

6种颈椎曲度测量方法的可信度及可重复性比较

王 涛¹, 周理乾¹, 孙孟锐¹, 樊国锋¹, 樊民义¹, 黄范利¹, 徐洪海²

(1 陕西省人民医院放射科; 2 骨二科 710068 西安市)

【摘要】目的:比较 6 种颈椎曲度测量方法的可信度及可重复性。**方法:**随机选取在我科接受颈椎 X 线检查的 80 例患者进行标准颈椎侧位拍片, 由 3 名放射科医生采用基于距离 [①Borden 氏测量法; ②颈椎曲度指数 (CCI) 法; ③椎体质心测量法 (CCL) 测量方法] 和基于角度 [①C1-C7 Cobb 角测量法; ②C2-C7 Cobb 角测量法; ③Harrison 氏测量法] 共 6 种测量方法分别测量颈椎曲度。以 2 周为间隔分别独自测量两次, 对测量结果进行统计分析。**结果:**6 种测量方法均具有良好的可信度 ($r=0.752\sim0.968$) 和可重复性 ($r=0.703\sim0.915$)。基于距离的测量方法中可信度以 Borden 氏测量法最高 ($r=0.938\sim0.968$), 其次为 CCL 法 ($r=0.855\sim0.908$) 及 CCI 法 ($r=0.775\sim0.821$); 可重复性以 Borden 氏测量法最好 ($r=0.888\sim0.915$), 其次为 CCI 法 ($r=0.819\sim0.862$) 及 CCL 法 ($r=0.810\sim0.859$)。基于角度的测量方法中可信度以 C2-C7 Cobb 角测量法最高 ($r=0.871\sim0.895$), 其次为 Harrison 氏法 ($r=0.830\sim0.885$) 及 C1-C7 Cobb 角测量法 ($r=0.752\sim0.836$); 可重复性以 Harrison 氏法最好 ($r=0.868\sim0.880$), 其次为 C2-C7 Cobb 角测量法 ($r=0.859\sim0.876$) 及 C1-C7 Cobb 角测量法 ($r=0.703\sim0.837$)。**结论:**6 种不同的颈椎曲度测量方法均具有良好的可信度及可重复性。基于距离的曲度测量方法以 Borden 氏测量法可信度及可重复性最好, 基于角度的曲度测量方法以 C2-C7 Cobb 角测量法可信度最高, 以 Harrison 氏法可重复性最好。

【关键词】 颈椎; 曲度; 测量方法

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.04.07

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-04-0323-05

Comparison of reliabilities and repetitiveness of six standard methods for assessing the sagittal alignment of the cervical spine/WANG Tao, ZHOU Liqian, SUN Mengkun, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(4): 323-327

【Abstract】 Objectives: To compare the reliabilities and repetitiveness of six standard methods of assessing cervical sagittal alignment. **Methods:** Eighty patient's lateral cervical radiographs were selected. Three radiologic doctors independently evaluated the sagittal alignment by using six standard methods which were divided into distance and angle group. The distance group included cervical curvature index (CCI), cervical vertebra centroid line (CCL) and the Borden methods. The angle group included C1-C7 Cobb, C2-C7 Cobb and the Harrison method. The measurements were performed again two weeks later. Intraobserver and interobserver reliabilities and repetitiveness were measured. **Results:** The reliabilities and repetitiveness of six standard methods were good. In the distance group, the method with the highest reliability was Borden method ($r=0.938\sim0.968$), the next two were CCL ($r=0.855\sim0.908$) and CCI method ($r=0.775\sim0.821$); the method with the best repetitiveness was Borden method ($r=0.888\sim0.915$), the next two were CCI ($r=0.819\sim0.862$) and CCL ($r=0.810\sim0.859$) method. In the angle group, the method with the highest reliability was C2-C7 Cobb ($r=0.871\sim0.895$) method, the next two were Harrison ($r=0.830\sim0.885$) and C1-C7 Cobb ($r=0.752\sim0.836$) method; the method with the best repetitiveness was Harrison method ($r=0.868\sim0.880$), the next two were C2-C7 Cobb ($r=0.859\sim0.876$) and C1-C7 Cobb method ($r=0.703\sim0.837$). **Conclusions:** All six methods have good reliabilities and repetitiveness. The Borden method has the highest reliability and repetitiveness in the distance group. The C2-C7 Cobb has the highest reliability and the Harrison method has the highest repetitiveness in the angle group.

