

DOI: 10.14188/j.1671-8852.2024.0869

文章编号 1671-8852(2026)03-0423-04

微种植体辅助上颌骨性扩弓的研究进展

王马丽¹ 牛文俊¹ 陈国新²

¹武汉大学口腔医院宜昌门诊部 湖北 宜昌 443000;

²武汉大学口腔医院中商广场院区 湖北 武汉 430071

摘要 上颌横向发育不足是临床上常见的错殆畸形,其常用的治疗方法是上颌骨横向扩弓,上颌快速扩弓治疗对尚有发育潜力的青少年患者疗效较好,而对成年患者疗效欠佳。近年来微种植体在临床上的使用,使得微种植体辅助的上颌骨性扩弓成为解决成人上颌横向发育不足的一种新方法。本文通过查阅上颌骨性扩弓的相关研究,对上颌骨性扩弓的矫治原理、装置设计、微种植体辅助的上颌骨性扩弓的临床应用、治疗效果及不足之处进行综述。

关键词 微种植体;上颌骨性扩弓;上颌横向发育不足

中图分类号 R783.5

文献标志码 A

Miniscrew assisted rapid palatal expansion research progress

WANG Mali¹, NIU Wenjun¹, CHEN Guoxin²

¹Yichang Outpatient Department, Stomatology Hospital of Wuhan University, Yichang 443000, Hubei, China;

²Zhongshang Square Campus, Stomatology Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China

Abstract

Maxillary transverse deficiency (MTD), a common malocclusion in clinical practice, its common treatment is maxillary expansion. Rapid maxillary expansion is better for adolescent patients with potential development, but less effective for adult patients. In recent years, the use of microimplants in clinical practice has made microimplant-assisted maxillary palatal expansion become a new method to solve the maxillary transverse deficiency in adults. In this paper, the relevant researches on maxillary palatal expansion will be included, and the principle of correction, device design, clinical application, therapeutic effect and shortcomings of maxillary bony expansion assisted by micro-implant will be reviewed.

Key Words Miniscrew; Maxillary Palatal Expansion; Maxillary Transverse Deficiency

上颌横向发育不足(maxillary transverse deficiency, MTD)对患者口颌面发育及功能可造成不同程度的影响,对于生长发育高峰期的患者,主要的治疗方法是传统上颌扩弓,能够增加上颌骨及上颌牙弓的横向宽度;生长发育高峰期结束的患者,腭中缝钙化闭合,传统的扩弓方式主要产生的是牙性效应,很难扩开腭中缝,达到骨性扩弓的目的^[1]。

治疗生长发育高峰期结束患者MTD问题一直是正畸临床面临的难题,传统的快速上颌扩弓(rapid maxillary expansion, RME),扩弓产生的牙性效应多、骨性效应很少。微种植体辅助的上颌骨性扩弓(micro-implant assisted rapid palatal expansion, MARPE)成为正畸临床治疗中治疗成人上颌横向发育不足的新方法^[2-3]。

作者简介:王马丽,女,1989—,医学硕士,主治医师,主要从事口腔医学研究,E-mail:836625381@qq.com;牛文俊,男,1990—,医学硕士,主治医师,主要从事口腔医学研究,E-mail:532411897@qq.com。王马丽、牛文俊为本文共同第一作者。

通信作者:陈国新,E-mail:chengguoxin919@whu.edu.cn。

1 上颌扩弓的生物学基础

腭中缝是由上颌骨的腭突和颧骨水平部在中线处相连接构成,腭中缝在生长发育初期表现为纤维性连接,伴随着生长发育,腭中缝由纤维性联合发育形成骨性融合,腭中缝在未完全骨性钙化融合以前,腭中缝能够被矫形力打开,从而达到上颌横向宽度的增加^[4-5],上颌骨腭中缝的融合程度是决定上颌骨扩弓成功的重要因素。

