

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.09.017

微种植钉辅助上颌快速扩弓对青少年上颌横向发育不足患者 美学测量指标与咬合功能的影响

马明玉, 左园林, 郑树灿

[广州市花都区妇幼保健院(胡忠医院)口腔科, 广东 广州 510800]

[摘要]目的 探究微种植钉辅助上颌快速扩弓(MARPE)对青少年上颌横向发育不足患者美学测量指标与咬合功能的影响。方法 收集2023年5月-2025年5月于广州市花都区妇幼保健院口腔正畸科接受MARPE治疗的40例青少年骨性上颌横向发育不足患者临床资料,根据扩弓方式不同分为对照组和研究组,各20例。对照组给予传统上颌快速扩弓(RME),研究组给予MARPE,比较两组骨性及牙性测量指标、美学测量指标、咬合功能。结果 两组 T_1 时ICW、IRW、MBW、CI及ABI均高于 T_0 时($P<0.05$),研究组 T_1 时MBW高于对照组,CI及ABI低于对照组($P<0.05$);两组 T_1 时ABW高于 T_0 时,BCR低于 T_0 时($P<0.05$),研究组 T_1 时BCR低于对照组($P<0.05$);两组 T_1 时ABW及NLA比较,差异无统计学意义($P>0.05$);两组 T_1 时MBF、OCA均高于 T_0 时,AI低于 T_0 时($P<0.05$),研究组 T_1 时MBF、OCA高于对照组,AI低于对照组($P<0.05$)。结论 相比于传统RME,在青少年骨性上颌横向发育不足患者中实施MARPE,能更有效打开腭中缝实现骨性扩弓,改善美学效果及咬合功能。

[关键词] 微种植钉辅助上颌快速扩弓;上颌横向发育不足;青少年;美学测量指标;咬合功能;骨性扩弓
[中图分类号] R783 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1004-4949(2026)09-0067-05

Effect of Miniscrew-assisted Rapid Palatal Expansion on Aesthetic Measurement Indicators and Occlusal Function in Adolescents with Maxillary Transverse Deficiency

MA Mingyu, ZUO Yuanlin, ZHENG Shucan

(Department of Stomatology, Huadu District Maternal and Child Health Hospital (Hu Zhong Hospital), Guangzhou 510800, Guangdong, China)

[Abstract]**Objective** To investigate the effect of miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE) on aesthetic measurement indicators and occlusal function in adolescents with maxillary transverse deficiency. **Methods** Clinical data of 40 adolescents with skeletal maxillary transverse deficiency who received MARPE treatment in the Department of Orthodontics, Huadu District Maternal and Child Health Hospital from May 2023 to May 2025 were collected. They were divided into the control group and the study group according to different expansion methods, with 20 adolescents in each group. The control group received traditional rapid maxillary expansion (RME), and the study group received MARPE. The skeletal and dental measurement indicators, aesthetic measurement indicators and occlusal function were compared between the two groups. **Results** At T_1 , the ICW, IRW, MBW, CI and ABI in the two groups were higher than those at T_0 ($P<0.05$). The MBW in the study group at T_1 was higher than that in the control group, while the CI and ABI were lower than those in the control group ($P<0.05$). At T_1 , the ABW in the two groups was higher than that at T_0 , and the BCR was lower than that at T_0 ($P<0.05$). The BCR in the study group at T_1 was lower than that in the control group ($P<0.05$). There were no significant differences in ABW and NLA between the two groups at T_1 ($P>0.05$). At T_1 , the MBF and OCA in the two groups were higher than those at T_0 , and the AI was lower than that at T_0 ($P<0.05$). The MBF and OCA in the

基金项目: 广州市花都区科技计划项目(编号: 25-HDWS-076)

第一作者: 马明玉(1991.8-),女,广东韶关人,硕士,主治医师,主要从事口腔临床诊疗与科研工作

study group at T₁ were higher than those in the control group, while the AI was lower than that in the control group ($P < 0.05$).

Conclusion Compared with conventional RME, the application of MARPE in adolescents with skeletal maxillary transverse deficiency can more effectively open the midpalatal suture for skeletal expansion, improving aesthetic effect and occlusal function.

