CBCT 转化的二维平片与头颅侧位片对上气道二维测量的比较研究

孟怡彤 张晓东*

(沈阳军区总医院口腔科 辽宁 沈阳 110000)

[摘要] **目的**:研究三维 CBCT 转化的二维侧位片(CCB)和数值化头颅侧位片(LCR)对于上气道相同解剖部位的测量结果是否有差异,并且进行两种测量方法的可靠性分析。**方法**:将个别正常殆志愿者的 CCB 和 LCR 分别导入 Winceph8.0 中进行上气道矢状面的距离测量;同一测试者分别进行 3 次测量;采用 SPSS24.0 统计软件,进行组内相关系数、配对 t 检验来检验不同测量的可靠性和统计学差异。**结果**:个别正常殆志愿者的 CCB 和 LCR 分别对上气道进行测量,测量结果符合正态分布后,用配对 t 检验发现两组不同测量方法所得的 PNS－Ba、PNS－Ad1、H－C3、H－FH 有统计学差异;每项测量项目都进行 3 次测量,发现 ICC 值均大于 0.75,说明两种测量方法可靠性均较高,但 CBCT 转化的二维平片 ICC 平均值为 0.930,而头颅侧位片的 ICC 平均值为 0.830,说明 CBCT 转化所得的二维平片可靠性高于头颅侧位片。**结论**:个别正常殆的 CCB 和 LCR 在骨性标志点的测量值有统计学差异,而软组织标志点的测量值则没有统计学差异;两种测量方法可靠性均较高,但 CCB 可重复性高于 LCR。

[关键词] 个别正常殆 锥形束 CT 头颅侧位片

[文献标识码] A [文章编号] 1671—7651(2018)10—1117—05

[doi] 10.13701/j.cnki.kqyxyj.2018.10.021

Comparative Study of Two Dimensional Measurements of Upper Airway by Two Dimensional Plain Film Transformed by CBCT and Lateral Head of Skull. *MENG Yi－tong, ZHANG Xiao－dong*. Department of Stomatology, General Hospital of Shenyang Military Region, Shenyang* 110000, *China.*

[**Abstract**] **Objective**: To study the differences of the same upper airway photographed by two－dimensional CBCT (CCB) and two－dimensional cranial lateral slice (LCR), and to analyze the reliability of two measurement methods. **Methods**: The CBCT of individual normal occlusion was transformed into two－dimensional radiographs. The two－dimensional CBCT and lateral cephalometric radiographs were respectively imported into Winceph8.0 to measure the airway distance. The intra－class correlation coefficient and the paired t test of variance were calculated in order by SPSS24.0 statistical software to test the reliability and the statistical significance of different measuring methods. **Results**: The results of pair t test found that there were statistical differences among PNS－Ba, PNS－Ad1, H－C3, and H－FH between two measurements. ICC values were all greater than 0.75, indicating the reliability of both measuring methods was relatively high. However, the average of ICC when transforming CBCT into a two－dimensional radiograph was 0.930, while that of lateral cephalometric radiographs was 0.830, indicating that the reliability of transforming CBCT data into two－dimensional radiographs was higher. **Conclusion**: The reliability of both measurement methods was high. However, the repeatability of transforming CBCT data into two－dimensional flat plate is higher than that of head lateral radiographs.

[**Key words**] Normal occlusion Cone－beam CT Lateral cephalometric radiographs

气道是人体重要的组成部分,由鼻腔、咽腔与喉腔 3 个部分构成,同时气道也发挥着重要的生理功能,包括呼吸和发声等等。过去研究者们都在使用二维头颅侧位片来进行上气道的测量,但是随着 CBCT 的出现,研究者们发现三维测量有许多优势。Angelopoulos 认为三维成像的主要优点是空间分辨率高,还在某些解剖结构不清楚的情况下可以进行三维图像的旋转以及明暗对比度的调整[1],同时 CBCT 可以重建侧位片和全景片[2]。但是 CBCT 三维测量并没有完全普及,故 CCB 是由二维向三维过渡的纽带。CBCT 图像的采集是通过 X 线 360 度旋转完成的,图像比例为 1∶1,而 CCB 影像源于 CBCT 三维数

