

· 光学影像 ·

# CBCT 辅助下颌骨影像学实验模型的建立

陈佳 刘红红(通讯作者)

(安徽省立医院)

**摘要:**目的:利用 CBCT 对材料密度的评估功能,选取相应材料制取影像学效果接近于下颌骨骨质的实验模型。方法:随机抽取 50 例年龄段在 27-60 岁之间病例的 CBCT 影像学资料,分别测量抽取病例下颌中切牙牙间,左右下颌第一磨牙及第二磨牙间正中冠状截面上颊舌侧 5mm 及 10mm 下皮质骨灰度值,根据结果估算下颌骨皮质骨灰度值平均值范围,利用此平均值范围选择合适硫酸钡浓度配比的树脂材料建立下颌骨影像学实验模型。结果:下颌骨前牙区唇侧皮质骨基骨灰度约为  $642.27 \pm 87.28\text{HU}$ ,舌侧基骨皮质骨灰度约为  $628.66 \pm 75.71\text{HU}$ ;下颌骨后牙区颊侧皮质骨基骨灰度约为  $701.4 \pm 119.71\text{HU}$ ,舌侧基骨皮质骨灰度约  $686.55 \pm 99.60\text{HU}$ 。混入 30%,20%,10%硫酸钡的环氧树脂下颌骨模型灰度分别约在  $1300 \pm 300\text{HU}$ ,  $600 \pm 300\text{HU}$ ,  $300 \pm 300\text{HU}$ 。结论:宜选取混入 20%硫酸钡的环氧树脂下颌骨模型作为下颌骨影像学实验模型。

**关键词:**锥束计算机断层摄影技术;灰度值;下颌骨模型

锥形束 CT (CBCT) 作为一种新兴的影像学技术,被越来越广泛地运用于口腔医学的各个领域。相对于传统的影像学手段, CBCT 具有空间分辨率高,放射剂量小,设备相对简单,使用和维护成本较低,可以提供精确的三维影像等优势<sup>[1]</sup>。CBCT 还可对骨质或材料密度进行评估<sup>[2]</sup>。本研究将采用 CBCT 对材料密度的评估功能,选取相应材料制取影像学效果接近于骨质的下颌骨实验模型,为口腔临床模拟及实验提供更具参考价值的影像学模拟模型,为口腔治疗计划如种植治疗计划制定的影像学评估提供直接直观的模拟。

## 1. 材料与方法

**1.1 设备及参数** 美亚光电 SS-X12008DPro-3D 型 CBCT 机(中国合肥美亚光电技术股份有限公司)。扫描参数:管电压 85kV,管电流 5mA,分辨率为 0.188mm。所设定扫描参数均根据 SS-X12008DPro-3D 型 CBCT 操作手册,并与临床实际使用参数相同。

混入不同浓度硫酸钡的环氧树脂下颌骨标准模型(中国合肥鑫佳口腔科技公司)。

**1.2 研究对象** 安徽省立医院 2014 年 4 月至 2015 年拍摄 CBCT 病例中随机抽取 50 例年龄段在 27-60 岁之间病例。排除标准:有明显牙周炎及牙槽骨吸收患者。

## 1.3 实验方法

**1.3.1 使用美亚光电 SS-X12008DPro-3D 型 CBCT 对患者进行扫描:**患者取直立位,眶耳平面与水平面平行,颈部置于设备颊托内进行扫描;

**1.3.2 影像数据测量:**分别测量抽取病例左右下颌中切牙与侧切牙间,第一前磨牙及第二前磨牙,第一磨牙及第二磨牙间正中矢状截面上颊舌侧 5mm 及 10mm 下皮质骨灰度值;

**1.3.3 统计分析:**采用 SPSS17.0 软件对实验结果进行分

析,结果用  $\bar{x} \pm s$  表示,估测下颌骨皮质骨灰度值。

**1.3.4 模型制作:**根据结果估算下颌骨基骨灰度区间;在环氧树脂下颌骨模型材料中均匀混入 30%,20%,10%等不同浓度梯度的硫酸钡并将模型拍摄 CBCT,根据 CBCT 影像灰度选取混入合适浓度硫酸钡模型建立下颌骨影像学实验模型以配合进一步影像学实验。



图一: 环氧树脂下颌骨模型



图二: CBCT 机



图三: 混入 20%硫酸钡的环氧树脂 CBCT 影像资料

## 2. 结果

下颌骨前牙区唇侧皮质骨基骨灰度约为  $642.27 \pm 87.28\text{HU}$ ,舌侧基骨皮质骨灰度约为  $628.66 \pm 75.71\text{HU}$ ;下颌骨后牙区颊侧皮质骨基骨灰度约为  $701.4 \pm 119.71\text{HU}$ ,舌侧基骨皮质骨灰度约  $686.55 \pm 99.60\text{HU}$ 。为具体数据见表 1 及表 2。混入 30%,20%,10%硫酸钡的环氧树脂下颌骨模型灰度分别约

在  $1300 \pm 300\text{HU}$ ,  $600 \pm 300\text{HU}$ ,  $300 \pm 300\text{HU}$ 。选取混入 20% 硫酸钡的环氧树脂下颌骨模型作为下颌骨影像学实验模型。

表 1: 下颌前牙区锥形束 CT 测量结果 (HU)

测量项目	位点数	最小值	最大值	$X \pm S$
下颌前牙 唇侧	100	503	790	$642.27 \pm 87.28$
下颌前牙 舌侧	100	501	743	$628.66 \pm 75.71$

