

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2018.04.001

· 专家论坛 ·

骨皮质切开辅助正畸治疗的临床研究进展

曹阳¹, 赵转浓²

1. 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院正畸科, 广东 广州(510055); 2. 南方医科大学口腔医院正畸科, 广东 广州(510280)



【通信作者简介】 曹阳, 博士, 主任医师, 博士生导师, 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院正畸科副主任。中华口腔医学会正畸专业委员会常务委员; 中国整形协会牙颌颜面医疗美容分会常务理事; 广东省口腔医学会口腔正畸学专业委员会常务委员; 中华口腔医学会口腔美学专业委员会委员及中华口腔医学会颞下颌关节及殆学专业委员会委员; 英国爱丁堡皇家外科学院口腔正畸专科院士。美国 tweed 正畸中心会员, 中国 tweed 正畸中心教官; 从事口腔及口腔正畸学临床工作近 30 年。

【摘要】 近年来, 骨皮质切开辅助正畸治疗技术的临床应用与关注度不断增加。该技术几经改良, 由传统的颊舌侧翻瓣骨皮质切开展至颊侧不翻瓣骨皮质切开。大量临床研究表明该技术可以提高牙移动速率, 增加牙槽骨骨量, 维持牙周组织健康, 其原理与局部加速现象有关。本文主要就骨皮质切开辅助正畸治疗技术原理、术式、最近临床研究结果及临床应用进行阐述。

【关键词】 骨皮质切开; 牙周辅助加速成骨正畸治疗; 加速牙移动; 牙槽骨骨量; 牙根吸收

【中图分类号】 R783.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2018)04-0205-06

【引用著录格式】 曹阳, 赵转浓. 骨皮质切开辅助正畸治疗的临床研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2018, 26(4): 205-210.

Clinical advances in corticotomy-assisted orthodontic treatments CAO Yang¹, ZHAO Zhuannong². 1. Department of Orthodontics, Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510055, China; 2. Department of Orthodontics, Stomatological Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510280, China

Corresponding author: CAO Yang, Email: caoyang34@163.com, Tel: 0086-20-34400329

【Abstract】 Recently, corticotomy-assisted orthodontic treatments have gathered increasing clinical attention and have been applied more frequently. This technique evolved from traditional corticotomies on the buccal and palatal sides to buccal flapless corticotomies. Accumulating clinical studies suggest that this method leads to accelerated tooth movement, augmented alveolar bone and improved periodontal tissue health. This paper provides an overview of the development of this surgical technique and clinical research results.

【Key words】 Corticotomy; Periodontally accelerated osteogenic orthodontics; Accelerated tooth movement; Alveolar bone volume; Root resorption

【收稿日期】 2017-06-26; **【修回日期】** 2017-12-29

【基金项目】 国家自然科学基金项目(81170990)

【通信作者】 曹阳, 主任医师, 博士, Email: caoyang34@163.com

随着寻求正畸治疗的成年患者日益增加,缩短正畸疗程、减少牙周风险成为正畸医生关注的焦点。Rupprecht等^[1]学者通过研究146个现代美国人头颅骨发现,40.4%头颅存在牙槽骨骨开裂,61.6%有牙槽骨开窗现象,因此牙周支持组织不足问题在正畸治疗中不容忽视。骨皮质切开辅助正畸治疗,是指在正畸治疗中,通过局部区域牙槽骨切开钻孔,覆盖或不覆盖骨移植材料等手段,达到加速正畸牙移动、增加牙槽骨骨量、扩大牙齿移动范围等治疗目的^[2]。骨皮质切开术被越来越多地引入正畸临床治疗中,并取得一定的临床疗效。本文将从骨皮质切开的手术术式、临床研究进展等方面进行阐述。

1 骨皮质切开术概述

骨皮质切开加速牙移动的概念早在100多年前就已经提出^[3]。21世纪初Wilcko等^[4]对骨皮质切开深入研究,提出牙周辅助加速成骨正畸治疗(periodontally accelerated osteogenic orthodontics, PAOO)后,骨皮质切开术才逐渐被临床医生接纳并广泛应用。Wilcko等^[5]推翻了前人的骨块移动理论,认为骨皮质切开加速牙移动的主要机制是局部加速现象(regional acceleratory phenomenon, RAP),即牙齿周围软硬组织受到创伤刺激后,局部的牙槽骨脱矿与再矿化,牙周组织重建速度增加的过程。研究发现骨皮质切开后,牙槽骨脱矿失去结构完整性,胶原骨基质没有流失,这种现象促