基金项目: 陕西省科学技术研究发展计划项目 (2011K14-08-02)

第一作者简介: 男 (1984-), 主治医师, 硕士研究生, 研究方向: 肌骨影像

电话: (029) 85251331-2522 E-mail: wangtao.nxmc@126.com

通讯作者: 徐洪海 E-mail: 45961267@qq.com

[Key words] Cervical spine; Curvature; Measuring method

[Author's address] Department of Radiology, People's Hospital of Shaanxi Province, Xi'an, 710068, China

颈椎曲度变化能够反映颈椎整体功能的变化,颈椎曲度的异常往往是颈椎退变最常见和最先出现的影像学特征之一^[1]。准确地测量和分析颈椎曲度能够为颈椎疾病的早期诊断、术前及术后评估、颈椎生物力学研究起到重要的作用^[2]。本研究使用 6 种常用的颈椎曲度测量方法^[3],旨在比较每种测量方法的可信度及可重复性,为临床选用合适的测量方法提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

随机选取 2014 年 10 月在我科接受颈椎 X 线检查的 80 例患者进行标准颈椎侧位拍片。其中男性 32 例,女性 48 例,年龄 15~88 岁,平均年龄 49 岁。颈椎曲度正常 18 例,曲度异常 72 例,其中颈椎曲度变直者 46 例,颈椎退行性变 38 例。

1.2 研究方法

1.2.1 颈椎侧位摄片 所有 X 线片由我科同组专业技师完成。采用飞利浦数字化 X 线摄影系统(DR)拍摄颈椎中立位侧位 X 线片。受检者取右侧站立侧位,双肩下垂,听鼻线平行于水平面。摄片范围上至枕外隆凸,下至 T2。X 线管中心对准 C4。

1.2.2 颈椎曲度测量 参与测量的 3 位放射科主治医师接受 6 种测量方法专门训练。应用同一影像 PACS 系统对 80 例颈椎侧位 X 线片进行测量。所有测量人员独立完成对每一张 X 线片的测量。2 周后重新测量。

基于距离的曲度测量方法:①Borden 氏测量法(图 1a):自枢椎齿状突后上缘到 C7 椎体后下缘作一直线为 A 线,沿颈椎各椎体后缘作一弧线为 B 线,在 A、B 线间最宽处的垂直横交线为 C 线,即为颈椎生理曲度深度(弧弦距);②颈椎曲度指数(cervical curvature index,CCI)法(图 1b):作 C2 与 C7 颈椎椎体后下缘连线为 A 线,C3~C6 各椎体后下缘到 A 线的垂线分别为 a1、a2、a3、a4,若 C3~C6 的后下缘位于 A 线的背侧,a 值记作负值,CCI 则是 a1~a4 之和与 A 值的百分比[CCI=(a1+a2+a3+a4)/A×100%];③颈椎椎体质心测量法(cervical vertebra centroid line,CCL)(图 1c):

C3~C7 椎体的对角线交点称为椎体质心,分别将 C3、C6 和 C7 椎体质心记作点 a、b 和 c,作 C2 椎体下缘中点 A,连线 Aa 与 bc 相交构成的锐角即为 CCL 角,当 Aa 线位于 bc 线的背侧时,CCL 角为负值。

基于角度的曲度测量方法:①C1~C7 Cobb 角测量法(图 2a):作 C1 前结节中心点与后弓最窄处连线及 C7 下椎板的延长线,再作这两条已知线的垂线,其相交所成的锐角则为 Cobb 角;②C2~C7 Cobb 角测量法(图 2b):作 C2 与 C7 两椎体下终板的延长线,再作这两条已知线的垂线,相交所成的锐角则为 Cobb 角;③Harrison 氏法(图 2c):作 C2 及 C7 椎体后缘的平行线,其相交所成的锐角为颈椎角(CSA)。

1.3 统计学处理

所有数据应用 SPSS 20.0 进行统计学分析,3 位测量者前后 2 次测量的数据取平均值进行测量者之间两两比较的一致性检验(可信度分析)。3 位测量者前后 2 次测量的数据进行测量者个人前后一致性检验(可重复性分析)。计算组内相关系数(intraclass correlation coefficient,ICC)。ICC 值从 0~1,越高表示一致性越好。ICC 值<0.25 时为一致性差,0.25~0.49 为一致性低,0.50~0.69 为一致性中等,0.70~0.89 为一致性好,0.90~1.00 为一致性极佳。

