

切牙管影响上中切牙三维移动的研究进展

陈韞欣¹ 李舒舒² 黄梓澄¹ 孔卫东²

1. 暨南大学口腔医学院 广州 510630;

2. 暨南大学附属第一医院口腔正畸科 广州 510630

[摘要] 上中切牙的位置在面部美学中有十分重要的意义。在正畸治疗过程中,为获得理想的矫正效果,上中切牙会根据实际情况进行三维方向上的移动。以往观点认为上中切牙移动的范围只受到上颌骨唇、腭侧骨皮质的限制,但随着锥形束计算机体层成像(CBCT)的应用,发现在上颌骨内存在着解剖形态不规则的切牙管,其外侧面由致密的皮质骨围绕而成,若上中切牙与之发生碰撞不仅会导致接触部位的牙根吸收,还可导致骨开窗、骨开裂,引发牙周问题,甚至还可能压迫鼻腭管神经等。因此,上中切牙三维移动的边界与切牙管的形态及位置关系密切,应引起重视,以避免临床工作中对上中切牙的牙根造成不必要伤害。

本文就切牙管对上中切牙三维移动的影响做一综述。

[关键词] 切牙管; 上中切牙; 移动限制; 牙根吸收

[中图分类号] R783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2024029



开放科学(资源服务)
标识码(OSID)

Progress in research into the influence of the incisive canal on the three-dimensional movement of maxillary central incisors

Chen Yunxin¹, Li Shushu², Huang Zicheng¹, Kong Weidong²

1. School of Stomatology, Jinan University, Guangzhou 510630, China; 2. Dept. of Orthodontics, the First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou 510630, China

Supported by: Clinical Frontier Technology Program of the First Affiliated Hospital of Jinan University (JNU1AF-CFTP-2022-A01229)

Correspondence: Kong Weidong, Email: tkongwd@jnu.edu.cn

[Abstract] The position of the maxillary central incisor is essential in facial aesthetics. In orthodontic treatment, the maxillary central incisor moves in three-dimensional directions according to actual situations although the range of its movement is usually assumed to be restricted by the labial and palatal cortices. An incisive canal with an irregular anatomical shape in the maxilla can be detected through cone beam computed tomograph (CBCT), and the wall of this canal is surrounded by dense cortical bones. If the maxillary central incisor invades it, the root will be absorbed. Therefore, the range of movement is closely related to the shape and position of the incisive canal and should be considered for the prevention of unnecessary injury to the tooth root. This article reviews the effect of the incisive canal on the three-dimensional movement of the maxillary central incisor.

[Key words] incisive canal; maxillary central incisor; movement restriction; root absorption

美观是正畸治疗的重要目标之一,也是临床

工作中需要重点考量的因素^[1]。由于上中切牙的位置无论是对正面动静态美学亦或是侧貌外形轮廓都有十分重要的意义,因此正畸治疗过程中往往需要对上中切牙的位置进行三维方向的调整。牙齿的移动受邻近骨解剖结构的限制^[2],以往的观点认为上中切牙移动的边界为上颌骨前部的唇、腭侧骨板,但是随着锥形束计算机体层成像(cone

[收稿日期] 2023-07-25; **[修回日期]** 2023-12-20

[基金项目] 暨南大学附属第一医院临床前沿新技术项目(JNU1AF-CFTP-2022-A01229)

[作者简介] 陈韞欣, 医师, 硕士, Email: cyxlawuu@163.com

[通信作者] 孔卫东, 主任医师, 博士, Email: tkongwd@jnu.edu.cn

beam computed tomograph, CBCT) 的应用,发现上颌骨内存在着解剖形态不规则的切牙管,其外壁由致密的骨皮质围绕而成。当上中切牙与切牙管发生接触时,除了会导致接触区的牙根吸收,还会导致局部骨开窗、骨开裂,引发牙周问题,甚至还可能压迫鼻腭神经,引起一系列神经症状。由于切牙管与上中切牙密切的解剖关系在一定程度上可限制上中切牙三维方向的移动,本文就此作一综述。

1 切牙管的解剖特点

切牙管,又称鼻腭管,是上颌骨内的一个骨性管道,位于上中切牙牙根的后上方。切牙管连接口腔和鼻腔,口腔侧开口为切牙孔,一般位于腭中缝前端,距离双侧中切牙牙间乳头后方4~5 mm,上方覆盖切牙乳头。鼻腔侧开口为鼻腭孔或Stenson孔,变异度较大,数量可达4~6个。切牙管内含有鼻腭神经和腭降动脉的终末分支,以及纤维组织、脂肪、小唾液腺等^[3-4]。

