

## 临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.000628

## 成人腭部微种植体植入区域骨皮质密度的锥形束 CT 测量分析

刘恒朗, 范小平, 那 毕, 邹兰熠, 何金龙, 王云霁

(重庆医科大学附属口腔医院正畸科、口腔疾病与生物医学重庆市重点实验室、  
重庆市高校市级口腔生物医学工程重点实验室, 重庆 401147)

**【摘要】目的:**利用锥形束 CT (cone beam computed tomography, CBCT) 测量腭部骨皮质密度, 分析腭部骨皮质密度的分布规律。**方法:**选取 107 例 20~40 岁成人 (男 51 例、女 56 例) 的 CBCT 影像数据, 测量腭部 28 个点位的骨皮质密度, 以亨斯菲尔德单位 (Hounsfield units, HU) 表示, 重复测量方差分析比较不同部位间骨密度差异,  $t$  检验比较骨密度的性别差异。**结果:**腭部各测量点位中骨皮质密度最大值为  $(976.24 \pm 138.66)$  HU, 最小值为  $(460.45 \pm 183.33)$  HU。除 Y0X0、Y8X0、Y8X6、Y12X6、Y20X6、Y20X9、Y24X6 和 Y24X9 外, 其余 20 个测量点位的骨皮质密度值性别差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。腭部骨皮质密度有由前向后递减的趋势 ( $P = 0.000$ )。腭前部中缝旁 3 mm 区域的骨皮质密度高于腭前部中缝区 ( $P < 0.05$ )。**结论:**经 CBCT 获取了成人腭部骨皮质密度的分布规律, 为腭部微种植体植入部位的选择提供了参考。

**【关键词】**腭; 骨密度; 微种植体; 锥形束 CT**【中图分类号】**R783.5**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2014-12-02

## Evaluation on palatal cortical bone density for mini-implant placement in adults by cone beam computed tomography

Liu Henglang, Fan Xiaoping, Na Bi, Zou Lanyi, He Jinglong, Wang Yunji

(Department of Orthodontics, Stomatological Hospital of Chongqing Medical University; Chongqing Key Laboratory of Oral Diseases and Biomedical Sciences; Chongqing Municipal Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering of Higher Education)

**【Abstract】Objective:** To evaluate the cortical bone densities of the palatal area using cone beam computed tomography (CBCT). **Methods:** CBCT scans of 107 adults (51 men, 56 women, 20 to 40 years old) were selected and reconstructed. Palatal cortical bone density was measured in Hounsfield units (HU) at 28 sites. Repeated measures analysis of variance was used to test the intragroup differences of cortical bone density, and the relationship between gender were analyzed by  $t$ -test. **Results:** The maximum value of palatal cortical bone densities was  $(976.24 \pm 138.66)$  HU, and the minimum value was  $(460.45 \pm 183.33)$  HU. There were significant differences between the male and female groups in all sites ( $P < 0.05$ ), except Y0X0, Y8X0, Y8X6, Y12X6, Y20X6, Y20X9, Y24X6 and Y24X9. Palatal cortical bone densities showed a tendency to decrease posteriorly ( $P = 0.000$ ). The cortical bone densities at locations that 3 mm from the midpalatal suture to lateral side were greater than at midpalatal suture in the anterior palate ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The distribution of palatal cortical bone densities in adults are obtained by CBCT. These data might provide valuable information for selecting sites to place mini-implants in the palate.

**【Key words】**palate; bone density; mini-implant; cone beam computed tomography

微种植体作为一种不依赖患者配合、体积小、操作简便、植入部位选择灵活的绝对支抗, 在正畸治

疗中的应用日趋普遍。腭部因其具有骨厚度充足、远离邻牙牙根及术后感染率低等优势, 常被用作微种植体支抗的植入区域。微种植体是否具有足够的初期稳定性是决定其能否成功应用的关键因素之一<sup>[1]</sup>, 如何提高微种植体的初期稳定性一直以来都是临床医师关注的热点。微种植体的稳定性一般受植体设计、患者因素及操作因素的影响, 有研究<sup>[2]</sup>表明, 植入部位的骨皮质密度与微种植体初期稳定性