基金项目 辽宁省自然科学基金(编号:2015020428)

作者简介 孟怡彤(1992～),女,辽宁鞍山人,硕士,医师,主要从事口腔正畸学研究工作。

* **通讯作者** 张晓东,E－mail:zxd99233@163.com

据，所以 CCB 图像也不存在图像放大的缺点。故本实验致力于三维 CBCT 转化的二维平片(CCB)和二维头颅侧位片(LCR)对上气道相同部位测量结果的差异性和可靠性研究。

1 材料与方法

1.1 样本选择及纳入标准 选择成人个别正常𬌗志愿者为研究对象。本研究选取 48 名辽宁地区年轻成人(24 名女性、24 名男性)，均为个别正常𬌗，年龄 20～30 岁，平均年龄(23±2.5)岁。选用的资料均已告知志愿者本人，并得到资料的引用许可。课题实施前通过沈阳军区总医院医学伦理委员部门的批准。纳入标准：1)成人、年龄在 20～30 岁；2)符合个别正常𬌗的六项标准，包括磨牙、尖牙中性关系，覆𬌗、覆盖正常，牙列完整，拥挤度或散在间隙≤2 mm；3)ANB 角 0°～5°、FMA 角 22°～32°；4)体重指数正常，BMI 指数为 (18.5～23.9) kg/m^2；5)拍摄的 CBCT 和头颅侧位片无头位不正、扫描视野不清或不全；6)侧貌为直面型；7)无先天性颅颌面畸形；8)无正畸治疗史、无颌面部外伤手术史。

1.2 影像资料获取及数字化处理

1.2.1 头颅侧位片(LCR)的资料采集 对 48 例个别正常𬌗志愿者拍摄头颅侧位片，均由同一名医师操作，拍摄过程中受试者要求处于站立位，双眼水平注视前方，上下颌牙齿位于牙尖交错位，嘴唇在自然闭合的状态下，面部软组织需要在自然放松的情况下，眶耳平面(FH 平面)要求与地面平行，双侧瞳孔连线也要求与地面平行，拍摄时无吞咽动作。所有头颅侧位片的拍摄均使用德国 KaVo 口腔全景机拍摄，拍摄参数的设置：电压 90 kV、电流 13 mA、拍摄时间 16 s、拍摄范围 260 mm、辐射剂量 86mGycm^2，所得的数据以.jpg 图像的格式输出保存。

1.2.2 锥形束 CT(CBCT)的资料采集 对 48 例个别正常𬌗志愿者拍摄 CBCT，均由同一名医师操作，拍摄过程中受试者处于坐立位，双眼要水平注视前方，上下颌牙齿位于牙尖交错位，嘴唇在自然闭合的状态下，面部软组织需要在自然放松的情况下，眶耳平面(FH 平面)要求与地面平行，双侧瞳孔连线也要求与地面平行，拍摄时无吞咽动作。所有 CBCT 的拍摄均使用 3D KaVo CBCT 机器(德国、卡瓦盛邦公司、I－CAT)，拍摄参数的设置：球管电压 120kV、球管电流 5 mA、层厚 0.3 mm、扫描范围 23.2 cm×17 cm、灰度值为 14 位，图像采集选择单次旋转 360°、扫描时间为 8.9 s，所得数据以 DICOM3.0 的格式输出保存。

