

多层螺旋CT辅助微种植体支抗植入的精确性*

陈京奕¹, 单丽华², 刘英奇¹, 焦建军¹, 史东晔¹

Accuracy of multi-slice spiral CT images assisting mini-implant anchorage surgery

Chen Jing-yi¹, Shan Li-hua², Liu Ying-qi¹, Jiao Jian-jun¹, Shi Dong-ye¹

Abstract

BACKGROUND: Compared with traditional orthodontic anchorage, bone implant anchorage displays advantages in treating intractable cases. However, the failure rate exists. To extend and apply the miniscrew anchorage system, the key methods improved the stability of miniscrews, which is based on accurate diagnosis and analysis to the local alveolar bone.

OBJECTIVE: To evaluate the accuracy of various multi-slice spiral CT (MSCT) images assisting implant anchorage surgery and explore the factors associated with the accuracy.

METHODS: Following design of the implant anchorage angles in various MSCT images accurately, 32 titanium miniscrews were implanted in porcine skull. The anchorage angles on MSCT images again and the buccolingual breaths of alveolar process by insert angle were measured. The skulls were dissected, and the implant anchorage angles and the breadths of alveolar process were measured on anatomic bone samples. The various MSCT images data and pits' skull sample data were compared.

RESULTS AND CONCLUSION: Their concordance correlations between MSCT length and angle measurement data and the anatomic bone samples were good. But all MSCT data were smaller than the anatomic samples data. The accuracy of 2D images was better than 3D images. The measurement accuracy of angles was better than lengths. The accuracy of axial sections were better than that of cross-sections in 2D and 3D MSCT images. MSCT images can provide accurate quantity information in the ration 1:1 to material object. It is accurate and reliable that MSCT images assist implant anchorage surgery. On measurement, the 2D axial and 2D cross-sectional images play the most important role on clinical application. The measurement accuracy of cross-sectional images is affected by scanning plane of MSCT radio active rays.

Chen JY, Shan LH, Liu YQ, Jiao JJ, Shi DY. Accuracy of multi-slice spiral CT images assisting mini-implant anchorage surgery. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(22): 4023-4026. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景:与传统正畸支抗比较,骨性种植支抗解决疑难病例的矫治优势已逐步显现。但仍存在一定失败率。所以在种植前对种植区的骨质骨量做细致精确的评估并制定周密的治疗方案是使用微螺钉作为高效正畸支抗的前提。

目的:比较多层螺旋CT各种重建影像在术前评估种植区骨量的精确性,并探求其影响因素,以辅助提高微种植支抗的稳定性。

方法:采用多层螺旋CT原始轴位像及多种重建影像精确设计种植角度后,在成熟普通猪头颅骨种植32枚纯钛微螺钉,术后分别测量多种影像上的微螺钉角度,并沿微螺钉走向测量局部牙槽突宽度。解剖猪颌骨,测量组织块牙槽突宽度及微螺钉角度。将多层螺旋CT多种影像线段和角度测量值分别与实物测量值进行比较并进行统计学分析。

结果与结论:①多层螺旋CT二维平面及三维立体影像上的角度与线段测量值与实物相比较均一致性较好,但均略小于实测值。②原始轴位图像精确度最高,二维平面影像精确度高于三维立体影像。③角度测量值精确度高于线段。④无论二维平面或三维立体影像,轴位面影像精确度高于侧面影像。提示多层螺旋CT图像可提供与实物大小基本接近1:1的精确信息,能够准确指导微种植体支抗手术,以辅助提高其稳定性;原始轴位图像与多层重建中的侧面影像在角度及线距测量上临床应用价值最大;MSCT放射线基准面选择影响侧面放大率。

关键词:种植体支抗;多层螺旋CT;三维重建;精确度;数字化口腔技术

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.22.008

陈京奕,单丽华,刘英奇,焦建军,史东晔.多层螺旋CT辅助微种植体支抗植入的精确性[J].中国组织工程研究与临床康复,2010,14(22):4023-4026. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