2 MTD 的临床表现

MTD 的临床表现一般为上牙列宽度不足、腭部狭窄、牙齿拥挤、牙弓形态呈“V”型,单侧或双侧后牙反骀、颊旁间隙过大等^[6]。上颌横向发育不足通常在面部生长发育期间发生,如果不及时治疗,会导致上、下颌关系不协调,影响恒牙列因牙弓狭窄而造成的牙齿排列不整齐等,可能会进一步引起牙周损伤、下颌骨功能性移位、颞下颌关节紊乱、牙龈退缩和牙槽骨吸收等负面影响,更严重者最后发育成为骨性偏斜,严重影响颜面部美观^[7];MTD 患者往往存在气道相对狭窄,这样就增加了鼻部气流的阻力,并且可能是阻塞性睡眠呼吸暂停综合征(OSAS)的病因^[8]。

3 上颌骨性扩弓的定义

上颌骨性扩弓是指双侧上颌骨之间的腭中缝向两侧打开,尽量实现腭中缝的打开,达到上颌骨的平行扩弓,减少牙性效应^[9]。上颌骨性扩弓是通过横向牵张力打开腭中缝,牵张力刺激成骨细胞增殖分化,进而促进了软骨和骨的形成,骨组织替代了扩开的腭中缝的软骨组织,最后骨改建完成,达到骨量增加的目的^[10],实现增加上颌宽度的目标,最终达到上颌骨宽度的真性增长。上颌骨性扩弓实现了最大化的骨性效应,最小化的牙齿效应^[11-12]。

4 上颌骨性扩弓的分类

4.1 外科手术辅助的上颌骨性扩弓 上颌骨生长发育融合钙化,MTD 患者需要通过外科辅助快速扩弓将上颌骨腭中缝打开从而实现上颌骨的扩开,外科手术辅助快速扩弓优点在于实现了最大化的骨性效应,最小化的牙齿效应^[13]。但可能会出现感染、出血、疼痛、神经血管损伤等并发症^[14]。

4.2 微种植体辅助的上颌骨性扩弓(MARPE)

MARPE 为生长发育后期和成年患者实现了非手术治疗 MTD 的可能。MARPE 是把矫形力通过微种植体直接传递给上颌骨及周围的骨结构,将扩弓的作用力更贴近上颌骨的阻抗中心,从而实现上颌骨的骨性扩开,减少牙性效应^[15]。

5 微种植体辅助的上颌骨性扩弓

5.1 MARPE 的矫治原理 微种植体辅助的上颌骨性扩弓通过微种植钉来传递矫治力,主要是骨性扩弓效应。在扩弓的过程中,横向牵张力打开腭中缝,受到刺激后转化为生物学信号,将腭中缝分开同时进行组织改建,成骨细胞活跃,新骨形成,增加了上颌宽度^[16]。

5.2 MARPE 的临床应用

5.2.1 MARPE 扩弓器试戴 首先,试戴 MARPE 扩弓装置,MARPE 扩弓器应尽量放在上颌第一磨牙之间,扩弓器的位置应尽量靠后,尽量贴近腭顶,扩弓器与腭侧黏膜的距离最大不要超过 2 mm,4 颗微种植体垂直穿透双层骨皮质^[17]。螺旋扩大器更接近上颌骨阻抗中心,防止矫形的力量太大造成微种植体出现弯曲变形、折裂、松脱,粘接的方式固定螺旋扩弓器,然后,进行上腭部局部麻醉,注意避免腭动脉等重要解剖结构损伤^[18]。

5.2.2 扩弓频率及维持 研究^[19]提出:处于生长发育高峰期的患者,每周 2~3 次;成年患者,每天 2 次;当患者中切牙出现间隙后,减至每天 1 次。根据患者所需要的扩弓宽度,治疗时间一般为 12~36 d,保持期至少 3 个月。应注意矫治器与腭黏膜的间隙,2 mm 左右较为合适。间隙过小,容易造成腭部黏膜发炎;间隙过大,则种植钉无法穿透双层骨皮质。