1.3 气道测量指标 上气道的距离测量(图 1)。鼻咽段：1)PNS－Ba：后鼻棘点(PNS)与颅底点(Ba)的线段距离；2)PNS－Ad1：Ad1 为过后鼻棘点(PNS)作蝶鞍点(S)与颅底点(Ba)连线的垂线与咽后壁交点，与后鼻棘点(PNS)的线段距离；3)PNS－UPW：上咽壁(UPW)为 PNS 与 Ba 的连线与咽后壁的交点，与后鼻棘点(PNS)的线段距离。腭咽段：1)SPP－SPPW：软腭后缘(SPP)为软腭中心点向咽后壁作垂线，该线与软腭后缘的交点，软腭后咽壁(SPPW)为软腭中心点向咽后壁作垂线，该线与咽后壁的交点；SPP 与 SPPW 的线段距离；2)U－MPW：中咽壁(MPW)为过悬雍垂尖点(U)作 G0－B 连线的平行线与咽后壁的交点，与悬雍垂尖点(U)线段距离。舌咽段：TB－TPPW：TB 为下颌角点(G0)与下齿槽座点(B)的连线与舌根部的交点；TPPW 为下颌角点(G0)与下齿槽座点(B)连线的延长线与咽后壁的交点；TB 与 TPPW 的线段距离。舌骨：1)水平距离(H－C3)：舌骨(H)为舌骨的最前最下点，第三椎骨(C3)为第三颈椎最前最下点；H－C3 的线段距离；2)垂直距离(H－FH)：过舌骨(H)作眶耳平面(FH 平面)的垂线的线段距离。

1.4 实验操作与具体过程 将个别正常𬌗志愿者的 CBCT 导入 invivo5.1 中，在 Super Ceph 的界面下，以眶下点为参考点进行左右侧重叠，再通过调整透明度和对比度来最后确定生成二维平片，然后与头颅侧位片分别导入 Winceph8.0 中，使用软件中的编辑模块，自定义添加研究所需要的标记点及辅助线，写入必要的相关测量分析程序，制作个性化的测量分析表(图 2、图 3)。所有上气道的 8 个指标均由同一研究者进行测量；并且同一研究者分别在间隔 3 d 和 5 d 后进行第二次和第三次测量。

1.5 统计学分析 所有测量值检查无误后，录入 Microsoft Excel 2007 软件中建立实验数据库。本研究数据结果的统计分析均采用 SPSS 24.0 软件进行。个别正常𬌗志愿者的 CCB 和 LCR 分别导入 Winceph8.0 中进行上气道距离的测量，正态性检验是对所有所得的数据最先进行的检验，检查结果符合正态分布后，取 3 次测量结果的平均值，再进行配对 t 检验；同一研究者的 3 次测量结果用组内相关系数(ICC)进行可靠性检测；所有统计方法的检验标准均为 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 个别正常𬌗志愿者的 CCB 和 LCR 分别导入 Winceph 8.0 中进行上气道距离的测量，检查结果符合正态分布后，取3次测量结果的平均值，再对它们

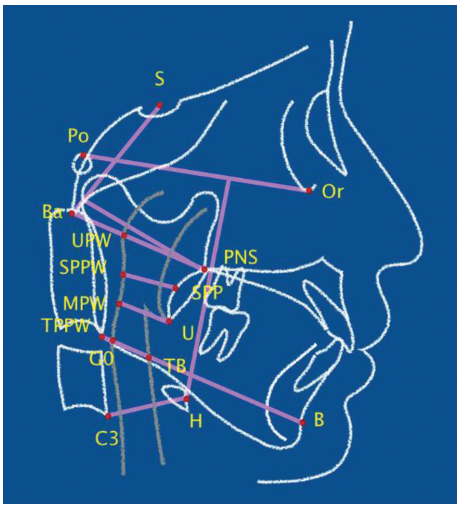


图 1 上气道的距离测量

Fig. 1 Measurement of upper air way.

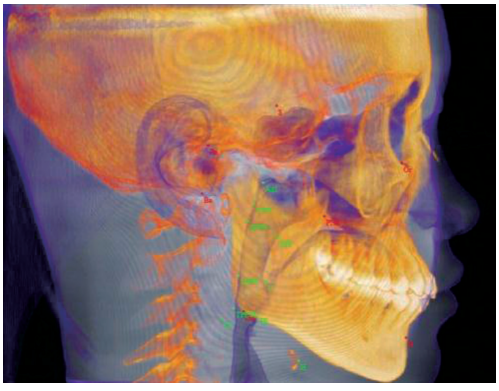


图 2 CBCT 生成二维平片

Fig. 2 Transforming CBCT data into two-dimensional radiograph.

