

锥形束 CT 的特点及其在正畸专业中的应用

周艳妮^{1,2}综述 曹宝成¹审校

(1. 兰州大学口腔医院正畸科; 2. 武警甘肃总队医院口腔科 兰州 730000)

[摘要] 在正畸治疗中, X 线检查对明确患者的错殆类型、制定错殆畸形患者的矫治计划等具有重要的价值。长期以来, 医生使用的曲面断层片和头颅侧位片, 均为二维影像, 且存在着重叠、图像放大等缺点。传统的扇形 CT, 因其占地面积大、设备价格高、操作复杂、射线量大、费用昂贵等因素, 无法成为正畸患者常规的检查方法。近年来, 随着锥形束 CT(CBCT) 的引入, 对正畸患者的诊断和治疗, 以及在医患沟通方面均带来了很大的帮助。本文就 CBCT 的起源和技术特点及其在正畸专业中的应用作一综述。

[关键词] 锥形束 CT; 正畸; 三维

[中图分类号] R 783.5 [文献标志码] A [doi] 10.3969/j.issn.1673-5749.2012.06.023

Features and the use of cone beam computed tomography in orthodontics Zhou Yani^{1,2}, Cao Baocheng¹. (1. Dept. of Orthodontics, Hospital of Stomatology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. Dept. of Stomatology, Gansu Arming Police Hospital, Lanzhou 730000, China)

[Abstract] Professional X-ray is important to know the patient's type of malocclusion and make treatment planning in orthodontic treatment. For a long time, we use panoramic radiograph and cephalometric head film which are two-dimensional images, and there are many shortcomings such as overlap and enlarge image. The traditional fan beam computed tomography can't become a routine inspection of the patients with orthodontic tools, because its covers big area, high price, complex operation, radiation quantity, expensive cost and other factors. In recent years, with the introduction of cone beam computed tomography(CBCT) on the diagnosis and treatment of orthodontic patients, as well as in the doctor-patient communication are of great help. This article aimed to review the origin, technical features and the use of CBCT in orthodontics.

[Key words] cone beam computed tomography; orthodontics; three dimensions

正畸专业的 X 线检查十分重要。近些年来, 随着锥形束 CT(cone beam computed tomography, CBCT) 的引入, 对正畸患者的诊断、治疗以及在医患沟通方面均带来了很大的帮助。本文就 CBCT 的技术特点以及在口腔正畸专业的应用作一综述。

1 CBCT 的问世及特点

1.1 CBCT 的问世

计算机断层扫描机(computed tomography, CT)从 1969 年第 1 代问世到现在已发展至第 5 代(CBCT)。CBCT 于 1982 年开始在梅奥医院应用于血管造影检查以来^[1], 直到 1998 年才被引入口腔专业^[2]。

由于 CBCT 能够清晰地显示根、牙周膜间隙以及骨密质和骨松质^[3], 同时 CBCT 还具有分辨率高、高速扫描、费用相对较低等优点, 故现已广泛应用于口腔学科^[4]特别是正畸专业^[5]。

CBCT 的基本原理是 X 线发生器围绕投照体做环形数字投照, 依据机型的不同, 环形旋转 180° 或者 360°, 然后将投照数据重建后形成三维图像。其特点是采用三维的锥形束 X 线扫描和二维的面状探测器, 将二维的投照数据重建后, 直接形成三维图像。

1.2 CBCT 的优点

1.2.1 影像精确 CBCT 具有体素各向同性的特点, 因此, 在重建的 CBCT 中冠状位数据和轴位数据具有同样的分辨率; 而扇形 CT 多是各向异性的, 其冠状位分辨率较轴位低^[6]。

