

# 快速上颌扩展中颊侧骨板改建的研究进展

付鼎 厉松

**【摘要】** 快速上颌扩展矫治力作用于牙齿和骨组织,打开腭中缝的同时会导致支抗牙的颊倾和牙槽骨板的倾斜弯曲,扩弓过程中伴随着骨改建。本文就快速上颌扩展对颊侧骨板改建的相关研究进展作一综述。

快速上颌扩展(rapid maxillary expansion, RME)是由正畸学先驱 Angel 医师在 1860 年首先提出,主要用于矫治上颌横向发育不足,但由于扩弓后容易复发,而使其一度较少使用。近 30 年来,随着研究不断深入和不拔牙矫治再度兴起, RME 又在临床中得到广泛应用。RME 矫治力作用于牙齿和骨组织,打开腭中缝的同时会导致支抗牙的颊倾和牙槽骨板的倾斜弯曲,扩弓过程中伴随着骨改建<sup>[1]</sup>。本文就快速上颌扩展对颊侧骨板改建的相关研究进展进行综述。

### 1. RME 矫治器的种类和原理

常用的快扩矫治器分为利用牙齿和骨组织作为支抗的 Hass 型,利用牙齿作为支抗的 Hyrax 型和牙弓夹板式扩弓器,还有近年来的研究热点即只利用腭部骨组织作为支抗的骨支持式种植体扩弓器。使用 RME 加力方式一般为每天 1~2 次,每次旋转扩弓螺旋 1/4~1/2 圈。扩弓到位的临床常用指标是上颌后牙舌尖和下颌后牙颊尖相对。Hass 主张将扩弓螺旋逐渐扩大到 10.5~11mm 即可<sup>[2]</sup>。

RME 基本原理目前观点较为一致,认为扩弓矫形力不断蓄积,应力增大到骨缝张力时腭中缝即可打开,同时应力能传导到上颌骨其他骨缝<sup>[3]</sup>。骨缝区受到外界刺激,骨缝组织发生形变,引发一系列细胞生物学反应,将导致骨组织的适应性改建<sup>[4]</sup>。

### 2. RME 颊侧骨组织改建的组织学过程

有关机械力引起的牙槽骨组织改建的机制,目前 Frost 提出的机械阈值理论被广泛接受。正畸加力后,力作用于牙齿,通过牙周膜传导到牙槽骨,形成压力侧和张力侧两大应力区。受压侧牙周纤维从生理负荷状态变成低负荷状态,牙槽骨发生的形变低于最低有效应变量,牙槽骨吸收;张力侧牙周纤维被拉伸,从生理负荷状态变成高负荷状态,牙槽骨发生的形变高于最低有效应变量,因此表现出受压侧骨吸收,张力侧骨沉积<sup>[5,6]</sup>。RME 作用时,支抗后牙区牙冠颊侧骨板区是压力侧,腭侧骨板区是张力侧,理论上也应该出现上述的变化,但由于 RME 短期内加力力值很大, Bell<sup>[7]</sup>测得每张开 0.2~0.4mm,产生 1.1~4.7kg 的矫治力,累积负载可超过 9kg。这和常规的正畸牙齿移动有所不同,可能牙槽骨板不能及时产生相应的骨吸收和骨沉积变化。有关 RME

后的腭中缝骨改建变化目前研究较多,而对于颊侧骨板的骨改建组织学变化却鲜有报道。

### 3. RME 颊侧骨组织的结构变化

RME 对于上颌牙弓的扩展分为骨效应和牙效应,骨效应是腭中缝的分离和上颌后牙槽骨颊倾;牙效应是后牙牙冠颊倾。青少年腭中缝未完全闭合,此时 RME 骨效应大于牙效应。成人由于骨缝闭合, RME 更多表现为牙效应。RME 后后牙颊倾使牙根脱离牙槽骨的分险加大,可能导致骨吸收,骨开裂及牙龈退缩的发生<sup>[8,9]</sup>。Kartalian 等<sup>[10]</sup>对 25 名处于替牙晚期和恒牙早期的患者使用 RME 后 CBCT 观察发现与对照组相比,实验组颊侧骨板明显颊倾而支抗牙没有明显倾斜。而 Rungcharassaeng 等<sup>[11]</sup>研究发现 RME 后上颌后牙颊侧骨板的高度及厚度均减小,认为颊侧骨板及后牙颊倾程度的变化与扩弓速率无关。赵颖等<sup>[12]</sup>研究指出 RME 随着支抗牙的颊倾,牙槽嵴也随之改建,骨性宽度增加、牙槽嵴改建和牙齿倾斜在整个宽度改变中分别占总宽度变化的 8.1%、47.6%、44.3%。寇波等<sup>[13]</sup>研究认为,磨牙与牙槽骨虽然都产生了颊向倾斜,但并非同步进行,磨牙的颊倾作用相对更明显。