[Key words] Miniscrew-assisted rapid palatal expansion; Maxillary transverse deficiency; Adolescents; Aesthetic measurement indicators; Occlusal function; Skeletal expansion

上颌横向发育不足 (maxillary transverse deficiency) 是导致后牙反骀、牙列拥挤及颊廊暗区的重要原因,严重影响颜面美学及咬合功能^[1]。对于进入青春发育后期的患者,由于腭中缝生物力学阻力显著增加,传统RME易引发基牙颊向倾斜、牙龈退缩等,而实际骨性扩弓效果不佳^[2]。MARPE可通过微种植钉固位将扩弓力直接作用于上颌基骨,已有多项研究证实其在骨性扩弓效率及气道改善方面的优势^[3, 4]。然而,目前关于MARPE与传统RME在青少年患者中美学及咬合功能改善差异的对比研究仍相对不足。鉴于此,本研究结合2023年5月-2025年5月于广州市花都区妇幼保健院口腔正畸科接受MARPE治疗的40例青少年骨性上颌横向发育不足患者临床资料,旨在进一步分析MARPE对青少年上颌横向发育不足患者美学测量指标与咬合功能的影响,以期为临床优化治疗方案选择提供参考,现报道如下。

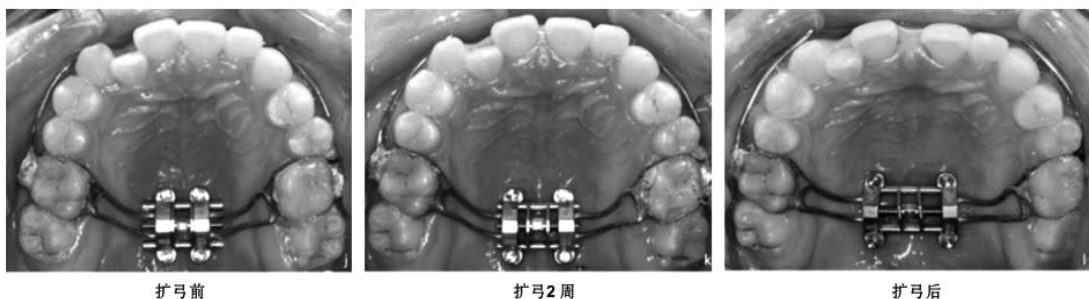
1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2023年5月-2025年5月于广州市花都区妇幼保健院口腔正畸科接受MARPE治疗的40例青少年骨性上颌横向发育不足患者临床资料,根据扩弓方式不同分为对照组和研究组,各20例。对照组男9例,女11例;年龄14~18岁,平均年龄(15.95 ± 1.02)岁。研究组男8例,女12例;年龄14~18岁,平均年龄(16.17 ± 0.84)岁。两组性别、年龄比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),具有

可比性。本研究已通过医学伦理委员会审批(审批号:2025-018),并已获取知情豁免。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:①患者经模型分析及CBCT确诊为上颌横向发育不足;②年龄14~18岁;③CVM颈椎骨龄分期为CS3~CS5;④Angelieri分期为C/D期;⑤除第三磨牙外的恒牙列完整;⑥基线资料完整。排除标准:①唇腭裂等颅面部先天畸形者;②合并第一磨牙或前磨牙重度牙体缺损或牙周炎者;③既往有正畸扩弓治疗史或正颌手术史者;④长期服用影响骨代谢药物者;⑤合并髌突特发性吸收等颞下颌关节严重病变者;⑥图像质量不佳者。

1.3 方法 研究组采用MARPE:采用微种植钉辅助上颌快速扩弓器治疗。根据CBCT数据植入4枚11 mm微种植钉[普鲁顿(厦门)生物科技有限公司,国械注准20253171231],联合带环及连接臂固位,确保种植钉穿透腭部及鼻底骨皮质以提供骨性支抗,见图1。植入后即刻激活2转,随后每日早晚各1转,直至后牙反骀完全解除,且上颌腭尖与下颌颊尖接触。扩弓到位后,采用流体树脂固定扩弓螺旋,扩弓器原位保留,持续至少6个月,待后续检查显示腭中缝新骨生成且密度接近周围骨质后方可拆除。1例患者MARPE治疗前后影像学对比图见图2。对照组采用传统RME:采用传统Hyrax快速扩弓器(江苏铤远义齿有限公司,苏械注准20252172159)治疗,通过第一磨牙及前磨牙带环固位,每日早晚各加力1转,扩弓标准及保持时间同研究组。



