

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2019.12.004

· 临床研究 ·

成人上颌前突微种植体支抗内收上切牙牙槽骨改建的CBCT研究

沈娇乡¹, 苏晶晶¹, 黄文霞²

1. 厦门医学院附属口腔医院正畸科, 福建 厦门(361003); 2. 厦门医学院附属口腔医院牙周科, 福建 厦门(361003)

【摘要】目的 利用CBCT研究成人上颌前突患者微种植体支抗内收上切牙牙槽骨的改建情况。**方法** 选择符合纳入标准的40例患者, 上颌均拔除第一双尖牙辅助微种植体支抗内收上前牙, 收集治疗前后的CBCT数据, 辅助三维测量软件Dolphin imaging对上颌80个中切牙和80个侧切牙的牙槽骨高度、厚度等相关参数进行测量和分析。**结果** 微种植体强支抗内收切牙后, 上颌中切牙唇侧牙槽骨高度降低(0.11 ± 0.33) mm, 腭侧牙槽骨高度降低(0.85 ± 1.23) mm; 侧切牙唇侧牙槽骨高度降低(0.18 ± 0.42) mm, 腭侧牙槽骨高度降低(1.13 ± 1.14) mm; 腭侧牙槽骨高度降低量较唇侧多, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。上颌中切牙唇侧牙槽骨厚度增加(根颈部、根中部和根尖部)($P < 0.001$), 上颌侧切牙唇侧牙槽骨厚度也增加($P < 0.05$), 上颌中切牙与侧切牙腭侧3个平面的牙槽骨厚度和总牙槽骨厚度治疗后均减少($P < 0.001$)。**结论** 成人上颌前突患者拔除上颌第一双尖牙微种植体支抗内收前牙后, 上颌切牙唇侧牙槽骨高度均降低, 腭侧牙槽骨高度降低较唇侧多; 上颌切牙唇侧牙槽骨均增厚, 上颌切牙腭侧牙槽骨厚度和总牙槽骨厚度治疗后均减少。

【关键词】 骨性上颌前突; 上切牙内收; 微种植体支抗; 牙槽骨改建; 牙槽骨厚度; 牙槽骨高度; 锥形束CT

【中图分类号】 R783.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2019)12-0769-06

【引用著录格式】 沈娇乡, 苏晶晶, 黄文霞. 成人上颌前突微种植体支抗内收上切牙牙槽骨改建的CBCT研究[J]. 口腔疾病防治, 2019, 27(12): 769-774.

CBCT study of the alveolar bone remodeling after retraction of the maxillary incisors assisting with micro-implant anchorage in maxillary protrusion adults SHEN Jiaoxiang¹, SU Jingjing¹, HUANG Wenxia². 1. Department of Orthodontics, Xiamen Stomatology Hospital, Hospital and School of Stomatology, Xiamen Medical University, Xiamen 361003, China; 2. Department of Periodontics, Xiamen Stomatology Hospital, Hospital and School of Stomatology, Xiamen Medical University, Xiamen 361003, China

Corresponding author: HUANG Wenxia, Email: 1043200243@qq.com, Tel: 86-591-2678521

【Abstract】 Objective To study the remodeling of alveolar bone after retraction of the maxillary incisors assisting with micro-implant anchorage in adult patients with maxillary protrusion by CBCT. **Methods** Forty patients who were treated with extraction of the maxillary first premolars with microimplant anchorage meeting the inclusion criteria were selected. The CBCT data before and after treatment were collected, and the Dolphin Imaging 3D measurement software was used to measure and analyze the height and thickness of the alveolar bone of the 80 upper central incisors and the 80 lateral incisors. **Results** After retraction of the incisors assisting with microimplant anchorage, the labial alveolar bone height of the maxillary central incisors decreased (0.11 ± 0.33) mm, and the lingual alveolar bone height of the maxillary central incisors decreased (0.85 ± 1.23) mm. The labial alveolar bone height of the maxillary lateral incisors decreased (0.18 ± 0.42) mm, and the lingual alveolar bone height of the maxillary lateral incisors decreased

