

基于锥形束计算机体层摄影术测量牙龈厚度

曹 洁¹, 胡文杰^{1△}, 张 豪^{2△}, 柳登高³, 乐 迪⁴

(北京大学口腔医学院·口腔医院 1. 牙周科, 2. 修复科, 3. 放射科, 4. 综合科, 北京 100081)

[摘要] **目的:**探索一种应用锥形束计算机体层摄影术(cone-beam computed tomography, CBCT)对牙龈稳定显影的方法,并应用CBCT测量分析牙龈厚度与其覆盖骨厚度间的关系,进一步验证牙周探诊法判断牙龈生物型的可行性。**方法:**对受试者的上前牙区进行CBCT拍摄前准备:硅橡胶取初印,藻酸盐与造影剂按一定比例混合均匀取终印;拍摄CBCT后应用配套软件对影像资料进行三维重建处理,获得清晰牙龈图像,并测量目标位置的牙龈厚度,应用以上方法对15名研究对象的60颗上前牙进行CBCT拍摄,CBCT测量釉牙骨质界处的牙龈厚度,牙齿中央骨嵴顶下方2 mm处唇侧牙龈厚度及骨厚度,综合临床判断牙龈生物型,进行数据统计分析。**结果:**应用CBCT显示牙龈外形并可结合软件测量目标位置的牙龈厚度,薄型、中间型与厚型3组间的牙龈平均厚度比较,差异有统计学意义($F=7.206, P=0.002$);牙龈生物型与釉牙骨质界处牙龈厚度相关($r=0.449, P<0.05$);上前牙唇侧中央骨嵴顶下2 mm处的牙龈厚度与骨厚度负相关($r=-0.31$)。**结论:**通过印模技术结合造影使牙龈表面间接显影的方式,应用CBCT拍摄获得了清晰的上前牙区牙龈三维图像;CBCT测量牙龈厚度的结果与牙周探诊法判断牙龈生物型的结果较为一致,牙龈生物型与釉牙骨质界处牙龈厚度呈正相关,上前牙唇侧中央骨嵴顶下2 mm处的牙龈厚度与骨厚度呈轻度负相关。

[关键词] 锥束计算机体层摄影术; 牙龈; 牙测量学

[中图分类号] R781.4 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-167X(2013)01-0135-05

doi:10.3969/j.issn.1671-167X.2013.01.028

Method and its application of gingival thickness measurement based on cone-beam computed tomography

CAO Jie¹, HU Wen-jie^{1△}, ZHANG Hao^{2△}, LIU Deng-gao³, LE Di⁴

(1. Department of Periodontology, 2. Department of Prosthodontology, 3. Department of Radiology, 4. Department of General Dentistry, Peking University School and Hospital of Stomatology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT Objective: To develop a novel method for obtaining the clear visualization of the gingival profile by cone-beam computed tomography (CBCT) that consistently allows the measurements of gingival thickness and use it to explore the relationship between the gingival thickness and gingival biotype, and the gingival thickness and underlying alveolar bone thickness in the maxillary anterior region. **Methods:** In this study, 15 volunteers with healthy gingiva in the maxillary anterior teeth were involved, and a special preparation was done before CBCT scans including making impression with the contrast agent. The tissue biotypes were assessed clinically with the probe. The thickness of both gingiva and bone and the gingival thickness of the cemento-enamel junction (CEJ) were measured radiographically with cone-beam computed tomography scans. All data analyses were performed using SPSS 16.0. **Results:** The CBCT image showed clear visualization of the gingival profile. The average gingival thickness of the CEJ was (1.22 ± 0.32) mm. A correlation was observed between the tissue biotypes and the gingival thickness ($r=0.449, P<0.05$). The labial gingival thickness was negative associated with the underlying bone thickness measured with CBCT in the maxillary anterior region ($r=-0.31, P=0.021$). **Conclusion:** A method was established for measuring gingival thickness based on cone-beam computed tomography. The gingival biotypes had a positive correlation with gingival thickness of the CEJ.