注:左图:扩弓前,装置就位;中图:扩弓2周,可见腭中缝打开,中切牙间出现间隙;右图:扩弓后,中切牙间出现明显间隙,上颌牙弓明显变宽。

图1 1例患者MARPE治疗过程中的口内观变化



注：左上图：治疗前 CBCT 冠状面观，示腭中缝闭合，骨皮质连续；右上图：治疗前 CBCT 轴状面观；左下图：扩弓保持 3 个月后 CBCT 冠状面观，可见腭中缝显著增宽；右下图：治疗后三维重建影像，箭头提示腭中缝显著增宽。

图 2 1 例患者 MARPE 治疗前后影像学对比

1.4 观察指标

1.4.1 记录两组骨性及牙性测量指标 于 T_0 （治疗前，扩弓器粘接前1周内）及 T_1 （治疗后，扩弓结束并保持6个月后）时进行观察。采用CBCT进行拍摄，测量双侧上颌第一磨牙颊尖最高点间的直线距离，即牙冠间宽度（ICW）；测量双侧上颌第一磨牙根分叉水平处牙根中心的直线距离，即牙根间宽度（IRW）；在通过第一磨牙的冠状面上，测量双侧上颌基骨最宽处的距离，即上颌基骨宽度（MBW）；以腭平面（PP）为基准平面，分别测量第一磨牙长轴及牙槽骨外侧皮质线与该

平面的夹角，即上颌牙冠倾斜角度（CI）与上颌牙槽骨倾斜角度（ABI）。以MBW的增加为评价骨性扩弓的核心指标，CI与ABI的数值越小说明扩弓越趋向于整体移动而非代偿性向颊侧倾斜，对牙周组织的风险越低。

1.4.2 记录两组美学测量指标 采用面部扫描仪拍摄患者标准光源下微笑影像。具体指标：颊廊占比（BCR）：（口角间距-微笑时上颌牙列显露宽度）/口角间距 $\times 100\%$ 、鼻底宽度（ABW）及鼻唇角（NLA）；BCR数值越小说明牙列显露越充分，提示微笑饱满度提升。ABW与NLA的变化主要反映扩弓对鼻底支撑及上唇突度的调节作用。

1.4.3 检测两组咬合功能 采用T-Scan III系统进行测量，患者取坐位，在正中殆位下嘱其以最大力量咬合传感器，记录最大咬合力（MBF）、咬合接触面积（OCA）及咬合不对称指数（AI）；AI=（左右两侧最大咬合力之差绝对值/左右两侧最大咬合力之和） $\times 100\%$ 。MBF与OCA的数值越大反映扩弓后有效咀嚼面积越大/咀嚼功能越好；AI越小说明左右两侧咬合力分布越均匀，咬合平衡性与关节稳定性越好。

1.5 统计学方法 采用SPSS 25.0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 两组骨性及牙性测量指标比较 两组 T_1 时ICW、IRW、MBW、CI及ABI均高于 T_0 时（ $P < 0.05$ ）；研究组 T_1 时MBW高于对照组，CI及ABI低于对照组（ $P < 0.05$ ），见表1。

表 1 两组骨性及牙性测量指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	n	ICW (mm)		IRW (mm)		MBW (mm)	
		T_0	T_1	T_0	T_1	T_0	T_1
对照组	20	45.38 \pm 2.45	50.88 \pm 2.71*	39.05 \pm 1.98	42.56 \pm 2.15*	59.27 \pm 2.83	60.75 \pm 2.65*
研究组	20	46.21 \pm 2.18	52.03 \pm 2.37*	38.14 \pm 2.42	42.28 \pm 2.64*	60.42 \pm 3.14	63.70 \pm 3.28*
t		-1.132	-1.429	1.302	0.368	-1.217	-3.129
P		0.265	0.161	0.201	0.715	0.231	0.003

注：与同组 T_0 比较，* $P < 0.05$ 。

表 1 (续)