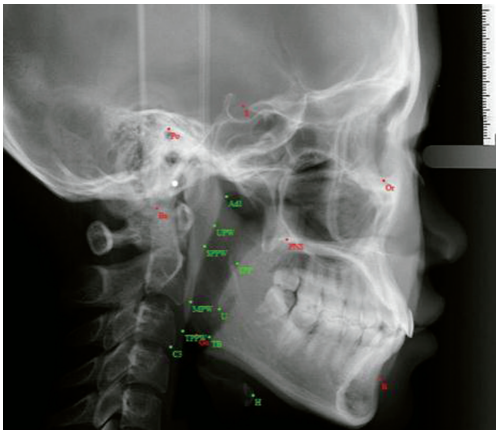


图 3 头颅侧位片

Fig. 3 Lateral cephalometric radiographs.

进行配对 t 检验，如表 1、图 4 所示，PNS－Ba、PNS－AD1、H－C3、H－FH 四项指标 $P<0.05$，表示测量值有统计学差异；而 PNS－UPW、SPP－SPPW、U－MPW、TB－TPPW 的 $P\geqslant0.05$，表示测量值没有统计学差异。

2.2 同一研究者分别在间隔 3 d 和 5 d 后进行第二次和第三次测量，3 次测量结果用组内相关系数(ICC)进行可靠性检验，CCB 的 ICC 值为 0.903、0.938、0.915、0.947、0.943、0.939、0.922、0.933；LCR 的 ICC 值为 0.806、0.825、0.887、0.828、0.761、0.818、0.847、0.873；两种测量方法所有测量项目的 ICC 值均大于 0.750，表明两种测量方法均可靠，但 CCB 的 ICC 平均值为 0.930，而 LCR 的 ICC 平均值为 0.830，说明 CCB 可靠性高于 LCR，见表 2。

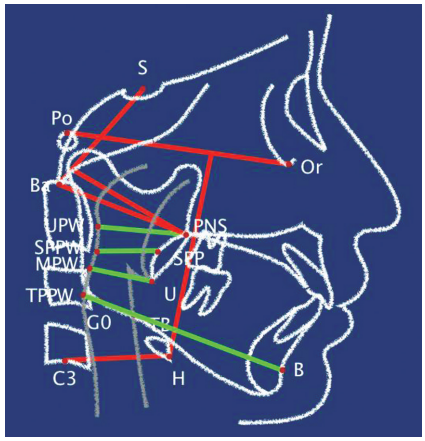


图 4 红色—有统计学差异 绿色—没有统计学差异

Fig. 4 Difference between two measurements (red is different and green is not).

表 1 CBCT 转化成二维平片(CCB)和头颅侧位片(LCR)的配对 t 检验

Table 1 Paired t test between two measurements mm，$\bar{x}\pm s$

测量项目	CCB 值	LCR 值	P 值
PNS－Ba	50.808±2.929	47.033±2.623	0.000*
PNS－AD1	43.416±2.285	40.854±2.374	0.000*
PNS－UPW	30.720±3.589	29.404±3.392	0.123
SPP－SPPW	14.250±2.510	13.783±2.435	0.231
U－MPW	11.670±2.001	12.070±2.115	0.313
TB－TPPW	10.445±2.349	10.145±2.433	0.453
H－C3	37.775±4.447	39.325±2.800	0.045*
H－FH	78.950±4.147	73.137±4.263	0.000*

注：* $P<0.05$

3 讨论

气道的检查有口呼吸自检包括闭唇实验、单面镜实验等等；临床检查包括 LCR、CT、MRI 等等。Shaw 等人研究发现 CCB 的上气道测量结果与常规 LCR 的上气道测量结果有统计学差异[3]。但是在 Kumar 等人的研究中发现，CCB 和 LCR 对上气道角度和线性的测量结果虽有差异但却没有统计学意义[4]。本研究发现 CCB 和 LCR 在测量骨性标志点的距离时有统计学差异，而对软组织之间的测量结果则无统计学差异。因为本研究选取的样本是个别正常殆志愿者，因此可以排除牙性和骨性错殆畸形的影响因素，所以导致这种实验结果的原因可能是