CBCT 在空间分辨率上远超过了其他类型的 CT。CBCT 用兆级像素的检查装置, 其体素分辨

[收稿日期] 2012-02-15; [修回日期] 2012-07-20

[作者简介] 周艳妮(1977—), 女, 湖北人, 主治医师, 硕士

[通讯作者] 曹宝成, Tel: 0931-8915062-8301

率低至 0.07~0.25 mm。同时,与二维 X 线检查相比,可以通过拍摄一次 CBCT 形成三维影像,观察到二维检查所观察不到的颊舌侧影像^[7]。

1.2.2 投照范围可自行选择 根据检查和诊断所需部位,可选择不同的投照范围。观察复杂的颌颌面部影像用大范围投照,观察埋伏牙的位置用小范围投照。

1.2.3 快速扫描 以头颅部为例,用 CBCT 仅需 10 s 或更短的时间完成扫描,而扇形 CT 尤其是高分辨率的扇形 CT,每层扫描就耗费数十秒。

1.2.4 占地面积小 CBCT 可采用站位或坐位,较传统 CT 节约了空间。

1.2.5 操作简单 CBCT 可与普通的个人计算机相连,而螺旋 CT 不仅需要专业计算机设备,还需要专业技师操作。

1.2.6 价格低廉 CBCT 不仅造价低于螺旋 CT(为螺旋 CT 的 1/30~1/10),而且检查费用也远低于螺旋 CT。

1.3 CBCT 存在的问题

1.3.1 射线量高于传统 X 线检查 正畸患者以儿童居多,而儿童更易吸收 X 线。通常射线量与照射范围的大小呈正比。CBCT 有效剂量为 58.9~1 025.4 μSv ,明显高于数字化曲面断层片(5.5~22.0 μSv)和数字化头颅侧位片(2.2~3.4 μSv)相加的有效剂量,所以其不能完全代替曲面断层片和头颅侧位片成为正畸常规的检查方法^[8]。欧洲原子能共同体认为,CBCT 可选择性地用于下列情况:1)埋伏牙的定位和邻牙的吸收;2)微螺钉种植体植入点的确定;3)通气道的判定;4)调查正畸引起的局部感觉异常^[9]。

1.3.2 易形成伪影 CBCT 易形成的伪影有:1)运动伪影;2)位置伪影;3)放射线硬化产生的伪影;4)系统伪影^[10]。Sanders 等^[11]发现:无论是不锈钢还是陶瓷托槽,CBCT 扫描时会形成低灰阶值的透亮影,且使用不锈钢托槽时,正常牙本质和缺损牙本质间不易区别。

1.3.3 软组织显影不佳 CBCT 受所应用探测器的限制,其成像时对组织密度差别的分辨率低,即对比度分辨率低,因此软组织成像不如多排螺旋 CT 清晰。

1.3.4 CBCT 的标准有待统一 目前,CBCT 因各机型探测器、灰阶值、体素大小、医学信息换算软件和三维重建方式存在差异,导致在具体应用过程中缺乏统一的标准。

2 CBCT 在正畸专业的应用

2.1 CBCT 用于正畸治疗前计划的设计

2.1.1 头颅测量 目前多数研究选择干颅骨来进行,把用数字量角规直接测量得出的数据作为金标准,然后分别测量 CBCT 和头颅侧位片上的各值,并将结果进行比较。在干颅骨测量中,多数研究^[12-14]显示:CBCT 较头颅侧位片测量更准确。因为二维的头颅侧位片是用非平行 X 线投照三维的物体,故极易发生变形^[12],除非扩大的影像与缩小的形变恰好抵消。对同一间距分别用 CBCT 和头颅直接测量后,结果显示:2 种测量法差异在 2 mm 左右的占 10%,1 mm 以上的占 60%。Periago 等^[13]认为:这种差异在临床上没有统计学意义。Gribel 等^[14]用塑料珠定位,结果显示:CBCT 测量法与头颅直接测量法差异无统计学意义,而头颅侧位片测量值与颅骨直接测量值之间有明显差异。Yitschaky 等^[15]通过对 10 副人类干颅骨的研究后发现:除了包含有蝶鞍点(S点)的测量角外,其他测量值与使用头颅侧位片测量之间没有明显差异,但是因其样本量小,还需更多的研究加以证明。

2.1.2 快速分析 正畸医生用 CBCT 可以在三维方向上快速测量患者颌面部的软硬组织^[16]。在 CBCT 三维影像上,用光标拖拽 2 条交叉线,可在虚拟空间中精确定位需要观察的部位。采集到的数据可以在任何角度、范围和位置上重建图像,使需要观察的部位可视化。用 Little 不整齐指数比较 CBCT 与 OrthoCAD 软件,结果显示:CBCT 在前牙拥挤度、覆骀、覆盖的线性测量中与 OrthoCAD 软件一样准确^[17]。

