

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2022.01.007

· 临床研究 ·

上颌第一、第二磨牙间腭侧微种植支抗钉植入安全位置的CBCT研究

李星翰¹, 李军², 孟怡彤², 汤雨龙², 徐佳琳², 杨莹², 董寅娟², 张晓东²

1. 中国人民解放军北部战区总医院大连医科大学研究生培养基地, 辽宁 沈阳(110016); 2. 中国人民解放军北部战区总医院口腔内科, 辽宁 沈阳(110016)

【摘要】 目的 应用锥形束CT(cone beam CT, CBCT)测量在上颌第一、第二磨牙间腭侧以不同角度植入微种植支抗钉时上颌第一、第二磨牙腭根间近远中向宽度,以及微种植支抗钉植入路径的黏膜厚度和骨组织厚度,为临床选择微种植支抗钉植入位置提供参考。方法 选取90例成人患者,以其颌骨进行扫描重建的CBCT资料为研究对象,在上颌腭侧,第一磨牙和第二磨牙之间选取距上颌第一磨牙腭尖12、14、16、18 mm的软组织标志点作为测量位置,分别测量与牙长轴成30°、45°、60°、90°时上颌第一、第二磨牙腭根之间的近远中向宽度及微种植支抗钉植入路径的黏膜厚度和骨组织厚度。采用SPSS 26.0软件进行单因素方差分析及LSD法两两比较。结果 植入微种植支抗钉角度越大,上颌第一、第二磨牙腭根间的近远中向宽度越小,差异具有统计学意义($P < 0.05$),与90°方向相比,以60°方向植入时近远中向宽度更大,接触相邻牙根的概率更小;植入角度越大,黏膜厚度越小,结果具有显著性差异($P < 0.001$),与30°、45°方向相比,以60°方向植入时黏膜厚度更小,微种植支抗钉进入骨组织内的长度更大更稳定。植入微种植支抗钉位置越高,近远中向宽度越大,差异具有统计学意义($P < 0.05$),与12、14 mm位置相比,距上颌第一磨牙腭尖16 mm植入时近远中向宽度更大,接触相邻牙根的概率更小;植入位置越高,黏膜厚度越大,差异具有统计学意义($P < 0.001$),与18 mm位置相比,距上颌第一磨牙腭尖16 mm植入时黏膜厚度更小,微种植支抗钉进入骨组织内的长度更大,更稳定。结论 在上颌第一、第二磨牙间腭侧,距上颌第一磨牙腭尖16 mm以60°方向植入微种植支抗钉较为安全。

【关键词】 微种植支抗钉; 锥形束CT; 安全位置; 上颌腭侧; 上颌第一磨牙腭尖; 植入高度; 植入角度; 黏膜厚度; 骨组织厚度; 近远中向宽度

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2022)01-0039-06

【引用著录格式】 李星翰, 李军, 孟怡彤, 等. 上颌第一、第二磨牙间腭侧微种植支抗钉植入安全位置的CBCT研究[J]. 口腔疾病防治, 2022, 30(1): 39-44. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2022.01.007.

CBCT study on the safe location of palatal microscrew implant anchorage nail between maxillary first and second molars LI Xinghan¹, LI Jun², MENG Yitong², TANG Yulong², XU Jialin², YANG Ying², DONG Yinjuan², ZHANG Xiaodong².

1. Graduate Training Base of Dalian Medical University, General Hospital of PLA Northern Theater Command, Shenyang 110016, China; 2. Department of Stomatology, General Hospital of PLA Northern Theater Command, Shenyang 110016, China

Corresponding author: ZHANG Xiaodong, Email: zxd99233@163.com, Tel: 86-24-28851333

【Abstract】 Objective Conebeam CT (CBCT) was used to measure the palatine between the maxillary first and second molars. The proximal and distal palatal widths of the maxillary first and second molar and the palatal mucosal thickness and bone tissue thickness when microscrew implant anchorage nail were implanted at different angles provided a reference for the clinical selection of microscrew implant placement. **Methods** The image data of 90 adult patients



微信公众号

【收稿日期】 2021-04-09; **【修回日期】** 2021-06-20

【基金项目】 辽宁省自然科学基金项目(20180550635)