表 2 相同的测量项目 3 次测量的结果用组内相关系数(ICC)检验

Table 2 ICC evaluation between two measurements

测量项目	CBCT 转化成二维平片			头颅侧位片		
	ICC	95%置信区间		ICC	95%置信区间	
		下限	上限		下限	上限
PNS－Ba	0.903	0.809	0.955	0.806	0.618	0.910
PNS－AD1	0.938	0.878	0.971	0.825	0.654	0.918
PNS－UPW	0.915	0.832	0.960	0.887	0.777	0.947
SPP－SPPW	0.947	0.895	0.975	0.828	0.661	0.920
U－MPW	0.943	0.887	0.973	0.761	0.529	0.889
TB－TPPW	0.939	0.880	0.972	0.818	0.641	0.915
H－C3	0.922	0.846	0.964	0.847	0.698	0.929
H－FH	0.933	0.869	0.969	0.873	0.750	0.941
平均值	0.930	—	—	0.830	—	—

由于 LCR 对骨性解剖结构有放大投影和左右侧重叠投影的作用，而 CCB 则可以排除这种作用，CCB 具备 LCR 所不具备的优势，CCB 的测量结果更真实可靠。Moshiri 等研究结果与本研究结果相似，所以对于用不同方法得到的二维平片对硬组织的测量是有影响的，而对软组织的测量则是不受这种影响的[5]。

在上气道体积和形态的研究中发现后气道间隙是一个非常重要的指标[6]。Muto 等许多研究者认为头向前伸会导致后气道间隙的增加，特别是在上颈椎的部分，舌骨至下颌骨的距离也是会受头部姿势的影响[7]，因此不同拍摄头位会影响舌骨水平位置的识别。对于本实验的研究结果，CCB 和 LCR 在测量骨性标志点，如舌骨的水平距离和垂直距离等的测量结果有统计学差异，考虑到 CBCT 采取的是坐位而 LCR 则是站位，所以二者之间的差异也可能与两者不同拍摄的体位有关系。Cole 等研究者认为影响测量结果的主要因素为拍摄时自然头位的变化以及在不同的时间点生理姿势位的不同[8]。许多研究者认为患者的头位和呼吸模式会对上气道的形态产生显著的影响[9]。CBCT 可以三维旋转影像从而调整头部位置，再次重新定位，最终生成 CCB。而 LCR 投照时需要眶耳平面平行于地面，因为有些标志点与头位有关，头位会影响个别骨性解剖解剖标志点的定位，例如舌骨点，如果投照时头颅位置稍向下移动，舌骨点就会前移。所以这也是导致骨性标志点的测量值有统计学差异，而软组织标志点的测量值则没有统计学差异的。站立位是 LCR 拍摄时患者的体位，而 CBCT 拍摄时一般要求患者是坐立位。患者的体位根据不同的拍摄而不同，那么重力的作用也可能有所不同，所以这也可能会引起患者上气道大小的改变[10]。

过去人们一直采用横向 LCR 来评价上气道具有较低的成本和最小的辐射等优点[11]。但在他的研究中发现横向 LCR 往往是颅面复合体所有双边结构的叠加，这对上气道的评估显然是不可靠的[12]。所以本实验对于两种测量方法分别进行 3 次测量，测量结果用组内相关系数检查发现所有测量项目的 ICC 值均大于 0.75，表明两种测量方法均可靠，但是 CCB 的 8 个测量项目的 ICC 平均值比 LCR 的 8 个测量项目的 ICC 平均值要高，说明 CCB 比 LCR 的重复性更好，这可能是因为 LCR 所显示的是双边结构叠加、放大的影像而 CCB 显示的是真实的影像。Noffke 等[13]通过测量来评估 CCB 和 LCR 的不同测量精度，他们得出的结论是 CCCB 的测量结果几乎是真实值，而 LCR 则有放大的缺点，且放大的范围为 4.6～9.1 mm。有研究发现，CCB 和 LCR 对上气道的测量结果，在口咽区差别是比较大的。Schulze 等[14]发现很少有学者注意到导致这种差异性结果的原因。当然，有部分学者认为导致这种差异性结果的原因是复杂的，例如以往研究中实验者的心理状态、投射技术和非标准化的实验等等。Burkhard 认为不同的实验设计对于实验结果会有很大的不同，所以要明确地限定样本的纳入标准以及其他许多因素，这样会增加实验结果的准确性[15]。