腭中缝打开的宽度和患者口内牙齿形成的间隙有可能并不完全同步,由于牙周韧带牵拉的作用,间隙可能会自然关闭,一旦中切牙间出现间隙,应尽早进行正畸矫治,在骨改建的活跃期可以更快地实现间隙关闭^[20]。

5.3 术后并发症 种植体植入后上腭部局部软组织红肿,可能会出现腭黏膜发炎、腭黏膜溃疡坏死等不良反应;微种植体周围清洁困难,可能会增加感染风险。扩弓过程中应注意预防腭黏膜发炎所导致的种植体周围炎,注意预防种植体周围炎,种植钉弯曲、折断、松动脱落、扩弓器松动脱落等并发症的发生^[21]。所以应当尽量选择在 CBCT 的引导下植入微种植体。

5.4 治疗效果

5.4.1 对气道的影响 MTD是上气道阻塞的危险因素之一,MTD会导致鼻腔的狭窄,进而增加呼吸阻力,阻碍鼻通气,使患者出现呼吸问题。所以上呼吸道狭窄和MTD互为影响^[22]。MTD可能会导致口呼吸,有研究^[23]发现,鼻腔的容积会在上颌扩弓后会有所增加,同时气道的气流阻力也会减轻,上颌扩弓能够有效治疗MTD导致的OSAS。

随着MARPE在临床的广泛应用,近年来,有许多关于MARPE与气道影响研究报告,MARPE扩张上气道的效果是显著的。BAZARGANI等^[24]提出,相对于传统扩弓器,MARPE可以增加鼻通气,降低通气阻力,并提出存在MTD并伴有上呼吸道狭窄的患者使用MARPE扩弓器。

MARPE对咽部的影响还存在争议。KAVAND等^[25]研究提出,MARPE与传统扩弓器组在完成扩弓后都有鼻腔和鼻咽体积的增加,但两组增加的体积未发现差别。

5.4.2 对腭中缝的影响 传统上颌扩弓器主要是牙性效应,很难扩开腭中缝,达到骨性扩弓的目的。所以对于成年患者,传统上颌扩弓器只能产生极小的矫形力^[26]。

传统的上颌扩弓腭中缝的扩开呈“V”形,腭中缝后部的扩大明显小于前部^[41]。由于MARPE穿透了双层骨皮质,通过微种植钉来传递矫治力,上颌骨作为支抗骨,实现腭中缝的扩开,同时上颌可以更平行地打开^[27]。CANTARELLA等^[28]通过对15例患者的研究提出,通过MARPE治疗后,前鼻嵴点(ANS)腭中缝的扩开宽度为4.8 mm,后鼻嵴点(PNS)腭中缝的扩开宽度为4.3 mm,PNS的扩弓宽度为ANS的90%,实现了腭中缝的平行扩展,解决了一直以来扩弓器无法平行扩开腭中缝的难题。MARPE使用4颗微种植体穿透了双层骨皮质,微种植体更接近上腭后部,可以产生较大的矫形力分离腭中缝,实现腭中缝的平行打开。

5.4.3 对颧上颌复合体的影响 有研究发现经MARPE治疗后,上颌骨最终呈现一种下宽上窄的锥形改变,MARPE可以将扩弓矫治力通过微种植体传递到上颌骨,患者颧骨和上颌骨都出现了侧方移位。研究^[28]发现,经MARPE治疗后,冠状面上,颧骨间的距离增加。颧骨间距在下段显著增大了4.6 mm,而在上段仅增大了0.5 mm。上颌骨和颧骨在整个扩弓的过程中围绕共同旋转中心进行旋转,上颌骨和颧骨始终保持相对的位置不动。在矢