【作者简介】 李星翰, 硕士研究生, Email: lxh950601@163.com

【通信作者】 张晓东, 主任医师, 博士, Email: zxd99233@163.com, Tel: 86-24-28851333

were selected as the research object, and the jaw bone was reconstructed by scanning. In maxillary palatine, selection of distances at 12 mm, 14 mm, 16 mm, and 18 mm from the palatal apex of maxillary first molar between the maxillary first and second molar were used as measurement, measured the proximal and distal palatal widths of maxillary first and second molar and the palatal mucosal thickness and bone tissue thickness when microscrew implant anchorage nails were implanted at 30°, 45°, 60°, and 90°. SPSS 26.0 software was used for one-way ANOVA and LSD pair comparison. **Results** The larger the angle of the microscrew implant anchorage nail was, the smaller the proximal and distal medial widths between the maxillary first and second molar, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Compared with the 90° direction, the proximal and distal medial widths of the microscrew implant anchorage nail were larger in the 60° direction. The greater the angle of implantation, the smaller the mucosal thickness and the greater the bone tissue thickness, and the results showed a significant difference ($P < 0.001$). Compared with the direction of 30° and 45°, the mucosal thickness at the direction of 60° was smaller, and the bone tissue thickness was larger. The higher the position of the microscrew implant anchorage nail, the greater the width of the proximal and distal medial, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Compared with the positions 12 and 14 mm from the palatal tip, the proximal and distal medial widths of the microscrew implant anchorage nail were larger. The higher the implant position was, the greater the mucosal thickness and the smaller the bone tissue thickness. The results showed a significant difference ($P < 0.001$). Compared with the position of 18 mm from the palatal tip of the maxillary first molar, the mucosal thickness was smaller and the bone tissue thickness was larger. **Conclusion** It is most appropriate to implant microscrew implant anchorage nail at least 10 mm in length in the direction of 60° at the palatal apex 16 mm from the maxillary first molar in palatine between the first and second molar.

【Key words】 microscrew implant anchorage nail; cone beam CT; safe implantation; maxillary palatine side; palatal apex of the maxillary first molar; implantation height; implantation angle; mucosal thickness; bone tissue thickness; proximal and distal width

J Prev Treat Stomatol Dis, 2022, 30(1): 39-44.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from National Natural Science Foundation of Liaoning Province(No. 20180550635)

近年来,在上颌第一、第二磨牙间腭侧植入微种植支抗钉作为稳固支抗,用于压低伸长的上颌磨牙以及纠正颊倾的上颌磨牙取得了良好的矫治效果,受到越来越多临床医师的关注^[1]。微种植支抗钉具有尺寸的多样性、植入位置的灵活性等优点,并且其植入方便,因此其可作为常规正畸辅助手段^[2]。但在植入微种植支抗钉时常会损伤相邻牙齿的牙根、牙周膜,穿通上颌窦以及引起种植体周围炎,最终导致支抗钉发生脱落。微种植支抗钉植入的失败率是7%~40%^[3]。影响微种植支抗钉植入成功率的原因有很多^[4],其中最主要的影响因素是微种植支抗钉的植入位置^[5]。本研究应用锥形束CT(cone beam CT, CBCT)测量在上颌第一、第二磨牙间腭侧以不同角度植入微种植支抗钉时上颌第一、第二磨牙腭根间近远中向宽度,以及微种植支抗钉植入路径的黏膜厚度和骨组织厚度,为临床选择微种植支抗钉植入位置提供了参考。

1 资料和方法

1.1 研究对象

从中国人民解放军北部战区总医院口腔内科门诊选取90例进行CBCT扫描的成人患者为研究对象,纳入标准:①后牙区无严重的牙列拥挤,无滞留乳牙及多生牙;②后牙区无牙列缺失;③上颌第一磨牙直立,无过度颊倾或舌倾;④后牙区无牙周病、根尖周病,未进行过根尖手术;⑤后牙区牙根形态正常;⑥无全身骨代谢疾病;⑦CBCT影像清晰。本研究已取得患者知情同意,并获得北部战区总医院伦理相关委员会审批。