进了正畸牙移动,而牙齿移动之后,胶原骨基质的再矿化又维持了牙移动后的位置,也就是说骨皮质切开是通过脱矿-再矿化模式促进牙移动的^[3]。RAP在骨皮质切开术后几天出现,在1~2个月时达到高峰,之后慢慢消减,一般持续4个月左右,完全消退需要6个月以上时间^[4-5]。动物实验显示,骨皮质切开术结合骨移植后进行正畸治疗,出现牙周韧带压缩,红细胞溢出,毛细血管减少,术后4周才出现新骨形成^[6],新骨形成主要是源于骨源性的间充质基质形成新骨,或者是骨源性、牙周韧带源性的间充质基质进行骨改建^[7]。

经典骨皮质切开术具体有以下4个手术步骤^[3,8]:①设计龈瓣切口:龈瓣冠向部分为全厚瓣,牙根部分为半厚瓣,以利于提高龈瓣动度。龈瓣近远中延伸1个牙位以上。注意保护牙龈乳头以免影响美观。②骨皮质切开:相邻牙根间隔垂直向切开,从牙槽嵴顶下方2~3 mm延伸至根尖下2 mm,根尖水平弧形切口将垂直向切口连接,牙根表面骨质钻孔,若骨厚度少于1~2 mm不钻孔。③骨移植:根据预计牙齿移动的方向和量、术前牙槽骨厚度及所需牙槽骨量决定骨移植量。常用骨移植材料有去蛋白牛骨、自体骨、脱钙冻干骨等。④缝合:邻近组织优先覆盖龈乳头位置,无张力缝合。1~2周后拆除缝线。该术式适用于所有需要通过骨皮质切开术缩短治疗疗程,增加牙槽骨骨量的病例,尤其是需要植入骨移植材料的病例(图1)^[9]。



不翻瓣的骨皮质切开术(图2)^[10],是一种无需进行翻瓣的微创术式,它通过显微手术刀切开牙龈后,使用超声骨刀在牙根间行骨皮质切开后缝合^[11]。也有研究者用手动的微钻孔器械,在拔牙创处垂直向钻孔以促进牙移动^[12]。不翻瓣的骨皮质切开术可用于提高正畸牙移动速率,减少疼痛,

但不能增加牙槽骨骨量,不适用于骨开窗、骨开裂病例。

2 骨皮质切开相关研究现状

目前骨皮质切开辅助正畸治疗的相关研究以动物实验居多,临床相关研究样本量均比较小,而

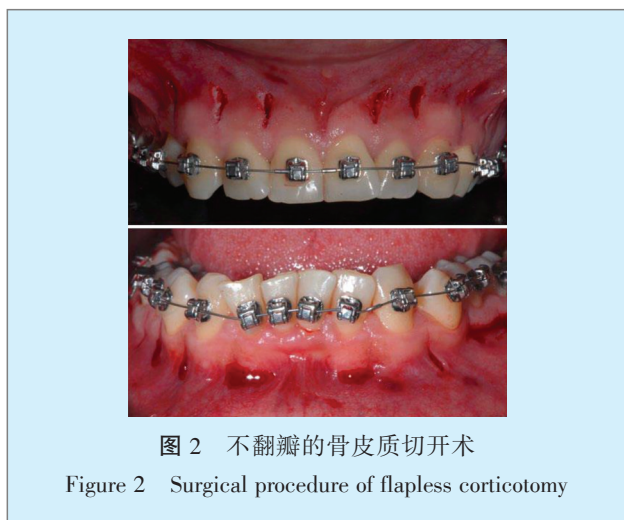


图2 不翻瓣的骨皮质切开术

Figure 2 Surgical procedure of flapless corticotomy

且不同研究病例类型不同、手术术式不同、正畸加力力值不同、采取对照方式不同, 研究结果差异较大。骨皮质切开术加快牙移动的速度、对牙槽骨骨量的增加量、牙根吸收程度等问题尚无定论, 有待大样本多中心随机对照临床试验结果。