状面上,经过MARPE的治疗,颧上颌复合体发生了旋转,后段颧骨间的距离增加了2.4 mm。

CANTARELLA等^[29]研究发现,MARPE治疗后颧骨呈下宽上窄的梯形扩弓形态。对颧骨形态比较突的患者的容貌可能会造成影响,临床医生可能需要注意考虑扩弓方式的选择。

5.4.4 牙性效应 BENETTI等^[30]研究发现,MARPE扩弓是使整个上颌骨发生了侧方旋转,上颌后牙相对于上颌骨并未发生明显的颊侧倾斜,经过MARPE的治疗,MARPE扩弓造成的后牙颊倾小于传统扩弓上颌后牙的颊倾。

综上所述,MARPE扩弓后稳定性好,但MARPE运用于临床时间较短,MARPE的扩弓治疗效果的远期稳定性目前尚无相关研究报道。此外,MARPE在正畸临床使用尚不广泛,需要更多的研究来证明MARPE的治疗效果。



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

参考文献

- [1] MEHTA S, VISHWANATH M, PATEL A, et al. Long-term evaluation of soft-tissue changes after miniscrew-assisted and conventional rapid palatal expansion using voxel-based superimposition of cone-beam computed tomography scans[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2024, 165(3): 332-343.
- [2] VENTURA V, BOTELHO J, MACHADO V, et al. Miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE): An umbrella review[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(5):1287.
- [3] MEHTA S, ARQUB SA, VISHWANATH M, et al. Biomechanics of conventional and miniscrew-assisted rapid palatal expansion[J]. *World Fed Orthod*, 2024, 13(3):105-112.
- [4] LOSEV F F, ARSENINA O I, SHUGAYLOV I A, et al. Algorithms for orthodontic treatment of patients with maxillary constriction based on the stages of formation of the palatal suture[J]. *Stomatologiya*, 2022, 101(2): 52-62.
- [5] CHAVES I C, DE PAULA D S, MOTA M R L, et al. Is photobiomodulation effective during maxillary expansion? A systematic review and meta-analysis[J]. *Orthod Craniofac Res*, 2023, 26(1): 13-26.
- [6] AZEEM M, HAQ A U, AWAISI Z H, et al. Failure rates of miniscrews inserted in the maxillary tuberosity [J]. *Dental Press J Orthod*, 2019, 24(5):46-51.
- [7] COSTA A C F, MAIA T A C, DE BARROS SILVA P G, et al. Effects of low-level laser therapy on the