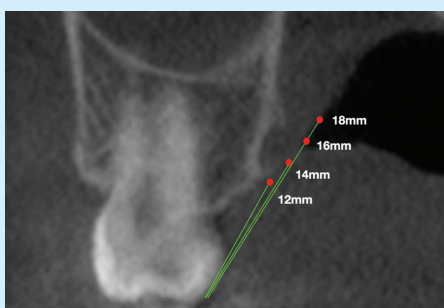
1.2 研究方法

CBCT扫描工作由经验丰富的放射技师完成,患者取端坐位,眶耳平面与地面平行,颞兜和头架固定头颅位置,在牙尖交错颌时采用Kavo 3D CBCT(KavoSybron,美国)设备对颌骨扫描,扫描区域从眶上缘至颈部。

1.3 测量内容

将CBCT扫描数据以DICOM 3.0(Digital Imaging and Co mmunication in Medicine)标准文件格式导入Invivo Dental5.0软件(Anatomage公司,美国)。以眶耳平面(FH平面)作为参考平面,在冠状面上调整图像。在上颌第一、第二磨牙间腭侧,以上颌第一磨牙腭尖作为参考点,选取距离上颌

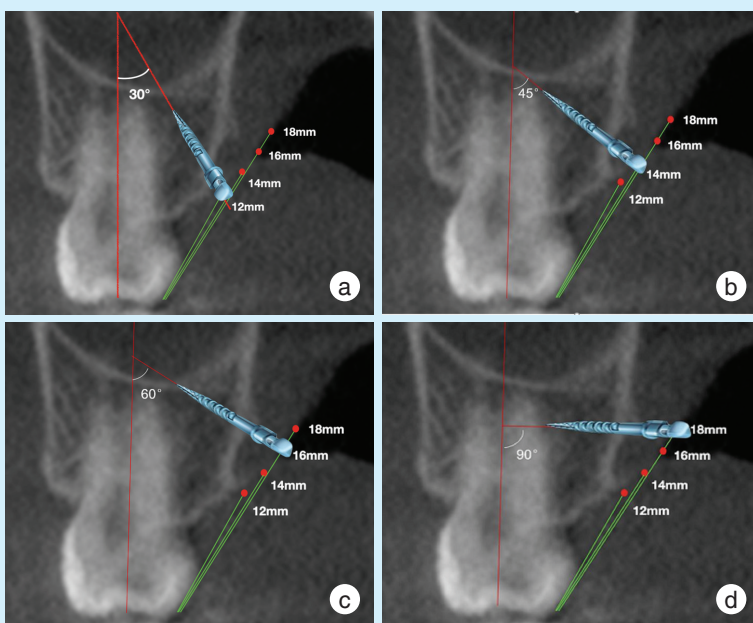
第一磨牙腭尖水平高度12、14、16、18 mm的软组织标记点作为测量位置(图1)。分别测量与牙体长轴成30°、45°、60°、90°植入时上颌第一、第二磨牙腭根之间的近远中向宽度及微种植支抗钉植入路径的黏膜厚度和骨组织厚度(图2)。1周后进行第二次测量,重复测量3次。



In maxillary palatine, selection of distances at 12 mm, 14 mm, 16 mm, and 18 mm from the palatal apex of the maxillary first molar between the maxillary first and second molar were used as measurements

Figure 1 Soft tissue marker

图1 软组织标记点



The micro screw implant anchorage nail was implanted between the maxillary palatal first and second molar at a direction of different angles with the tooth axis; a: 30°; b: 45°; c: 60°; d: 90°

Figure 2 Micro screw implant anchorage nail was implanted at different angles

图2 微种植支抗钉以不同植入角度植入

1.4 统计学分析

对3次测量得出的结果可使用组内相关系数(intra-class correlation, ICC)来进行一致性评估。采用SPSS 26.0软件对3次测量结果的平均值进行单因素方差分析及LSD法两两比较。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

使用SPSS 26.0软件对相同测量项目的各测量

值进行对比,经检验ICC值为0.981~0.996,大于0.75,表示前后3次测量结果一致性良好。

2.1 不同植入角度植入微种植支抗钉,腭根间近远中向宽度、黏膜厚度、骨组织厚度的比较

植入角度越大,近远中向宽度越小,差异具有统计学意义($P < 0.05$),以90°方向植入微种植支抗钉时近远中向宽度更小,接触到相邻牙根的概率更高,见表1。植入角度越小,黏膜厚度越大,差异具有显著性意义($P < 0.001$),以30°方向植入微种植支抗钉

