $\pm$ 1.41
<i>t</i>		2.350	9.749
<i>P</i>		0.021	0.000

表2 两组龈沟液炎性因子水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	IL-1 β (ng/L)		IL-6 (pg/ml)		sICAM-1 (μ g/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	41	23.82 $\pm$ 3.15	32.05 $\pm$ 4.46*	5.46 $\pm$ 1.03	8.75 $\pm$ 1.32*	123.65 $\pm$ 14.46	142.21 $\pm$ 19.26*
观察组	41	24.08 $\pm$ 3.32	28.82 $\pm$ 3.60*	5.61 $\pm$ 1.05	6.11 $\pm$ 1.21*	124.11 $\pm$ 15.03	130.39 $\pm$ 16.12*
<i>t</i>		0.364	3.608	0.653	9.440	0.141	3.013
<i>P</i>		0.717	0.001	0.516	0.000	0.888	0.003

注:与同组治疗前比较,* $P < 0.05$ 。

表3 两组牙周健康状况比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	PD (mm)		GI (分)		SBI (分)		PLI (分)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	41	2.14 $\pm$ 0.43	2.76 $\pm$ 0.61*	0.71 $\pm$ 0.24	1.05 $\pm$ 0.31*	0.89 $\pm$ 0.25	1.26 $\pm$ 0.36*	0.98 $\pm$ 0.22	1.23 $\pm$ 0.34*
观察组	41	2.19 $\pm$ 0.45	2.23 $\pm$ 0.56*	0.73 $\pm$ 0.25	0.88 $\pm$ 0.27*	0.92 $\pm$ 0.27	1.02 $\pm$ 0.30*	0.99 $\pm$ 0.24	1.01 $\pm$ 0.26*
<i>t</i>		0.514	4.098	0.370	2.648	0.522	3.279	0.197	3.291
<i>P</i>		0.608	0.000	0.713	0.010	0.603	0.002	0.845	0.001

注:与同组治疗前比较,* $P < 0.05$ 。

3 讨论

传统正畸治疗虽能改善错殆畸形,但治疗周期长达2年或更久,且存在牙周退缩、牙龈吸收等风险^[6]。骨皮质切开术可有效加速牙齿移动,同时减少对骨松质的损伤,是一种有效的辅助手段。研究表明^[7],在正畸治疗的基础上联合骨皮质切开术,间隙关闭时间可缩短3个月以上。然而传统骨皮质切开术创伤较大,术后并发症较多,限制了其广泛应用^[8]。近年来,借助计算机辅助设计与制作的3D手术导板和超声骨刀联合技术已应用于临床^[9],但其在骨性Ⅱ类错殆中的应用效果

仍需验证。

本研究中,观察组牙排齐时间、间隙关闭时间均较对照组短($P < 0.05$)。既往研究表明^[10],骨皮质切开术借助在牙槽骨骨皮质上的精准切口,结合骨粉填充,可激活成骨细胞与破骨细胞的活性,促使牙槽骨脱矿,降低牙齿移动时的阻力,达到加速牙齿移动的效果。观察组恢复时间较对照组缩短的主要原因在于传统翻瓣骨皮质切开术存在精确度不足、创伤较大等问题,而3D导板联合微创骨皮质切开术有效克服了这些缺陷。传统手术需翻起牙龈黏膜全厚瓣,术

中切口位置和深度依赖术者经验,易造成不必要的骨损伤和软组织创伤,术后局部炎症反应较重,影响愈合速度^[11]。相比之下,3D导板通过术前数字化设计,结合锥形束CT数据,精准规划切口位置、深度和范围,避开重要解剖结构,术中利用超声骨刀实现微创操作,避免了翻瓣和过度损伤,减少了术后水肿、疼痛等并发症^[12, 13]。观察组治疗后龈沟液IL-1 β 、IL-6、sICAM-1水平均较对照组低($P<0.05$);观察组治疗后PD、GI、SBI、PLI均较对照组低($P<0.05$)。传统骨皮质切开术创伤较大,导致局部组织损伤较重,引发更强烈的炎症反应^[14, 15],表现为龈沟液中IL-1 β 、TNF- α 等炎性因子水平升高,这些炎性因子不仅延长了术后组织修复时间,还可能加重术后水肿、疼痛等不适,影响患者恢复进程;而观察组采用3D导板联合超声骨刀技术,通过术前精准规划切口位置和深度,术中实现微创操作,避免了翻瓣和过度软组织损伤,有效减少了局部炎症反应。炎症水平下降可减轻牙周软组织充血水肿,利于菌斑控制,进而改善牙周健康状况。