个别正常骀的 CCB 和 LCR 在骨性标志点的测量值有统计学差异，而软组织标志点的测量值则没有统计学差异；两种测量方法可靠性均较高，但 CCB 的可重复性高于 LCR。

参考文献

[1] Angelopoulos C. Cone beam tomographic imaging anatomy of the maxillofacial region [J]. Dent Clin North Am, 2008, 52 (4): 731－752

[2] 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 proper-

ties [J]. Dentomaxillofac Radiol, 2004, 33(1): 51－59

[3] Vig PS, Hall DJ. The inadequacy of cephalometric radiographs for airway assessment [J]. Am J Orthod, 1980, 77(2): 230－232

[4] Lenza MG, Lenza MM, Dalstra M, et al. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study [J]. Orthod Craniofac Res, 2010, 13(2): 96－105

[5] Schwab RJ. Upper airway imaging [J]. Clin Chest Med, 1998, 19(1): 33－54

[6] Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, et al. Evaluation of cross－section airway configuration of obstructive sleep apnea [J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2007, 103(1): 102－108

[7] Abramson Z, Susarla S, Troulis M, et al. Age－related changes of the upper airway assessed by 3－dimensional computed tomography [J]. J Craniofac Surg, 2009, 20 Suppl 1: 657－663

[8] Stabrun AE, Danielsen K. Precision in cephalometric landmark indentification [J]. Eur J Orthod, 1982, 4(3): 185－196

[9] Kumar V, Ludlow JB, Mol A, et al. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms [J]. Dentomaxillofac Radiol, 2007, 36(5): 263－269

[10] Olszewski R, Frison L, Wisniewski M, et al. Reproducibility of three－dimensional cephalometric landmarks in cone－beam and low－dose computed tomography [J]. Clin Oral Investig, 2012, 17(1): 285－292

[11] Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners [J]. Eur J Radiol, 2012, 81(2): 267－271

[12] Bornstein MM, Scarfe WC, Vaughn VM, et al. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks [J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2014, 56(29): 55－77

[13] Noffke CE, Farman AG, Nel S, et al. Guidelines for the safe use of dental and maxillofacial CBCT: a review with recommendations for South Africa [J]. SADJ, 2011, 66(6): 262, 264－266

[14] Schulze D, Heiland M, Thurmann H, et al. Radiation exposure during midfacial imaging using 4－ and 16－slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography [J]. Dentomaxillofac Radiol, 2004, 33(2): 83－86

[15] Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, et al. Comparison between conventional and cone－beam computed tomography－generated cephalograms [J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2008, 134(6): 798－802

[收稿日期:2018－03－29] （本文编辑 李四群）

书讯

北京大学医学出版社隆重推出《口腔颌面外科门诊手术操作规范与技巧》，主编：赵吉宏，副主编：唐海阔、蔡育。

本书由武汉大学口腔医院口腔颌面外科赵吉宏教授主编，从基础、规范、实用的角度出发，紧密围绕临床实际，系统介绍了口腔颌面外科门诊常见手术的操作规范，详尽到患者体位、麻醉方式、消毒范围以及手术步骤的各个细节。本书的精华在于手术步骤及手术技巧的介绍，系作者多年来的临床工作经历、经验和体会凝练而成。全书配图 700 余幅，包括临床操作实景照片、模型照片及手绘图，图片精美直观、层次清晰、立体感强，具有较好的视觉效果。文字部分力求简明扼要，重点突出。

本书适合于口腔通科医生、本科生、研究生、进修医生等人员学习和参考，对他们掌握科学规范的口腔颌面外科技术大有裨益。

订购方式：1）出版社邮购，电话：010－82802495；010－62046414。

2）网络订购：登录亚马逊、淘宝、天猫－输入书名－即可网购。