2.1 牙周组织

2.1.1 牙槽骨骨量

增加牙周支持, 减少牙周风险是实施骨皮质切开术的主要目的之一。临床研究显示, 骨皮质切开术结合植骨术后, 有利于牙槽骨重塑, 使牙槽骨总骨量及牙槽骨厚度显著增加^[11], 有利于解决术前牙槽骨菲薄如骨开裂、骨开窗的问题, 降低了牙根移出骨皮质外的风险。

植入骨移植材料后, 牙槽骨厚度的增加程度与正畸牙移动方向密切相关, 植骨后唇侧牙槽骨骨量在不同位置增加程度不同。骨性Ⅲ类错颌下前牙术前去代偿病例中, 骨皮质切开结合骨移植术后唇侧牙槽骨厚度较术前明显增加, 骨厚度增加主要位于根尖水平, 根中水平次之, 根上1/3及牙槽嵴顶水平厚度增加较少甚至不增加, 这可能与下前牙去代偿牙冠唇向倾斜移动有关^[13-15]。Ahn等^[13]的临床研究中设置常规正畸治疗对照组, 骨皮质切开组根尖1/3、根中1/3骨厚度增加, 常规正畸治疗对照组治疗后根尖1/3骨厚度增加少许, 但根中、根上1/3水平骨厚度减少, 说明除去牙移动因素, 骨移植材料确实可让牙槽骨厚度增加。在拔上颌第一前磨牙内收上前牙病例中, 骨皮质切开术后牙槽骨厚度增加主要在牙槽嵴顶水平及根中水平, 根尖水平厚度增加最少^[16], 但该研究中无正畸治疗对照组, 无法消除上前牙冠舌向倾斜移动对牙槽骨厚度的影响。

牙槽骨高度的改变是临床医生关注的焦点之

一。不同文献对骨皮质切开结合植骨术后牙槽骨高度的改变得出截然不同的结论。有研究表明骨皮质切开治疗前后牙槽骨高度无统计学差异, 即使加入人工骨粉, 牙槽骨高度并无增加^[13, 15]。Wang等^[17-18]研究表明, 骨皮质切开骨移植术后唇舌侧牙槽骨高度均较治疗前降低, 笔者认为切开缝合部位的软组织张力妨碍牙槽嵴顶处骨粉充填, 导致骨粉流失和骨高度降低。而Ma等^[14]学者研究得出骨皮质切开术后牙槽骨高度增加3.63 mm的结果, 这可能与该研究采取了独特的切开方法有关: ①在膜龈联合处做软组织切口而不是常规的龈沟切口, 切口避开龈乳头及牙槽嵴顶处, 以减少牙槽嵴顶缝合张力, 减少骨移植材料流失。②翻瓣时将半厚瓣与骨膜分层翻开, 植入骨移植材料后, 先进行骨膜缝合, 再缝合龈瓣, 这种分层缝合固定方法可以减少骨粉的渗漏及流失。但对于该方法及相应临床结果尚未见其他文献报告, 而且关于牙槽骨高度问题的研究样本量均较小, 未实行随机对照, 结果有待进一步证实。最近有学者在8个需要竖直下颌第二磨牙的正畸患者中, 术前双侧取骨组织活检及组织学、成骨细胞活性检测, 在其中一侧第二磨牙处进行骨皮质切开术90 d后, 双侧第二磨牙再次取骨组织进行检测^[19], 结果发现, 骨皮质切开组原发骨骨量增加16%, 单位骨细胞数量增加6.6个, 而不进行骨皮质切开的对照组原发骨骨量减少13%, 单位骨细胞数量减少24.3个^[19]。

植入的人工骨能不能引导牙槽骨组织再生是临床治疗的关键, 然而放射学检测难以区分牙槽骨组织和人工骨材料。Wilcko等^[20]报告了2例骨皮质切开骨移植病例, 分别在骨皮质切开术后14.5个月及8年时重新翻瓣观察, 发现在原先无牙槽骨覆盖处均可见2~4 mm厚新生骨覆盖, 其中术后14.5个月患者骨组织活检可见未被吸收的牛骨颗粒被新生的板层骨包裹, 成骨细胞散布四周, 而术后8年患者骨组织活检见含成骨细胞的健康板层骨, 骨移植材料已被完全吸收。由此可见, 骨皮质切开术的人工骨移植材料能与牙槽骨结合并转化为牙槽骨组织, 解决患者骨量不足问题。