切牙管的解剖形态多样,根据CBCT影像学检查,从冠状面可以分为单管型、双管型、Y管型和多管型^[5]。从矢状面可以分为沙漏形、漏斗形、香蕉形和圆柱形^[6-7],Etoz等^[8]在此基础上又补充了树枝形和锥形。从水平面可以分为骨突型、无骨突型和骨分隔型^[9]。

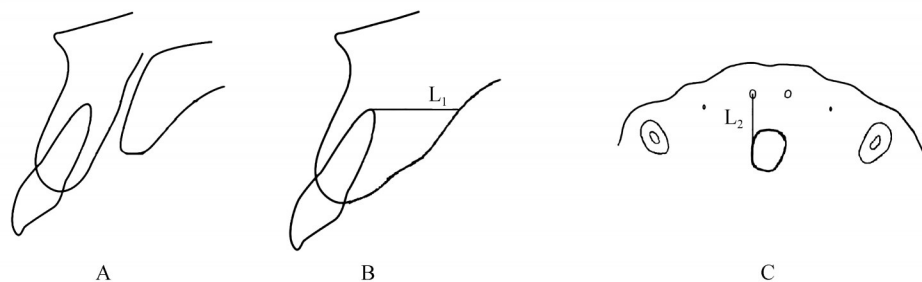
切牙管的管径变异较多,一般情况下切牙管的直径不超过6 mm,若直径超过10 mm则需考虑是否存在病理性改变,如囊肿或肿瘤^[10]。Mraiwa等^[11]研究测得切牙管的平均直径为4.6 mm,王杨

等^[9]在研究过程中发现切牙管的直径最大可达11.05 mm。

2 切牙管与上中切牙相邻,可造成上中切牙三维方向上移动的限制

2.1 切牙管可能限制上中切牙的矢状向移动

2.1.1 在矢状向内收时,上中切牙可能会先与切牙管发生接触 上中切牙的矢状向位置会影响侧貌轮廓,上颌前突的患者往往需要内收上前牙来改善其侧貌^[12]。以往的观点认为上颌骨前部的腭侧骨板是上中切牙内收的后界^[13],但从实际的矢状关系上看,切牙管位于上中切牙的牙根与上颌骨的腭侧骨板之间(图1A),所以上中切牙在矢状向内收时,其牙根可能会先与切牙管接触,之后再与腭侧皮质骨接触。Cho等^[14]发现超过60%的样本切牙管直径大于双侧上中切牙根间最小距离,基于此他们提出当上中切牙在进行内收时,牙根有先触碰到切牙管壁的风险。徐海洋等^[15]通过测量发现骨性Ⅱ类患者上中切牙的根尖到上颌骨腭侧骨板的牙槽骨厚度为(10.34±3.61) mm(图1B)。在该学者^[16]另一项研究中,通过测量不同垂直骨面型骨性Ⅱ类患者上中切牙根尖至切牙管外侧壁的距离,发现低角组为(4.84±2.17) mm、均角组为(6.44±2.24) mm、高角组为(4.05±1.66) mm(图1C)。结合上述的结果,骨性Ⅱ类上中切牙根尖到切牙管的距离通常小于其到上颌骨前部腭侧骨板的距离。也即,在上中切牙进行矢状向内收时,切牙管可能先于上颌骨腭侧骨板与上中切牙发生接触。



A: 矢状面上,上中切牙牙根、切牙管与上颌骨腭侧骨板三者间的位置关系; B: 矢状面上, L_1 表示上中切牙的根尖到上颌骨前部腭侧骨板的牙槽骨厚度; C: 水平切面上, L_2 表示上中切牙根尖至切牙管外侧壁的距离。

图 1 上中切牙与切牙管和上颌骨腭侧骨板的位置关系及测量项目

Fig 1 Positional relationship and measurement parameters of the maxillary central incisor with respect to the incisive canal and the maxillary palatal bone plate