作者介绍: 刘恒朗, Email: 370139662@qq.com,

研究方向: 口腔正畸学。

通信作者: 王云霁, Email: 328957314@qq.com。

基金项目: 重庆市科学技术委员会资助项目 (编号: cstc2013jcyjA10010)。

优先出版: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20150112.1722.028.html>

(2015-1-12)

具有高度正相关性。因此,了解腭部骨皮质密度的分布规律有助于临床医师为腭部微种植体支抗选择合适植入部位,获得更佳的初期稳定性,从而提高植入成功率。本研究旨在利用锥形束 CT(cone beam computed tomography,CBCT)测量腭部骨皮质密度,分析其分布规律,为腭部微种植体植入部位的选择提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究对象

选取 2011 年至 2014 年重庆医科大学附属口腔医院成年患者 CBCT 影像资料 107 例。男性 51 例,女性 56 例,年龄 20~40 岁,平均年龄(25.69 ± 4.73)岁。纳入标准:①颌面部左右协调对称;②无唇腭裂或唇腭裂治疗史;③无正畸或正颌手术治疗史;④腭部无阻生牙、多生牙或骨质缺损;⑤无影响骨代谢的全身性疾病;⑥CBCT 图像清晰。

### 1.2 扫描方法

要求研究对象取端坐位,眶耳平面与地面平行,颞兜和头架固定头颅位置,上下唇自然闭合,后牙轻咬于牙尖交错位,舌肌放松,采用 KaVo 3D eXam 型 CBCT 机 (KavoSybron 公司,美国)扫描额部至颈部。扫描参数:可视范围 13 cm × 10 cm,管电压 120 KV,管电流 5 mA,扫描层厚 0.4 mm,扫描时间 4 s,灰度值 14 bit。

### 1.3 重建和测量方法

以 DICOM 格式将 CBCT 扫描所得数据导入 KaVo eXam Vision 图像分析软件 (Version 1.9, KavoSybron 公司,美国),重建出轴面、矢状面和冠状面视图,重建层厚 0.4 mm。在矢状面视图上,沿腭中线旋转图像,使切牙孔后缘中点与后鼻棘处于同一水平面(图 1A)。在轴面视图上,以切牙孔后缘中点为原点,设切牙孔后缘中点与后鼻棘连线为 Y 轴,其垂线为 X 轴。从原点沿 Y 轴由前向后每 4 mm 作标记点直至 24 mm 处,分别记为 Y0、Y4、Y8、Y12、Y16、Y20 及 Y24。从 Y 轴每一标记点,平行于 X 轴由内向外每 3 mm 作标记点直至 9 mm 处,记为 X0、X3、X6 及 X9,共计 28 个测量点位(图 1B)。在冠状面视图上,从每一测量点位作垂线,垂线与硬腭口腔侧骨皮质重叠部分中点处的骨密度计为该点位的腭部骨皮质密度值,以亨斯菲尔德单位(Hounsfield unit,HU)计量(图 2)。

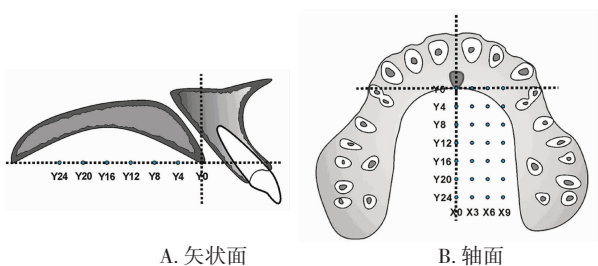
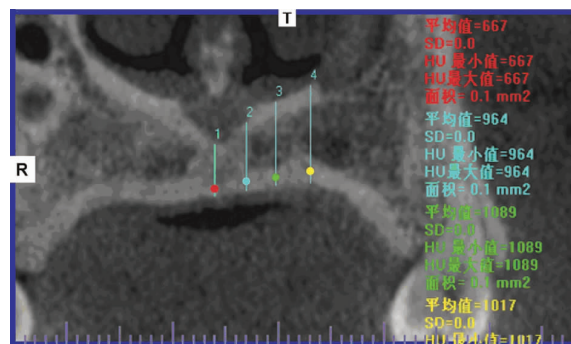


