

螺旋 CT 测量磁力扩弓后上颌牙列位置的三维变化

马巧玲¹ 李煌¹ 王铁梅² 黄刚³

(1.南京大学医学院附属口腔医院正畸科; 2.放射科; 3.技工中心 南京 210008)

[摘要] 目的 研究磁力扩弓(MPE)后上颌牙列三维方向的位置变化。方法 选取 15 例经 MPE 的患者,应用螺旋 CT 获得治疗前后的三维数据模型,测量上颌牙列各标志点的三维位置和角度的改变,并采用配对符号秩检验对比分析各项数据。结果 MPE 治疗前后上颌牙列位置在矢状向、垂直向和水平向上均发生了改变。第一磨牙和第一前磨牙发生了颊倾和整体移动;上颌最大扩宽位置是在第一前磨牙区;上颌中切牙发生了向下和向前的移动。结论 螺旋 CT 能够详细测量上颌牙列在 MPE 前后的位置变化,为进一步研究 MPE 的机制和特点提供了依据。

[关键词] 磁力扩弓; 三维测量; 螺旋 CT

[中图分类号] R 783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.3969/j.issn.1673-5749.2012.04.004

Three-dimensional measurement of upper arch after magnetic palatal expansion using spiral CT Ma Qiaoling¹, Li Huang¹, Wang Tiemei², Huang Gang³. (1. Dept. of Orthodontics, The Affiliated Stomatological Hospital of Medical College, Nanjing University, Nanjing 210008, China; 2. Dept. of Oral Radiology, The Affiliated Stomatological Hospital of Medical College, Nanjing University, Nanjing 210008, China; 3. Center of Laboratory Technology, The Affiliated Stomatological Hospital of Medical College, Nanjing University, Nanjing 210008, China)

[Abstract] **Objective** To investigate upper arch changes after magnetic palatal expansion(MPE) in three-dimensional direction. **Methods** 15 patients treated with MPE were included in the study. Spiral CT images were used to evaluate three-dimensional changes of upper arch, and the changes of upper arch points were measured. The results were analyzed based on pairs signed rank test method. **Results** Upper arch and teeth move in three-dimensional changed after MPE. Upper first molars and first premolars had buccal inclination and bodily movement. The maximum expansion was observed between upper first premolars, and upper central incisors moved downward and forward. **Conclusion** Spiral CT is useful in the three-dimensional evaluation of maxilla after MPE and provided the first evidence to study mechanism of MPE.

[Key words] magnetic palatal expansion; three-dimensional measurement; spiral CT

磁力扩弓(magnetic palatal expansion, MPE)作为安全有效的扩弓方法之一,深受广大正畸临床医生的青睐^[1]。其特点是以磁力作为介导,以温和持续的斥力有效地扩大牙弓,从而达到增加上颌宽度、解决拥挤的目的。螺旋 CT 三维重建技术(three-dimensional reconstruction technology of spiral CT, 3DSCT)广泛应用于颌面部牙颌畸形

的诊治^[2],杜航等^[3]通过螺旋 CT 对快速扩弓牙列的位置变化进行了研究,但关于 MPE 后牙列变化的影像学研究还未见报道。本研究应用螺旋 CT 扫描的三维图像,测量经 MPE 后上颌牙列在三维方向的位置和角度变化,分析 MPE 后上颌牙列的移动方式和移动特点。

1 材料和方法

1.1 病例的选择

选取 2009 年 1 月至 2011 年 1 月到南京大学医学院附属口腔医院正畸科就诊的患者 15 例为研究对象。其中,男性患者 8 例,女性患者 7 例;

[收稿日期] 2011-11-20; [修回日期] 2012-04-12

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(81070807);南京市局重点课题基金资助项目(ZKX08018);南京市医学科技发展基金资助项目(YKK11038)

[作者简介] 马巧玲(1977—),女,黑龙江人,主治医师,硕士

[通讯作者] 李煌, Tel: 025-83620173

年龄 12~16 岁，平均年龄 14 岁。

临床检查：1)恒牙期；2)无正畸治疗史，口内无金属充填体；3)上颌牙弓狭窄，单侧或双侧后牙反骀；4)上颌牙弓严重狭窄，下颌后缩；5)接受MPE矫治并签署知情同意书。

1.2 MPE

1.2.1 磁块的选择 磁块选用德国 Fehrkeper-Magnet System 公司的高磁能积稀土材料钕铁硼磁铁，规格 8.0 mm×5.0 mm×3.0 mm，加力磁片规格 8.0 mm×5.0 mm×1.0 mm，磁块同极相对时产生斥力，其力值大小随着磁块间距离的增加而减少。