【收稿日期】 2019-06-07; **【修回日期】** 2019-09-08

【基金项目】 国家自然科学基金面上项目(81771079); 福建省卫生计生青年科研课题(2016-2-74)

【作者简介】 沈娇乡, 主治医师, 硕士, Email: 57568706@qq.com

【通信作者】 黄文霞, 主任医师, Email: 1043200243@qq.com, Tel: 86-592-2678521



开放科学(资源服务)标识码(OSID)

(1.13 ± 1.14) mm. The reduction in the lingual alveolar bone height was greater than that of the labial side, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The labial alveolar bone thickness of the maxillary central incisors increased (the root cervix, the root media and the root apex), and the difference was statistically significant ($P < 0.001$). The labial alveolar bone thickness of the maxillary lateral incisors also increased ($P < 0.05$), while the lingual alveolar bone thickness and the total alveolar bone thickness of the maxillary central and lateral incisors decreased ($P < 0.001$).

Conclusion In adults with maxillary protrusion, the microimplant was used to assist the reduction of the anterior teeth. The alveolar bone height of the maxillary incisors was reduced, and the palatal alveolar bone height decreased more than that of the labial side. The alveolar bone of the labrum was thickened, and the palatal alveolar bone thickness and the total alveolar bone thickness of the maxillary incisors were reduced after treatment.

【Key words】 maxillary protrusion; retraction of upper incisors; micro-implant anchorage; alveolar bone remodeling; alveolar bone thickness; alveolar bone height; CBCT

J Prev Treat Stomatol Dis, 2019, 27(12): 769-774.

近年来,随着微种植体支抗技术的发展,种植体支抗在支抗磨牙的支抗保护方面优于传统口内支抗^[1],对于轻中度的上颌前突患者采用拔除上颌第一双尖牙辅助微种植支抗内收前牙的矫治设计,取得较好的临床效果,患者的面部美观得到了一定程度的改善。上颌前牙大量内收的过程中,牙槽骨是否随着牙齿移动而改建,牙齿移动是否会超出牙槽骨的界限,这一直是正畸医生关注的临床问题。锥形束计算机断层扫描(cone beam computed tomography, CBCT)是一种新兴的数字成像技术,辐射量仅为传统断层扫描的十分之一^[2],可实现颌面硬组织的多平面可视化评估,同时可提供轴向、矢状向和冠状向的三维体积数据,故在牙科领域具有很高的临床应用价值^[3]。本研究收集40例成人上颌前突需拔除上颌两侧第一双尖牙强支抗内收前牙的病例,应用CBCT结合Dolphin imaging三维测量软件,对治疗前后80个中切牙和80个侧切牙唇腭侧牙槽骨高度和厚度进行测量分析,为正畸医生对成人上颌前突进行掩饰性正畸治疗提供参考。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选择2016年1月—2018年12月在厦门医学院附属口腔医院正畸科就诊的,需拔除上颌两侧第一双尖牙以微种植支抗内收前牙(上颌磨牙前移量 $\leq$ 拔牙间隙的1/4)的成人上颌前突患者40例,其中男性14例,女性26例,年龄18~31岁。所有患者均签署知情同意书。

纳入标准:①年龄 >18 岁;②安氏Ⅱ类1分类上颌前突患者或者安氏Ⅰ类双颌前突患者

($\angle SNA > 86.8^\circ$, $U1-NA > 7.5$ mm);③上牙列拥挤度小于4 mm;④牙列完整,牙体形态无异常,前牙无外伤史和根管治疗史;⑤牙周组织健康,无牙龈退缩,无明显牙槽骨及牙根吸收;⑥上前牙唇腭侧无明显骨开窗,骨开裂;⑦无唇腭裂等颌面畸形,无手术外伤史,无骨代谢及其他系统疾病。

