

网络出版时间: 2017-6-16 11:46:00 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.R.20170616.1146.033.html>

◇技术与方法◇

## 两种锥形束 CT 金属伪影的定量研究

周洋<sup>1</sup>, 刘红红<sup>1</sup>, 张志宏<sup>1</sup>, 司俊锋<sup>2</sup>, 朱元君<sup>2</sup>, 张震东<sup>1</sup>, 周航天<sup>1</sup>

**摘要** 提供一种定量评价金属伪影的方法, 并以此比较两种锥形束 CT 金属伪影面积的差异。在石膏底座模型上标记出前牙区、前磨牙区、磨牙区的位点, 灌注超硬石膏模型, 并在前牙区和前磨牙区放置直径 3.3 mm 纯钛柱, 磨牙区放置直径 4.1 mm 和 4.8 mm 纯钛柱, 每个模型放置一颗钛柱, 共计 32 个模型。分别用两台不同品牌的锥形束 CT 在相同的外部条件下扫描上述模型, 用 Matlab 软件测量同一截面下伪影的面积并比较分析。结果显示两锥形束 CT 都产生了环状和放射条纹状伪影, 采用脉冲放射模式的锥形束 CT 较采用连续放射模式的锥形束 CT 产生的伪影面积大, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。在外界条件(管电流、管电压、分辨率等级)相同的情况下, 不同锥形束 CT 产生金属伪影的程度差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

**关键词** 锥束计算机体层摄影技术; 伪影; 牙种植体

**中图分类号** R 816.98

**文献标志码** A **文章编号** 1000-1492(2017)08-1247-04

**doi:** 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2017.08.033

从本世纪初开始, 锥形束 CT 已经在口腔诊疗中得到越来越广泛的应用。锥形束 CT 能够提供高质量的诊断, 扫描时间短, 而且辐射剂量远少于普通螺旋 CT<sup>[1]</sup>, 费用也较低。

既往研究<sup>[2]</sup>表明, 锥形束 CT 成像后会在金属种植体周围产生伪影, 影响医师做出准确的临床诊断。伪影形态不规则, 为量化评估带来了困难。目前常用的伪影量化方法尚无统一标准, 且计算较为繁琐, 有: 平均灰度值法<sup>[3]</sup>, 图像均方误差法<sup>[4]</sup>, 峰值信噪比法<sup>[5]</sup>, 伪影条纹计数法<sup>[6]</sup>等。该实验采用一种简便易行的量化伪影的方法, 探讨两种不同品牌型号的锥形束 CT 在相同外界条件下伪影产生的面积大小是否存在差异, 为锥形束 CT 成像效果的

改进提供参考意见。

### 1 材料与方法

#### 1.1 设备与材料

**1.1.1 设备** 采用脉冲放射模式的某品牌锥形束 CT 和采用连续放射模式的某品牌锥形束 CT。两台锥形束 CT 均为合格产品。

**1.1.2 材料** 经加工后的纯钛圆柱形金属杆 32 枚, 长度都为 20 mm。其中: 直径 3.3 mm 规格的共 16 枚; 直径 4.1 mm 规格的共 8 枚; 直径 4.8 mm 规格的共 8 枚。贺力士牌超硬石膏。1 000 ml 烧杯 1 支。数字式高精度游标卡尺。4 种不同规格大小的义齿石膏底座。相机三角架。蜡片以及牙胶尖。