2.1.2 牙周软组织

骨皮质切开被认为有利于牙周组织健康。现有研究均表明骨皮质切开治疗前后牙周探诊深度、牙龈退缩程度、菌斑指数、出血指数等无统计学差异^[11, 21-26], 说明骨皮质切开手术不会影响牙周组织的健康。Wilcko等^[26]研究表

明,骨皮质切开有利于角化龈再生,术后角化龈高度较治疗前增加0.78 mm,而传统正畸治疗后角化龈高度较治疗前减少0.38 mm,这具有重要临床意义。角化龈高度增加可能与龈瓣冠向复位,以及术后肉芽组织形成、上皮组织角化有关。

2.2 牙移动速率及疗程

所有相关临床研究均显示骨皮质切开可使牙移动速率提高40%~270%^[11,21,26-29],疗程也相应缩短29%~69%^[16,21,26,30-31]。Meta分析显示,骨皮质切开加正畸治疗组平均治疗时间为8.85个月,而正畸治疗组的平均治疗时间为16.4个月^[31],证实骨皮质切开术是临床正畸治疗中提高牙移动速率的有效手段。骨皮质切开术对牙移动的促进作用与RAP密切相关。在拔除上颌第一前磨牙内收上尖牙的临床研究中,骨皮质切开术后第1月牙移动速率最大,约为对照组速率的2倍,以后第2、3、4月速率逐步递减,逐渐减至对照组速率水平,这与RAP反应的研究结果基本一致^[27-28]。Meta分析显示,实行骨皮质切开术后进行正畸关闭拔牙间隙,第1个月牙移动平均速率较正畸治疗对照组提高0.73 mm/月^[32]。但是,即使采用骨皮质切开术辅助治疗,正畸总疗程也需要半年以上时间,4个月以后牙移动速率如何仍有待进一步探究。不翻瓣骨皮质切开术与传统翻瓣骨皮质切开术相比,牙移动速率较低^[11]。近来有学者提出对于下前牙拥挤排齐病例,不翻瓣骨皮质切开术与传统正畸治疗对照组相比,并不能加速拥挤排齐^[33],与现有文献认为不翻瓣骨皮质切开术相对传统正畸治疗对照组相比其可缩短43%下前牙拥挤排齐时间相矛盾^[10]。这两篇随机对照研究的正畸复诊间隔不同,前者4~5周复诊1次,而后者每2周复诊1次,是否与后者更充分利用RAP效应加速牙移动有关需进一步研究探讨。

2.3 牙根长度

目前,普遍认为骨皮质切开术有利于维持牙根的完整性。骨皮质切开术切开骨皮质,可减少牙移动阻力,而且骨皮质切开可缩短治疗疗程,有利于减少正畸治疗中牙根吸收的风险。大多数文献认为骨皮质切开术后牙根维持治疗前长度,无牙根吸收^[9,14,17-18,23]。但Ahn等^[13]通过CBCT测量治疗前后牙根长度发现,骨皮质切开组治疗后牙根长度较治疗前减少,与正畸治疗对照组牙根长度减少程度无统计学差异,即骨皮质切开组牙根吸收程度与对照组一致。另外有文献研究指出,

骨皮质切开术后尽管牙根有轻度吸收,但是比正畸治疗对照组牙根吸收量明显减少^[11,21],即骨皮质切开降低了牙根吸收程度。总结发现,不同研究得出了3种不同研究结果:①骨皮质切开结合正畸治疗后牙根长度维持不变;②骨皮质切开术结合正畸治疗后牙根长度减少但比正畸治疗对照组吸收少;③骨皮质切开术结合正畸治疗后牙根长度减少程度与正畸治疗对照组一致,也就是说,骨皮质切开术至少不会加重牙根吸收。但是,最近有文献研究14个需要拔除上颌第一前磨牙进行正畸治疗的患者,一侧牙齿仅进行正畸治疗,另一侧牙齿进行正畸治疗结合骨皮质切开术,28 d后再拔除上颌第一前磨牙进行显微CT检测,发现骨皮质切开术后的牙齿牙根吸收程度比正畸对照组增加44%^[34],与前人研究结果相反。骨皮质切开术后牙根吸收程度增加,可能是因为骨皮质切开术引发RAP反应,炎症因子增加,牙槽骨改建增加,可能导致了炎症性牙根吸收增加^[34]。不过该研究检测时间点为治疗后28 d,而其他研究为一段较长正畸治疗时间或持续正畸治疗总时长,是否在较短治疗时间内骨皮质切开组牙根吸收程度较正畸治疗组增加,而漫长的正畸治疗后两组牙根吸收程度是否一致,该问题仍需进一步探索。