KEY WORDS Cone-beam computed tomography; Gingival; Odontometry

牙龈、牙槽骨及牙之间的关系对牙周疾病的进展、治疗设计、预后判断都有重要作用,而医学影像技术对牙周疾病的诊断至关重要。常规影像手段对

牙周硬组织的判断比较成熟,特别是随着上世纪90年代末锥形束计算机体层摄影术(cone-beam computed tomography, CBCT)的出现和临床应用^[1]。

基金项目:首都卫生发展科研专项基金(2011-4025-04)和教育部留学回国人员科研启动基金(2012-45)资助 Supported by Capital Medical Development and Research Fund (2011-4025-04) and the Project-sponsored by SRF for the Retured Overseas Chinese Scholars, State Education Ministry (2012-45)

△ Corresponding author's e-mail, huwenjie2010@yahoo.com.cn; zhanghao@hsc.pku.edu.cn

网络出版时间:2013-1-7 11:07:03 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20130107.1107.005.html>

CBCT 对牙槽骨的三维形态也可显示并且测量,但是有关 CBCT 影像中牙、牙槽骨和牙龈 3 种组织联合显示和测量分析的报道尚少见,涉及到应用 CBCT 测量牙龈厚度的研究报道,均使用 i-CAT 机型 (Imaging Sciences International Inc., Hatfield, PA, USA)^[2-4],放射剂量较大,并且对软组织显影不够稳定。

本研究基于本课题组以往相关研究,拟探索一种应用 CBCT 对牙龈稳定显影并能对牙龈厚度进行测量的方法。应用该方法探索上前牙区牙龈生物型与牙龈厚度的相关性、牙龈厚度与骨厚度间的关系,以指导临床工作。本研究开始前经北京大学口腔医院生物伦理委员会审核批准 (批准号 PKUSSIRB-2012047),所有受试者均签署知情同意书。

1 资料与方法

1.1 牙龈间接显影的 CBCT 影像资料获取方法

1.1.1 研究对象 选择北京大学口腔医学院在读学生 1 人作为研究对象,牙龈健康,上前牙区段无明显拥挤、扭转及异位。

1.1.2 牙龈间接显影的研究方法(图 1、2) (1) 制取印模:选择受试者的 13 至 23 区段为牙龈显影测量部位。对受试者上前牙区(13 至 23)用硅橡胶初印(3M 公司)制作覆盖测量部位的个别托盘,要求个别托盘的厚度大于 5 mm;待硅橡胶个别托盘稳定后,用刮刀均匀修整个别托盘的组织面使之与牙列约有 1 mm 左右的间隙。个别托盘内放入造影剂与藻酸盐印模材(贺利氏公司)混合调拌成均匀的终印(造影剂为硫酸钡和泛影葡胺液,藻酸盐:硫酸钡体积比为 3:1,泛影葡胺液 2 滴)后在受试者牙列就位,使牙列、牙龈表面藻酸盐材料与软组织表面能密切接触。(2)CBCT 拍摄:待印模稳定后对受试者进行 CBCT 拍摄,CBCT 为 3DX multi-image micro-CT 扫描机,型号 MCT-1(日本森田公司生产),曝光时间约为 17 s,体素为 0.125 mm。拍摄条件为:75~80 kV,4.5~6.5 mA。图像处理与测量应用其配套图像三维重建处理软件 i-Dixel-3DX (Version 1.68)。使用 CBCT 配套软件对影像资料进行三维重建处理,调节图像的亮度及灰度,得到清晰牙龈影像。

1.2 CBCT 测量牙龈厚度的初步临床应用

1.2.1 研究对象 共选取北京大学口腔医学院在读学生 15 人,受试者纳入、排除标准同课题组以往研究^[5]。本研究共纳入 60 颗牙齿。

1.2.2 CBCT 研究资料的获取方法 选择受试者

的 13 至 23 区段为牙龈显影测量部位。按第 1.1.2 小节的方法对受试者进行 CBCT 拍摄,重建清晰的牙龈影像,调整待测牙齿位置,使 X 轴位于测量牙齿中央并平行于牙矢状面长轴,使 Y 轴位于测量牙齿髓腔处并与牙冠状面平行。测量时将矢状面图放大 1.5 倍,由同 1 名观察者对以下指标进行测量:(1)骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度及骨厚度:自骨嵴顶处做平行于 Y 轴的直线,长度为 2 mm,于直线末端做平行于 Z 轴的直线,骨皮质表面至白色阻射影的距离即为该牙唇侧中央骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度,此水平的骨厚度即为骨嵴顶下 2 mm 处的骨厚度。(2)釉牙骨质界处牙龈厚度:从牙齿唇侧釉牙骨质界处做平行于 Z 轴的直线,止于白色阻射影,两者距离即为该牙唇侧中央釉牙骨质界(cemento-enamel junction, CEJ)处的牙龈厚度(图 3、4)。