时黏膜厚度更大,会导致微种植支抗钉在骨组织内的长度不足,见表2。与45°植入方向相比,以60°方向植入微种植支抗钉时黏膜厚度更小($P < 0.001$),微种植支抗钉进入骨组织的长度更大。

2.2 不同植入位置植入微种植支抗钉,腭根间近远中向宽度、黏膜厚度、骨组织厚度的比较

植入位置越低,近远中向宽度越小,差异具有统计学意义($P < 0.05$),12 mm位置腭根间近远中向宽度更小,此时植入微种植支抗钉容易损伤相邻牙根,见表1。植入位置越高,黏膜厚度越大,微种植支抗钉在骨组织内的厚度也会相应减小,差异具有统计学意义($P < 0.001$),18 mm位置黏膜厚

度更大,导致微种植支抗钉进入骨组织内的长度不足,见表2。与牙长轴成30°、45°、60°方向植入时,植入位置越高,骨组织厚度越小,差异具有统计学意义($P < 0.001$),18 mm位置骨组织厚度更小。与牙长轴成90°植入时,由于避开上颌窦底的影响,不同植入高度的骨组织厚度相差不大,差异不具有统计学意义($P > 0.05$),并且微种植支抗钉植入时首先会穿通腭侧黏膜然后进入骨组织,见表3。与14 mm位置相比,距上颌第一磨牙腭尖16 mm植入微种植支抗钉时,近远中向宽度更大($P < 0.05$),接触相邻牙根的概率更小。

表1 上颌第一、第二磨牙腭根间近远中向宽度

| Group | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | F | P |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|
| 30° | 4.41 ± 0.23 | 5.15 ± 0.32 | 5.54 ± 0.42 | 5.71 ± 0.34 | 2.823 | 0.041 |
| 45° | 4.13 ± 0.21 | 4.61 ± 0.18 | 5.13 ± 0.26 | 5.21 ± 0.18 | 3.276 | 0.027 |
| 60° | 4.01 ± 0.19 | 4.25 ± 0.23 | 4.75 ± 0.23 | 4.98 ± 0.17 | 2.961 | 0.039 |
| 90° | 3.51 ± 0.35 | 3.55 ± 0.43 | 3.79 ± 0.41 | 4.63 ± 0.62 | 2.764 | 0.045 |

表2 上颌第一、第二磨牙间腭侧微种植支抗钉植入路径的黏膜厚度

| Group | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | F | P |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|---------|
| 30° | 4.24 ± 0.21 | 5.15 ± 0.22 | 6.05 ± 0.19 | 6.13 ± 0.29 | 30.445 | < 0.001 |
| 45° | 3.38 ± 0.16 | 4.02 ± 0.14 | 4.72 ± 0.15 | 5.69 ± 0.30 | 27.436 | < 0.001 |
| 60° | 3.01 ± 0.13 | 3.55 ± 0.13 | 4.13 ± 0.10 | 5.14 ± 0.25 | 21.639 | < 0.001 |
| 90° | 2.72 ± 0.44 | 3.21 ± 0.39 | 3.71 ± 0.24 | 4.26 ± 0.37 | 36.097 | < 0.001 |

表3 上颌第一、第二磨牙间腭侧微种植支抗钉植入路径的骨组织厚度

| Group | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | F | P |
|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|---------|
| 30° | 8.34 ± 0.44 | 6.70 ± 0.45 | 5.28 ± 0.40 | 4.04 ± 0.72 | 20.721 | < 0.001 |
| 45° | 9.45 ± 0.49 | 7.73 ± 0.46 | 6.07 ± 0.43 | 4.27 ± 0.18 | 23.318 | < 0.001 |
| 60° | 16.06 ± 0.39 | 10.01 ± 0.63 | 7.71 ± 0.57 | 4.93 ± 0.17 | 42.011 | < 0.001 |
| 90° | 13.99 ± 0.35 | 15.34 ± 0.42 | 15.18 ± 0.52 | 13.51 ± 0.29 | 1.556 | 0.240 |