稳定的支抗是正畸治疗成功的保证。微螺钉种植支抗系统在近年来的临床应用中取得了良好效果,但在临床种植手术中仍可能损伤牙根、上颌窦或下齿槽神经等组织,或在术后应用中早期脱落,尤其对于解剖结构特殊的疑难病例失败概率更高。解决问题的关键在于术前对种植区骨质骨量进行精确的评估^[1-2]。常规影

像检查存在不同程度局限性^[3-5]。有研究者建议将多层螺旋CT术前辅助正畸支抗种植设计列为常规治疗程序^[6]。

本实验利用多层螺旋CT影像重建的优势,在二维平面及三维立体多种重建图像上多方位测量微螺钉植入后角度及局部牙槽突宽度,再与新鲜动物实体进行比较,详细论证多层螺旋CT各种影像术前评估的精确性和可靠性,为多层螺旋CT辅助种植手术精确实施提供理论依据,并逐一分析不同影像精确度的影响因素,

¹Department of Stomatology, Handan Central Hospital, Handan 056001, Hebei Province, China; ²Department of Orthodontics, Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China

Chen Jing-yi★, Master, Associate chief physician, Department of Stomatology, Handan Central Hospital, Handan 056001, Hebei Province, China ccy0712@yahoo.com.cn

Received: 2010-03-01
Accepted: 2010-03-30

¹邯郸市中心医院口腔科,河北省邯郸市 056001;
²河北医科大学第二医院正畸科,河北省石家庄市 050000

陈京奕★,女,1972年生,河北省任县人,汉族,2007年河北医科大学毕业,硕士,副主任医师,主要从事口腔正畸及修复专业工作。ccy0712@yahoo.com.cn

中图分类号:R318
文献标识码:B
文章编号:1673-8225
(2010)22-04023-04

收稿日期:2010-03-01
修回日期:2010-03-30
(20100301017/GW·A)

以供临床借鉴。

1 材料和方法

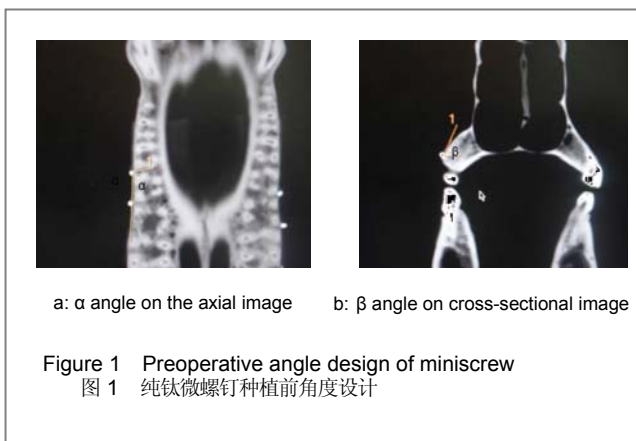
设计: 测量对比实验。

时间及地点: 于2007-01/2008-11在河北省邯郸市中心医院完成测量对比实验。

材料: ①新鲜成熟普通猪头颅骨2个, 来源当地农场。②纯钛微螺钉种植体32枚(杭州西湖巴尔公司生产, BM系统), 直径1.3 mm, 长度6 mm, 助攻型微螺钉支抗种植体。③Lightspeed16层螺旋CT机(美国通用电器公司)及惠普8200工作站(美国)。

技术路线: 多层螺旋CT扫描前标记种植区。以每个猪颅骨的上下颌骨两侧第三四前磨牙及第一二磨牙远中牙槽突作为32枚纯钛微螺钉的种植区。将真空热压成型的透明牙合托就位上下颌骨。并在牙合托上固定短钢丝标记初步设计的植入点。