图 1 CBCT 拍摄时研究对象口外像及仪器设备

Figure 1 Volunteer positioned for a special cone-beam computed tomography (CBCT) scan

1.2.3 临床资料的获取方法 牙周探诊法判断牙龈生物型,将牙龈生物型分为厚型、中间型及薄型 3 类。牙龈生物型的判断方法和标准同本课题组既往研究^[5]。

1.3 统计学方法

使用 SPSS 16.0 软件作统计分析,对上前牙牙龈生物型相关指标的分析采用配对 *t* 检验与 Pearson 相关分析,对牙龈厚度与骨厚度的关系的分析采用 Pearson 相关分析, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CBCT 牙龈显影

本研究采取显影剂和印模材料混合,制作个性化印模,使牙龈间接显影以达到稳定显影牙龈的效果,从而能够从三维层面观察软、硬组织形态,并对目标位置的牙龈厚度进行测量,初步建立了基于牙龈间接显影基础上的 CBCT 影像资料获取方法。

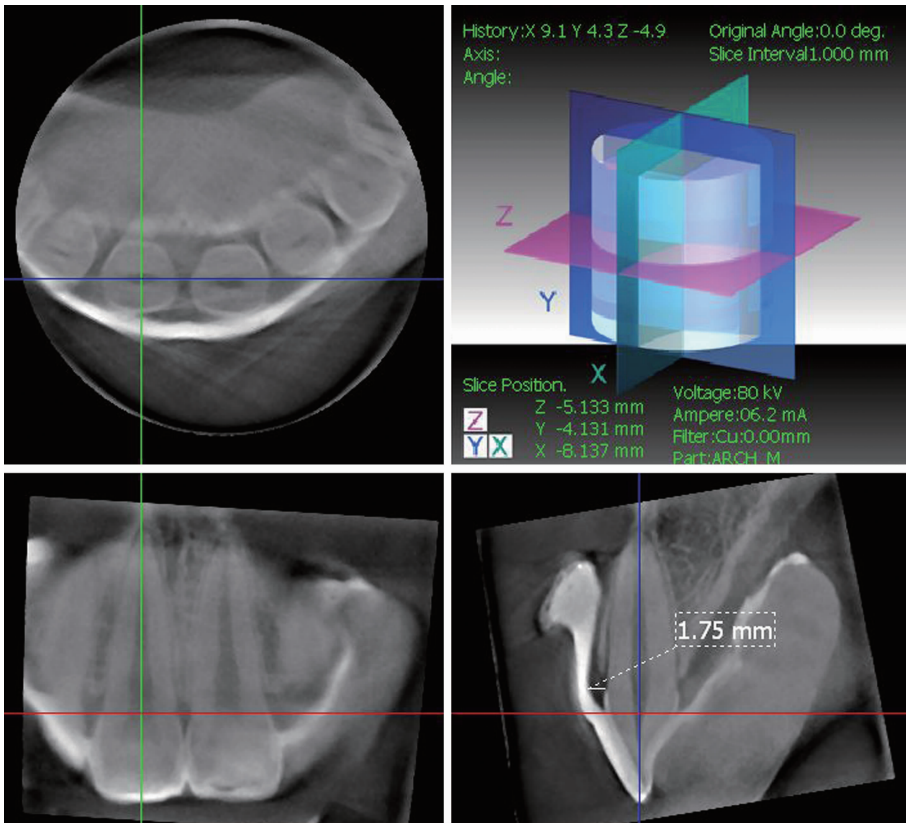


图2 CBCT间接牙龈显影示意图

Figure 2 Image of CBCT scan showing a clear visualization of the gingival profile