1.2.2 固定式 MPE 矫治器的佩戴和加力 本研究选用固定式 MPE 矫治器，取上颌印模，灌制超硬石膏形成工作模，制作固定式 MPE 矫治器。矫治器的金属支架离开腭黏膜约 2 mm。将两磁块保持同极相对，应用 3M 粘接剂将磁力矫治器戴入口腔内。当同极相对的磁块间距大于 3 mm 时，在一侧增加一个加力磁片，继续扩弓，每月复诊 1 次，直到上颌牙弓扩宽显著，后牙覆盖约 4 mm 时停止加力，进入保持阶段，唇侧粘接固定矫治器。平均扩弓时间 6 个月，扩弓后保持 6 个月，正畸治疗结束后继续保持 2 年。

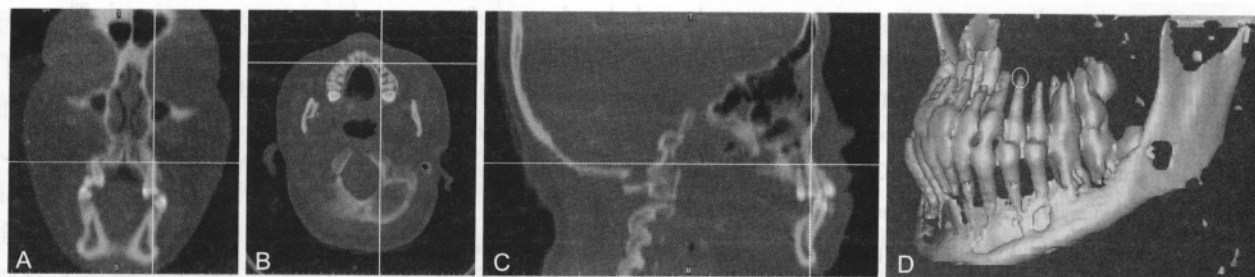
1.2.3 拍摄螺旋 CT 患者于 MPE 治疗前、后经 Siemens Esp ritplus 螺旋 CT 机(Siemens公司，德

国)扫描。患者仰卧，腹部和甲状腺用铅围裙覆盖，头颅固定，使 CT 机 2 条互相垂直的定位光线分别通过其内眦中点和两外眦点。扫描范围从鸡冠点至下颌下缘。扫描条件：130 kV、毫安秒 (mAs)=30、螺距(Pitch)=1、层厚 1 mm、重建间距 0.5 mm，将获得图像数据以 Dicom 3.0 文件保存，应用 Mimics 10.01 软件进行三维图像重建并测量上颌牙列扩弓前后的位置和角度。

1.3 研究方法

1.3.1 参照点的确定 本研究以头颅内部结构标志点为参照，选择 3 个清晰、容易确定且在治疗前后位置相对固定的标志点：鼻额缝前缘中点(N)、蝶鞍中心点(S)和枕骨大孔前缘之中点(Ba)。

1.3.2 测量标志点的确定 测量标志点如下。1)UR6R：右上第一磨牙腭根根尖点；2)UR6C：右上第一磨牙牙冠近中舌尖点；3)UL6R：左上第一磨牙腭根根尖点；4)UL6C：左上第一磨牙牙冠近中舌尖点；5)UR4R：右上第一前磨牙根尖点(如颊舌2根则以颊根根尖点为准)；6)UR4C：右上第一前磨牙牙冠颊尖点；7)UL4R：左上第一前磨牙根尖点(图1)；8)UL4C：左上第一前磨牙牙冠颊尖点；9)UR1R：右上中切牙根尖点；10)UR1C：右上中切牙牙冠近中切角点。



A: 冠状面; B: 水平面; C: 矢状面; D: 上下牙列的三维重建。

图 1 UL4R 的定位

Fig 1 Root apex orientation of upper left first premolar

测量坐标值和角度：测量并计算各点在三维坐标值的变化，即 MPE 治疗前后在矢状向的 X 轴坐标差值、垂直向 Y 轴的坐标差值和水平向 Z 轴的坐标差值；上颌第一磨牙、第一前磨牙和右上中切牙长轴(以上述各牙的牙尖点和根尖点连线为代表)在矢状面和冠状面上投影角度的改变；右上中切牙近中切角和双侧上颌第一磨牙近中舌尖点构成的骀平面在正中矢状切面上投影角度的改变。

1.3.3 数据的采集和消除坐标系偏差的计算方法

应用 Mimics 10.01 软件，将 CT 的图像数据进行三维重建，测量上颌牙列各标志点的三维坐标。但由于头位不同，原始坐标之间存在偏差。本研究选择头颅内部较清晰且位置相对固定的 3 个骨性标志点为参照点即 N、S 和 Ba 点，读出这 3 个点治疗前后的三维原始坐标值，通过刚体运动的坐标转换公式，计算出坐标的变换关系，得到治疗前后 2 个坐标系间的平移和旋转参数(此时尺度变化参数始终为 0)，由此可以消除治疗前后 2 个原始坐标之间的偏差，即矫正原始坐标偏差。这样