#### 1.2 实验方法

**1.2.1 拍摄模型的制作** 参考人卫版《口腔解剖生理学》中的恒牙牙体测量统计表, 在义齿石膏底座上分别标记出前牙区(左右各一, 依次记为 1 区、2 区), 前磨牙区(左右各一, 依次记为 3 区、4 区), 磨牙区的位点(左右各二, 左侧 5 区、7 区; 右侧 6 区、8 区), 共 8 个位点。其中, 1 区、2 区、3 区、4 区统一放置直径 3.3 mm 规格的钛柱, 5 区、6 区放置直径 4.1 mm 规格钛柱; 7 区、8 区放置直径 4.8 mm 钛柱(图 1)。在底座上灌注超硬石膏模型, 于石膏凝固前, 在相应位点处放置钛柱。放置时应保证钛柱与模型面垂直, 用水平仪检查并适当调整方向。钛柱暴露于模型外的高度统一为 10 mm。为避免金属伪影间的相互影响, 1 个模型只植入 1 枚钛柱。每个区分别用不同规格的底座模具(华特义齿), 做 4 组模型, 记为 A、B、C、D, 故每组应包含 8 个位点的模型。例如, 模型 A1 代表 A 组中 1 区模型, C8 代表 C 组中 8 区模型。其中 A 组模具内径底宽 7 mm, 高 5.4 mm; B 组模具内径底宽 6 mm, 高 4.8 mm; C 组模具内径底宽 7.5 mm, 高 5.4 mm; D 组模具内径底宽 6.5 mm, 高 4.8 mm。

**1.2.2 扫描平面的确定** 烧杯底部为不平整的弧形, 需用白石膏垫平底部, 制作完成后用水平仪检查其平整性。再将义齿石膏模型底座用蜡固定在白石

2017-04-11 接收

基金项目: 安徽省科技计划项目(编号: 1301041026)

作者单位: <sup>1</sup> 安徽医科大学附属省立医院口腔医学中心, 合肥 230001

<sup>2</sup> 合肥美亚光电技术股份有限公司, 合肥 230088

作者简介: 周洋, 男, 硕士研究生;

张志宏, 男, 教授, 主任医师, 硕士生导师, 责任作者, E-mail: zzhzqr@126.com

膏表面。用游标卡尺测量出烧杯顶至模型底座顶端的距离,此距离减去 5 mm 即为钛柱中部与烧杯顶部的间距。在烧杯外壁适当处用蜡做出该间距标记,并在蜡上刻出沟纹,埋入由牙胶尖尖端切下的细小部分。

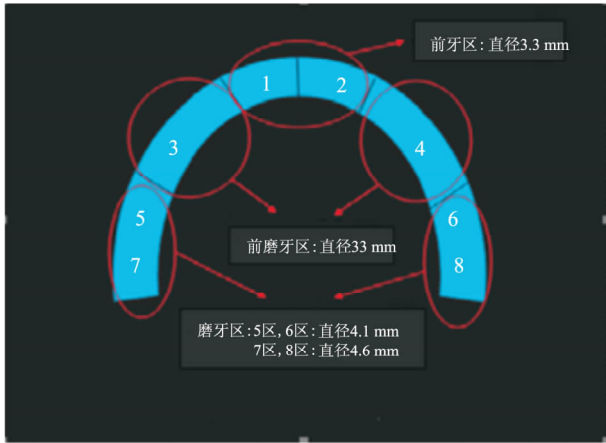


图1 不同位点钛柱放置示意图

**1.2.3 模型的固位** 先将烧杯置于拍摄用的三角架上,用三角架自带的水平仪调整烧杯与地面平行,调整锥形束 CT 的 LED 定位灯,让定位光线与模型底座的中线重合。将制作好的石膏模型放入模型底座内进行拍摄。

**1.2.4 锥形束 CT 曝光条件设置** 两台锥形束 CT 统一设置为管电压 80 kV,管电流 5 mA,分辨率设置等级为 normal,探测器类型为 CMOS。

**1.2.5 样本获取** 将两锥形束 CT 拍摄后保存于光盘中的图像,统一导入到 Planmeca Romexis Viewer 中。在常规设置的相同明暗度和对比度下读片,读片比例设为 1 : 1。调整轴面,直到看见牙胶尖显影的层面,即为兴趣区域,将其选为研究样本。