1.2 治疗设计

40名上颌前突患者,上颌均设计减数两侧第一双尖牙,微种植支抗内收前牙(上颌磨牙前移量 $\leq$ 拔牙间隙的1/4),下颌不限。

采用直丝弓金属非自锁矫治器(3M, 0.022 $\times$ 0.028 inch, MBT-prescription, USA)进行治疗,上下颌采用序列镍钛圆丝、镍钛方丝排齐整平后,0.019 $\times$ 0.025 inch不锈钢方丝作为主弓丝。在上颌第二前磨牙和第一磨牙间碘伏消毒,复方阿替卡因局部浸润麻醉下植入微种植支抗钉(浙江慈北),辅助高位牵引钩,滑动法整体内收6个上前牙,每侧力值150 g左右。

1.3 数据采集

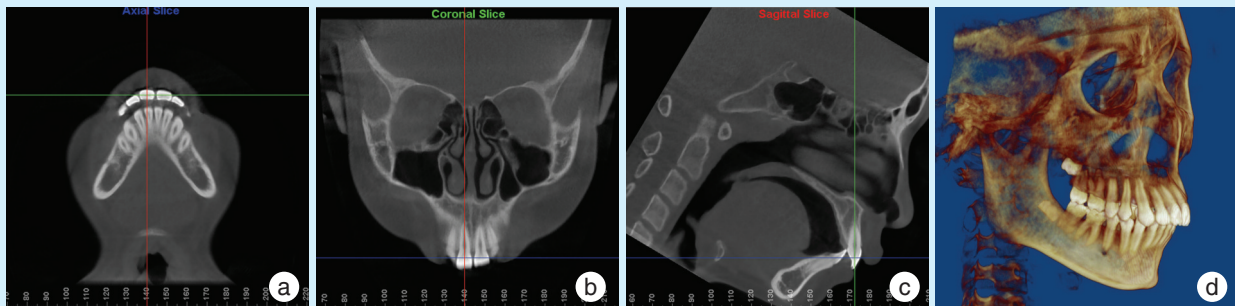
在T0期(为正畸治疗前)和T1期(拔牙间隙完全关闭拆除托槽后当日)进行CBCT扫描。由同一技师,采用同一台CBCT(NewTom VGi, Italy)对研究对象进行扫描。扫描参数设定为:管电压110 kV,管电流20 mA,体素0.3 mm,扫描时间18 s,FOV 8 $\times$ 15 cm。患者采用自然头位,正中颌位。

1.4 图像处理

将所采集的CBCT数据转换保存为DICOM(digital imaging and communication in medicine)文件格式。再将转存后的DICOM数据导入三维重建软件Dolphin imaging(version 11.5; Chatsworth, Calif)进行重建,根据重建后的三维影像进行测量。在

编辑功能下打开影像,在多平面重建界面(multi-planner reformation, MPR)(图1),于轴面确定牙位,并旋转图像使绿色坐标线通过牙齿的近远中接触点,于冠状面调整红色坐标线使其与髓腔低密度

影一致,于矢状面旋转图像,使绿色坐标线与牙髓腔低密度影像一致,并通过牙齿根尖,此时可以获得牙齿的正中矢状面。在正中矢状面图像上进行牙槽骨高度和牙槽骨厚度的测量(图2)。



a:轴面确定牙位,绿色坐标线通过牙齿近远中接触点;b:冠状面调整切牙角度,红色坐标线与髓腔低密度影一致;c:矢状面调整牙齿长轴,绿色坐标线与髓腔低密度影一致,并通过牙齿根尖;d:三维立体重建