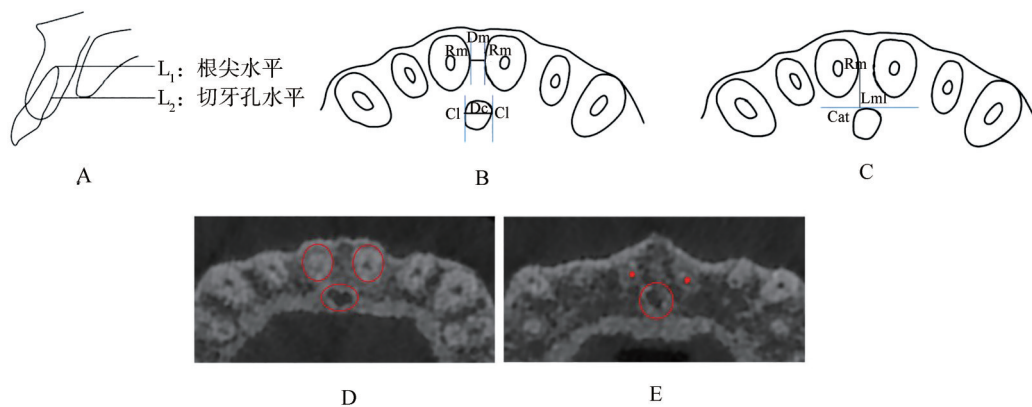
切牙管外侧壁为一层较厚的骨皮质,当牙根与骨皮质接触时,接触区局部组织的营养供给受

到阻碍,胶原纤维发生透明样变,进而被吞噬细胞清除,临床上表现为接触区的牙根发生明显吸

收^[17]。Chung等^[18]报道了2例利用种植支抗钉大量内收上前牙（内收量>8 mm）以改善患者侧貌的病例，发现2例患者的上中切牙牙根都因与切牙管发生碰撞而出现严重的牙根吸收。Pan等^[19]观察到当上中切牙与切牙管接触时，上中切牙牙根的表面连续性中断，牙根长度变短，影像学检查显示为牙根吸收。虽然在过往的研究中，Proffit等^[20]根据牙齿差异性移动理论提出上中切牙的最大内收量为7 mm，但随着对切牙管与上中切牙解剖关系研究的深入，部分上中切牙的矢状向内收可能会因切牙管的存在而受到明显限制。Chung等^[21]发现当上前牙的内收量超过4 mm时，有53%的病例因侵犯切牙管而发生牙根吸收。Khurana等^[22]也提出当上中切牙内收量大于4 mm时，上中切牙牙根与切牙管外壁发生接触的风险明显增加。综上，上中切牙矢状向内收可能会侵犯到切牙管，进而导致牙根吸收，切牙管限制了上中切牙矢状向的内收范围。

2.1.2 切牙管对不同患者上中切牙矢状向内收的限制 对于不同类型错殆畸形的患者，由于各类型间切牙管与上中切牙的位置关系略有差异，且矫治目标不完全一致，牙齿的移动量因人而异，因此切牙管对上中切牙矢状向移动范围的限制程度有所不同。对于双颌前突的骨性 I 类患者及单颌前突的骨性 II 类患者，为了最大限度地改善侧

貌并协调上下颌关系，上前牙的内收量往往较大，因此更需要关注上中切牙与切牙管的位置关系。Cho等^[14]分别在切牙孔水平和根尖水平上对骨性 I 类成年患者上中切牙到切牙管的矢状向距离进行测量，测得在切牙孔水平上两者的距离为 (5.20 ± 1.16) mm，在根尖水平上两者的距离为 (4.90 ± 1.30) mm。倪洁丽等^[23]也在相同测量水平上对骨性 II 类患者上中切牙到切牙管的矢状向距离进行测量（图2），测量结果为在切牙孔水平上两者的距离为 (3.27 ± 1.02) mm，在根尖水平上两者的距离为 (3.07 ± 1.35) mm。上述研究说明骨性 II 类上中切牙到切牙管的矢状向距离并不一定比骨性 I 类患者大，但在正畸治疗过程中，由于骨性 II 类患者上下颌的不匹配度较骨性 I 类更严重，上中切牙代偿性内收的需求量往往更大，因此骨性 II 类可能更容易受到切牙管的影响。在骨性 II 类患者中，通过比较不同唇倾度的上中切牙与切牙管位置关系，郑怡等^[24]发现唇倾组的切牙管直径最宽，而舌倾组则最窄，并且唇倾组上中切牙的根间距离小于舌倾组。倪洁丽等^[23]的研究结果也表明在骨性 II 类患者中，唇倾的上中切牙牙根更接近切牙管，而舌倾的则更远离切牙管。这些发现提示在骨性 II 类患者中，唇倾的上中切牙在内收的过程中与切牙管发生碰撞的风险或许更高。



A: 正中矢状面上，L₁为根尖水平面，L₂为切牙孔水平面；B: Rm为上中切牙牙根近中的最内侧点，Dm为两Rm之间的距离Rm-Rm，即双侧上中切牙的根间距离；Cl为切牙管外侧壁的最外点，Dc为两Cl之间的距离Cl-Cl，即切牙管的直径；C: Cat表示通过切牙管最前点的切线，Lml上中切牙近中缘Rm到切牙管切线Cat的距离，即上中切牙到切牙管的矢状距离；D: 切牙孔水平面；E: 根尖水平面。