组别	n	CI (°)		ABI (°)	
		T ₀	T ₁	T ₀	T ₁
对照组	20	84.02 ± 2.76	90.83 ± 3.52*	81.45 ± 3.24	85.83 ± 3.16*
研究组	20	85.14 ± 3.42	87.57 ± 4.18*	82.32 ± 2.91	83.46 ± 3.03*
t		-1.140	2.668	-0.893	2.421
P		0.262	0.011	0.377	0.020

注: 与同组 T₀ 比较, *P < 0.05。

2.2 两组美学测量指标比较 两组T₁时ABW高于T₀时, BCR低于T₀时 (P<0.05); 研究组T₁时BCR低于对照组 (P<0.05); 两组T₁时ABW及NLA比较, 差异无统计学意义 (P>0.05), 见表2。

2.3 两组咬合功能比较 两组T₁时MBF、OCA均高于T₀时, AI低于T₀时 (P<0.05); 研究组T₁时MBF、OCA高于对照组, AI低于对照组 (P<0.05), 见表3。

表 2 两组美学测量指标比较 (x̄ ± s)

组别	n	BCR (%)		ABW (mm)		NLA (°)	
		T ₀	T ₁	T ₀	T ₁	T ₀	T ₁
对照组	20	17.15 ± 2.54	12.94 ± 2.13*	33.05 ± 1.88	34.12 ± 2.01*	93.42 ± 5.81	93.89 ± 6.24
研究组	20	18.38 ± 3.17	11.16 ± 2.48*	32.18 ± 2.43	33.50 ± 2.58*	95.21 ± 6.74	95.87 ± 7.16
t		-1.354	2.435	1.266	0.848	-0.900	-0.932
P		0.184	0.020	0.213	0.402	0.374	0.357

注: 与同组 T₀ 比较, *P < 0.05。

表 3 两组咬合功能比较 (x̄ ± s)

组别	n	MBF (N)		OCA (mm ²)		AI (%)	
		T ₀	T ₁	T ₀	T ₁	T ₀	T ₁
对照组	20	271.45 ± 38.62	303.59 ± 42.15*	23.54 ± 3.42	27.45 ± 3.12*	10.87 ± 4.21	7.64 ± 3.18*
研究组	20	286.30 ± 44.18	343.81 ± 51.29*	22.13 ± 4.16	30.12 ± 4.23*	12.42 ± 5.63	5.21 ± 2.12*
t		-1.132	-2.709	1.171	-2.272	-0.986	2.843
P		0.265	0.010	0.249	0.029	0.330	0.007

注: 与同组 T₀ 比较, *P < 0.05。

3 讨论

对于进入青春发育后期的上颌横向发育不足青少年患者而言, 其腭中缝及周围颧颌缝的骨化程度及生物力学阻力显著加深, 此时进行传统RME易引发牙龈退缩及骨开窗^[5]。而利用MARPE可在生物力学方面将矫治力直接导向基骨, 有效规避了牙周膜应力集中^[6]。本研究通过设立传统RME对照, 重点探讨了MARPE对上颌横向发育不足患者颜面美学与咬合功能的影响差异。

本研究结果显示, 两组T₁时ICW、IRW、MBW、CI及ABI均高于T₀时 (P<0.05); 研究组T₁时MBW高于对照组, CI及ABI低于对照组 (P<0.05), 提示MARPE在达成骨性扩弓方面疗效更为确切。究其原因, 传统RME矫治力作用于牙冠, 可产生力矩导致牙齿显著倾斜, 而骨性扩弓效能不佳^[7]; MARPE可通过微种植钉上移矫治力作用部位, 优化矫治力线的同时还可产生高强度的作用力向腭中缝传递, 有助于实现更高的骨