图1 Dolphin11.5软件多平面重建界面

Figure 1 Multiplane reconstruction interface of dolphin 11.5 software



图2 牙齿的正中矢状面

Figure 2 Median sagittal plane of the tooth

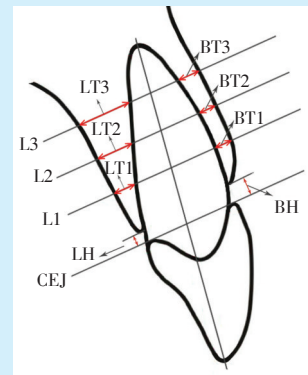
1.5 数据测量

1.5.1 牙槽骨高度 测量唇腭侧釉牙骨质界点(cemento-enamel junction, CEJ)至唇腭侧牙槽嵴顶的距离,唇侧记为BH,腭侧记为LH(图3)。

1.5.2 牙槽骨厚度 在切牙正中矢状面,连接唇腭侧CEJ作为CEJ平面。沿着牙长轴,自CEJ连线与牙长轴交点开始,往牙齿根方分别移动3 mm(根颈部),5 mm(根中部),7 mm(根尖部)做3个与CEJ平面平行的线,记为L1、L2、L3;分别测量3条平行线与唇侧牙根表面交点至与唇侧骨皮质交点的距离即为唇侧牙槽骨厚度,记为BT1、BT2、BT3;该平行线与腭侧牙根表面的交点到腭侧骨皮质交点间的距离即为腭侧牙槽骨厚度,记为LT1、LT2、LT3(图3)。唇侧牙槽骨厚度与腭侧牙槽骨厚度相

加计算得出牙槽骨的总厚度记为TT1、TT2、TT3。

1.5.3 测量次数与记录 分别测量上颌4个切牙的各项测量参数,所有指标的测量由两名医师一起共同定点测量,测量过程连续,重复测量2次,两次测量间隔1个月,取两次测量的平均值。



CEJ:连接唇舌侧釉牙骨质界点作为CEJ平面;BH:唇侧牙槽嵴顶至CEJ的距离;LH:腭侧牙槽嵴顶至CEJ的距离;BT1:唇侧根颈部牙槽骨厚度;BT2:唇侧根中部牙槽骨厚度;BT3:唇侧根尖部牙槽骨厚度;LT1:腭侧根颈部牙槽骨厚度;LT2:腭侧根中部牙槽骨厚度;LT3:腭侧根尖部牙槽骨厚度

图3 唇腭侧牙槽骨高度、厚度测量示意图

Figure 3 Schematic diagram for measuring height and thickness of the labial and lingual alveolar bone

1.6 统计学分析

采用SPSS 23.0软件分析,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。左右两侧切牙牙槽骨高度和牙槽骨厚度经检验服从正态分布,对治疗前后各测量参数进行配对 t 检验。

2 结果

2.1 上颌中切牙和侧切牙强支抗内收后牙槽骨高度改变

上颌中切牙内收后唇腭侧牙槽骨高度均有降低,差异具有统计学意义($P < 0.05$,表1);上颌侧切牙内收后唇腭侧牙槽骨高度均降低($P < 0.001$);上颌中切牙和侧切牙腭侧牙槽骨高度降低量较唇侧牙槽骨多($P < 0.001$)。

表1 上颌中切牙和侧切牙治疗前后牙槽骨高度变化

Table 1 Alveolar bone height changes of maxillary central incisors and maxillary lateral incisors before and after treatment

$\bar{x} \pm s$, mm, $n = 80$				
测量项目	治疗前(T0)	治疗后(T1)	t	P
中切牙BH	1.96 ± 0.59	2.07 ± 0.57	-2.918	0.005
中切牙LH	1.93 ± 0.43	2.78 ± 1.21	-6.196	< 0.001
侧切牙BH	2.21 ± 0.66	2.39 ± 0.58	-3.845	< 0.001
侧切牙LH	1.86 ± 0.37	2.98 ± 1.04	-8.858	< 0.001