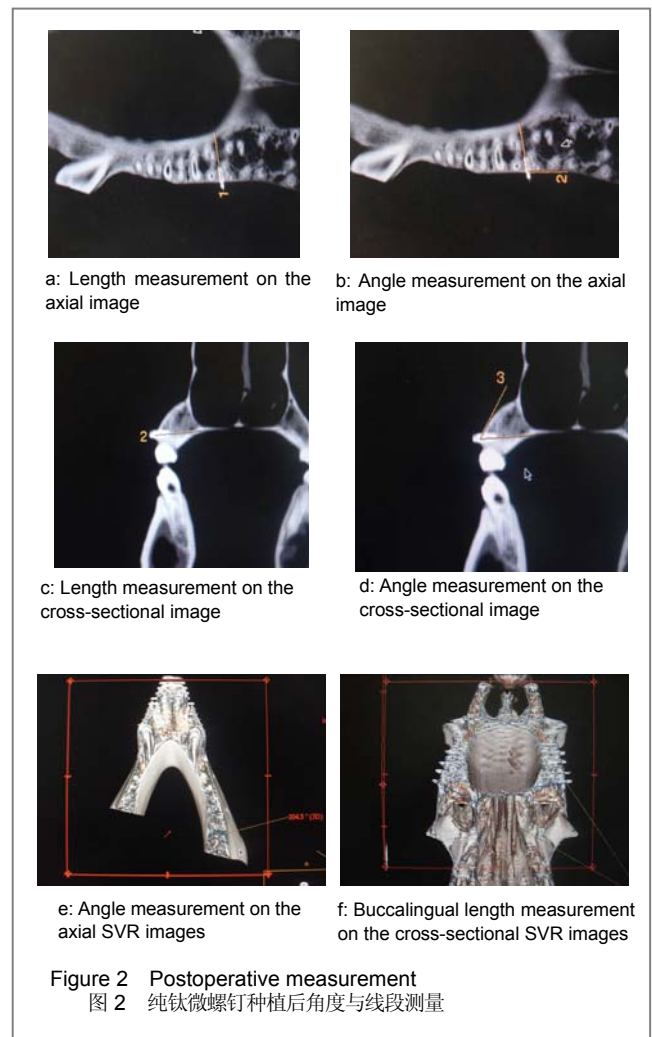
种植前多层螺旋CT扫描、图像重建及种植角度设计。LightSpeed 16SCT对猪颅骨进行扫描, 采集层厚0.625 mm, 放射线平行于牙合平面, 范围自下颌骨下缘至上颌骨眶下缘。扫描后利用惠普8200工作站随机配套影像软件AW4.2进行骨算法无间隔影像重建, 选择短钢丝标记层面的原始轴位图像上设计微螺钉近远中种植角度 α , 在侧面断面图像设计微螺钉龈牙合向种植角度 β (图1)。



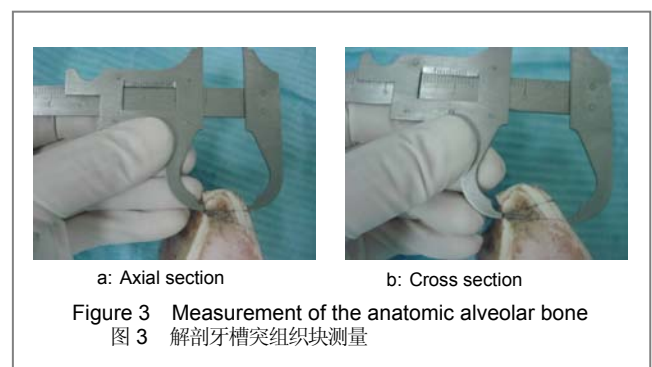
三维模板辅助手术操作。 采用0.8 mm不锈钢丝自行设计弯制三维空间指针, 包含多层螺旋CT设计的角度数据, 将金属指针在石膏模型上就位, 指导钻孔, 把角度数据精确转移至石膏模型, 并制作隧道式三维手术模板, 将手术模板在猪颅骨严密就位辅助种植微螺钉。

种植后多层螺旋CT扫描重建及图像测量。种植后多层螺旋CT扫描猪颅骨, 要求同术前。分别在二维图像及三维全容积重建图像上测量轴位面及侧面断面微螺钉植入的角度, 并沿微螺钉走向分别测量以颊侧骨皮质植入

点为标记的轴位面与侧面断面牙槽突颊舌径(图2)。



新鲜标本解剖组织块实物测量。片切猪上下颌骨牙槽突, 测量微螺钉在牙槽骨内相对于轴位面与侧面断面的角度, 并测量相应牙槽骨的颊舌径(图3)。



设计、实施、评估者: 均为本文作者, 均经过系统培训。

统计学分析: 应用SAS6.12软件包进行统计学分析。对种植前多层螺旋CT设计、种植后多层螺旋CT测量及术后解剖组织块实物测量的角度、线段数据作配对T检验。在此基础上计算一致性相关系数rc, 并对其做u检验。这种统计分析方法是专门的一致性检验方法^[7]。