3 讨论

3.1 关于测量标志点

An等^[6]等利用CBCT测量分析了上颌牙槽嵴顶上2、5、8、11 mm水平切面的颊舌向和近远中向的牙槽骨的厚度。本研究与An等^[6]的研究方法相似,同样利用了CBCT测量了上颌第一磨牙腭根与上颌第二磨牙腭根之间的近远中向宽度及微种植支抗钉植入路径的黏膜厚度和骨组织厚度。以往关于微种植支抗钉植入的安全性研究多以距离牙槽嵴顶2~3 mm作为起始测量点^[7],选择每间隔

2~3 mm测量一次。这种方法虽然标志点比较容易确定,在影像中比较容易寻找到测量点,但研究得出的结论难以应用于临床。在临床实际操作中,医师无法直接观察到牙槽嵴顶,而在上颌第一、第二磨牙间腭侧植入微种植支抗钉时,上颌磨牙腭尖发生磨耗的情况很少见^[8],因此临床上一般选择以上颌第一磨牙腭尖作为参考点,利用牙周探针的刻度确定距离,在腭侧黏膜选择植入点植入微种植支抗钉。这种方法标志点明确,距离明确可靠,操作性强。本研究选择以上颌第一磨牙

腭尖作为参考点,在上颌第一、第二磨牙间腭侧,选取距上颌第一磨牙腭尖水平高度12 mm作为起始测量点,以2 mm为间隔,选取上颌腭侧距上颌第一磨牙腭尖水平高度12、14、16、18 mm作为测量点,测量上颌第一磨牙、第二磨牙腭根之间的近远中向宽度及微种植支抗钉植入路径的黏膜厚度和骨组织厚度。不选取上颌第二磨牙腭尖的原因是上颌腭侧植入微种植支抗钉在很多情况下治疗目的是纠正颊倾的上颌第二磨牙,而当上颌第二磨牙颊倾时,上颌第二磨牙的腭尖是呈颊倾并伸长状态,不利于设定为参考点。不选取腭侧龈缘的原因是,在CBCT影像中腭侧龈缘往往并不清晰,误差较大。

3.2 关于植入方向和位置

在腭侧植入微种植支抗钉时不能接触牙根,一般的植入位置是沿上颌第一、第二磨牙的邻接面的延长线向腭侧延伸,选择合适高度植入。由于第一、第二磨牙腭根间的距离因垂直高度的变化而不同,因此还应进一步确定微种植支抗钉植入的垂直高度以及方向。研究表明植入方向是影响微种植支抗钉植入稳定性的因素之一^[9], Park等^[3]指出在上颌植入微种植支抗钉时,微种植支抗钉相对于牙长轴为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$,可以将微种植支抗钉的尖端置于有更多空间的根尖部位,从而减少触碰到牙根的概率。Mai等^[10]研究了微种植支抗钉的植入成功率,结果表明与牙长轴成 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 植入时,穿入骨皮质的厚度增加,增加了微种植支抗钉植入的稳定性。腭侧与颊侧相比,腭侧的黏膜更致密、更厚,而且在不同的高度,腭侧黏膜的厚度也不一样,植入微种植支抗钉时需要先通过黏膜然后再进入骨内,过厚的黏膜必然会使微种植支抗钉骨内的部分减少,影响其稳定性。本研究表明,随着位置高度的增加,磨牙腭根间宽度增加。而且即使植入位置高度相同,如果植入角度不同,微种植支抗钉穿过腭部黏膜和腭侧骨板到达腭根平面时,腭根间的宽度也不一样。当微种植支抗钉与磨牙长轴成 30° 植入时,微种植支抗钉到达腭根平面时的位置更高,腭根间的宽度越大。与磨牙长轴成 90° 植入时,微种植支抗钉位于腭根平面的位置更低,腭根间的宽度更小。由于磨牙区腭侧不同于颊侧,仅有第一磨牙和第二磨牙的两个腭根,牙根间的宽度大,即使与磨牙长轴成 60° 植入时,腭根间的宽度也远比颊侧大,16 mm的高度与磨牙长轴成 60° 方向植入时,腭根间宽度

也达到了4.8 mm。并且上颌腭侧微种植支抗钉大部分应用是压低磨牙和拉颊倾的磨牙向腭侧,所以如果微螺钉种植体与磨牙长轴角度过小,那么加力方向的反作用力会对微种植支抗钉产生一个与植入方向相反的力,使微种植支抗钉更容易脱落。