### 4. RME 中与颊侧骨组织改建相关的因子

RME 中矫形力引起的牙周组织深部的改变会导致龈沟液成分表达水平的变化<sup>[14]</sup>。Baldwin 等<sup>[15]</sup>研究提示,正畸矫治力作用于牙周组织,引起血管通透性增加,是龈沟液流量增加的主要原因。龈沟液中包含酶和参加牙周破坏的其它因子以及细胞和组织降解的产物,提供与活动性组织破坏相关因子的来源,同时可以定量、重复取样,是目前最有前景的诊断信息来源。因此,通过检测龈沟液中相关因子含量可以间接了解机械力作用下牙移动过程中牙周及骨组织的改建,其中与颊侧骨改建密切相关的主要有 AST、ALP、IL-1 $\beta$ 。

天冬氨酸转氨酶(aspartate aminotransferase, AST):天冬氨酸转氨酶( AST)是一种细胞内细胞质酶,广泛分布于人体各组织中,主要分布于细胞质及线粒体基质中<sup>[16]</sup>。细胞膜破裂细胞死亡时被释放到细胞外环境,细胞外环境 AST 水平升高,可作为细胞坏死的指标。因此,AST 水平的变化可以反映牙周组织破坏的程度,并间接反映破骨细胞的活性<sup>[17]</sup>。Chambers 等<sup>[18]</sup>首先对龈沟液中 AST 进行了研究,发现 Beagle 犬牙周钢丝结扎后,两周后 AST 水平明显升高。Perinetti 等<sup>[19,20]</sup>检测正畸加力实验组和对照组中 AST 的含量,发现两组 AST 均有不同程度的升高,但实验组 7 天时压

基金项目:国家自然科学基金[81070854]  
作者单位:100050 北京 首都医科大学口腔医学院正畸科  
通讯作者:厉松, E-mail: dentistli@263.net, 电话:010-57099220

力侧的AST和14天时张力侧和压力侧的AST与对照组相比都有统计学差异。魏福兰等<sup>[21]</sup>研究快速扩弓后龈沟液中AST的水平变化,结果发现加力组AST水平在快扩24h后开始升高,对照组在快扩7d后开始升高,2组AST水平至保持28d时一直维持在较高水平;扩弓24h至保持28d,加力组和对照组AST水平存在显著差异。张勇等<sup>[22]</sup>研究也发现快速扩弓加力组AST水平在24h开始升高,至4周后一直维持在较高水平且与对照组存在差异。

碱性磷酸酶(alkaline phosphatase,ALP):ALP是成骨细胞分泌的酶,主要功能是在碱性条件下(pH7.6~9.9)水解多种磷酸酯并具有转磷酸基作用,是成骨细胞分化和功能的标志,能够反映成骨细胞合成I型胶原、形成骨基质的能力。ALP主要定位于具有活跃转运功能的细胞膜上,在成骨细胞和新合成的骨基质外层中活性最高<sup>[23]</sup>。因此,ALP的水平变化可以作为评价快速扩弓中骨改建的指标。魏福兰等<sup>[21]</sup>研究快速扩弓后龈沟液中ALP的水平变化,结果发现加力组和对照组ALP水平在快速扩弓7d后开始升高,至保持28d时一直维持在较高水平;从扩弓7d至保持28d,加力组与对照组ALP水平存在显著差异。

白介素-1 $\beta$ (IL-1 $\beta$ ):白介素I(IL-1)是一种多功能的细胞激肽,有IL-1 $\alpha$ 和IL-1 $\beta$ 两型,主要由单核细胞和巨噬细胞合成分泌。Grieve等<sup>[24]</sup>发现正畸牙加力后IL-1 $\beta$ 生成迅速增加,前列腺素的峰值稍后出现,提示IL-1 $\beta$ 具有刺激前列腺素E2生成的作用,而前列腺素E对IL-1 $\beta$ 的合成具有负反馈抑制作用。Tzannetou等<sup>[25]</sup>研究了快速扩弓中龈沟液IL-1 $\beta$ 的变化,发现扩弓中和扩弓结束后的IL-1 $\beta$ 含量增加,认为快速扩弓导致的颊侧牙槽骨板改建可能是引起IL-1 $\beta$ 升高的原因之一。

目前关于快速扩弓作用下龈沟液中相关因子水平变化规律和骨改建关系的研究甚少,关于扩弓速率对于颊侧骨板改建有何影响,至今也仍无定论。扩弓后颊侧骨板的改建和扩弓后的稳定性以及对支抗牙周的健康的影响,有待进一步深入研究。