2.4 疼痛不适

骨皮质切开术是有创的门诊手术,手术产生的疼痛不适让许多患者感到困扰,甚至拒绝手术。有调查显示92.2%的患者不愿意选择骨皮质切开术取代拔牙,其中对疼痛的恐惧原因占了36.9%^[35]。关于疼痛程度,研究显示不翻瓣骨皮质切开术的VAS评分为 6.0 ± 1.9 ^[10],为中重度疼痛,而进行微钻孔的疼痛程度接近常规正畸治疗加力内收产生的疼痛^[12],患者痛苦大为减轻。骨皮质切开辅助埋伏阻生牙牵引是在传统正畸开窗牵引基础上进行,与传统开窗手术相比,并未增加术后48 h疼痛与肿胀程度^[36],但能大大提高埋伏牙移动速度,是一种安全、有效的术式。

口腔健康影响程度量表可衡量手术对日常生活的影响,研究表明在骨皮质切开术后3 d评分升高,7 d恢复^[23]。也有研究表明第7天仍较术前疼痛,但第14、28天恢复至治疗前水平^[28]。由此可见,骨皮质切开造成的疼痛持续1周左右。

3 骨皮质切开临床应用

3.1 骨皮质切开辅助正畸治疗适应证^[2-3]

骨皮质切开适应证主要有如下几点:①解除拥挤,缩短治疗时间;②正畸正颌联合治疗边缘病例,通过骨皮质切开术结合骨移植,扩大牙移动范围;③前磨牙拔除后加速尖牙内收;④提高正畸治疗后稳定性;⑤促进埋伏牙萌出;⑥促进慢速正畸扩弓;⑦压低磨牙矫正开颌;⑧加强支抗控制。

3.2 禁忌证^[2,3]

禁忌证主要有如下几点:①活动性牙周炎或牙龈退缩患者;②上颌前突伴露龈笑患者;③后牙严重反颌患者不能以此替代手术上颌扩弓;④服用糖皮质激素或者其他减缓骨代谢药物者。

3.3 骨皮质切开临床应用要点

骨皮质切开主要用于成人患者,也适用于大部分恒牙已萌出的青少年^[5]。骨皮质切开术后牙龈周围牙槽骨脱矿,正畸加力牙移动后,脱矿骨的软组织溶解。软组织部分在青少年完全再矿化,在成人中只有部分再矿化^[5],所以未进行骨移植的骨皮质切开成人病例会有骨量减少现象,对骨量不足患者应同期进行骨移植。骨皮质切开术前应仔细评估患者的牙周情况,活动性牙周炎的患者应在牙周炎症控制之后才能进行手术^[37]。骨开裂、骨开窗的患者是骨皮质切开术的适应症,尤其是在牙移动方向上牙槽骨骨量不足的病例^[2]。

有文献研究16名正畸治疗患者,在其口内右侧进行颊舌侧骨皮质切开术,左侧进行颊侧骨皮质切开术,发现两侧牙间隙关闭时间以及骨密度无差异^[38],颊舌侧切开或者单纯颊侧切开对牙移动速率影响不大。近来有学者将不同组大鼠分别在骨皮质切开术中实行不同去骨量,21 d后发现3组大鼠正畸牙移动速率无统计学差异,说明在骨皮质切开术中,不同去骨量不会对正畸牙移动速率造成影响^[39]。由于牙周韧带介导RAP,有学者认为骨皮质切开的深度应接近牙周韧带处,在较厚的牙槽骨处进行表浅的骨皮质切开是不能引发足够的RAP现象^[3],也有学者认为牙移动方向上的牙根表面的牙槽骨厚度应人为减少至1.5 mm,以利于胶原基质迁移至牙根表面^[3]。当牙根表面牙槽骨厚度大于1.5 mm时,则不需要进行骨移植^[3,20]。