图 2 测量平面、测量标记点及测量项目

Fig 2 Schematic drawing of the plane, mark points and parameters of the measurements

此外，根据下颌平面角的大小还可以将患者分为高、均、低角三种垂直骨面型，针对不同的骨面型，上中切牙的内收量略有不同。高角患者

多采用拔牙矫治，使上前牙压低内收以获得殆平面逆转，达到改善侧貌的效果。而低角或均角患者则需结合临床实际情况决定是否进行拔牙矫治，

其内收量常少于高角患者。Al-Rokhami等^[25]通过比较上颌前突患者上中切牙牙根到切牙管在3个平面的平均距离发现:低角组距离最大,均角组次之,高角组距离最小,分别为(4.78±1.17) mm, (4.36±1.18) mm, (3.83±0.90) mm。同时,研究还发现65%的高角患者其切牙管直径大于双侧上中切牙牙根距离,而这一数据在低角患者中占57.6%,在均角患者中仅占55.65%,这些结果提示高角患者的上中切牙矢状向内收时其牙根比低角或者均角患者可能更容易与切牙管发生碰撞。但考虑到个体间存在一定差异,临床上仍需以个体的实际情况为准。

2.2 切牙管影响上中切牙水平向移动,甚至影响上颌中线的调整

中线在美学评价中有着非常重要的意义,上中切牙的水平向位置决定上牙列中线。Owens等^[26]在全球范围内进行多中心、跨种族的研究,发现仅有70%的个体其牙列中线与面中线协调一致,这也意味着约有30%的个体需要通过正畸或正颌治疗才能使其中线协调一致。在临床治疗中,医生多倾向以面中线作为上中切牙水平位置的参照标准。然而Imamura等^[27]报道了1例上颌中线偏斜的患者经过正畸治疗后,虽然中线得到了改善,但右上中切牙因与切牙管接触而发生严重的牙根吸收,这提示了在调整中线的过程中,上中切牙的水平向移动并非是无限制的。由于切牙管位于上中切牙的近中腭侧,上中切牙在调整中线的过程中若需要往近、远中方向移动,可能会受到切牙管外壁的阻挡。Nakada等^[28]也提出在正畸过程中,无论是内收前牙还是调整中线,上中切牙都有可能与切牙管相接触,进而导致上中切牙的牙根吸收。

在过去的研究中,有学者提出切牙乳头是最接近面中线的解剖标记点^[29],并且在进行上颌人工牙排列时,多以切牙乳头作为左右上中切牙接触中线的参照点^[30]。由于切牙乳头下方为切牙管在口腔侧的开口,所以普遍认为切牙管也位于上颌骨的中央。但是Bornstein等^[5]发现仅有20%患者的切牙管位于上颌骨的正中。颜冬等^[31]也发现有40.7%患者双侧上中切牙牙根根尖连线的中点与切牙管的中心并不重合。Jia等^[32]发现切牙管在鼻腭水平和切牙孔水平更偏向右上中切牙,与Imamura等^[27]的临床发现相一致。Pan等^[19]在大量内收上前牙的过程中也发现右上中切牙牙根的吸收量明显

多于左上中切牙。因此,可以认为切牙管并不总位于上颌骨的正中,且大多数偏向右上中切牙,所以在进行中线调整的时候应对右上中切牙与切牙管的位置关系予以关注。

切牙管唇侧牙槽骨的厚度也会影响上中切牙近中移动的最大范围,切牙管唇侧的牙槽骨越厚,可容纳上中切牙牙根的空间越多,则上中切牙可近中移动的范围越大。根据Mraiwa等^[11]研究,切牙管唇侧的牙槽骨厚度为2.9~13.6 mm,对于未发生明显骨吸收的上颌骨,切牙管唇侧的牙槽骨厚度一般为7.4 mm。但上前牙缺失或者上前牙的大量内收都可能导致切牙管唇侧牙槽骨吸收,使上中切牙近中移动范围减小。

虽然中线的协调一致是每位正畸医生追求的目标,但上中切牙的调整范围会受到患者切牙管及其唇侧牙槽骨厚度的限制,不了解上中切牙与切牙管的位置关系及局部牙槽骨厚度,盲目追求牙中线与面中线的一致可能会导致医源性牙根吸收。