当考虑腭侧微种植支抗钉植入的稳定性时,不仅仅要考虑腭侧骨组织厚度,还应考虑黏膜厚度^[11]。上颌腭侧黏膜不同于颊侧,越远离牙颈部接近腭中线黏膜厚度越大。Hendriks等^[12]指出,上腭的黏膜非常厚,可达到6 mm,从龈边缘到腭穹窿高度一直增加。本研究结果也证明了从龈边缘到腭穹窿中线,骨组织厚度逐渐减小,而黏膜厚度会逐渐增加。在腭侧黏膜的同一高度位置,以更小的角度植入时,微种植支抗钉需要穿过更多的黏膜,接触骨组织时的位置更高,其位置的骨组织厚度也更薄。如果在距上颌第一磨牙腭尖18 mm处,与磨牙长轴成 90° 植入时,在这个方向上微种植支抗钉不会有穿通骨质进入上颌窦的风险,无需考虑骨组织的厚度,而黏膜厚度4.2 mm。在同一高度植入,植入时的角度越接近与磨牙长轴平行,磨牙牙根间距离就越大,但黏膜越厚;在同一高度植入,植入时的角度越接近与磨牙长轴垂直,磨牙牙根间距离就越小,但黏膜越薄。在距上颌第一磨牙腭尖位置更远更接近中线的高度植入,植入的角度应该更与磨牙牙长轴垂直,但越接近中线植入时损伤腭大神经血管束的风险也越大。如果选择在距离上颌第一磨牙腭尖水平高度16 mm的位置,同时与磨牙长轴成 60° 角植入时,黏膜厚度4.1 mm,骨组织达到厚度7.7 mm。由于距离腭大神经血管沟的位置较远,腭侧黏膜致密较厚,植入时的创伤也很小,临床上损伤腭大神经血管束的风险更低。

3.3 关于微种植支抗钉的选择

研究表明,微种植支抗钉只有确保其在骨内长度不少于5 mm时,才能保持一定的稳定性^[13]。当微种植支抗钉在骨内的长度小于5 mm时,发生脱落的概率较高。如果腭侧植入路径中黏膜厚度太厚,同样长度的微种植支抗钉植入到骨内的长度必然减少,腭侧黏膜厚度较大,为保证微种植支抗钉进入骨内的深度,应该使用至少10 mm长度的微种植支抗钉。本研究表明,距上颌第一磨牙腭尖水平高度18 mm植入时黏膜厚度过大,即使应用10 mm长度的微种植支抗钉,微种植支抗钉在腭侧骨组织内的长度也会小于正常值,发生脱落的几率会增大。当距离上颌第一磨牙腭尖

水平高度 16 mm,与磨牙长轴成 90°方向植入时,黏膜厚度为 3.7 mm,骨组织厚度达到了 15.2 mm,但磨牙腭根间的宽度只有 3.7 mm,此时选择的微种植支抗钉的直径不应超过 1.7 mm。如果在距离第一磨牙腭尖水平高度 16 mm 的位置,同时与磨牙长轴成 60°角植入时,黏膜厚度 4.1 mm,骨组织达到厚度 7.7 mm,选择 10 mm 的微种植支抗钉进入骨内的长度会达到 5~6 mm,此时磨牙腭根间的宽度 4.8 mm,即使植入 2 mm 直径的微种植支抗钉,空间也充足。微种植支抗钉的大小也是影响其植入稳定性的重要因素之一,临床上常用的微种植支抗钉的直径为 1.2~2 mm,长度为 6~11 mm^[14]。以往的研究证明,当微种植支抗钉的长度在 8 mm 范围内,其长度增加,微种植支抗钉的稳定性增加;当微种植支抗钉的长度超过 8 mm 后,其稳定性与长度无明显关系;另外,直径对微种植支抗钉的稳定性更为显著,10 mm 长度的微种植支抗钉直径不应小于 1.6 mm^[15]。

综上所述,由于植入位置越高,上颌第一磨牙、第二磨牙腭根之间的近远中向宽度越大,综合考虑植入位置和植入角度的不同会带来植入路径中黏膜厚度和骨组织厚度的变化,在上颌第一、第二磨牙间腭侧距上颌第一磨牙腭尖水平高度 16 mm 位置,与磨牙长轴成 60°方向植入至少 10 mm 长度的微种植支抗钉较为安全。