关于术式选择,对于牙槽骨骨量不足、需要增加牙移动范围、牙龈退缩的病例须选择骨皮质切开经典术式翻瓣植骨。如果只需缩短疗程,可选择不翻瓣的骨皮质切开术,减少患者创伤及疼痛。术者应综合考虑患者骨缺损程度、牙移动范

围、创伤与疼痛等方面选择术式。临床中应充分把握RAP促进牙移动,由于RAP在骨皮质切开后几天出现,在1~2个月时达到高峰,一般持续4个月左右^[4-5],因此在行骨皮质切开后即可即刻加力,最迟不应超过术后2周加力,之后每2周加力一次,在4个月时间内充分利用RAP加速牙移动^[2]。

骨皮质切开将是未来临床应用和临床研究的热门技术。与传统正畸治疗相比,骨皮质切开能有效缩短正畸治疗疗程,增加牙周骨支持,减少牙根吸收,维护牙周健康,应用将日趋广泛。

参考文献

- [1] Rupprecht R, Horning G, Nicoll B, et al. Prevalence of dehiscences and fenestrations in modern American skulls[J]. J Periodontol, 2001, 72(6): 722-729.
- [2] Amit G, Jps K, Pankaj B, et al. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review[J]. J Clin Exp Dent, 2012, 4(5): e292-e296.
- [3] Zimmo N, Saleh MH, Mandelaris GA, et al. Corticotomy-accelerated orthodontics: a comprehensive review and update [J]. Compend Contin Educ Dent. 2017, 38(1): 17-25.
- [4] Wilcko W, Wilcko MT, Bouquet JE, et al. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2001, 21(1): 9-19.
- [5] Wilcko W, Wilcko MT. Accelerating tooth movement: the case for corticotomy-induced orthodontics[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2013, 144(1): 4-12.
- [6] Choi HJ, Lee DY, Kim TW. Dynamics of alloplastic bone grafts on an early stage of corticotomy-facilitated orthodontic tooth movement in beagle dogs[J]. Biomed Res Int. 2014(3): 417541.
- [7] Lee DY, Ahn HW, Herr Y, et al. Periodontal responses to augmented corticotomy with collagen membrane application during orthodontic buccal tipping in dogs[J]. Biomed Res Int. 2014(6): 873918.
- [8] Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, et al. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2009, 67(10): 2160-2166.
- [9] Ahn HW, Lee DY, Park YG, et al. Accelerated decompensation of mandibular incisors in surgical skeletal class III patients by using augmented corticotomy: a preliminary study[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2012, 142(2): 199-206.
- [10] Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, et al. Localized piezoelectric alveolar decortication for orthodontic treatment in adults: a randomized controlled trial[J]. J Dent Res, 2016, 95(9): 1003-1009.
- [11] Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2016, 149(4): 473-480.
- [12] Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement[J]. Am J Orthod Dentofacial