2.3 切牙管影响上中切牙垂直向(龈向)的压低移动

前牙的垂直向位置会影响上下前牙彼此间的咬合深度,导致深覆殆、露龈笑等问题,因此临床上需要对上前牙进行龈向压低以打开前牙覆殆,改善露龈笑等问题。牙齿的压低可分为相对压低和绝对压低,对于上中切牙,相对压低是指牙冠的唇向倾斜,绝对压低是指牙齿整体的根向移动,两种压低方式都会导致上中切牙与切牙管外壁的距离减少,增加两者接触的风险。

在上中切牙相对压低的过程中,由于牙冠与牙根的运动方向相反,牙冠往唇向倾斜的同时牙根也会往腭向倾斜,导致上中切牙与切牙管和上颌骨腭侧骨板的距离明显减少。倪洁丽等^[23]发现唇倾的上中切牙牙根更接近切牙管及腭侧骨板,舌倾的上中切牙牙根则更接近唇侧骨板,Tian等^[33]的临床发现也与之一致。因此,上中切牙相对压低的范围有限,上中切牙唇向倾斜的范围受到根方切牙管外侧壁的限制。Fernández-Alonso等^[34]通过测量发现切牙管与上中切牙长轴的夹角约(7.9°±5.7°)。在绝对压低过程中,由于上中切牙与切牙管不一定完全平行,随着上中切牙的压低,上中切牙牙根与切牙管外侧壁在相同水平上的距离会逐渐减小,过度的压低可能会导致牙根与切牙管外侧壁接触进而引起牙根吸收。

有学者^[35]提出在压低过程中压入力主要集中在根尖部,因此牙根吸收多发生在根尖处。但从解剖学上看,上中切牙根在根尖水平处离切牙管外壁的距离较大,而在切牙孔水平处离切牙管外壁的距离较小。所以,临床上除了关注根尖部的吸收,还应警惕上中切牙根侧壁与切牙管的位置关系,避免根侧壁因触及切牙管而发生吸收。吴碧蓉等^[36]发现,在正畸治疗后所有上前牙牙根均具有一定程度的吸收,但中切牙的牙根吸收量大于侧切牙。Aras等^[37]也报道了类似的结果,在治疗4个月后,上前牙根长平均减少了(0.85~1.19) mm,其中值得注意的是中切牙牙根长度的减少量比侧切牙多(0.22~0.34) mm。但是,该研究未对上中切牙的牙根吸收量大于侧切牙的原因进行更深入的探讨,因此,切牙管是否是导致上中切牙根吸收量大于侧切牙根的直接原因,目前尚不明确。

除了注意上中切牙的唇倾度、上中切牙与切牙管的位置关系,还应警惕切牙管形态的变异。切牙管唇侧壁的形态对上颌中切牙的压低影响较大,尤其是非柱形膨隆形态的切牙管,此类切牙管往往更容易与上中切牙的牙根发生接触。

3 切牙管的改建

3.1 切牙管的增龄性改变

关于切牙管是否存在增龄性改变仍具有争议。Mraiwa等^[38]认为年龄和切牙管参数之间不存在变化关系, Thakur等^[38]认为各年龄组之间切牙管的直径和高度无明显差异。然而Soumya等^[39]发现切牙管长度和直径随着年龄的增加而增大,年轻人的切牙管直径和长度明显小于老年人。Costa等^[40]也提出切牙管体积随年龄增长而增大,特别是50岁后改变更加明显,但他们忽略了上前牙的缺失是否会影响测量结果。曾有学者^[38]提出,缺失的上颌中切牙会引起切牙管发生一定程度的适应性改建,如切牙管的管径增加。袁艺航等^[41]在排除失牙病例的干扰后,仍发现切牙管直径确实随年龄增长均呈递增趋势,说明即使没有失牙情况,切牙管直径也会随年龄增加而增大。

由于切牙管存在生理性变化,上中切牙与切牙管的位置关系也会随之发生改变。戴静桃等^[42]研究发现随着年龄增加,上中切牙根1/2到切牙管的距离和根尖到切牙管的距离在逐渐增加,与

Chatriyanuyoke等^[43]的研究结果相吻合,他们认为年轻人的切牙管与中切牙距离更近。由于接受正畸治疗的群体主要为年轻人,考虑到这类群体中上中切牙与切牙管的距离较近,因此在牙齿移动的过程中更要警惕上中切牙接触切牙管的风险。

3.2 切牙管的适应性改建

目前切牙管适应性改建的相关报道较少。Artzi等^[44]报道在粗大的切牙管病例中植入种植体,9个月后观察到种植体周围有成骨现象,切牙孔直径也相应减小,说明在外界刺激下,切牙管可能会发生一定程度的变化。Chung等^[21]在使用种植支抗钉最大量内收上中切牙时,发现有24%的患者切牙管整体往远中或者后上方发生改建以适应上中切牙的移动。Yu等^[45]发现11.4%的患者在正畸治疗后切牙管的形态由斜直形变为斜弯形,且切牙管外侧骨板的厚度明显减少。在某种程度上,切牙管的适应性改建可认为是生物体趋利避害的结果。