综上所述,在骨性Ⅱ类错颌畸形正畸治疗中应用3D手术导板联合微创骨皮质切开术可提高治疗效果,缩短牙排齐时间及间隙关闭时间,减轻龈沟液炎性反应,有利于改善患者的牙周健康状况。

【参考文献】

- [1]王叶青,李利彤,李伟绪,等.稳定性髁板联合正畸正颌治疗对骨性Ⅱ类错颌畸形伴髁突吸收患者的软硬组织及髁突变化的影响[J].陆军军医大学学报,2024,46(11):1284-1290.
- [2]余磊,李紫薇,康芙嘉,等.隐形功能矫治器对比传统功能矫治器前导下颌治疗骨性Ⅱ类错颌畸形患者疗效的meta分析[J].华西口腔医学杂志,2023,41(3):305-314.
- [3]Yang W,Chen Y,Li J,et al.Assessment of condylar positional changes in severe skeletal class II malocclusion after surgical-orthodontic treatment[J].Clin Oral Investig,2023,27(7):3683-3693.
- [4]宋雨菲,程焕芝,范海霞,等.3D打印技术在口腔医学颌面外科修复重建中的作用与优势[J].中国组织工程研究,2025,29(22):4823-4831.
- [5]王小琴.口腔常见错颌畸形的预防与矫治[M].北京:人民军医出版社,2007:144-148.
- [6]谢灵芝,曾素娟,章晶晶.骨性Ⅱ类错颌畸形的早期矫治策略——下颌生长改良的研究进展[J].广州医科大学学报,2023,51(1):73-76.
- [7]陆玉林,张茹,樊永杰.正畸联合骨皮质切开术治疗青少年骨性Ⅱ类错颌畸形的临床效果[J].实用口腔医学杂志,2022,38(4):527-531.
- [8]Han SH,Park WJ,Park JB.Comparative Efficacy of Traditional Corticotomy and Flapless Piezotomy in Facilitating Orthodontic Tooth Movement:A Systematic Review and Meta-Analysis[J].Medicina (Kaunas),2023,59(10):1804.
- [9]Miljanovic D,Seyedmahmoudian M,Horan B,et al.Novel and accurate 3D-Printed surgical guide for mandibular reconstruction with integrated dental implants[J].Comput Biol Med,2022,151(Pt B):106327.
- [10]卢欣,杜娟,高秀峰.骨皮质切开术辅助正畸治疗骨性Ⅲ类错颌畸形的稳定性分析[J].中国美容医学,2024,33(2):128-132.
- [11]Khlef HN,Mousa MM,Ammar AM,et al.Evaluation of Patient-Centered Outcomes Associated with the Acceleration of en-Masse Retraction of Upper Anterior Teeth Assisted by Flapless Corticotomy Compared to Traditional Corticotomy:A Two-Arm Randomized Controlled Trial[J].Cureus,2023,15(7):e42273.
- [12]Zhu F, Ji L, Zhou C, et al. Accuracy of Microimplant Placement Using a 3D Guide Plate for Orthodontic Anchorage[J].Appl Bionics Biomech,2023,2023:9060046.
- [13]Li L,Luo Z,Guan H,et al.Design and localization algorithm of flap guide plate for jaw defect based on digital 3D printing[J].Prev Med,2023,173:107557.
- [14]钟恺靖,李博.骨皮质切开术及改良术式加速正畸牙移动的临床研究进展[J].口腔疾病防治,2024,32(7):562-568.
- [15]吴宁,陆瑛,马彬.3D打印树脂种植导板对牙缺失患者口腔种植修复精确度及牙周健康的影响[J].中国美容医学,2026,35(1):158-161.