它与配对 T 检验相结合能综合反映数据的一致性。当 $u > u_{0.01} = 2.58$, 认为 $rc >$ 有显著性统计学意义。 $rc > 0.85$ 表示一致性极好; $0.85 > rc > 0.5$ 表示一致性好; $rc < 0.5$ 表示一致性差。当比较对象被认为有差别时, 参考偏差均数及偏差占实物测量的百分数的平均值, 判断差别有无实际意义。

2 结果

2.1 种植体微螺钉角度多层螺旋CT测量值与实物测量值的比较 在二维与三维影像中, 无论轴面图像还是侧断面图像与实物测量比较均无统计学意义且一致性极好, 见表1。

Item	MSCT measurement angle		Sample measurement angle		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
Axial section images	2D	95.093 8	5.360 3	95.343 8	5.671 7
	3D	94.750 0	5.891 5	95.343 8	5.671 7
Cross section images	2D	73.218 8	13.020 4	73.000	14.052 9
	3D	72.453 1	14.653 7	73.000	14.052 9

Item		P	rc	u
Axial section images	2D	0.385 4	0.956 6	10.519 7
	3D	0.062 6	0.949 6	9.638 1
Cross section images	2D	0.855 9	0.979 2	9.025 4
	3D	0.143 5	0.989 0	14.345 6

2.2 种植区牙槽突颊舌径线段多层螺旋CT测量值与实物测量值的比较 二维影像的轴面图像与实物测量比较无统计学意义且一致性极好, 见表2。

Item	MSCT measurement breadth		Samples measurement breadth		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
Axial section images	2D	14.664 0	3.292 3	14.732 0	3.265 6
	3D	14.441 7	3.442 4	14.732 0	3.265 6
Cross section images	2D	18.613 8	3.896 6	18.945 0	3.770 5
	3D	18.453 1	3.701 2	18.945 0	3.770 5

Item		P	rc	u
Axial section images	2D	0.441 8	0.989 1	13.661 5
	3D	0.005 6	0.983 6	11.871 0
Cross section images	2D	0.005 6	0.988 4	12.085 1
	3D	0.001 0	0.979 8	13.579 3

二维影像的侧断面图像及三维影像的轴面图像和侧断面图像与实物测量比较均有显著性差异, 但均显示一致性极好 ($rc > 0.85$), 各图像的偏差均数及偏差占实物测量的百分数平均值均很小, 表明差异无实际意义。见表3。

	Item	P	rc	Deviation mean	Deviation mean (%)
Angle	2D axial section images	0.385 4	0.956 6	-0.25°	-0.23
	2D cross section images	0.656 6	0.979 2	-0.22°	-0.61
	3D axial section images	0.062 6	0.949 6	-0.49°	-0.51
	3D cross section images	0.143 5	0.989 0	-0.55°	-0.85
Breadth	2D axial section images	0.441 8	0.989 1	-0.07 mm	-0.42
	2D cross section images	0.003 2	0.984 4	-0.03 mm	-2.19
	3D axial section images	0.005 6	0.983 6	-0.33 mm	-1.92
	3D cross section images	0.001 0	0.979 8	-0.49 mm	-2.60

2.3 综合分析各种测量数据结果 ①二维平面影像测量精确度高于三维立体影像。②二维及三维影像的CT图像测量值均小于实测值。③角度测量的精确度高于线段。④无论二维或三维影像, 轴面图像测量的精确度高于侧断面图像。

3 讨论

与传统正畸支抗比较, 骨性种植支抗解决疑难病例的矫治优势已逐步显现。但微螺钉种植仍存在一定失败率^[8-9], 这给患者带来精神和经济上的很大压力, 从而影响微螺钉作为“绝对支抗”的进一步推广。