4 总结

由于切牙管的形态多样性和解剖位置特殊性,上中切牙在三维方向上移动时,一定程度上会受到切牙管的影响或限制。了解切牙管与上中切牙的位置关系对正畸治疗方案的制订以及治疗过程中牙齿移动的调整有明确的指导意义,CBCT有助于医者掌握上述两者间的位置关系,为患者制定合理的治疗方案,避免矫治过程中上中切牙发生医源性牙根吸收等并发症,从而实现健康矫治的目标。但目前切牙管发生改建的机制尚不明确,已有的研究中发生改建的样本量较少,且改建能力还受到众多因素的影响,因此仍待进一步的研究。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

5 参考文献

- [1] 林久祥,陈莉莉,韩冰,等.健康正畸为本美学正畸为鉴——健康矫治理念的构建与传动矫治技术研发应用[J].北京大学学报(医学版),2022,54(5):837-841.
Lin JX, Chen LL, Han B, et al. Healthy orthodontics is the reference of aesthetic orthodontics—construction of healthy orthodontics concept and develop-

- ment and application of transmission orthodontics [J]. *J Peking Uni (Health Sci)*, 2022, 54(5): 837-841.
- [2] Feller L, Khammissa RA, Thomadakis G, et al. Apical external root resorption and repair in orthodontic tooth movement: biological events[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 4864195.
- [3] Kim JH, Oka K, Jin ZW, et al. Fetal development of the incisive canal, especially of the delayed closure due to the nasopalatine duct: a study using serial sections of human fetuses[J]. *Anat Rec (Hoboken)*, 2017, 300(6): 1093-1103.
- [4] Lake, Iwanaga J, Kikuta S, et al. The incisive canal: a comprehensive review[J]. *Cureus*, 2018, 10(7): e3069.
- [5] Bornstein MM, Balsiger R, Sendi P, et al. Morphology of the nasopalatine canal and dental implant surgery: a radiographic analysis of 100 consecutive patients using limited cone-beam computed tomography[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2011, 22(3): 295-301.
- [6] Milanovic P, Selakovic D, Vasiljevic M, et al. Morphological characteristics of the nasopalatine canal and the relationship with the anterior maxillary bone—a cone beam computed tomography study[J]. *Diagnostics*, 2021, 11(5): 915.
- [7] Mardinger O, Namani-Sadan N, Chaushu G, et al. Morphologic changes of the nasopalatine canal related to dental implantation: a radiologic study in different degrees of absorbed maxillae[J]. *J Periodontol*, 2008, 79(9): 1659-1662.
- [8] Etoz M, Sisman Y. Evaluation of the nasopalatine canal and variations with cone-beam computed tomography[J]. *Surg Radiol Anat*, 2014, 36(8): 805-812.
- [9] 王扬, 姜曦, 袁艺航, 等. 鼻腭管解剖形态多样性的锥形束CT研究[J]. *临床口腔医学杂志*, 2015, 31(12): 710-714.
- Wang Y, Jiang M, Yuan YH, et al. Analysis of anatomical variations of nasopalatine canal using cone beam computed tomography[J]. *J Clin Stomatol*, 2015, 31(12): 710-714.
- [10] 吴连俊, 姚李韬, 张彩霞, 等. 切牙管形态学特征的CBCT测量分析[J]. *口腔医学研究*, 2020, 36(7): 693-697.
- Wu LJ, Yao LT, Zhang CX, et al. Morphological characteristics of incisive canal by cone beam computed tomography[J]. *J Oral Sci Res*, 2020, 36(7): 693-697.
- [11] Mraiwa N, Jacobs R, van Cleynenbreugel J, et al. The nasopalatine canal revisited using 2D and 3D CT imaging[J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2004, 33(6): 396-402.
- [12] Xu YH, Xie JY. Comparison of the effects of mini-implant and traditional anchorage on patients with maxillary dentoalveolar protrusion[J]. *Angle Orthod*, 2017, 87(2): 320-327.
- [13] Horiuchi A, Hotokezaka H, Kobayashi K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1998, 114(3): 311-318.
- [14] Cho EA, Kim SJ, Choi YJ, et al. Morphologic evaluation of the incisive canal and its proximity to the maxillary central incisors using computed tomography images[J]. *Angle Orthod*, 2016, 86(4): 571-576.
- [15] 徐海洋, 张卫兵. 骨性Ⅱ类成年患者上中切牙根尖区牙槽骨量的CBCT研究[J]. *口腔医学*, 2019, 39(6): 510-513, 529.
- Xu HY, Zhang WB. A CBCT study of the alveolar bone in the maxillary central incisor root apex of the skeletal Class II adults[J]. *Stomatology*, 2019, 39(6): 510-513, 529.
- [16] 徐海洋, 张卫兵. 骨性Ⅱ类成年患者上颌中切牙根与切牙管三维位置关系的研究[J]. *中华口腔正畸学杂志*, 2019, 26(4): 203-208.
- Xu HY, Zhang WB. A study of three-dimensional relationship between the maxillary central incisor roots and the incisive canal in skeletal Class II malocclusion in adults[J]. *Chin J Orthod*, 2019, 26(4): 203-208.
- [17] Chan E, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 7. Extent of root resorption under areas of compression and tension[J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2006, 129(4): 504-510.
- [18] Chung CJ, Choi YJ, Kim KH. Approximation and contact of the maxillary central incisor roots with the incisive canal after maximum retraction with temporary anchorage devices: report of 2 patients [J]. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 2015, 148(3):