【Author contributions】 Li XH collected, processed and analyzed the data and wrote the article. Li J, Meng YT, Tang YL, Xu JL, Yang Y and Dong YJ processed and analyzed the data. Zhang XD designed the study and reviewed the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

参考文献

- [1] Kakali L, Alharbi M, Pandis N, et al. Success of palatal implants or mini-screws placed median or paramedian for the reinforcement of anchorage during orthodontic treatment: a systematic review[J]. *Eur J Orthod*, 2019, 41(1): 9-20. doi: 10.1093/ejo/cjy015.
- [2] 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, 217(12): 27-32. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2019.12.004. Shen JX, Su JJ, Huang WX. A CBCT study of alveolar bone remodeling in adult maxillary anterior process with microimplant anchoring against adductive upper incisor [J]. *J Prev Treat Stomatol Dis*, 2019, 217(12): 27-32. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2019.12.004.
- [3] Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006, 130(1): 18-25. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.11.032.
- [4] Mohammed H, Wafaie K, Rizk MZ, et al. Role of anatomical sites and correlated risk factors on the survival of orthodontic miniscrew implants: a systematic review and meta-analysis[J]. *Prog Orthod*, 2018, 19(1): 36. doi: 10.1186/s40510-018-0225-1.
- [5] Matys J, Flieger R, Tenore G, et al. Er: YAG laser, piezosurgery, and surgical drill for bone decortication during orthodontic mini-implant insertion: primary stability analysis - an animal study[J]. *Lasers Med Sci*, 2018, 33(3): 489-495. doi: 10.1007/s10103-017-2381-9.
- [6] An JH, Kim YI, Kim SS, et al. Root proximity of miniscrews at a variety of maxillary and mandibular buccal sites: reliability of panoramic radiography[J]. *Angle Orthod*, 2019, 89(4): 611-616. doi: 10.2319/100318-713.1.
- [7] Liu H, Wu X, Yang L, Ding Y. Safe zones for miniscrews in maxillary dentition distalization assessed with cone-beam computed tomography[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 151(3): 500-506. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.07.021.
- [8] Divine KA, McClanahan SB, Fok A. Anatomic analysis of palatal roots of maxillary molars using micro-computed tomography[J]. *J Endod*, 2019, 45(6): 724-728. doi: 10.1016/j.joen.2019.03.007.
- [9] Murugesan A, Sivakumar A. Comparison of bone thickness in infrazygomatic crest area at various miniscrew insertion angles in Dravidian population - a cone beam computed tomography study[J]. *Int Orthod*, 2020, 18(1): 105-114. doi: 10.1016/j.ortho.2019.12.001.
- [10] Mai HN, Lee DH. Effects of supporting conditions and anchor micro-screw on the stabilization of the implant guide template during the drilling process: an *in vitro* study[J]. *J Prosthet Dent*, 2020, 124(6): 727.e1-727.e8. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.06.033.
- [11] Hormdee D, Yamsuk T, Sutthiprapaporn P. Palatal soft tissue thickness on maxillary posterior teeth and its relation to palatal vault angle measured by cone-beam computed tomography[J]. *Int J Dent*, 2020, 2020: 8844236. doi: 10.1155/2020/8844236.
- [12] Hendriks S, Bruant-Rodier C, Lupon E, et al. The palatal mucosal graft: the adequate posterior lamellar reconstruction in extensive full-thickness eyelid reconstruction[J]. *Ann Chir Plast Esthet*, 2020, 65(1): 61-69. doi: 10.1016/j.anplas.2019.01.007.
- [13] Nguyen MV, Codrington J, Fletcher L, et al. Influence of cortical bone thickness on miniscrew microcrack formation[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 152(3): 301-311. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.12.028.
- [14] Tatli U, Alraawi M, Toroğlu MS. Effects of size and insertion angle of orthodontic mini-implants on skeletal anchorage[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2019, 156(2): 220-228. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.08.026.
- [15] Lombardo L, Occhiuto G, Paoletto E, et al. Class II treatment by palatal miniscrew - system appliance: a case report[J]. *Angle Orthod*, 2020, 90(2): 305-313. doi: 10.2319/080218-559.1.

(编辑 周春华, 曾曙光)



官网