2.1.3 用于埋伏尖牙的定位 尖牙埋伏的发生率仅次于第三磨牙。正畸医生通过精确定位埋伏尖牙,从而正确选择是否暴露、拔除、牵引或暂不处理等方法。Haney 等^[18]分别用传统测量法(全景片判断垂直向、咬合片判断水平向以及 2 张牙片)与 CBCT 测量法判断埋伏尖牙的唇腭侧、近远中位置,以及邻牙牙根的吸收情况。结果显示:7 位医生对埋伏牙的分歧率在近远中根尖位置为 21%,颊舌向位置为 16%,邻牙的根吸收为 36%。CBCT 为埋伏尖牙的诊断和治疗提供了更准确的信息。Leuzinger 等^[19]在用 CBCT 分析了 80 名儿童的 113 颗埋伏尖牙后,其原治疗方案改变率高达 43.7%;因邻牙牙根吸收严重,9 名不拔牙患者改

为拔除一侧或双侧侧切牙；2 名欲拔除第一前磨牙的患者改为拔除侧切牙；6 名拔除一侧或双侧侧切牙的患者改为不拔牙；5 名儿童改为拔除第一前磨牙。以上的研究表明，CBCT 在埋伏尖牙定位方面比传统检查方法精确。

2.1.4 用于微螺钉种植体植入点的确定 微螺钉种植部位经 CBCT 扫描后，利用数字化影像和医学信息化转换为三维石膏模型，再在石膏模型上制作带有种植体孔的塑料辅助定位装置，这样可以在水平和垂直方向准确地定位种植体的位置^[20]。Poggio 等^[21]用筛查标准选择 2 000 名患者中的 25 个上颌和 20 个下颌，应用 CBCT 分别测量上下颌尖牙到第二磨牙各牙间的根间距，结果显示：在上颌，近远中向最大骨量位于第二前磨牙与第一磨牙的腭侧，最小骨量在上颌结节，颊舌向最大骨厚度在第一磨牙与第二磨牙间，最小在上颌结节；在下颌，近远中向最大骨量位于第一前磨牙与第二前磨牙间，最小骨量在第一前磨牙与尖牙间，颊舌向最大骨厚度在第一磨牙与第二磨牙间，最小在第一前磨牙与尖牙间。这些结果有利于安全、准确定位种植体。

2.1.5 方便医患之间的沟通 CBCT 利用重建软件模拟不同的治疗方式，对于需要拔牙矫治而不能理解的患者，分别演示拔牙与不拔牙矫治所形成的硬组织及软组织影像，直观表现 2 种治疗方法的优缺点，便于向患者说明治疗计划。由于面部不对称常会影响最终疗效，利用 CBCT 模拟治疗后的面部形态，在方便患者了解疗效的同时，也减少了可能出现的医患纠纷。

2.2 CBCT 用于评价正畸治疗中的组织变化

正畸治疗过程中，颞下颌关节的稳定性非常重要。Hilgers 等^[22]在 25 个干颅骨上分别用 4 种 X 线检查方法(CBCT、头颅侧位片、前后位片、颞下头顶位片)测量包括髁突长度、髁突宽度、髁突高度、下颌骨宽度等 10 项线性指标，结果显示：CBCT 对颞下颌关节和下颌骨的重建影像与实际头颅相比接近 1:1，各测量值与干头颅直接测量值间无明显差异，其他 3 种检查方法与干头颅直接测量值间均有差异。这就表明，CBCT 能精确监测正畸治疗过程中颞下颌关节和下颌骨的变化。

2.3 CBCT 用于正畸治疗后并发症的评估

2.3.1 牙根吸收 牙根吸收的精确判定，需要拔除牙体利用形态学或扫描电镜的方法检查。而临床检查尚无牙根吸收诊断的金标准方法，因此 X

线检查虽然存在缺陷，但仍是评估牙根吸收的唯一方法。Dudic 等^[23]发现：在结束正畸治疗患者的 258 颗牙中，经 CBCT 诊断根尖吸收率为 69%，曲面断层片显示的根尖吸收率仅为 44%。Sherrard 等^[24]拔除猪的 52 颗牙，分别应用 CBCT 和常规根尖片进行检查，结果显示：CBCT 测量值于实际牙齿全长和牙根长度间的差异小于 0.3 mm，而根尖片因为影像放大和难以在二维平面上定位三维牙体的标记点，其测量值不如 CBCT 准确。