- orthodontic mini-implants stability: A systematic review and meta-analysis [J]. *Prog Orthod*, 2021, 22(1):6.
- [8] MEHTA S, GANDHI V, VICH M L, et al. Long-term assessment of conventional and mini-screw-assisted rapid palatal expansion on the nasal cavity[J]. *Angle Orthod*, 2022, 92(3):315-323.
- [9] VASSAR J W, KARYDIS A, TROJAN T, et al. Dentoskeletal effects of a temporary skeletal anchorage device-supported rapid maxillary expansion appliance (TSADRME): A pilot study[J]. *Angle Orthod*, 2016, 86: 241-249.
- [10] NEGRISOLI S, ANGELIERI F, GONÇALVES J R, et al. Assessment of the bone thickness of the palate on cone-beam computed tomography for placement of miniscrew-assisted rapid palatal expansion appliances [J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2022, 161(6): 849-857.
- [11] SALMORIA I, DE SOUZA E C, FURTADO A, et al. Dentoskeletal changes and their correlations after micro-implant-assisted palatal expansion (MARPE) in adults with advanced midpalatal suture ossification[J]. *Clin Oral Investig*, 2022, 26(3):3021-3031.
- [12] CREMONINI F, ANSALONI M C, CREMONINI A, et al. Severe transverse discrepancy in adult Class III patient: Parallel rapid palatal expansion with a bone-borne tandem expansion screws (TSE) followed by lingual fixed appliance for a non-surgical treatment: A case report[J]. *Int Orthod*, 2022, 20(1): 100599.
- [13] MEHTA S, ARQUB S A, VISHWANATH M, et al. Biomechanics of conventional and miniscrew-assisted rapid palatal expansion[J]. *J World Fed Orthod*, 2024, 13(3): 105-112.
- [14] ROMANO F L, SVERZUT C E, TRIVELLATO A E, et al. Effect of vomer position following surgically assisted rapid palatal expansion[J]. *Oral Maxillofac Surg*, 2022, 26(1): 113-121.
- [15] DROBYSHEV A, KLIPA I, DROBYSHEVA N, et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion: Retrospective analysis of complications 2012-2017[J]. *Georgian Med News*, 2021(311): 58-62.
- [16] NUCERA R, CIANCIO E, MAINO G, et al. Evaluation of bone depth, cortical bone, and mucosa thickness of palatal posterior supra-alveolar insertion site for mini-screw placement[J]. *Prog Orthod*, 2022, 23(1): 18.
- [17] PALONE M, DARSÌÈ A, MAINO G B, et al. Analysis of biological and structural factors implicated in the clinical success of orthodontic miniscrews at posterior maxillary interradicular sites[J]. *Clin Oral Investig*, 2022, 26(4): 3523-3532.
- [18] MOON W. Class III treatment by combining facemask (FM) and maxillary skeletal expander (MSE)[J]. *Semin Orthod*, 2018, 24(1): 95-107.
- [19] LEE R J, MOON W, HONG C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(5): 887-897.
- [20] CHOI S H, SHI K K, CHA J Y, et al. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults[J]. *Angle Orthod*, 2016, 86(5): 713-720.
- [21] SUZUKI H, MOON W, PREVIDENTE L H, et al. Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): The quest for pure orthopedic movement[J]. *Dental Press J Orthod*, 2016, 21(4): 17-23.
- [22] KIM S Y, PARK Y C, LEE K J, et al. Assessment of changes in the nasal airway after nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion in young adults[J]. *Angle Orthod*, 2018, 88(4): 435-441.
- [23] VINHA P P, ECKELI A L, FARIA A C, et al. Effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on obstructive sleep apnea and daytime sleepiness[J]. *Sleep Breath*, 2016, 20(2): 501-508.
- [24] BAZARGANI F, MAGNUSON A, LUDWIG B. Effects on nasal airflow and resistance using two different RME appliances: A randomized controlled trial[J]. *Eur J Orthod*, 2018, 40(3): 281-284.
- [25] KAVAND G, LAGRAVÈRE M, KULA K, et al. Retrospective CBCT analysis of airway volume changes after bone-borne vs tooth-borne rapid maxillary expansion[J]. *Angle Orthod*, 2019, 89(4): 566-574.
- [26] GARCEZ A S, SUZUKI S S, STORTO C J, et al. Effects of maxillary skeletal expansion on respiratory function and sport performance in a Para-athlete - A case report[J]. *Phys Ther Sport*, 2019, 36: 70-77.
- [27] LOMBARDO L, CARLUCCI A, MAINO B G, et al. Class III malocclusion and bilateral cross-bite in an adult patient treated with miniscrew-assisted rapid palatal expander and aligners[J]. *Angle Orthod*, 2018, 88(5): 649-664.
- [28] CANTARELLA D, DOMINGUEZ-MOMPELL R, MOSCHIK C, et al. Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2018, 154(3): 337-345.
- [29] CANTARELLA D, DOMINGUEZ-MOMPELL R, MALLYA S M, et al. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging[J]. *Prog Orthod*, 2017, 18(1): 34.
- [30] BENETTI M, MONTRESOR L, CANTARELLA D, et al. Does miniscrew-assisted rapid palatal expansion influence upper airway in adult patients? A scoping review[J]. *Dent J (Basel)*, 2024, 12(3):60.

(2024-11-11 收稿)

编辑 沈建国