**1.2.6 伪影的定量分析** 用 Matlab 软件对伪影面积进行量化计算。Matlab 软件将图片分为若干小格,采用二值化法对每个格子赋值,灰度  $\geq$  阈值的像素值用 255 表示,反之为 0,伪影面积与钛柱截面之和部分的像素值应当对应 255,故满足该数值的格子所占总格子数的比例即为伪影与钛柱截面面积之和在截图中所占比例,上述面积之和减去钛柱截面面积即为伪影面积。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS 13.0 统计软件进行分析,连续性资料且服从正态分布用表示,不服从正态分布的连续性资料用中位数和四分位间距表示。配对设计的差值服从正态分布,两样本之间检查差异检测采用配对 *t* 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学

意义。

## 2 结果

**2.1 两种锥形束 CT 二维断层截面** 两种锥形束 CT 所成图像中均可见到伪影,对原钛柱截面形态的辨认已经产生影响。伪影形态大致可分为两种,一种环绕钛柱截面高密度影周围,成环形实心不规则分布(图 2A);另一种为放射状伪影,以实心伪影为中心,由近及远,亮度逐渐变低(图 2B)。

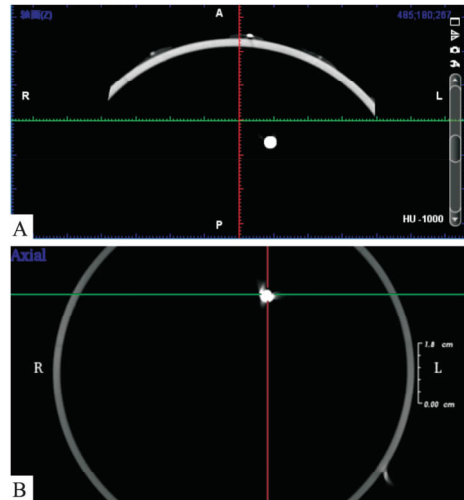


图2 A 组模具第 1 位点模型用两种模式锥形束 CT 拍摄下的二维断层图像  
A: 连续放射模式; B: 脉冲放射模式

**2.2 伪影面积大小对比** 两种锥形束 CT 产生的伪影面积差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),在相同管电流,管电压,机器常规设置不变的情况下,采用脉冲放射模式的某品牌锥形束 CT 产生伪影面积较大(表 1),差异有统计学意义( $t = 13.093, P < 0.05$ )。

## 3 讨论

伪影在理论上可被定义为图像中被重建数值与物体真实衰减系数之间的差异<sup>[7]</sup>。因患者口中有烤瓷冠、银汞合金充填体、种植体等口腔常用金属医疗器械,故金属伪影在口腔检查中最为常见。金属的高衰减特性还会使 X 射线硬化,另一方面也会加剧散射现象,降低图像信噪比<sup>[8]</sup>。金属伪影的产生有多重机制,其自身会引起射束硬化,散射和噪声等现象;射束硬化,散射又会进一步加剧伪影的产生<sup>[9]</sup>。

实验模拟了不同的牙位,同一牙位又设立了 4 组模型,并且依据 ITI 种植系统选择了不同直径的钛柱,目的是尽可能参照临床来进行研究,每 1 个模

表1 两种锥形束 CT 伪影面积测量结果( $n=32, \text{cm}^2$ )

不同组别 位置的钛柱	伪影面积	
	脉冲放射锥形束 CT	连续放射锥形束 CT
A1	1.21	0.45
A2	0.67	0.47
A3	0.93	0.44
A4	0.86	0.48
A5	1.21	0.42
A6	1.62	0.48
A7	1.24	0.69
A8	2.11	0.65
B1	0.96	0.51
B2	0.66	0.63
B3	1.18	0.52
B4	1.05	0.47
B5	1.32	0.42
B6	1.29	0.44
B7	1.42	0.59
B8	1.62	0.58
C1	0.82	0.38
C2	0.71	0.35
C3	1.29	0.35
C4	0.72	0.32
C5	1.26	0.39
C6	1.45	0.39
C7	1.29	0.57
C8	1.51	0.59
D1	0.95	0.29
D2	0.66	0.35
D3	1.19	0.36
D4	0.72	0.31
D5	1.28	0.45
D6	1.32	0.42
D7	1.39	0.61
D8	1.26	0.63
$\bar{x} \pm s$	1.16 ± 0.34	0.46 ± 0.11