图 1 测量腭部骨皮质密度的测量点位示意图

Fig.1 Sites for measuring palatal cortical bone density



1. 距离腭中缝 0 mm; 2. 距离腭中缝 3 mm;  
3. 距离腭中缝 6 mm; 4. 距离腭中缝 9 mm

图 2 测量切牙孔后缘向后 4 mm 处腭部骨皮质密度的冠状面视图

Fig.2 Palatal cortical bone density measurements of coronal view at 4 mm posterior from the incisive foramen

所有测量均由同一研究者完成,测量条件一致,时间集中。为减少测量者内部误差,所有测量值均测量 2 次取平均值。2 周后从总体样本中选取 30 例样本,由同一研究者重复测量,对 2 组数据进行一致性检验。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件对测量结果进行统计分析,数据以均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示。计算组内相关系数对 2 次测量结果进行一致性检验,重复测量方差分析比较各测量点位骨皮质密度的差异,t 检验比较腭部骨皮质密度的性别差异。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

2 次重复测量的各测量值一致性相关系数均高于 0.8 ( $P<0.001$ ),测量结果可靠性高。

由表 1 可见,成人腭部 28 个测量点位的骨皮质密度测量值为(460.45 ± 183.33) HU 与(976.24 ± 138.66) HU 之间不等,Y0X9 处骨密度最高,Y24X9 处骨密度最低。腭部骨皮质密度在同一内外区域不同前后位置的各点位间均存在统计学差异( $P<0.05$ );除 Y16 外,同一前后区域不同内外位置的各点位间骨密度均存在统计学差异( $P<0.05$ )。由表 2 可见,所有测量点位的男性骨皮质密度均值均小于女性,除 Y0X0、Y8X0、Y8X6、Y12X6、Y20X6、Y20X9、Y24X6 和 Y24X9 外,其余 20 个点位的骨密度性别差异有统计学意义( $P<0.05$ )。参照 Misch 骨密度分类法<sup>[3]</sup>,各测量点位男女骨密度均为 D2 或 D3 类骨(图 3)。

X0 和 X3 的骨密度在其 Y0 至 Y4 段为上升趋势,而在其 Y4 至 Y24 段则呈下降趋势( $P<0.05$ );X6 和 X9 的骨密度由前向后均为下降趋势( $P<0.05$ )。X0 和 X3 的骨密度在 Y0 至 Y4 段低于 X6 和 X9,而在 Y8 至 Y24 段则高于 X6 和 X9 ( $P<0.05$ );X3 的骨密度在 Y0、Y4 和 Y12 处高于 X0( $P<0.05$ ) (表 1、图 4)。

表 1 成人腭部骨皮质密度测量值 (  $n=107, HU, \bar{x} \pm s$  )

Tab.1 Measurement of palatal cortical bone density in adults (  $n=107, HU, \bar{x} \pm s$  )

测量点位	X0 ( A )	X3 ( B )	X6 ( C )	X9 ( D )	F 值	P 值	两两比较
Y0 ( a )	824.43 ± 149.77	873.42 ± 139.60	970.51 ± 147.59	976.24 ± 138.66	27.22	0.000	A < B < C、D
Y4 ( b )	845.58 ± 140.12	901.63 ± 156.60	915.95 ± 146.49	939.50 ± 136.63	8.19	0.000	A < B、C、D; B < D
Y8 ( c )	790.45 ± 137.68	829.24 ± 146.78	765.79 ± 154.74	748.49 ± 149.35	5.60	0.001	A > D; B > C、D
Y12 ( d )	706.87 ± 131.29	755.51 ± 146.60	699.14 ± 142.14	684.03 ± 152.16	4.38	0.005	B > A、C、D
Y16 ( e )	646.58 ± 134.76	689.72 ± 144.73	652.43 ± 157.94	645.78 ± 163.54	1.98	0.117	-
Y20 ( f )	609.76 ± 134.77	640.04 ± 156.31	581.59 ± 167.01	571.52 ± 154.40	3.98	0.008	B > C、D
Y24 ( g )	593.28 ± 119.14	599.26 ± 169.96	491.27 ± 176.19	460.45 ± 183.33	19.19	0.000	A、B > C、D
F 值	122.790	134.420	191.280	215.820			
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000			
两两比较	b > a > c > d > e > f, g	b > a > c > d > e > f > g	a > b > c > d > e > f > g	a > b > c > d > e > f > g			