2 结果

3 位测量者用 6 种方法测得的颈椎曲度见表 1。不同测量方法测量者间一致性检验显示 6 种测量方法均具有较高的可信度。基于距离的测量方法以 Borden 氏法 ICC 最高,其次分别为 CCL 法和 CCI 法。基于角度的测量方法以 C2~C7 Cobb 角测量法 ICC 最高,其次分别为 Harrison 氏法和 C1~C7 Cobb 角测量法(表 2)。

不同测量者前后 2 次测量结果的一致性检验显示 6 种测量方法均具有较高的可重复性。基于距离的曲度测量方法以 Borden 氏法 ICC 最高,其次为 CCI 法和 CCL 法。基于角度的测量方法中以 Harrison 氏法 ICC 最高,其次为 C2~C7 Cobb 角和 C1~C7 Cobb 角测量法(表 3)。

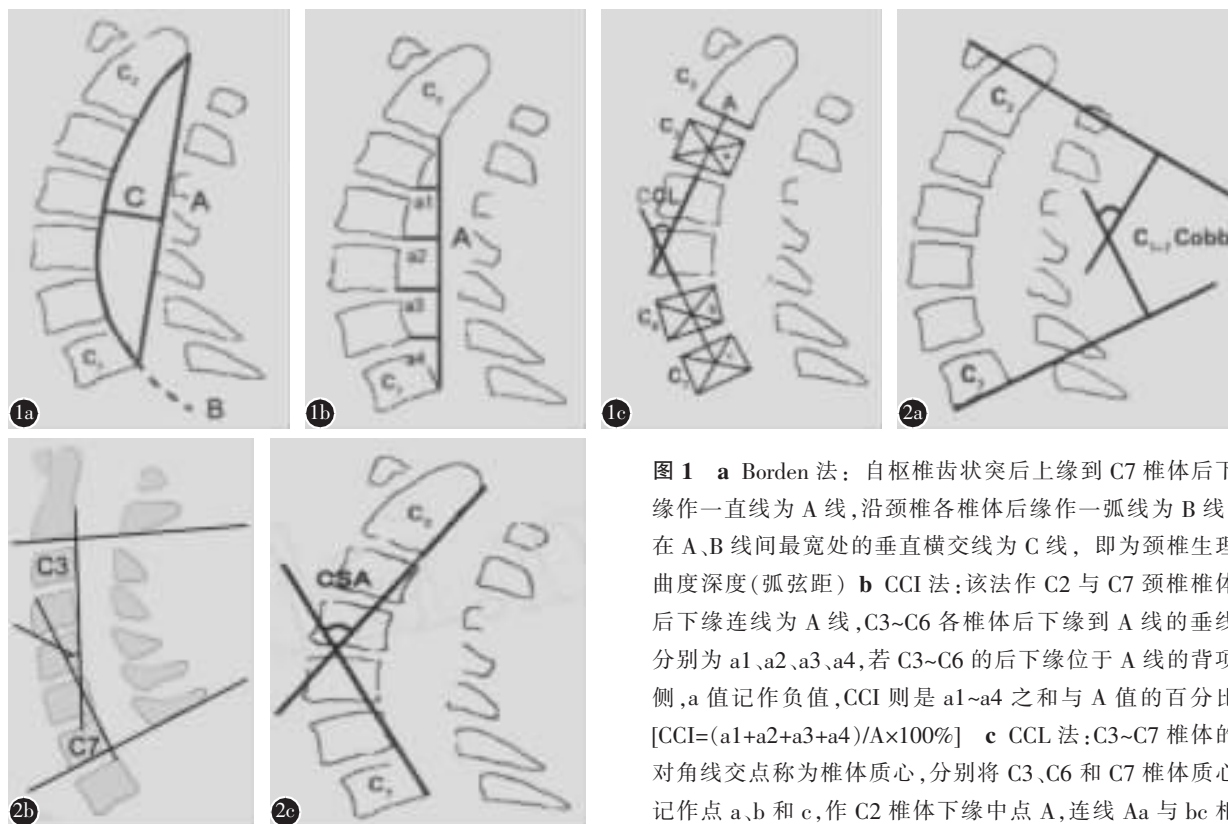


图 1 a Borden 法: 自枢椎齿状突后上缘到 C7 椎体后下缘作一直线为 A 线, 沿颈椎各椎体后缘作一弧线为 B 线, 在 A、B 线间最宽处的垂直横交线为 C 线, 即为颈椎生理曲度深度(弧弦距) b CCI 法: 该法作 C2 与 C7 颈椎椎体后下缘连线为 A 线, C3~C6 各椎体后下缘到 A 线的垂线分别为 a1、a2、a3、a4, 若 C3~C6 的后下缘位于 A 线的背侧, a 值记作负值, CCI 则是 a1~a4 之和与 A 值的百分比 [$CCI = (a1 + a2 + a3 + a4) / A \times 100\%$] c CCL 法: C3~C7 椎体的对角线交点称为椎体质心, 分别将 C3、C6 和 C7 椎体质心记作点 a、b 和 c, 作 C2 椎体下缘中点 A, 连线 Aa 与 bc 相交所成的锐角即为 CCL 角。当 Aa 线位于 bc 线的背侧时,

CCL 角为负值 图 2 a C1~C7 Cobb 角: 作 C1 前结节中心点与后弓最窄处连线及 C7 下椎板的延长线, 再作这两条已知线的垂线, 其相交所成的锐角则为 Cobb 角 b C2~C7 Cobb 角: 作 C2 与 C7 两椎体下终板的延长线, 再作这两条已知线的垂线, 相交所成的锐角则为 Cobb 角 c Harrison 法: 作 C2 及 C7 椎体后缘的平行线, 其相交所成的锐角为颈椎角(CSA)

Figure 1 a Borden's Method: a straight Line(A) is drawn from the superior posterior aspect of the odontoid process of C2 to the posterior inferior aspect of the body of C7. Line B is traced along the posterior aspect of the intervening cervical vertebral bodies. Line C intersects A perpendicularly at the point of greatest distance between the Lines A and B. The length of C recorded in millimeters is the depth of the cervical lordosis b CCI Method: Line A was the distance between the posterior inferior points of C2 and C7. The distance between the posterior inferior points of C3~C6 and the line A was called a1 to a4, respectively. The CCI is computed by this formula: $CCI = (a1 + a2 + a3 + a4) / A \times 100\%$. When posterior inferior points of C3~C6 are behind line A, the value of