性扩弓占比^[8]。在美学方面,两组T₁时ABW高于T₀时,BCR低于T₀时($P<0.05$);研究组T₁时BCR低于对照组($P<0.05$),考虑原因是成功扩宽的上颌牙弓可更好地支撑颊部软组织,从而帮助患者口角在微笑时被更自然地撑开^[9]。ABW的小幅度增加则可能与上颌骨额突及梨状孔的侧向移位有关^[10],而其在本研究中还可能对患者面中部塌陷感具有一定的改善作用,并有利于维持NLA的稳定^[11]。在咬合功能方面,两组T₁时MBF、OCA均高于T₀时,AI低于T₀时($P<0.05$);研究组T₁时MBF、OCA高于对照组,AI低于对照组($P<0.05$),提示MARPE在咬合功能重建方面的优势确切。有研究指出^[12],患者由于牙弓宽度不足常迫使下颌侧移代偿咬合,致使咀嚼肌不对称收缩而限制功能。传统RME由于骨性扩弓效能有限且伴随大量基牙的颊向倾斜,极易在扩弓后引发后牙区的牙尖早接触或新的殆干扰,导致下颔的功能性偏斜难以被彻底纠正,咀嚼肌群仍可能处于不对称的代偿状态^[13, 14]。而MARPE高质量的扩弓矫治可解除横向锁结、消除殆干扰,帮助下颌骨回归正中关系位,有利于双侧颞肌、咬肌充分同步、对称收缩,从而更有效改善咬合功能^[15]。

综上所述,相比于传统RME,在青少年骨性上颌横向发育不足患者中实施MARPE,能更有效打开腭中缝实现骨性扩弓,改善美学效果及咬合功能。然而,本研究属单中心回顾性研究,样本量较小,未来还需延长随访周期、扩大样本量开展多中心对照试验,以进一步增加本研究结论的普适性。

[参考文献]

- [1]向鲜花,杨刚,刘月华,等.上颌快速扩弓对生长发育期儿童颌面部矢状向软硬组织影响的回顾性研究[J].复旦学报(医学版),2025,52(3):343-348,357.
- [2]高璐,谷岩.中国1076名儿童及青年腭中缝影像学分期与其颈椎骨龄分期的相关性研究[J].中华口腔医学杂志,2021,56(3):251-255.
- [3]王雯,白涵,刘杰,等.上颌前方牵引联合扩弓治疗骨性Ⅲ类错殆畸形对气道及舌影响的研究[J].现代口腔医学杂志,2024,38(4):264-269.
- [4]丁玲敏,纪雅宁,钱素婷,等.微种植钉辅助上颌快速扩弓治疗成人阻塞性睡眠呼吸暂停综合征的研究进展[J].口腔医学,2022,42(2):160-164.
- [5]李鑫,李江,黄诗言,等.五种腭中缝扩展技术的临床应用[J].临床口腔医学杂志,2019,35(12):757-759.
- [6]白璐,包涵,谢宁,等.三种快速扩弓联合前方牵引装置作用效果的三维有限元分析[J].口腔医学,2021,41(1):32-37.
- [7]潘爽,刘佳旋,赵一诺,等.种植钉辅助上颌骨性扩弓对面部软组织美学的三维成像研究[J].中国医药科学,2025,15(20):134-138,180.
- [8]李莹,邱添源,包幸福,等.CBCT对种植钉辅助上颌快速扩弓技术治疗青少年上颌骨宽度不足的扩弓效率评价[J].吉林大学学报(医学版),2020,46(5):1050-1055.
- [9]于晓艳,江淑敏,张晓红.上颌前方牵引联合快速扩弓对替牙晚期骨性Ⅲ类错殆患者颊旁间隙的影响[J].中国美容医学,2021,30(3):79-82.
- [10]李王伟,李静,王利国,等.内镜辅助精准治疗上颌骨额突骨折的效果[J].医学研究与战创伤救治,2023,36(8):849-851.
- [11]陈明,郭宗科,于冰.综合鼻整形术治疗唇裂术后鼻畸形伴鞍鼻畸形临床疗效观察[J].中国修复重建外科杂志,2024,38(1):56-61.
- [12]陈晓波,陈萍,马善伟,等.特发性髁突吸收患者牙弓宽度不调的临床研究[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2023,37(8):652-655.
- [13]周秋娟,袁荃,王会.传动矫治与传统直丝弓矫治恒牙期青少年骨性Ⅲ类错殆畸形的效果比较[J].深圳中西医结合杂志,2026,36(1):78-81.
- [14]胡敏,宋东升.多学科联合诊疗背景下上颌快速扩弓的作用[J].口腔医学研究,2022,38(5):391-395.
- [15]雷巧玲,何文丹,雷期音,等.微型骨钉辅助上颌快速扩弓对下颌位置的影响[J].口腔医学,2023,43(2):135-140.

收稿日期: 2026-4-15 编辑: 扶田