- Orthop, 2013, 144(5): 639-648.
- [13] Ahn HW, Seo DH, Kim SH, et al. Morphologic evaluation of dentoalveolar structures of mandibular anterior teeth during augmented corticotomy-assisted decompensation[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2016, 150(4): 659-669.
- [14] Ma ZG, Yang C, Xie QY, et al. A novel surgical technique for augmented corticotomy-assisted orthodontics: bone grafting with periosteum[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2016, 74(1): 170-180.
- [15] Coscia G, Coscia V, Peluso V, et al. Augmented corticotomy combined with accelerated orthodontic forces in class III orthognathic patients: morphologic aspects of the mandibular anterior ridge with cone-beam computed tomography[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2013, 71(10): 1760-1761.
- [16] Bhattacharya P, Bhattacharya H, Anjum A, et al. Assessment of corticotomy facilitated tooth movement and changes in alveolar bone thickness-a CT scan study[J]. *J Clin Diagn Res*, 2014, 8(10): C26-C30.
- [17] Wang B, Shen G, Fang B, et al. Augmented corticotomy-assisted surgical orthodontics decompensates lower incisors in class III malocclusion patients[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2014, 72(3): 596-602.
- [18] Wang B, Shen G, Fang B, et al. Augmented corticotomy-assisted presurgical orthodontics of class III malocclusions: a cephalometric and cone-beam computed tomography study[J]. *J Craniofac Surg*, 2013, 24(6): 1886-1890.
- [19] Medeiros RB, Pires FR, Kantarci A, et al. Tissue repair after selective alveolar corticotomy in orthodontic patients: a preliminary study[J]. *Angle Orthod*, 2018, 88(2): 179-186.
- [20] Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, et al. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2009, 67(10): 2149-2159.
- [21] Shoreibah EA, Salama AE, Attia MS, et al. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique[J]. *J Int Acad Periodontol*, 2012, 14(4): 97-104.
- [22] Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, et al. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011, 139(2): 252-259.
- [23] Cassetta M, Giansanti M, Di Mambro A, et al. Minimally invasive corticotomy in orthodontics using a three-dimensional printed CAD/CAM surgical guide[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2016, 45(9): 1059-1064.
- [24] Abed SS, Al-Bustani AI. Corticotomy assisted orthodontic canine retraction[J]. *J Bagh College Dentistry*, 2013, 25(Special Issue 1): 160-166.
- [25] Fischer TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines[J]. *Angle Orthod*, 2007, 77(3): 417-420.
- [26] Wilcko MT, Ferguson DJ, Makki L, et al. Keratinized gingiva height increases after alveolar corticotomy and augmentation bone grafting[J]. *J Periodontol*, 2015, 86(10): 1107-1115.
- [27] Jahanbakhshi MR, Motamedi AM, Feizbakhsh M, et al. The effect of buccal corticotomy on accelerating orthodontic tooth movement of maxillary canine[J]. *Dent Res J (Isfahan)*, 2016, 13(4): 303-308.
- [28] Al-Naoum F, Hajeer MY, Al-Jundi A. Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines? a split-mouth design randomized controlled trial[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2014, 72(10): 1880-1889.
- [29] Sakthi S V, Vikraman B, Shobana V R, et al. Corticotomy-assisted retraction: an outcome assessment[J]. *Indian J Dent Res*, 2014, 25(6): 748-754.
- [30] Lee JK, Chung KR, Baek SH, et al. Treatment outcomes of orthodontic treatment, corticotomy-assisted orthodontic treatment, and anterior segmental osteotomy for bimaxillary dentoalveolar protrusion[J]. *Plast Reconstr Surg* 2007, 120: 1027-1036.
- [31] Gil APS, Haas OL Jr, Méndez-Manjón I, et al. Alveolar corticotomies for accelerated orthodontics: a systematic review[J]. *J Cranio-maxillofac Surg*. 2018. pii: S1010-5182(17)30462-30466.
- [32] Gkantidis N, Mistakidis I, Kouskoura T, et al. Effectiveness of non-conventional methods for accelerated orthodontic tooth movement: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Dent*. 2014, 42(10): 1300-1319.
- [33] Uribe F, Davoody L, Mehr R, et al. Efficiency of piezotome-corticotomy assisted orthodontics in alleviating mandibular anterior crowding-a randomized clinical trial[J]. *Eur J Orthod*, 2017.
- [34] Patterson BM, Dalci O, Papadopoulou AK, et al. Effect of piezocision on root resorption associated with orthodontic force: A micro-computed tomography study[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(1): 53-62.
- [35] Zawawi KH. Patients' acceptance of corticotomy-assisted orthodontics[J]. *Patient Prefer Adherence*, 2015, 9: 1153-1158.
- [36] Ma Z, Xu G, Yang C, et al. Efficacy of the technique of piezoelectric corticotomy for orthodontic traction of impacted mandibular third molars[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2015, 53(4): 326-331.
- [37] 王林. 牙周辅助加速成骨正畸治疗技术[J]. *口腔医学*, 2016, 36(1): 1-5.
- [38] Addanki P, Gooty JR, Palaparthi R. Clinical and radiographic comparative evaluation of buccal and palatal corticotomy with buccal corticotomy in periodontally accelerated osteogenic orthodontics with surgical bur[J]. *Contemp Clin Dent*. 2017, 8(2): 321-326.
- [39] Kurohama T, Hotokezaka H, Hashimoto M, et al. Increasing the amount of corticotomy does not affect orthodontic tooth movement or root resorption, but accelerates alveolar bone resorption in rats [J]. *Eur J Orthod*. 2017, 39(3): 277-286.

(编辑 罗燕鸿,刘楚峰)