- 493-502.
- [19] Pan Y, Chen S. Contact of the incisive canal and upper central incisors causing root resorption after retraction with orthodontic mini-implants: a CBCT study[J]. *Angle Orthod*, 2019, 89(2): 200-205.
- [20] Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. 当代口腔正畸学[M]. 王林, 译. 北京: 人民军医出版社, 2014: 670-671.
Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics[M]. Wang Lin, Trans. Beijing: People's Military Medical Press, 2014: 670-671.
- [21] Chung CJ, Nguyen T, Lee JH, et al. Incisive canal remodelling following maximum anterior retraction reduces apical root resorption[J]. *Orthod Craniofac Res*, 2021, 24(Suppl 1): 59-65.
- [22] Khurana S, Parasher P, Mukherjee P, et al. Cone beam computed tomographic-based retrospective study on Newark population for the assessment of distance between incisive canal and maxillary central incisors: clinical implications[J]. *Indian J Dent Res*, 2020, 31(2): 175-179.
- [23] 倪洁丽, 秦金炜, 张阳. 成年骨性Ⅱ类错殆患者上颌中切牙牙根与切牙管的位置关系研究[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2021, 41(1): 103-108.
Ni JL, Qin JW, Zhang Y. Study on the relationship between the roots of maxillary central incisors and the incisive canal in skeletal Ⅱ adults[J]. *J Nanjing Med Uni (Nat Sci)*, 2021, 41(1): 103-108.
- [24] 郑怡, 谢敏, 韦理英. 骨性Ⅱ类均角成年患者上颌中切牙与切牙管位置关系的锥形束计算机断层扫描研究[J]. *广西医科大学学报*, 2021, 38(8): 1541-1545.
Zheng Y, Xie M, Wei LY. A cone-beam CT study on position relationship between upper central incisors and incisive canal of adults with skeletal class Ⅱ average-angle pattern malocclusion[J]. *J Guangxi Med Uni*, 2021, 38(8): 1541-1545.
- [25] Al-Rokhami RK, Sakran KA, Alhammadi MS, et al. Proximity of upper central incisors to incisive canal among subjects with maxillary dentoalveolar protrusion in various facial growth patterns[J]. *Angle Orthod*, 2022, 92(4): 529-536.
- [26] Owens EG, Goodacre CJ, Loh PL, et al. A multi-center interracial study of facial appearance. Part 1: a comparison of extraoral parameters[J]. *Int J Prosthodont*, 2002, 15(3): 273-282.
- [27] Imamura T, Uesugi S, Ono T. Unilateral maxillary central incisor root resorption after orthodontic treatment for Angle Class Ⅱ, division 1 malocclusion with significant maxillary midline deviation: a possible correlation with root proximity to the incisive canal[J]. *Korean J Orthod*, 2020, 50(3): 216-226.
- [28] Nakada T, Motoyoshi M, Horinuki E, et al. Cone-beam computed tomography evaluation of the association of cortical plate proximity and apical root resorption after orthodontic treatment[J]. *J Oral Sci*, 2016, 58(2): 231-236.
- [29] Bidra AS, Uribe F, Taylor TD, et al. The relationship of facial anatomic landmarks with midlines of the face and mouth[J]. *J Prosthet Dent*, 2009, 102(2): 94-103.
- [30] 钱煦, 李小兵. 正畸治疗中上前牙的美学因素[J]. *国际口腔医学杂志*, 2008, 35(S1): 328-330.
Qian X, Li XB. Anterior dental esthetics in orthodontic treatment[J]. *Int J Stomatol*, 2008, 35(S1): 328-330.
- [31] 颜冬, 施雨佳, 葛悦, 等. 切牙管与上颌中切牙位置关系的定量研究[J]. *口腔医学*, 2021, 41(7): 627-630, 639.
Yan D, Shi YJ, Ge Y, et al. Quantitative study of the relationship between the incisive canal and maxillary central incisors[J]. *Stomatology*, 2021, 41(7): 627-630, 639.
- [32] Jia X, Hu W, Meng H. Relationship of central incisor implant placement to the ridge configuration anterior to the nasopalatine canal in dentate and partially edentulous individuals: a comparative study [J]. *Peerj*, 2015, 3: e1315.
- [33] Tian YL, Liu F, Sun HJ, et al. Alveolar bone thickness around maxillary central incisors of different inclination assessed with cone-beam computed tomography[J]. *Korean J Orthod*, 2015, 45(5): 245-252.
- [34] Fernández-Alonso A, Suárez-Quintanilla JA, Muñelo-Lorenzo J, et al. Three-dimensional study of nasopalatine canal morphology: a descriptive retrospective analysis using cone-beam computed tomography[J]. *Surg Radiol Anat*, 2014, 36(9): 895-905.