2.3.2 牙根接近(root proximity) 当 X 线测量发现相邻牙根间距低于 1.0 mm 时，称为牙根接近。牙根接近不仅是微螺钉种植支抗失败的主要因素，也是牙周病发生的危险因素^[25]。Bjerklin 等^[25]分析了 119 名患者经固定矫治完成时的曲面断层片，结果显示有 47 处存在牙根接近；经 CBCT 复检，仅有 5 处存在牙根接近。

CBCT 在正畸专业的应用突破性地改变了长期使用二维 X 线检查作为诊断和治疗依据的现状。随着科技的进步，未来 CBCT 将克服操作软件和 CT 值标准不统一、放射剂量较高和软组织影像较差等不足，必将成为临床 X 线检查的主要方法。

3 参考文献

- [1] Robb RA. The dynamic spatial reconstructor: An X-ray video-fluoroscopic CT scanner for dynamic volume imaging of moving organs[J]. IEEE Trans Med Imaging, 1982, 1(1) 22-33.
- [2] Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: Preliminary results[J]. Eur Radiol, 1998, 8(9) :1558-1564.
- [3] Arai Y, Tammsialo E, Iwai K, et al. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use [J]. Dentomaxillofac Radiol, 1999, 28(4) 245-248.
- [4] Suomalainen AK, Salo A, Robinson S, et al. The 3DX multi image micro-CT device in clinical dental practice [J]. Dentomaxillofac Radiol, 2007, 36(2) 80-85.
- [5] Kau CH, Richmond S, Palomo JM, et al. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics[J]. J Orthod, 2005, 32(4) 282-293.
- [6] Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography[J]. Semin Orthod, 2009, 15 (1) 2-13.
- [7] Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment[J]. Angle Orthod, 2010, 80(3) 466-473.

- [8] Brooks SL. CBCT dosimetry : Orthodontic considerations [J]. *Semin Orthod*, 2009, 15(1) :14-18.
- [9] Turpin DL. Clinical guidelines and the use of cone-beam computed tomography[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 138(1) :1-2.
- [10] 李刚, 马绪臣. 口腔专用锥形束CT概述[J]. *中华口腔医学杂志*, 44(11) :702-703.
- [11] Sanders MA, Hoyjberg C, Chu CB, et al. Common orthodontic appliances cause artifacts that degrade the diagnostic quality of CBCT images[J]. *J Calif Dent Assoc*, 2007, 35(12) :850-857.
- [12] Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, et al. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2004, 126(4) :397-409.
- [13] Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, et al. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program[J]. *Angle Orthod*, 2008, 78(3) :387-395.
- [14] Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, et al. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans[J]. *Angle Orthod*, 2011, 81(1) :26-35.
- [15] Yitschaky O, Redlich M, Abed Y, et al. Comparison of common hard tissue cephalometric measurements between computed tomography 3D reconstruction and conventional 2D cephalometric images[J]. *Angle Orthod*, 2011, 81(1) :11-16.
- [16] Grauer D, Cevitanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009, 136(3) :460-470.
- [17] Kau CH, Littlefield J, Rainy N, et al. Evaluation of CBCT digital models and traditional models using the Little's Index[J]. *Angle Orthod*, 2010, 80(3) :435-439.
- [18] Haney E, Gansky SA, Lee JS, et al. Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 137(5) :590-597.
- [19] Leuzinger M, Dudic A, Giannopoulou C, et al. Root-contact evaluation by panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 137(3) :389-392.
- [20] Kim SH, Choi YS, Hwang EH, et al. Surgical positioning of orthodontic mini-implants with guides fabricated on models replicated with cone-beam computed tomography[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007, 131(4 Suppl) :S82-S89.
- [21] Poggio PM, Incorvati C, Velo S, et al. "Safe zones" : A guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch[J]. *Angle Orthod*, 2006, 76(2) :191-197.
- [22] Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, et al. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2005, 128(6) :803-811.
- [23] Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, et al. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009, 135(4) :434-437.
- [24] Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, et al. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 137(4 Suppl) :S100-S108.
- [25] Bjerklin K, Ericson S. How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines [J]. *Angle Orthod*, 2006, 76(1) :43-51.

(本文编辑 王姝)

《国际口腔医学杂志》再次被“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)收录

2011年12月2日获悉,中国科学技术信息研究所经过多项学术指标综合评定和同行专家评议推荐,由教育部主管、四川大学主办的《国际口腔医学杂志》再次被收录为“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)。

《国际口腔医学杂志》编辑部