影响微螺钉成败的关键因素是种植区局部的骨量^[10-11]。在下前牙根部或其他种植区有牙列拥挤严重、个别牙扭转、异位等情况下种植, 没有精确指导, 很难保障微螺钉植入后的骨量。另外损伤周围重要组织结构如解剖变异较大的上颌窦或下齿槽神经管也是导致失败的原因。所以在种植前, 对种植区的骨质骨量做细致精确的评估并制定周密的治疗方案是使用微螺钉作为高效正畸支抗的前提^[12-13]。这直接决定种植支抗的长度、直径、数目及种植部位角度、深度的选择, 并且影响到术后加力时间、大小的确定。

常规影像学检查如根尖片、曲面体层摄影片由于失真较严重, 存在不同程度放大扭曲; 重要解剖结构定位不准确; 不能提供颊舌向牙槽骨信息; 无法有效评估骨密度, 所以在辅助正畸支抗种植中, 尤其对于解剖结构特殊、

骨质密度异常的特殊疑难病例存在很大的局限性。而多层螺旋CT的影像重建技术和高密度分辨率, 能为解决这些问题提供精确的信息和依据。国内外虽有研究论证多层螺旋CT三维重建测量值与实体测量值无统计学差异^[14-16], 但罕有将多层螺旋CT不同重建方式的不同层面的线距与角度测量分别与实体解剖的新鲜动物组织块逐一进行比较, 并对不同重建影像的精确度进行详细比较, 并分析影响因素。有研究者建议遵循循证医学原则, 提高临床成功率, 降低风险, 应将多层螺旋CT种植前辅助微螺钉种植设计列为常规程序^[6]。通过分析影响不同影像精确性的原因, 为临床应用提供借鉴。以下详述:

在原始轴位图像与多层面重建的二维图像及三维全容积重建的立体图像上均能获得与实测值接近1:1的线段和角度测量, 表明多层螺旋CT二维及三维立体图像的测量结果均可作为骨量测量、种植支抗定位设计的可靠依据。但统计结果表明, 无论角度还是线段测量, 原始轴位图像精确性最高, 且二维平面图像精确度均高于三维立体图像。分析认为, 全容积重建是近些年发展的一种真正意义的全容积立体成像, 重建过程中没有图像数据丢失。在前文献中多用于展示人体器官三维形态、解剖位置与相邻组织器官的毗邻关系^[17], 三维影像测量主要进行外部轮廓及体积测量^[1]。本实验尝试对三维立体影像做轴位面与侧断面任意层面切割, 并测量立体影像内部结构的角与线距, 仍能得到与实体测量十分接近的精确测量值。但全容积重建程序操作难度大, 主观性强, 对计算机硬件要求高, 在一定程度上影响精确性, 随着软硬件发展, 全容积重建会有更好应用前景。目前, 作者认为原始轴位图像及多层面重建的侧面图像在角度及线距测量上临床应用价值最大。

本实验中各种CT图像的测量值均略小于实物测量值, 而有研究认为三维测量值>实测值, 另有研究认为三维测量值<实物测量值<二维测量值。作者认为屏幕测量值的误差与主客观两方面因素有关。客观因素为系统本身物体的放大率、CT断层厚度、计算机显示器分辨率等, 主观因素为选点差异。

研究表明, 无论二维还是三维图像, 角度测量精确度高于线段, 这与以往研究的结论不同。分析原因如下: ①有研究认为线段测量二点定位比角度测量三点定位误差小。作者在实际屏幕测量时, 认为影响角度测量精度的关键是角的顶点定位, 距离角的顶点越远处为两条边的方向定点, 对误差影响越小。②因CT扫描放射线基准平面有偏差, 致使侧面图像可能出现一定程度的失真, 在平面上, 这种情况对线段影响大于角度。另外, 无论二维还是三维图像, 轴面图像的角度与线段测量的精确度均高于侧面图像, 原因可能是侧面存在放大率。作者分析多层螺旋CT扫描放射线基准平面的选择是影响放大率的主要原因。有研究表明不同扫描角度