表 2: 下颌后牙区锥形束 CT 测量结果 (HU)

测量项目	位点数	最小值	最大值	$X \pm S$
下颌后牙 颊侧	200	504	890	$701.4 \pm 119.71$
下颌后牙 舌侧	200	506	846	$686.55 \pm 99.60$

### 3. 讨论

传统的口腔实验模型大多由环氧树脂,石膏材料制作。这类模型可以满足常规教学及实验的要求,但这些材料在现有影像学条件下无法在常规参数下清晰显影或与天然骨灰度差别较大,无法实现对天然骨的有效模拟。环氧树脂作为常用的模型材料,具有可塑性好,较为环保等特点。通过在环氧树脂中掺入硫酸钡,可以使环氧树脂模型以需要的灰度在 CBCT 下显影,以满足临床影像学实验的需求。

骨质的密度直接反映骨质的质量。在口腔种植等临床操作中,骨质的质量对治疗的成功率及临床效果等有重大的影响<sup>[3]</sup>。传统的创伤性骨密度测量方法包括双能 X 线骨密度测量法,数字减影技术 X 线测量法,等方法。X 线骨密度测量法,螺旋 CT 测量法由于颌骨的结构精细,无法准确反映出这种结构的变化。数字减影技术 X 线测量法能够将骨皮质和骨松质分开进行研究,但由于重叠影等因素存在其局限性。锥形束 CT 作为一种新兴的影像学手段,在颌面部骨质评估中具有其独特的优势。与传统数字减影技术 X 线片相比,锥形束 CT 具有伪影较小,无重叠影,可从三维角度进行测定等优点<sup>[4]</sup>;与螺旋 CT 相比,锥形束 CT 空间分辨率更高,伪影较小,且设备较为简单,放射量较低,被日渐广泛地运用于口腔临床诊疗中<sup>[5]</sup>。

以往研究认为,锥形束 CT 影像灰度 (Hu) 值与骨密度呈线性关系。通过灰度值高低的不同,锥形束 CT 可对骨质密度给出定量的反应。然而对不同研究间的横向对比显示<sup>[6]</sup>,锥形束 CT 对骨质密度的定量测定结果 (Hu) 是一个相对值,不同锥形束 CT 设备间由于参数及厂家调试的不同,其结果可能存在差别<sup>[7]</sup>。本实验中所有影响扫描均来自同一台锥形束 CT 设备,因而具有较好的参考价值。

目前,国际上通常采用用 Lekholm 和 Zarb 提出的牙槽骨质量分类方法,根据皮质骨和松质骨含量比例分为 4 个级别:

I 类骨:几乎整个颌骨由均匀紧凑的皮质骨组成;II 类骨:一层厚厚的皮质骨包绕在致密的骨小梁外围;III 类骨:一薄层皮质骨包绕在致密的骨小梁外围;IV 类骨:一薄层皮质骨包绕在疏松的骨小梁外围。这一分类方法从形态学对骨的质量进行了总体性的评估。通常认为 II 类骨和 III 类骨较为适宜进行种植外科手术。因而本研究制作的实验模型灰度选取在皮质骨和松质骨之间,接近于 II 类骨和 III 类骨,对种植外科等临床操作具有较好的模拟价值。

由于工艺水平及硫酸钡在环氧树脂材料中溶解度的限制,无法获得影像灰度完全均一的实验模型。灰度值变化范围约在  $\pm 300\text{Hu}$ 。选取混入硫酸钡浓度梯度为 20% 具备较好的比较意义。伴随工艺的改进,制作模型的灰度精度有望获得进一步提高。

通过锥形束 CT 影像灰度辅助测量下颌骨密度,结合适宜混入浓度硫酸钡的环氧树脂模型和精确复制手段,我们制作出灰度与天然下颌骨较为一致的影像学实验模型。该模型能够较好模拟天然骨的影像学表现,为临床研究及口腔影像学辅助治疗计划的制定提供了较好的参考与模拟。

### 参考文献

1. Ibrahim N, Parsa A, Hassan B, et al. Diagnostic imaging of trabecular bone microstructure for oral implants: a literature review[J]. Dentomaxillofacial Radiology, 2013, 42(3): 20120075.
2. 蒋晓芹, 柏森, 钟仁明, 等. IGRT 锥形束 CT 图像的 CT 值与物理密度关系的研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2007, 16(5): 372-376.
3. 郝永明, 赵伟, 邢一东, 等. 牙种植区骨密度的 CBCT 评价[J]. 口腔颌面外科杂志, 2014, 24(3): 204-207.
4. 陈佳, 张志宏, 刘红红, 等. 曲面体层片与锥形束 CT 对种植区骨量测量的临床评价[J]. 安徽医科大学学报, 2015, 50(3): 393-395.
5. Araki K, Maki K, Seki K, et al. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRay™): system configuration and physical properties[J]. Dentomaxillofacial Radiology, 2014.
6. 谢彬, 麦理想, 蔡斌, 等. 青少年下颌后牙区牙槽骨和基骨骨皮质密度的锥形束 CT 测量[J]. 中华口腔医学研究杂志 (电子版), 2013, 7(2): 39-43.
7. 蒋晓芹, 柏森, 钟仁明, 等. IGRT 锥形束 CT 图像的 CT 值与物理密度关系的研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2007, 16(5): 372-376.