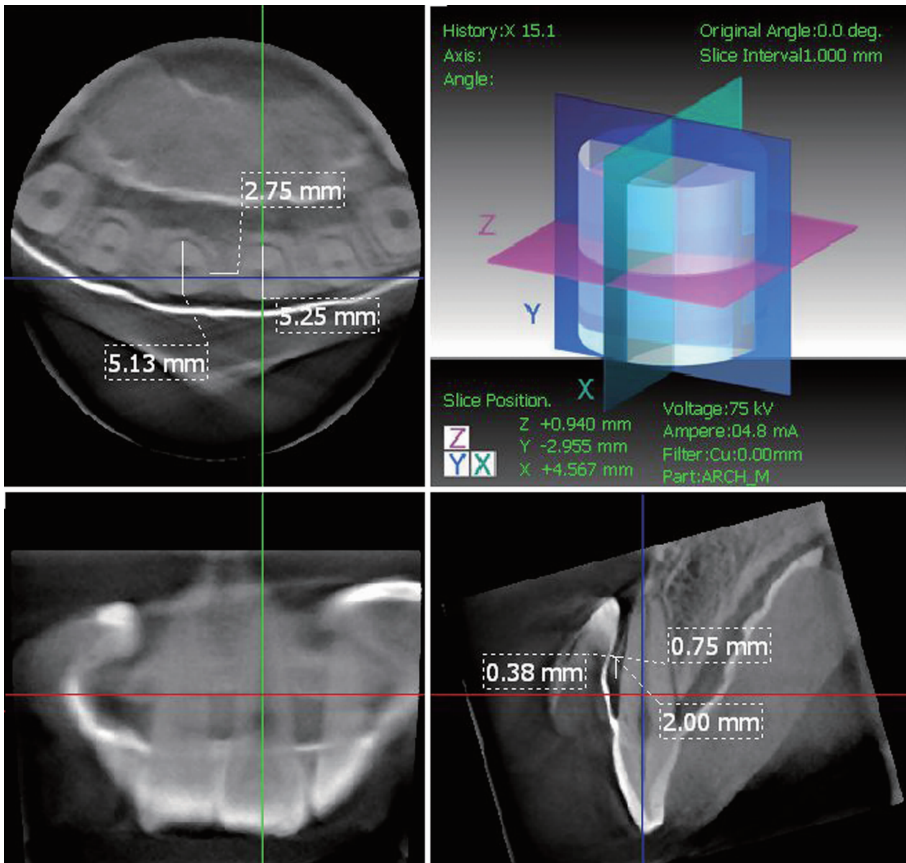


图3 CBCT影像测量上前牙区骨嵴顶下2 mm处的牙龈厚度及骨厚度的模式图

Figure 3 Image of CBCT scan measuring the gingival thickness and underlying alveolar bone thickness 2 mm below the alveolar bone crest

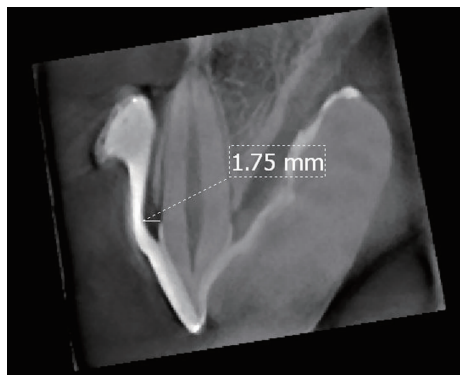


图 4 CBCT 影像测量 CEJ 处牙龈厚度的模式图

Figure 4 Image of CBCT scan measuring the gingival thickness of CEJ

2.2 上前牙区不同牙龈生物型对应的唇侧中央釉牙骨质界处牙龈厚度的 CBCT 测量结果

CBCT 测量正常人群 60 颗上前牙的牙龈平均厚度为 (1.22 ± 0.32) mm。薄型、中间型与厚型 3 组间的牙龈平均厚度比较, 差异有统计学意义 ($F = 7.206, P = 0.002$), 其中薄型牙龈与中间型牙龈之间差异无统计学意义 ($P = 0.110$)。对 60 颗上前牙的牙龈生物型与其对应的唇侧中央釉牙骨质界处牙龈厚度做 Pearson 相关分析, $r = 0.449, P < 0.05$, 牙龈生物型与 CEJ 处牙龈厚度相关 (表 1)。

表 1 CBCT 测量上前牙区不同牙龈生物型的牙龈厚度 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 CBCT measurements of mean gingival thickness in different gingival biotypes in the maxillary teeth ($\bar{x} \pm s$)

Gingival biotypes	Teeth	Percentage (%)	Thickness (mm)
Thin biotype	5	8.33	$0.93 \pm 0.14^*$
Compromised biotype	34	56.67	$1.16 \pm 0.27^*$
Thick biotype	21	35	1.40 ± 0.36
Sum	60	100	1.22 ± 0.32

* $P < 0.01$, statistically significant difference between the thick biotype and thin biotype, the thick biotype and compromised biotype.