a1 to a4 are negative c CCL Method: Points a, b and c are the centroids of C3, C6 and C7, respectively. Point A is the midpoint of the inferior surface of C2. CCL is the angle between the lines Aa and bc. This value is negative when line Aa is posterior to line bc **Figure 2** a Angle of C1~C7 Cobb: This method includes drawing a line extending from the anterior tubercle of C1 to the posterior margin of the spinous process and another line parallel to the inferior endplate of C7. Perpendicular lines are then drawn from each of the 2 lines noted above, and the angle subtended between the crossing of the perpendicular lines is the cervical curvature angle b Angle of C2~C7 Cobb: This method includes drawing a line either parallel to the inferior endplate of C2 and another line parallel to the inferior endplate of C7. Perpendicular lines are then drawn from each of the 2 lines noted above, and the angle subtended between the crossing of the perpendicular lines is the cervical curvature angle c Harrison's Method: This method requires drawing 2 lines, both parallel to the posterior surface of the C7 and C2 vertebral bodies and measuring the angle between them

3 讨论

目前关于如何测量颈椎生理曲度还没有统一的标准^[4], 在临床实际工作中选用的颈椎曲度测

量方法也不一致。临床上常用的矢状面颈椎曲度测量方法可以归类为基于距离和基于角度两类方法^[5]。本研究选取了两类共 6 种常用测量方法进

表 1 3 位测量者采用 6 种方法测量的颈椎曲度 (n=80, $\bar{x}\pm s$)

Table 1 The data by three observers measured with six methods for cervical lordosis

	Borden法 (cm) Borden's Method	CCI法 (%) CCI Method	CCL法 (°) CCL Method	C2-C7 Cobb 角 (°) Angle of C2-C7Cobb	C1-C7 Cobb 角 (°) Angle of C1-C7Cobb	Harrison法 (°) Harrison's Method
1	0.80±0.46	0.11±0.12	18.61±10.23	16.27±10.87	44.08±10.71	20.75±10.51
2	0.82±0.51	0.14±0.11	17.02±8.48	16.54±8.92	45.28±9.45	19.40±10.28
3	0.79±0.47	0.11±0.10	19.37±9.77	17.24±10.12	45.90±11.18	19.89±11.05