注 BH:唇侧牙槽嵴顶至釉牙骨质界点的距离;LH:腭侧牙槽嵴顶至釉牙骨质界点的距离

2.2 上颌中切牙强支抗内收后牙槽骨厚度改变

上颌中切牙强支抗内收后,唇侧根颈部、根中部和根尖部牙槽骨厚度均增加,差异具有统计学意义($P < 0.001$,表2);腭侧3个平面的牙槽骨厚度均减少($P < 0.001$);3个平面的总牙槽骨厚度均减少($P < 0.001$)。

2.3 上颌侧切牙强支抗内收后牙槽骨厚度改变

上颌侧切牙强支抗内收后,唇侧牙槽骨厚度增加,差异具有统计学意义($P < 0.05$,表3);腭侧3个平面的牙槽骨厚度均减少($P < 0.001$);3个平面的总牙槽骨厚度均减少($P < 0.001$)。

3 讨论

3.1 CBCT测量的可靠性和准确性

近年来,CBCT在口腔临床诊断、治疗设计以及治疗疗效评价等各个领域中得到广泛的应用。与传统的二维影像如根尖定位片、曲面断层片和头颅定位侧位片相比,CBCT可以三维显示颌颌面

表2 上颌中切牙治疗前后牙槽骨厚度变化,

Table 2 Changes in alveolar bone thickness before and after treatment of maxillary central incisors $\bar{x} \pm s$, mm, $n = 80$

测量项目	治疗前(T0)	治疗后(T1)	t	P
BT1	1.03 ± 0.34	1.25 ± 0.60	-3.427	0.001
BT2	1.13 ± 0.35	1.43 ± 0.73	-3.797	< 0.001
BT3	1.01 ± 0.35	1.29 ± 0.78	-3.057	0.003
LT1	1.45 ± 0.56	0.73 ± 0.53	12.473	< 0.001
LT2	2.05 ± 0.71	1.20 ± 0.71	12.296	< 0.001
LT3	2.77 ± 1.00	2.09 ± 1.13	6.476	< 0.001
TT1	2.48 ± 0.72	1.98 ± 0.76	7.734	< 0.001
TT2	3.18 ± 0.75	2.64 ± 0.93	7.201	< 0.001
TT3	3.79 ± 0.97	3.39 ± 1.22	3.829	< 0.001

注 BT1:唇侧根颈部牙槽骨厚度;BT2:唇侧根中部牙槽骨厚度;BT3:唇侧根尖部牙槽骨厚度;LT1:腭侧根颈部牙槽骨厚度;LT2:腭侧根中部牙槽骨厚度;LT3:腭侧根尖部牙槽骨厚度;TT1:BT1+LT1;TT2:BT2+LT2;TT3:BT3+LT3

表3 上颌侧切牙治疗前后牙槽骨厚度变化

Table 3 Alveolar bone thickness changes of maxillary lateral incisors before and after treatment $\bar{x} \pm s$, mm, $n = 80$

测量项目	治疗前(T0)	治疗后(T1)	t	P
BT1	0.93 ± 0.38	1.06 ± 0.57	-2.334	0.022
BT2	0.94 ± 0.34	1.12 ± 0.53	-3.379	0.001
BT3	0.76 ± 0.30	0.90 ± 0.51	-2.279	0.025
LT1	1.43 ± 0.45	0.68 ± 0.55	12.405	< 0.001
LT2	2.02 ± 0.63	1.32 ± 0.82	7.818	< 0.001
LT3	2.58 ± 0.79	1.84 ± 1.10	5.755	< 0.001
TT1	2.36 ± 0.62	1.73 ± 0.85	9.071	< 0.001
TT2	2.95 ± 0.72	2.44 ± 0.97	5.688	< 0.001
TT3	3.34 ± 0.74	2.74 ± 1.12	5.025	< 0.001