2.3 上前牙唇侧中央骨嵴顶下 2 mm 处牙龈厚度与骨厚度的相关性测量分析 (图 5)

58 颗上前牙 (因拍摄范围不完整排除 2 颗牙齿) 唇侧中央骨嵴顶下 2 mm 处牙龈厚度与骨厚度的分布情况详见表 2。排除两个明显奇点, 对骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度与骨厚度做 Pearson 相关分析, r 值有统计学意义 ($P = 0.021$), 骨嵴顶下 2 mm 处牙龈厚度与骨厚度呈负相关 ($r = -0.31$)。

3 讨论

牙周疾病特别是牙周炎, 表现为程度不同的软、硬组织破坏和缺陷, 除了临床牙周专科检查外, 诊治过程中迫切需要恰当的技术手段对牙周疾病导致的

软、硬组织破坏程度、破坏类型进行准确分析, 目前, 医学影像是牙周疾病诊断、治疗设计及预后判断的重要辅助手段。

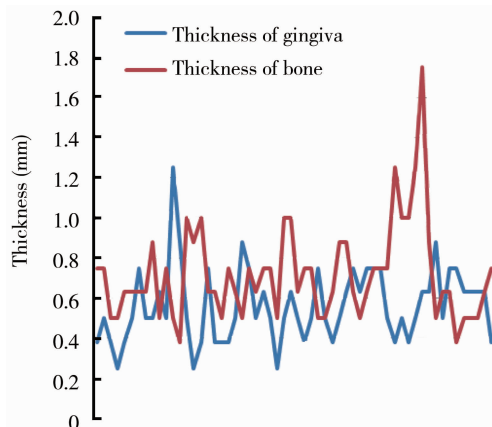


图 5 上前牙唇侧中央骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度与骨厚度关系

Figure 5 Relationship between the gingival thickness and underlying alveolar bone thickness 2 mm below the alveolar bone crest

表 2 CBCT 测量上前牙唇侧中央骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度与骨厚度 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 CBCT measurements of mean gingival thickness and underlying alveolar bone thickness 2 mm below the alveolar bone crest in the maxillary teeth ($\bar{x} \pm s$)

Measurements (2 mm below the alveolar bone crest)	Teeth	Thickness (mm)
Gingival thickness	58	0.56 ± 0.18
Thickness of underlying alveolar bone	58	0.72 ± 0.24

自 90 年代末 CBCT 逐渐广泛应用于口腔颌面部以来^[1], CBCT 的三维测量和分析技术为深入研究牙周软、硬组织提供了可能性, 但其对牙周组织的影像分析一直存在软组织不能显影的“缺环”。一般的 CBCT 放射剂量较小, 由于其应用探测器的限制, 密度分辨率差^[6], 还不能像传统医用 CT 一样显示口腔颌面部的软组织结构形态。尽管有 CBCT 显示牙龈的文献报道^[2-3], 也仅限于 i-CAT 机型, 其辐射剂量较大, 需要避免唇颊软组织的遮挡, 并且图像质量有待进一步提高。因此, 探索临床上有效、稳定并具有可操作性的牙龈显影方法是一个难点, 迄今为止尚未见文献报道。本研究通过制取个性化印模后行 CBCT 拍摄, 达到牙龈间接显影的效果。其方法特点是造影剂与印模材相混合, 硅橡胶初印起到支撑藻酸盐终印并保证其稳定性的作用。藻酸盐印模材良好的流动性, 使造影剂能在牙龈表面均匀覆盖。CBCT 影像上表现为: 牙龈外侧为一薄层均匀的白色阻射影, 内侧为边界清晰的皮质骨面, 形成了特殊的“三明治”结构, 使相应的牙龈轮廓在 CBCT

下得以完整呈现,而且由于造影剂的存在,牙龈显像并不受 CBCT 设备及环境限制。CBCT 扫描一次,可以获取牙弓指定区段的牙齿、牙龈及牙槽骨的三维形态数据,可实现对这个区段任意部位的形态测量,获取的信息量远远超过常规的穿龈探诊和超声检查,而且通过数字图像的存储和处理,为该部位定量化的纵向观察提供了可能性。通过本研究的探索将为 CBCT 研究牙周软、硬组织关系提供一个良好的方法学基础。