### 参 考 文 献

- 1 吴晶,高晓辉,王邦康.快速上颌扩大术的研究概况.北京口腔医学,2004,12(3):178-181.
- 2 Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the mid-palatal suture. Angle Orthod, 1965, 35(7): 200-217.
- 3 Stambach H, Bayne D, Cleall J, et al. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. Angle Orthod, 1966, 36(2): 152-164.
- 4 Peptan AI, Lopez A, Kopher RA, et al. Responses of intramembranous bone and sutures upon in vivo cyclic tensile and compressive loading. Bone, 2008, 42(2): 432-438.
- 5 傅民魁,卢海平,胡炜.口腔正畸专科教程.北京:人民卫生出版社,2007.374-377.
- 6 Frost HM. On rhoa marrow mediator and estrogen: their roles in bone strength and "mass" in human females, osteopenias and osteoporoses: insights from a new paradigm. J Bone Mineral Metabolism, 1998, 16(2): 113-123.
- 7 Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. Am J Orthod, 1982, 81(1): 32-37.
- 8 Krebs A. Midpalatal suture expansion studied by the implant method over a 7-year period. Trans Eur Orthod Soc, 1964, 40: 131-142.
- 9 Batenhorst K, Bowers G, Williams J. Tissue changes resulting from facial tipping and extrusion of incisors in monkeys. J Periodontol, 1974, 45(9): 660-668.
- 10 Kartalian A, Gohl E, Adamian M, et al. Cone-beam computerized tomography evaluation of the maxillary dentoskeletal complex after rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2010, 138(4): 486-492.
- 11 Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, et al. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2007, 132(2): 428. e1-e8.
- 12 赵颖, Kartalian A, Gohl E, et al. 三维锥体束CT评价Hyrax扩弓器治疗上颌第二前磨牙区的变化.口腔医学研究, 2009, 25(4): 455-458.
- 13 寇波,王春玲,刘东旭,等.年轻成人上颌快速扩弓(YA-RME)对牙颌结构的影响.现代口腔医学杂志, 2006, 20(5): 464-467.
- 14 Kavadia-Tsatala S, Kaklamanos BG, Tsalikis L. Effects of orthodontic treatment on gingival crevicular fluid flow rate and composition: clinical implications and applications. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 2002, 17(3): 191-205.
- 15 Baldwin PD, Pender N, Last KS. Effects on tooth movement of force delivery from nickel-titanium archwires. Eur J Orthod, 1999, 21(5): 481-489.
- 16 Martinz-Canut P, Carrasquer A, Magan R, et al. A study on factors associated with pathologic tooth migration. J Clin Periodontol, 1997, 24(7): 492-497.
- 17 McCulloch CA. Host enzymes in gingival crevicular fluid as diagnostic indicators of periodontitis. J Clin Periodontol, 1994, 21(7): 497-506.
- 18 Chambers DA, Crawford JM, Mukherjee S, et al. Aspartate aminotransferase increases in crevicular fluid during experimental periodontitis in beagle dogs. J Periodontol, 1984, 55(9): 526-530.
- 19 Perinetti G, Paolantonio M, Serra E, et al. Longitudinal monitoring of subgingival colonization by Actinobacillus actinomyces-comitans, and crevicular alkaline phosphatase and aspartate aminotransferase activities around orthodontically treated teeth. J Clin Periodontol, 2004, 31(1): 60-67.
- 20 Perinetti G, Paolantonio M, D'Attilio M, et al. Aspartate aminotransferase activity in gingival crevicular fluid during human orthodontic treatment. A controlled short-term longitudinal study. J Periodontol, 2003, 74(2): 145-152.
- 21 魏福兰,王春玲,刘东旭,等.快速扩弓前后龈沟液天冬氨酸转氨酶、碱性磷酸酶水平的变化.上海口腔医学, 2007, 16(16): 168-170.
- 22 张勇,郭新星,王春玲,等.青少年上颌快速扩弓对龈沟液中AST活性影响的研究.山东大学学报, 2007, 45(3): 263-264.
- 23 Takimoto K. Histochemical detection of acid and alkaline phosphatases in periodontal tissue following experimental tooth movement. J Dent Res, 1968, 47(3): 340-346.
- 24 Grieve WG, Johnson GK, Moore RN, et al. Prostaglandin E(PGE) and interleukin-1 $\beta$ (IL-1 $\beta$ ) levels in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1994, 105(4): 369-374.
- 25 Tzannetou S, Efstratiadis S, Nicolay O, et al. Comparison of levels of inflammatory mediators IL-1 $\beta$  and  $\beta$ G in gingival crevicular fluid from molars, premolars, and incisors during rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2008, 133(5): 699-707.

(2011年10月16日收稿)