对重建的下颌骨侧面图像有影响。当轴平面与下颌下缘的角度大于10°时, 高度误差最大可达30%。作者观测猪上牙槽突及下颌体与殆平面基本平行, 采用平行于殆平面的X射线束。实验结果显示多层螺旋CT各图像测量值均与实物测量值十分接近, 这表明作者选择的多层螺旋CT扫描基准平面是合理的。但实验结果也提示, 无论线段或者角度测量, 轴面图像测量精确度好于侧面, 这表明放射线扫描的轴平面和猪上下颌骨还存在小的角度, 可能导致侧面图像有一定放大率。提示临床应用中, 对人体上下颌骨进行多层螺旋CT扫描, 有必要严格把握放射线基准平面的选择。

4 参考文献

- [1] King KS, Lam EW, Faulkner MG, et al. Vertical bone volume in the paramedian palate of adolescents: a computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132(6):783-788.
- [2] Zhou M, Chen SL, Chen JL, et al. Shiyong Yiji Zazhi. 2005; 12(6): 1562-1563. 周苗, 陈松龄, 陈建灵, 等. 螺旋CT在牙种植术前评估和设计中的应用[J]. 实用医技杂志, 2005, 12(6): 1562-1563.
- [3] Kwon TG, Park HS, Ryoo HM, et al. A comparison of craniofacial morphology in patients with and without facial asymmetry—a three-dimensional analysis with computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 35(1): 43-48.
- [4] Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, et al. Accuracy of cone-beam computer tomography imaging of the temporomandibular joint: Comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132(4):429-438.
- [5] Ma XC. Beijing: Renmin Weisheng Chubanshe. 2002: 214-218. 马绪臣. 口腔颌面医学影像诊断学[M]. 3版. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 214-218.
- [6] Xiao W, Zeng N, Hu F, et al. *Zhonghua Kouqiang Zhengjixue Zazhi.* 2009; 16(3): 126-129. 肖薇, 曾妮, 胡帆, 等. 微螺钉支抗考虑的国人正常颌骨皮质厚度CT测量分析[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2009, 16(3): 126-129.
- [7] Liu YX, Xu JP. *Linchuang Jianyanxue Zazhi.* 1998; 16(6): 379-381. 刘玉秀, 徐建平. 定量检测指标的一致性统计分析方法[J]. 临床检验杂志, 1998, 16(6): 379-381.
- [8] Tseng YC, Hsieh CH, Chen CH, et al. The application of mini-implants for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 35(8): 704-707.
- [9] Kyung HM, Park HS, Bea SM, et al. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J clin Orthod.* 2003; 37(6): 321-328.
- [10] Kang FW, Lu J, Pan KF. *Tongji Daxue Xuebao: Yixueban.* 2006; 27(1): 31-33. 康非吾, 卢军, 潘可风. 种植区骨皮质厚度对种植体骨界面应力分布的影响[J]. 同济大学学报: 医学版, 2006, 27(1): 31-33.
- [11] Wang Q, Fang W. *Guowai Yixue: Kouqiangxue Fence.* 2006; 33(2): 106. 王琪, 房伟(摘译). 在正畸力的作用下微小螺钉种植体真能保持不动吗[J]. 国外医学: 口腔医学分册, 2006, 33(2): 106.
- [12] Dequchi T, Nasu M, Murakami K, et al. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomography scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(6): 721.e7-12.
- [13] Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, et al. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124(4): 373-378.
- [14] Swennen GR, Barth EL, Eulzer C, et al. The use of a new 3D splint and double CT scan procedure to obtain an accurate anatomic virtual augmented model of the skull. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 36(2): 146-152.
- [15] Han YS, Ye Q. *Linchuang Fangshexue Zazhi.* 2008; 27(6): 937-939. 韩永顺, 叶强. 16层螺旋CT眼眶三维测量方法分析[J]. 临床放射学杂志, 2008, 27(6): 937-939.
- [16] Niu YS, Li ZJ. *Xiandai Kouqiang Yixue Zazhi.* 2010; 24(1): 75-77. 牛一山, 李志军. 上颌窦三维重建的研究进展及其临床应用[J]. 现代口腔医学杂志, 2010, 24(1): 75-77.
- [17] Park SH, Yu HS, Kim KD, et al. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(5): 600.e23-34.