可以使扩弓前后各个测量标志点的坐标值具有可比性，符合临床对比分析的要求。

本研究 15 例患者定点和数据的采集均由同一位测量者完成。在一定的测量条件下，不同的时间内均测量 3 次，取平均值。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 16.0 软件对患者 MPE 前后所有三维坐标值和角度项目之间进行配对符号秩检验，

比较治疗前后的变化。

2 结果

患者 MPE 前后双侧上颌第一磨牙、第一前磨牙和中切牙各测量点在三维方向坐标值的前后对比结果详见表 1。双侧上颌第一磨牙、第一前磨牙和中切牙的牙长轴在正中矢状面和冠状面上投影的角度变化详见表 2。

表 1 上颌第一磨牙、第一前磨牙和中切牙在三维方向上的位置变化

Tab 1 Three-dimensional movement of upper first molar, first premolar and central incisor

测量项目	三维方向	治疗前/mm	治疗后/mm	差值/mm	Z值	P值
U6R	矢状面	95.80±6.21	97.30±5.47	1.50±2.05	-3.468	0.000**
	冠状面	110.95±5.43	111.35±4.76	0.40±1.30	-1.362	0.186
	水平面	18.49±3.68	20.79±4.54	2.10±1.70	-3.815	0.000**
U6C	矢状面	96.32±6.45	97.92±5.52	1.60±1.20	-3.505	0.000**
	冠状面	130.75±7.52	131.25±6.84	0.50±0.70	-1.383	0.274
	水平面	21.98±2.78	25.28±3.65	3.20±2.50	-3.874	0.000**
U4R	矢状面	110.95±5.83	112.65±4.65	1.70±1.40	-3.536	0.000**
	冠状面	118.96±6.35	119.66±6.19	0.70±0.50	-2.163	0.021*
	水平面	19.83±4.12	22.23±5.08	2.40±1.40	-3.902	0.000**
U4C	矢状面	112.93±7.28	114.83±6.43	1.90±1.80	-3.628	0.000**
	冠状面	138.56±9.35	139.22±7.58	0.64±0.20	-2.029	0.024*
	水平面	21.30±2.76	25.10±3.58	3.80±2.50	-3.973	0.000**
U1R	矢状面	116.47±4.94	117.37±4.38	0.90±1.40	-2.471	0.018*
	冠状面	122.26±5.63	123.26±5.36	1.10±0.50	-3.162	0.000**
	水平面	4.12±1.65	4.72±1.75	0.40±1.40	-1.754	0.168
U1C	矢状面	127.73±6.37	128.93±5.76	1.20±1.70	-3.316	0.000**
	冠状面	142.63±4.85	143.63±5.02	1.00±2.20	-2.528	0.035*
	水平面	0.43±1.37	0.93±0.74	0.50±1.30	-1.483	0.182

注：测量结果为左侧各牙位的数据经数学转换为右侧数据后合并统计所得；*P<0.05，**P<0.01。

表 2 上颌第一磨牙、第一前磨牙和中切牙长轴在正中矢状面和冠状面上的角度变化

Tab 2 Long axis movement of upper first molar, first premolar and central incisor on the sagittal and coronal plane

测量项目	治疗前/°	治疗后/°	差值/°	Z值	P值	
矢状面 U6	79.35±7.47	79.82±6.73	0.47±1.40	-1.316	0.189	
	U4	78.42±8.45	79.05±7.54	0.63±2.10	-1.794	0.163
	U1	56.23±6.96	57.81±5.74	1.58±0.90	-3.248	0.000**
冠状面 U6	57.88±5.68	62.42±5.46	4.54±5.50	-3.649	0.000**	
	U4	71.11±9.64	77.27±8.54	6.14±3.40	-3.869	0.000**
	U1	84.53±4.72	87.07±3.76	2.54±4.70	-3.528	0.000**

注：冠状面各测量值是各牙长轴在冠状面上投影与 Z 轴的夹角，矢状面各测量值是各牙长轴在正中矢状面上的投影与 X 轴的夹角；**P<0.01。

由表 1 所示：上颌第一磨牙、第一前磨牙牙冠点和根尖点都发生了水平向移动，但牙冠移动量大于根尖，即第一磨牙和第一前磨牙均颊向移动并有倾斜，但差异不同，第一前磨牙颊倾程度大于第一磨牙；第一前磨牙在垂直向移动明显 ($P < 0.05$)；在矢状面，上颌第一磨牙、第一前磨牙和中切牙的根尖点、牙冠点均向前移动。