注 BT1:唇侧根颈部牙槽骨厚度;BT2:唇侧根中部牙槽骨厚度;BT3:唇侧根尖部牙槽骨厚度;LT1:腭侧根颈部牙槽骨厚度;LT2:腭侧根中部牙槽骨厚度;LT3:腭侧根尖部牙槽骨厚度;TT1:BT1+LT1;TT2:BT2+LT2;TT3:BT3+LT3

结构,具有投照误差小,无组织结构重叠影像,伪影小,图像分辨率高等优点^[4]。同时CBCT可以三维重建牙齿和牙槽骨的组织结构,能更直观准确地诊断骨开窗、骨开裂^[5]。CBCT等比投照辅助dolphin三维重建软件,可以1:1重建颌颌面组织结构,消除放大率影响。通过轴面、冠状面和矢状面3个不同的层面观察解剖结构,相互弥补显示不清晰的结构,从而很大程度上提高了测量定点的准确性和可重复性^[6]。Li等^[7]对牙槽骨高度和厚度的CBCT测量准确性的系统回顾显示其CBCT测量结果与金标准(头骨模型或人体直接测量)没有显著差异,表明CBCT可用于定量测量牙槽骨高度和牙槽骨厚度,并且具有较高的准确度和可靠性。

3.2 测量参照系与测量方法

目前应用CBCT对上颌前牙区牙槽骨进行评估,主要是通过线距测量^[8]得到相关数据,针对牙槽骨高度和牙槽骨厚度的测量,目前尚不存在统一的标准和方法。由于本研究测量的牙槽骨高度和牙槽骨厚度本身数值很小,对于测量定点和参照平面的稳定性要求比较高。牙槽骨高度的定义是牙齿根尖到牙槽嵴顶的距离,临床中主要是采用从牙齿根尖到牙槽嵴顶的距离或者牙槽嵴顶到釉牙骨质界的距离来反映牙槽骨的高度。但是由于切牙在强支抗内收过程中常发生牙根根尖吸收,根尖位置治疗前后发生改变,根尖到牙槽嵴顶的距离不能真实反映牙槽骨的高度。本研究参考Hwang等^[9]的研究方法,用牙槽嵴顶到釉牙骨质界的距离来反映牙槽骨高度的变化。

牙槽骨的厚度定义为牙槽骨表面到牙根表面的距离,治疗前后测量平面的稳定性对于牙槽骨厚度的测量至关重要。在Ahn等^[10]辅助种植体支抗整体内收上前牙牙槽骨改建的CBCT研究中,将牙根沿着牙长轴3等分分别测量根颈1/3、根中1/3以及根尖1/3的牙槽骨面积。在上颌前牙大量内收过程中,切牙的牙根经常会发生吸收。如牙根吸收变短,则治疗前后牙根的3等分位点将发生改变,治疗前后测量值的可比性将减低。也有学者^[11]采用牙槽嵴顶作为参照测量拔牙矫治组和非拔牙矫治组牙槽骨厚度的变化,但忽略了治疗过程中牙槽嵴顶位置可能发生变化的因素。较多研究^[12-13]采用以CEJ作为测量参照平面,测量CEJ根方固定距离的牙槽骨厚度变化,进行治疗前后牙槽骨厚度的评估。牙齿的CEJ在正畸治疗前后不会发生改变,同时在CBCT重建图像中容易识别和定点。因此本研究参考Thongudomporn等^[13]采用牙齿的CEJ作为测量参照平面,进行定点测量以提高测量的稳定性。

3.3 牙槽骨改建

经典的正畸牙齿移动生物学理论认为,在合适的正畸力作用下,牙齿压力侧牙槽骨吸收,而张力侧牙槽骨增生新骨沉积,牙槽骨及牙槽内外骨板进行相应的增生和吸收,以维持原有的牙槽结构和骨量。本研究中上颌中切牙和侧切牙内收后唇腭侧牙槽骨高度均降低;上颌中切牙和侧切牙腭侧牙槽骨高度降低量较唇侧牙槽骨降低量多。本研究切牙区牙槽骨高度改变与邓建清等^[14]的结论一致,表明中切牙和侧切牙在前牙强支抗内收