牙龈生物型与牙龈厚度的关系十分密切。本课题组以往的研究将牙龈生物型分为厚、中间及薄型 3 种^[5],通过牙周探诊法临床判断牙龈生物型,并应用 CBCT 测量 66 颗上前牙的釉牙骨质界处牙龈厚度与其对应比较,发现薄型牙龈与中间型牙龈、厚型牙龈差异有统计学意义。因此,通过牙周探诊法临床判断不同的生物型,其对应 CBCT 测量的牙龈厚度也有差异,这与 Kan 等^[7]的研究结果较为一致。本研究对 CBCT 间接牙龈显影的方法做了进一步改进,相比牙龈表面涂抹造影剂,采取个性化印模结合造影剂使牙龈间接显影的方法,增加了稳定性和可操作性,测量分析的结果与其研究结果基本一致,对牙周探诊法与 CBCT 测量结果做相关性分析发现,牙龈生物型与釉牙骨质界处牙龈厚度呈中度正相关($r=0.449$),可初步推论牙周探诊法判断牙龈生物型具有一定的临床指导意义。

上前牙区段牙龈和牙槽骨的关系是涉及到牙龈退缩,牙周美学手术和种植手术设计、治疗、评价的临床难题,如何采取无创非侵入性的手段了解其关系,是临床医生十分关注的问题。以往研究指出牙龈组织较薄的牙槽骨形态也薄^[8]。2010 年 Fu 等^[4]对 22 例头颅标本的唇腭侧牙龈厚度及骨厚度行 CBCT 测量,发现唇侧牙龈厚度与其覆盖的骨厚度存在中度相关性,一定程度上证实了 Seibert 等^[9]提出的假设。本研究在 Fu 等^[4]的研究基础上,同样选择对上前牙区骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度与骨厚度进行 CBCT 测量,分析了该处牙龈和牙槽骨的相互关系,结果表明,骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度与骨厚度呈低度负相关($r=-0.31, -0.38$),与以往研究结果存在差异。分析原因,牙龈与骨厚度受到包括种族、年龄、性别、牙齿位置等多因素的影响。

在 Fu 等^[4]的研究中,采用的是甲醛溶液浸泡过的成人带软组织的尸体头颅标本,牙龈形态可能发生了一定改变,且未指出其牙周状况,实验对象的种族(白人)、年龄(33~97 岁)、性别构成(16 例男性,6 例女性)等均与本研究有较大差异。本研究基于有限的样本量和现有 CBCT 测量精度(空间分辨率:0.125 mm)的限制,初步推测在较年轻的人群中,上前牙区骨嵴顶下 2 mm 处的牙龈厚度与骨厚度可能负相关。这提示,涉及前牙牙周手术之前应充分了解该区域骨组织厚度以及对应牙龈组织的特点,更好地设计术式、预测疗效和手术过程中实施必要的组织保护。

综上,本研究通过印模技术结合造影,应用 CBCT 获得了较清晰的牙龈三维影像,并能较准确地测量目标位置的牙龈厚度,为继续深入研究牙周软组织的三维信息并分析与其密切相关的硬组织之间的关系奠定了基础。本课题组将在该方法的标准化和可操作性上逐步深入研究,今后期望更好地运用到临床。

参考文献

- [1] 李刚,马绪臣. 口腔专用锥形束 CT 概述[J]. 中华口腔医学杂志, 2009, 44(11): 702-703.
- [2] Januario AL, Barriviera M, Duarte WR. Soft tissue cone-beam computed tomography: a novel method for the measurement of gingival tissue and the dimensions of the dentogingival unit [J]. J Esthet Restor Dent, 2008, 20(6): 366-373.
- [3] Barriviera M, Januario AL, Duarte WR, et al. A new method to assess and measure palatal masticatory mucosa by cone-beam computerized tomography [J]. J Clin Periodontol, 2009, 36(7): 564-568.
- [4] Fu JH, Yeh CY, Chan HL, et al. Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology [J]. J Periodontol, 2010, 81(4): 569-574.
- [5] 乐迪,张豪,胡文杰,等. 牙周探诊法判断牙龈生物型的初步研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2012, 47(2): 81-84.
- [6] 马绪臣. 口腔颌面锥形束 CT 的临床应用[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 11.
- [7] Kan JY, Morimoto T, Rungcharassaeng K, et al. Gingival biotype assessment in the esthetic zone: visual versus direct measurement [J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2010, 30(3): 237-243.
- [8] Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between crown form and clinical features of the gingival in adolescents [J]. J Clin Periodontol, 1993, 20: 570-577.
- [9] Seibert J, Lindhe J. Esthetics and periodontal therapy. Textbook of clinical periodontology [M]. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1989: 477-514.

(2012-10-09 收稿)
(本文编辑:王蕾)