由表 2 所示：在冠状面上双侧同名牙夹角增加由大到小依次为第一前磨牙、第一磨牙和中切牙。在矢状面上各牙的牙长轴角度改变不明显，但上中切牙在矢状面上的角度增加明显。这与牙根尖点和牙冠点向前移动存在差异性是一致的。

3 讨论

3.1 测量方法及其准确性

模型、X 线和三维 CT 测量等是观察牙移动特征的常用方法，但前两者存在着人工测量工作量较大、准确性不足等问题^[4]。而螺旋 CT 可进行多平面重建，将标志点转换成坐标值进行运算，消除了人工划线和测量方面的误差，从而提高了精确度；同时，多排螺旋 CT 三维立体成像技术还可消除线距的放大误差^[5]，可有效观察和测量牙冠、牙根以及牙槽骨形态和位置的改变。如 Sarikaya 等^[6]在 CT 片上每隔 3 mm 作一横断面，在横断面上测量牙根唇舌径与牙槽骨外缘之间的厚度来分析牙齿移动的特点。本研究根据此方法在 CT 三维重建的图像上确定上颌各牙标志点的三维坐标值和投影角度，应用软件中的灰度调节和放大功能，得到具有适当且相同放大率的清晰图像，从而可以清晰检查并测量牙根、牙槽骨形态和位置的改变，其具有良好的可重复性定点，能够准确测量和分析 MPE 前后上颌牙列移动的方式和特点。

3.2 MPE 后上颌牙列移动的特点

传统的快速扩弓可很快使矫治力累积到数千克，腭中缝得到有效地扩大而牙倾斜较少，最大限度地达到骨量增加大于牙的倾斜，产生更多的骨骼变化。杜航等^[3]的研究显示：快速扩弓后牙齿移动和骨性移动各占总扩宽量的 50%。慢速扩弓矫治力较小且恒定，牙倾斜移动较明显，如 Frank 等^[7]认为：慢速扩弓每 1 mm 的骨改变将有 6 mm 的牙扩展。本研究的同一组患者经 MPE 后，腭中缝扩宽了 1.8 mm，第一磨牙根尖点和磨牙牙

尖点宽度的增加量分别为 4.2 mm 和 6.4 mm，由此可见，骨量约占扩宽量的 1/4。同时，上颌后牙区扩大量大于前牙区，中切牙之间并没有间隙的产生，这与 Vardimon 等^[8]的研究结果一致。上颌在需扩宽的位置与扩弓器的放置位置密切相关，磁性扩弓器放置于硬腭后部会获得更大的扩大后牙效应。从研究结果可见：MPE 并未引起支抗牙和邻牙的根尖吸收，是较为安全有效的扩弓方法之一，扩弓的治疗时间和骨效应都介于快速扩弓和慢速扩弓之间，牙齿倾斜移动程度也介于二者之间。

从本研究结果可看出：螺旋 CT 和三维重建技术可以有效地观察 MPE 前后上颌牙列的影像学变化，进一步分析患者经 MPE 后上颌牙列的水平向、矢状向和垂直向的变化。本研究选择的患者处于恒牙列期，而对替牙期患者进行 MPE 是否更能增大骨效应；以及在应用 MPE 时，如何防止前磨牙的伸长及其长期稳定性等问题尚待进一步的深入研究。

4 参考文献

- [1] Darendeliler MA, Strahm C, Joho JP. Light maxillary expansion forces with the magnetic expansion device. A preliminary investigation[J]. *Eur J Orthod*, 1994, 16(6): 479-490.
- [2] 江笑露, 韩本谊, 郭建力, 等. 螺旋 CT 三维重建技术在牙齿正畸临床应用价值的探讨[J]. *现代口腔医学杂志*, 2004, 18(6): 549-550.
- [3] 杜航, 曾祥龙. 快速扩弓后上颌牙列位置三维改变的螺旋 CT 测量研究[J]. *口腔医学研究*, 2007, 23(1): 63-66.
- [4] Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2005, 127(5): 627-637.
- [5] 李松柏, 徐克. 多层螺旋 CT 临床诊断实践图谱[M]. 北京: 人民军医出版社, 2004: 34-46.
- [6] Sarikaya S, Haydar B, Ciğer S, et al. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2002, 122(1): 15-26.
- [7] Frank SW, Engel GA. The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients[J]. *Am J Orthod*, 1982, 81(5): 378-389.
- [8] Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, et al. Determinants controlling iatrogenic external root resorption and repair during and after palatal expansion[J]. *Angle Orthod*, 1991, 61(2): 113-124.

(本文编辑 王姝)