过程中唇腭侧牙槽骨高度普遍降低,且腭侧牙槽骨降低量较唇侧多。这可能跟牙槽骨的解剖及牙齿移动的方向有关,从正中矢状切面上可见上切牙牙槽骨呈颈部小根尖区大的倒三角型形态,故随着牙齿内收,上颌前牙腭侧牙槽骨降低较唇侧多。Miyama等^[15]对33位成年患者正畸治疗前后中切牙唇腭侧牙槽嵴顶至CEJ的距离进行测量,结果显示唇侧牙槽骨降低0.35 mm,腭侧牙槽骨降低0.50 mm,且牙槽骨高度降低量与牙齿腭侧移动量呈正相关。

本研究中,中切牙与侧切牙腭侧牙槽骨和总牙槽骨厚度治疗后均减少,唇侧牙槽骨厚度增加,表明上颌前突患者上颌中切牙和侧切牙在强支抗内收过程中,腭侧牙槽骨吸收,唇侧牙槽骨增生,但牙槽的总厚度减少,腭侧牙槽骨吸收量大于唇侧牙槽骨的增加量。Ahn等^[10]针对37名安氏Ⅰ类双牙槽前突成年女性拔除上颌第一双尖牙强支抗整体内收前牙牙槽骨形态改变的研究,结果也显示唇侧牙槽骨面积增加,腭侧牙槽骨面积显著减少,且唇侧牙槽骨面积增加量少于腭侧牙槽骨面积减少量。同时由于上前牙内收过程中,腭侧牙槽嵴顶处于应力集中区,所以牙根颈部的牙槽骨厚度减少量较大。正畸治疗后牙槽骨轻度吸收并不会影响牙齿的牙周健康,有研究表明牙槽骨的少量缺损可能在正畸保持阶段得到恢复^[16]。但也有学者认为牙槽骨皮质骨板是正畸移动的边界,一旦被根部穿透发生骨开裂,则很难再恢复^[17]。保持阶段的牙槽骨骨量变化有待进一步追踪研究,以加深对牙槽骨修复能力的认识。

综上所述,成人上颌前突患者拔除上颌第一双尖牙微种植体强支抗内收前牙后,上颌切牙唇腭侧牙槽骨高度均降低,腭侧牙槽骨高度降低较唇侧多;上颌切牙唇侧牙槽骨均增厚,上颌切牙腭侧牙槽骨厚度和总牙槽骨厚度治疗后均减少。本研究结果显示,上颌前突患者切牙强支抗内收后,牙齿压力侧牙槽骨吸收,而张力侧牙槽骨增生新骨沉积,但是牙槽骨的吸收较牙槽骨的增生多,牙槽骨量减少,推测强支抗内收前牙,牙槽骨改建以骨吸收为主,骨新生量有限。上颌前突患者在正畸治疗前应该对牙槽骨状况进行仔细评估,对牙齿的内收程度进行合理设计,以避免牙槽骨高度和厚度的显著降低,影响牙周组织健康。对于严重的上颌前突患者,选择正畸正颌联合治疗更加安全。轻中度上颌前突患者如术前CBCT检查发

现腭侧牙槽骨较薄,进行拔牙内收掩饰性正畸治疗过程中,可以考虑辅助行骨皮质切开植骨术,使牙移动更加安全^[18],且在一定程度上降低牙根及牙槽骨吸收的风险^[19]。