注:1、2、3 分别表示 3 位测量者

Note: The number 1 to 3 represents three observers

表 2 6 种测量方法的可信性分析

Table 2 The reliabilities of six methods

基于距离的曲度测量方法 Methods measured by distance			基于角度的测量方法 Methods measured by angle		
Borden法 Borden's Method	CCI法 CCI Method	CCL法 CCL Method	C2-C7 Cobb 角 Angle of C2-C7Cobb	C1-C7 Cobb 角 Angle of C1-C7Cobb	Harrison法 Harrison's Method
1	0.938	0.802	0.883	0.871	0.775
2	0.955	0.775	0.908	0.895	0.836
3	0.968	0.821	0.855	0.873	0.752

注:表中数据为组内相关系数 ICC(r);1、2、3 分别表示 3 位测量者

Note: The value in table is ICC(r); The number 1 to 3 represents three observers

表 3 6 种测量方法的可重复性分析

Table 3 The repetitiveness of six methods

基于距离的曲度测量方法 Methods measured by distance			基于角度的测量方法 Methods measured by angle		
Borden法 Borden's Method	CCI法 CCI Method	CCL法 CCL Method	C2-C7 Cobb 角 Angle of C2-C7Cobb	C1-C7 Cobb 角 Angle of C1-C7Cobb	Harrison法 Harrison's Method
1	0.915	0.862	0.859	0.876	0.736
2	0.888	0.819	0.810	0.859	0.837
3	0.910	0.841	0.851	0.871	0.703

注:表中数据为组内相关系数 ICC(r);1、2、3 分别表示 3 位测量者

Note: The value in table is ICC(r); The number 1 to 3 represents three observers

行比较。由 3 名主治医师分别间隔 2 周测量 2 次,并采用同一 PACS 影像工作站进行测量,最大程度减少人工测量误差。

测量结果显示 6 种测量方法均具有较高的可信度及可重复性,研究结果与同类研究一致^[6-9]。Borden 法是最先用来测量颈椎矢状面曲度的方法,李军朋等^[9]对 Borden 法等四种测量方法进行可靠性分析,结论为 Borden 法最可靠。本研究结果也显示在基于距离的测量方法中 Borden 法可信度及可重复性均较 CCI 法及 CCL 法好,原因可能为 Borden 氏测量法简单易行,最大程度减少了人工重复划线误差,并且在 C2 及 C7 椎体后下缘选点测量距离较其他方法受椎体骨质增生等影响因素少。但其缺点为测量方法简单,不能较好地评估复杂型颈椎曲度异常,身高、椎体畸形、放大效应及投影条件等因素可影响其准确程度^[7]。CCI 法

由于采用了比值来衡量曲度变化避免了 Borden 法上述缺点,但其在曲度变直或曲度 S 形时其变异指数较 Borden 法高^[8]。并且本研究中发现由于其方法本身的缺陷,测量划线较多及椎体后缘骨质增生等因素的影响,造成其可信度及可重复性均较 Borden 法及 CCL 法差。CCL 法既能反应整体曲度情况又能兼顾颈椎局部曲度改变,并且可以根据 C3~C7 各椎体质心与 C7 上缘中点与 C2 下缘中点连线间的位置关系对颈椎曲度进行分型,这优于 Borden 法和 CCI 法,但其缺点为作图测量方法复杂,实用性较差^[10]。

基于角度的测量方法中,Ohara 等^[8]对 5 种颈椎曲度测量方法比较后认为 Cobb 角测量法与椎体后缘切线夹角法(CSA 法)在颈椎曲度正常时具有很好的相关性,但颈曲发生异常改变时相关性较差,其中 C1-C7 Cobb 角测量法因包括 C1-