注: -, 无该项指标

表 2 成人腭部骨皮质密度的性别比较 (  $n=107, HU$  )

Tab.2 Comparison of palatal cortical bone density between male and female groups (  $n=107, HU$  )

测量点位	男性 ( $\bar{x} \pm s$ )	女性 ( $\bar{x} \pm s$ )	t 值	P 值
Y0X0	807.20 ± 144.35	840.13 ± 154.16	-1.14	0.258
Y0X3	816.14 ± 126.76	925.59 ± 130.93	-4.39	0.000 <sup>a</sup>
Y0X6	905.49 ± 148.06	1 029.73 ± 120.67	-4.78	0.000 <sup>a</sup>
Y0X9	928.28 ± 136.65	1 019.93 ± 126.49	-3.59	0.001 <sup>a</sup>
Y4X0	814.06 ± 117.04	874.29 ± 153.71	-2.26	0.026 <sup>b</sup>
Y4X3	846.27 ± 145.87	952.04 ± 149.98	-3.69	0.000 <sup>a</sup>
Y4X6	867.98 ± 144.87	959.64 ± 134.91	-3.39	0.001 <sup>a</sup>
Y4X9	893.55 ± 116.98	981.34 ± 140.71	-3.49	0.001 <sup>a</sup>
Y8X0	767.51 ± 131.42	811.34 ± 141.06	-1.66	0.099
Y8X3	772.86 ± 142.70	880.59 ± 131.83	-4.04	0.000 <sup>a</sup>
Y8X6	746.67 ± 136.04	783.20 ± 169.34	-1.22	0.224
Y8X9	713.76 ± 131.20	780.11 ± 158.75	-2.34	0.021 <sup>b</sup>
Y12X0	674.57 ± 120.11	736.29 ± 135.12	-2.49	0.014 <sup>b</sup>
Y12X3	698.75 ± 144.21	807.21 ± 129.64	-4.10	0.000 <sup>a</sup>
Y12X6	672.65 ± 125.36	723.27 ± 153.00	-1.86	0.066
Y12X9	633.46 ± 143.62	729.18 ± 146.37	-3.40	0.001 <sup>a</sup>
Y16X0	591.63 ± 129.85	696.63 ± 119.68	-4.34	0.000 <sup>a</sup>
Y16X3	607.96 ± 139.49	764.18 ± 104.12	-6.60	0.000 <sup>a</sup>
Y16X6	604.61 ± 127.69	695.98 ± 170.89	-3.11	0.002 <sup>a</sup>
Y16X9	608.90 ± 131.34	678.71 ± 182.62	-2.24	0.028 <sup>b</sup>
Y20X0	550.12 ± 126.18	664.07 ± 119.29	-4.80	0.000 <sup>a</sup>
Y20X3	567.24 ± 146.07	706.34 ± 135.29	-5.11	0.000 <sup>a</sup>
Y20X6	551.88 ± 151.58	609.15 ± 177.08	-1.43	0.155
Y20X9	536.90 ± 132.34	603.62 ± 167.20	-1.81	0.073
Y24X0	551.82 ± 116.54	632.43 ± 108.75	-3.67	0.000 <sup>a</sup>
Y24X3	538.27 ± 147.34	656.85 ± 171.01	-3.80	0.000 <sup>a</sup>
Y24X6	474.82 ± 153.13	514.94 ± 187.20	-1.18	0.243
Y24X9	440.00 ± 163.18	480.11 ± 200.43	-1.11	0.271