参考文献

- [1] Alharbi F, Almuzian M, Bearn D. Anchorage effectiveness of orthodontic miniscrews compared to headgear and transpalatal arches: a systematic review and meta-analysis[J]. *Acta Odontol Scand*, 2019, 77(2): 88-98.
- [2] Signorelli L, Patcas R, Peltomaki T, et al. Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics[J]. *J Orofac Orthop*, 2016, 77(1): 9-15.
- [3] Kumar M, Shanavas M, Sidappa A, et al. Cone beam computed tomography-know its secrets[J]. *J Int Oral Health*, 2015, 7(2): 64-68.
- [4] Green PT, Mol A, Moretti AJ, et al. Comparing the diagnostic efficacy of intraoral radiography and cone beam computed tomography volume registration in the detection of mandibular alveolar bone defects[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2019, 128(2): 176-185.
- [5] Sun L, Zhang L, Shen G, et al. Accuracy of cone-beam computed tomography in detecting alveolar bone dehiscences and fenestrations[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2015, 147(3): 313-323.
- [6] Bayome M, Park JH, Kim YJ, et al. 3D analysis and clinical applications of CBCT images[J]. *Semin Orthod*, 2015, 21(4): 254-262.
- [7] Li Y, Deng S, Mei L, et al. Accuracy of alveolar bone height and thickness measurements in cone beam computed tomography: a systematic review and meta-analysis[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2019. doi: 10.1016/j.oooo.2019.05.010.
- [8] Morais JF, Melsen B, de Freitas KMS, et al. Evaluation of maxillary buccal alveolar bone before and after orthodontic alignment without extractions: a cone beam computed tomographic study [J]. *Angle Orthod*. 2018, 8(6): 748-756.
- [9] Hwang M, Ahn HW, Kwon SY, et al. Control of anterior segment using an antero-posterior lingual sliding retraction system: a preliminary cone-beam CT study[J]. *Prog Orthod*, 2018, 19(1): 2-9.
- [10] Ahn HW, Moon SC, Baek SH. Morphometric evaluation of changes in the alveolar bone and roots of the maxillary anterior teeth before and after en masse retraction using cone-beam computed tomography[J]. *Angle Orthod*, 2013, 83(2): 212-221.
- [11] Cook T, Currier F, Kadioglu O, et al. Comparison of the anterior alveolar bony changes of moderately crowded cases treated either with extraction or non-extraction orthodontic treatment[J]. *Semin Orthod*, 2015, 21(4): 283-290.
- [12] Filipova D, Dostalova T, Filipi V, et al. Proclination-induced changes in the labial cortical bone thickness of lower incisors[J]. *Bratisl Lek Listy*. 2019, 120(2): 155-160.
- [13] Thongudomporn U, Charoemratrote C, Jearapongpakorn S. Changes of anterior maxillary alveolar bone thickness following incisor proclination and extrusion[J]. *Angle Orthod*, 2015, 85(4): 549-554.
- [14] 邓建清, 卢新华, 彭彩霞, 等. 安氏Ⅱ类1分类错正畸治疗前后前牙区牙槽骨高度改变的CBCT研究[J]. *中华口腔正畸学杂志*, 2018, 25(3): 135-139.
- [15] Miyama W, Uchida Y, Motoyoshi M, et al. Cone-beam computed tomographic evaluation of changes in maxillary alveolar bone after orthodontic treatment[J]. *J Oral Sci*, 2018, 60(1): 147-153.
- [16] Ghijssels E, Coucke W, Verdonck A, et al. Long-term changes in microbiology and clinical periodontal variables after completion of fixed orthodontic appliances[J]. *Orthod Craniofac Res*, 2014, 17(1): 49-59.
- [17] Domingo-Clérigues M, Montiel-Company JM, Almerich-Silla JM, et al. Changes in the alveolar bone thickness of maxillary incisors after orthodontic treatment involving extractions - a systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Exp Dent*. 2019, 11(1):76-84.
- [18] Sun LY, Yuan LJ, Wang B, et al. Changes of alveolar bone dehiscence and fenestration after augmented corticotomy-assisted orthodontic treatment: a CBCT evaluation[J]. *Prog Orthod*, 2019, 20(1): 7-15.
- [19] 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.

(编辑 罗燕鸿, 刘楚峰)



官网



公众号