- [35] Li W, Chen F, Zhang F, et al. Volumetric measurement of root resorption following molar mini-screw implant intrusion using cone beam computed tomography[J]. PLoS One, 2013, 8(4): e60962.
- [36] 吴碧蓉, 骆英, 王晖. 种植支抗治疗露龈笑过程中切牙牙根吸收的CBCT检测[J]. 口腔医学, 2014, 34(7): 517-519.
- Wu BR, Luo Y, Wang H. Measurement of incisor root resorption by CBCT in treatment of gummy smile using implant anchorage[J]. Stomatology, 2014, 34(7): 517-519.
- [37] Aras I, Tuncer AV. Comparison of anterior and posterior mini-implant-assisted maxillary incisor intrusion: root resorption and treatment efficiency[J]. Angle Orthod, 2016, 86(5): 746-752.
- [38] Thakur AR, Burde K, Guttal K, et al. Anatomy and morphology of the nasopalatine canal using cone-beam computed tomography[J]. Imaging Sci Dent, 2013, 43(4): 273-281.
- [39] Soumya P, Koppolu P, Pathakota KR, et al. Maxillary incisive canal characteristics: a radiographic study using cone beam computerized tomography [J]. Radiol Res Pract, 2019, 2019: 6151253.
- [40] Costa EDD, Nejaim Y, Martins LAC, et al. Morphological evaluation of the nasopalatine canal in patients with different facial profiles and ages[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2019, 77(4): 721-729.
- [41] 袁艺航, 张成晓雪, 王扬, 等. 成都正常人群中上颌前牙区鼻腭管相关解剖结构的锥形束CT研究[J]. 国际口腔医学杂志, 2017, 44(5): 566-572.
- Yuan YH, Zhang CXX, Wang Y, et al. Cone-beam computed tomography evaluation of nasopalatine canal anatomy at maxillary anterior region in Chengdu normal population[J]. Int J Stomatol, 2017, 44(5): 566-572.
- [42] 戴静桃, 李平, 李安, 等. 切牙管与上颌中切牙牙根位置关系的CBCT研究[J]. 中国美容医学, 2014, 23(22): 1904-1908.
- Dai JT, Li P, Li A, et al. Study on the positional relation of incisive canal and maxillary central incisor root by cone-beam computed tomography[J]. Chin J Aesthetic Med, 2014, 23(22): 1904-1908.
- [43] Chatriyanuyoke P, Lu CI, Suzuki Y, et al. Nasopalatine canal position relative to the maxillary central incisors: a cone beam computed tomography assessment[J]. J Oral Implantol, 2012, 38(6): 713-717.
- [44] Artzi Z, Nemcovsky CE, Bitlitum I, et al. Displacement of the incisive foramen in conjunction with implant placement in the anterior maxilla without jeopardizing vitality of nasopalatine nerve and vessels: a novel surgical approach[J]. Clin Oral Implants Res, 2000, 11(5): 505-510.
- [45] Yu JH, Nguyen T, Kim YI, et al. Morphologic changes of the incisive canal and its proximity to maxillary incisor roots after anterior tooth movement[J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2022, 161(3): 396-403.e1.

(本文编辑 王姝)