注: a,  $P < 0.01$ ; b,  $P < 0.05$

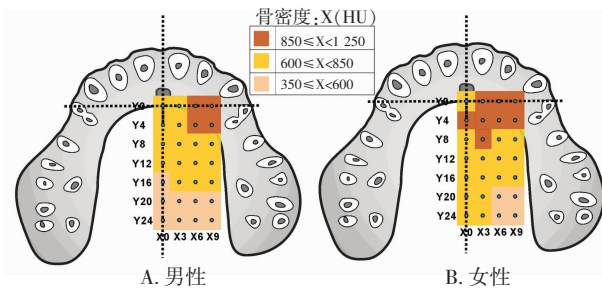


图 3 成人腭部骨皮质密度的分布图

Fig.3 Palatal cortical bone density maps

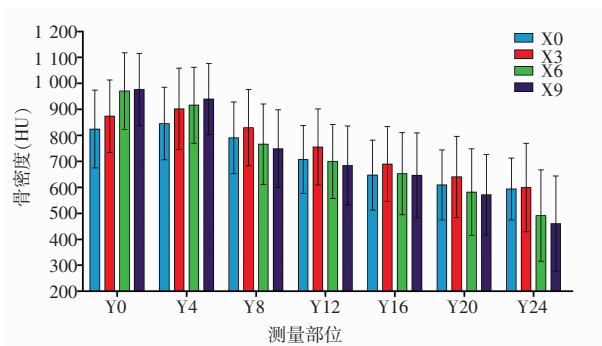


图 4 成人腭部骨皮质密度的变化趋势 (  $n=107, HU, \bar{x} \pm s$  )

Fig.4 Trend of palatal cortical bone density in adults (  $n=107, HU, \bar{x} \pm s$  )

### 3 讨论

微种植体的初期稳定性主要来自植体与其周围骨组织的机械嵌合力,若缺乏足够初期稳定性将导致微种植体持续微动,以致最终无法发挥临床功效<sup>[4]</sup>。微种植体的初期稳定性可受植入部位骨质和骨量、微种植体的设计(外形、直径及长度等)、临床操作技术等多种因素的影响<sup>[5]</sup>,其中植入部位的骨皮质密度被认为是最重要的因素之一<sup>[2]</sup>。Shah 等<sup>[6]</sup>通



过测量不同骨皮质密度的人工骨上微种植体的植入扭矩和拔出力,证实微种植体植入部位骨皮质密度越高,微种植体的初期稳定性越好。Cha 等<sup>[7]</sup>的动物实验结果同样显示,骨皮质密度与微种植体的初期稳定性高度相关。本研究的目的是通过测量分析腭部骨皮质密度,为临床医师选择腭部微种植体植入部位提供依据,以期提高腭部微种植体的植入成功率。

双能 X 线吸收测量(dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)是测量骨密度的金标准,被广泛应用于躯干骨、脊椎、腰椎等全身骨密度的测量。然而,由于颌骨的解剖结构较为复杂,空间相对狭小,DEXA 很难测量出颌骨局部的骨密度,这限制了其在口腔医学领域的应用。CBCT 是口腔学科应用广泛的三维影像技术,具有空间分辨率高、辐射剂量小、成像效率高等特点,能够精确重建颌骨中的细小区域。CBCT 技术可以检测 X 线通过组织后的衰减量,通过特定计算机算法赋予所生成图像中各像素相应的灰度变化量用以表示骨密度的高低,单位为 HU<sup>[8]</sup>。Parsa 等<sup>[9]</sup>的研究认为 CBCT 是测量骨密度的有效手段。Marquezan 等<sup>[10]</sup>的研究表明, CBCT 与 DEXA 测量骨密度的结果具有高度相关性。Hsu 等<sup>[11]</sup>的研究显示,使用 CBCT 测量大鼠股骨和胫骨骨皮质密度,预测其强度的准确性甚至优于 DEXA。因此,本研究采用 CBCT 技术测量 HU 值用以分析腭部骨皮质密度的方法可靠性高。