C2 Cobb 角,而后者与全颈椎矢向序列呈负相关,因此在颈椎曲度异常改变时 C1-C7 Cobb 角与其他方法的相关性均较低。本研究结果也显示发现 C1-C7 Cobb 角测量法可信度及可重复性均最低,原因可能与本研究中患者颈椎侧位片中颈椎曲度异常者占大多数,部分患者颈椎退变导致终板延长线难以准确缺定,容易造成测量误差有关。C2-C7 Cobb 角测量法因采用 C2 及 C7 椎体下缘终板延长线测量避免颈椎曲度异常时 C1-C2 Cobb 角对颈椎曲度的影响,因此其可信度在基于角度的测量组中最高,但其因划线数量较 Harrison 测量法多,容易造成人工测量误差,因此可重复性较 Harrison 测量法稍低。Harrison 等^[1]认为 C1-C7 Cobb 角比实际颈椎曲度大,而 C2-C7 Cobb 角又小于实际值。在测量节段性颈曲异常时,颈椎间盘呈楔形,椎体下缘直线与椎体后缘夹角通常 $>90^\circ$,且各椎体间的角度均不一致,所以 Cobb 法测量节段性颈椎曲度误差较大^[11]。椎体后缘切线是每个椎体相应的斜率,理论上更符合脊柱曲度的走形,两切线相交的角度更能准确的反应曲度的大小^[12]。Harrison 氏椎体后缘切线法还能避免因椎体终板划线因素、椎体退变影响多个定点直线的确定及测量划线较多增加人为误差等其他测量方法的缺陷,因此在本研究基于角度的测量方法中可重复性最好。但可能因本研究中患者颈椎曲度变直者占较大部分,影响了 Harrison 氏测量法的可靠性。

万超等^[9]采用 Borden 法及 Harrison 法对颈椎曲度进行测量比较后认为 Borden 法比 Harrison 法测量一致性好。但在具体临床使用中因颈椎曲度异常患者的比例在逐渐增高,单一采用某种方法测量颈椎曲度的可信度较低,临床上应同时采用多个测量方法才可以更好的准确测量。本研究较以往的研究纳入了更多的临床实际使用测量方法,对 6 种颈椎曲度测量方法的可信度及可重复性进行了分类比较。本研究结果表明,在临床实际使用过程中将 Borden 法和 C2-C7Cobb 角或 Harrison 测量法联合使用将能更准确地评价颈椎曲度。

4 参考文献

1. 康玉果, 胡汉杰, 刘志刚, 等. 颈椎曲度异常的流行病学研究[J]. 中华健康管理学杂志, 2012, 5(6): 361-362.
2. 吴炳轩, 刘宝戈, 刘振宇, 等. 颈椎曲度和活动度参数的影响因素[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(4): 380-386.
3. 张靖慧, 孙大炜, 黄晓琳. 颈椎曲度测量方法进展与及临床意义[J]. 中国康复, 2009, 24(5): 347-349.
4. Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review[J]. Journal of Neurosurgery: Spine, 2013, 19(2): 141-159.
5. 邓元, 倪斌. 颈椎矢状序列测量方法的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(7): 655-659.
6. 李军朋, 李义凯, 王志宏. 四种颈椎曲度测量方法的可靠性研究[J]. 颈腰痛杂志, 2002, 23(4): 278-280.
7. Takeshita K, Murakami M, Kobayashi A, et al. Relationship between cervical curvature index (Ishihara) and cervical spine angle (C2-7)[J]. Journal of orthopaedic science, 2001, 6(3): 223-226.
8. Ohara A, Miyamoto K, Naganawa T, et al. Reliabilities of and correlations among five standard methods of assessing the sagittal alignment of the cervical spine[J]. Spine, 2006, 31(22): 2585-2591.
9. 万超, 沈惠良, 刘钊. Borden 氏法与 Harrison 氏法测量颈椎曲度的一致性比较[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(1): 34-36.
10. Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, et al. Radiographic analysis of lumbar lordosis: centroid, Cobb, TRALL, and Harrison posterior tangent methods[J]. Spine, 2001, 26(11): 235-242.
11. Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, et al. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis[J]. Spine, 2000, 25(16): 2072-2078.
12. Nguyen NLM, Baluch DA, Patel AA. Cervical sagittal balance: A review[J]. Contemporary spine surgery, 2014, 15(1): 1-7.
13. Silber JS, Lipetz JS, Hayes VM, et al. Measurement variability in the assessment of sagittal alignment of the cervical spine: a comparison of the gore and cobb methods[J]. Journal of spinal disorders and techniques, 2004, 17(4): 301-305.

(收稿日期:2015-02-09 修回日期:2015-04-08)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)