型都视为独立样本。实验方式还可以进一步改进,如在不同位置放置同一直径的钛柱,以期研究不同位置对伪影的产生是否有影响。本实验仅就1种金属所产生的伪影进行量化比较。因口腔中的金属修复材料种类较多,这就为研究不同金属材料在锥形束 CT 中的伪影定量评价提供了思路。

实验中的模型都需要手工制作,为了保证实验结果可信度,这些模型都需要由同一个医师严格按照所制定的实验方案来完成,制作过程中尽可能的将钛柱垂直于超硬石膏放置,且有 10 mm 高度暴露于模型外。

CBCT 伪影的形成影响因素包含扫描条件和后台软件计算处理两方面。本研究所使用的两台锥形束 CT 的放射模式不同。较之连续放射模式,脉冲放射模式下,脉冲射源可与成像板同步,并在成像板

读图时将 X 射线关断,有效降低拍摄剂量,大幅延长球管的使用寿命。此外,两种锥形束 CT 的体素值不同,体素越小,空间分辨率越高,对应的成像更加清晰;而切片厚度越薄,可以有效减少容积效应所致伪影。实验中的模型是静态拍摄,临床中由于受试者的运动可导致运动伪影的产生。因此,缩短成像时间,对减少伪影更为有利。

金属伪影专门的校正算法包括:基于迭代重建算法的迭代校正法和基于滤波反投影重建算法的插值校正法<sup>[10]</sup>。前者计算量大,速度较慢。后者能够补偿部分缺失的成像数据,但可能产生其他伪影。Meilinger et al<sup>[11]</sup>提出将射线通过金属的衰减系数置换为组织的吸收系数的方法;洪虹等<sup>[12]</sup>学者把数学形态学运用到金属伪影的消除,收效较好。运用本实验提出的伪影量化方法,可以纵向比较同一锥形束 CT 算法优化前后是否有明显改变,为算法改进提供了一种客观的评价标准。

#### 参考文献

- [1] 金柱坤,李潇.锥形束 CT 在口腔种植学中的应用[J].医学综述,2012,18(9):1400-2.
- [2] Naitoh M, Saburi K, Gotoh K, et al. Metal artifacts from posterior mandibular implants as seen in 锥形束 CT [J]. Implant Dent, 2013, 22(2): 151-4.
- [3] Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, et al. Assessment of metal artefact reduction around dental titanium implants in cone beam CT [J]. Dentomaxillofac Radiol, 2014, 43(7): 20140019.
- [4] Kim Y, Baek J, Hwang D. Ring artifact correction using detector line-ratios in computed tomography [J]. Opt Express, 2014, 22(11): 13380-92.
- [5] Prasad R J C, Sreenivasu T, Rao M V G. Power: polar wavelet-Gaussian filter for ring artifact suppression in CT imaging systems [J]. IJCSN, 2011, 1(2): 186-95.
- [6] 原福松,孙玉春,谢晓燕,等.口腔修复材料在锥形束 CT 影像中伪影的定量评价[J].北京大学学报:医学版,2013,45(6):989-92.
- [7] Jiang Hsieh. 计算机断层成像技术:原理技术伪影和进展[M].张朝宗,译.北京:科学出版社,2006:118.
- [8] Ibraheem I. Reduction of artifacts in dental cone beam CT images to improve the three dimensional image reconstruction [J]. J Biomed Sci Eng, 2012, 5(8): 409.
- [9] Boas F E, Fleischmann D. CT artifacts: causes and reduction techniques [J]. Imaging in Medicine, 2012, 4(2): 229-40.
- [10] 孙树文. CT 图像中金属伪影校正方法的研究[D].南京:东南大学,2010.
- [11] Meilinger M, Schmidgunst C, Schütz O, et al. Metal artifact reduction in cone beam computed tomography using forward projected reconstruction information [J]. Zeitschrift für Medizinische Physik, 2011, 21(3): 174-82.
- [12] 洪虹,徐圆,齐宏亮,等.基于数学形态学的 CT 图像金属伪影消除算法[J].计算机应用与软件,2013,30(6):30-7.