Misch 分类法将骨密度分为 5 类:骨密度值大于 1 250 HU 为 D1 类;骨密度值位于 850~1 250 HU 之间为 D2 类;骨密度值位于 350~850 HU 之间为 D3 类;骨密度值位于 150~350 HU 之间为 D4 类;骨密度值小于 150 HU 为 D5 类<sup>[3]</sup>。骨密度越高,微种植体与骨组织的机械嵌合力越大,相应其稳定性越高。但是,在骨密度过高的区域植入种植体可能面临局部产热过多的问题<sup>[12]</sup>。Eriksson 和 Albrektsson 等<sup>[13]</sup>研究发现,若产热高于 47 °C 将会导致骨坏死。本研究中成人各测量点位腭部骨皮质密度均值为 460~976 HU (图 3),多属于 D2、D3 类骨,有极少数研究对象腭前部的部分区域属于高密度的 D1 类骨。对于腭部局部骨皮质密度过高的个体,在植入微种植体时应注意减少产热,以提高微种植体的植入成功率。

本研究比较了男女间腭部骨皮质密度差异(表 2),结果显示女性腭部骨皮质密度显著高于男性。相关研究<sup>[14-16]</sup>也有相同结论,这可能与 40 岁前女性骨密度状况优于男性有关<sup>[17]</sup>。

值得注意的是腭部前后向及内外向的不同点

位间皮质骨密度变异较大(表 1),这提示临床医师需了解腭部骨皮质密度的分布规律,特别是在首次植入腭部微种植体松动失败后再次选择植入部位的情况下。由图 4 可见,除 X0 和 X3 的 Y0 至 Y4 段外,腭部骨皮质密度整体有由前部向后部递减的趋势,这与 Han 等<sup>[15]</sup>的研究结果一致。X0Y0、X3Y0 的皮质骨密度低于 X0Y4、X3Y4 和 X6Y0、X9Y0 的原因可能是由于 X0Y0、X3Y0 距离切牙孔较近,CBCT 测量骨密度 HU 值受切牙孔影响而降低所致。

本研究结果显示 X3 在 Y0、Y4 和 Y12 处的骨皮质密度高于 X0 的相对处,说明在腭前部中缝旁 3 mm 处植入微种植体的初期稳定性可能高于腭前部中缝区相对应处,Moon 等<sup>[10]</sup>的研究也得出了类似结论。腭中缝由左右侧腭突连接而成,是上颌骨的生长发育中心之一,未闭合前由结缔组织所充填。在 Knaup 等<sup>[18]</sup>的研究中,年龄最小的腭中缝骨化研究对象为 23 岁,而腭中缝未出现骨化的研究对象最大年龄为 54 岁。本研究所选取的研究对象年龄为 20~40 岁,平均年龄(25.69 ± 4.73)岁,部分对象腭中缝尚未完全骨化可能是导致 X0 的骨皮质密度均值小于 X3 的原因。邹晖等<sup>[19]</sup>的研究选取了与本研究相同年龄段的对象,但提出了不同结论,认为腭中缝区骨密度显著大于距腭中缝 3 mm 的区域。造成差异的原因可能是其测量的是 4 mm 长模拟微种植体周围 1 mm 的骨密度,而本研究测量的是骨皮质密度。

综上所述,本研究利用 CBCT 获取了成人腭部微种植体植入区域骨皮质密度的分布规律,为腭部微种植体植入部位的选择提供了参考。临床医师可在腭部植入部位具有足够骨厚度的前提下,选择骨皮质密度相对较高的部位,以提高微种植体植入后的稳定性和成功率。

## 参 考 文 献

- [1] Okazaki J, Komasa Y, Sakai D, et al. A torque removal study on the primary stability of orthodontic titanium screw mini-implants in the cortical bone of dog femurs[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2008, 37(7): 647-650.
- [2] Holm L, Cunningham SJ, Petrie A, et al. An in vitro study of factors affecting the primary stability of orthodontic mini-implants[J]. *Angle Orthod*, 2012, 82(6): 1022-1028.
- [3] Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading[J]. *Int J Oral Implantol*, 1989, 6(2): 23-31.
- [4] 严拥庆, 高益鸣. 正畸用微螺钉支抗种植体的稳定性评价[J]. *上海口腔医学*, 2011(5): 540-544.