## Phantom quantitative study on metal artifacts in two different cone beam CT

Zhou Yang, Liu Honghong, Zhang Zhihong, et al

(Dept of Oral Medical, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

**Abstract** To quantitatively evaluate the artifacts appearance of different cone beam computed tomography. The anterior region, premolar area, molar region were marked on the plaster models. 3.3 mm diameter titanium cylinder into anterior region, 4.1 mm and 4.8 mm diameter titanium cylinder were placed into molar region. One titanium cylinder was placed in each model. Models were scanned by CBCT under the same external conditions and measured with Matlab software then analyzed the results. Two cone-beam CTs had the ring artifacts and scattering artifacts. The difference was considered statistically significant ( $P < 0.05$ ). This showed that cone-beam CT would produce different artifacts if it has different internal exposure conditions ( $P < 0.05$ ).

**Key words** cone-beam computed tomography; artifacts; dental implants

(上接第 1246 页)

- [11] Ingham R J, Gish G, Pawson T. The Nedd4 family of E3 ubiquitin ligases: functional diversity with in a common modular architecture [J]. *Oncogene*, 2004, 23 (11): 1972–84.
- [12] Chung S, Nakashima M, Zembutsu H, et al. Possible involvement of NEDD4 in keloid formation; its critical role in fibroblast proliferation and collagen production [J]. *Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci*, 2011, 87 (8): 563–73.
- [13] Kumar S, Harvey K F, Kinoshita M, et al. C DNA cloning, expression analysis, and mapping of the mouse Nedd4 gene [J]. *Genomics*, 1997, 40 (3): 435–43.
- [14] Marmor M D, Skaria K B, Yarden Y. Signal transduction and oncogenesis by ErbB/HER receptors [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2004, 58 (3): 903–13.
- [15] Wu Y, Peng Y, Gao D, et al. Mesenchymal stem cells suppress fibroblast proliferation and reduce skin fibrosis through a TGF- $\beta$ 3-dependent activation [J]. *Int J Low Extrem Wounds*, 2015, 14(1): 50–62.
- [16] Ogawa R. The most current algorithms for the treatment and prevention of hypertrophic scars and keloids [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 125 (2): 557–68.

## Study on association of rs2271289 polymorphism within NEDD4 gene with some clinical phenotypes of keloids in Chinese Han population

Zhao Jun<sup>1</sup>, Lu Mengzhu<sup>2,3</sup>, Zhang Xiang<sup>2,3</sup>, et al

<sup>1</sup>Dept of Dermatology, Lu'an Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Lu'an 237005;

<sup>2</sup>Dept of Dermatology, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001;

<sup>3</sup>Dept of Dermatology, The First Affiliated Hospital of Wan Nan Medical College, Wuhu 241000)

**Abstract Objective** To investigate the association of rs2271289 polymorphism with NEDD4 gene and some clinical phenotypes of keloids in Chinese Han population. **Methods** Based on the results of association study of keloids which were performed by our team. Genotyping data and clinical data of 309 cases and 1 080 controls were selected, Plink1.07 software was for comparing genotype or allele frequency distribution among the groups. **Results**

There was a statistical difference in the distribution of allelic frequencies of rs2271289 between cases and controls ( $OR = 1.62$ , 95%  $CI$ : 1.24 ~ 2.10,  $P = 3.28E - 04$ ). The cases were stratified from family history, severity and lesion type, there were significant differences between clinical subgroups and controls. Significant associations were found for rs2271289 of NEDD4 with multiple site and severity ( $P < 0.05$ ), However, there was no statistical difference in family history. **Conclusion** The results indicate that the rs2271289 polymorphism within NEDD4 gene is associated with susceptibility of keloids in Chinese Han population, also it is associated with severity.

**Key words** keloids; single nucleotide polymorphism; phenotype; NEDD4 gene