

# 无症状成人颈胸交界区脊柱矢状面参数的相关性

曹斌<sup>1</sup>, 左玉强<sup>2</sup>, 杜晗阳<sup>3</sup>, 于海泉<sup>1</sup>, 苏敬阳<sup>1</sup>, 孟浩勇<sup>3</sup> (石家庄市第一医院, <sup>1</sup>骨三科, <sup>3</sup>放射科, 河北省石家庄市 050000; <sup>2</sup>河北医科大学第二医院体检中心, 河北省石家庄市 050000)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2830

ORCID: 0000-0002-2694-3950(曹斌)

文章快速阅读:



曹斌, 男, 1981年生, 河北省石家庄市人, 汉族, 副主任医师, 主要从事脊柱、骨关节疾病方面的研究。

文献标识码:B

投稿日期: 2019-12-23

送审日期: 2019-12-27

采用日期: 2020-02-24

在线日期: 2020-04-27



文题释义:

**颈胸交界区:** 颈胸交界区系连接颈部与上纵隔、上胸腔及腋窝的特定部位, 以颈根部为中心, 上起自甲状腺中部, 下止于主动脉弓平面, 在胸部包括上纵隔、胸膜顶、双肺尖和上胸腔; 在颈部包括筋膜、筋膜间隙及其包绕的肌肉、神经、血管和气管、食管、甲状腺、甲状旁腺等器官; 既有颈部中线结构向上纵隔的延续, 又有颈部的神经、血管及肌肉等结构向双侧腋窝区的横向延伸, 其解剖结构复杂。

**脊柱矢状面平衡:** 人体脊柱在矢状面上有 4 个生理弯曲, 即颈椎前凸、胸椎后凸、腰椎前凸和骶椎后凸, 脊柱在矢状面呈 S 形。人体脊柱整体的矢状面平衡, 能保证人在站立及行走时以最小的能量消耗来维持视线水平和相对稳定的姿势, 若各种原因导致脊柱某节段出现矢状面序列改变时, 脊柱需通过其代偿机制来维持脊柱的矢状面平衡。

摘要

**背景:** 颈胸交界区脊柱矢状面平衡不仅与全脊柱矢状面平衡相关, 还与颈椎矢状面平衡相关。

**目的:** 探讨无症状成人颈胸交界区脊柱矢状面参数的相关性。

**方法:** 选择 2017 年 1 月至 2018 年 12 月在河北医科大学第二医院体检中心行健康体检且无颈椎病相关临床症状者 120 名, 年龄 23-79 岁, 根据年龄分为 21-40 岁组、41-60 岁组、61-80 岁组, 每组 40 名, 均拍摄颈椎侧位 DR 影像, 测量下面影像学参数: C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub> 矢状面轴向垂直距离、头部重心到 C<sub>7</sub> 椎体矢状面轴向垂直距离、胸廓入口角、颈倾角、T<sub>1</sub> 倾斜角、颅倾角。

**结果与结论:** ①3 组间 C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub> 矢状面轴向垂直距离、头部重心到 C<sub>7</sub> 椎体矢状面轴向垂直距离、胸廓入口角、颈倾角、T<sub>1</sub> 倾斜角、颅倾角比较差异均有显著性意义 ( $P < 0.05$ ), 并且组间两两比较差异亦有显著性意义 ( $P < 0.05$ ); 胸廓入口角、颈倾角、T<sub>1</sub> 倾斜角随着年龄的增大而增大; ②相关性分析显示胸廓入口角、颈倾角、T<sub>1</sub> 倾斜角与年龄呈正相关 ( $r=0.622, r=0.439, r=0.533, P$  均  $< 0.001$ ); 胸廓入口角与 T<sub>1</sub> 倾斜角呈正相关 ( $r=0.569, P < 0.001$ ); 胸廓入口角、T<sub>1</sub> 倾斜角均与 C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub> 矢状面轴向垂直距离呈负相关 ( $r=-0.725, r=-0.352, P$  均  $< 0.001$ ); ③结果表明, 无症状成人胸廓入口角、颈倾角、颅倾角、T<sub>1</sub> 倾斜角呈随年龄增大而增大的趋势, 且胸廓入口角、颈倾角、T<sub>1</sub> 倾斜角与年龄呈正相关。

**关键词:**

胸廓入口角; 颈椎矢状面平衡; 影像学; 相关性; 无症状; 成人; DR; 矢状面轴向距离

中图分类号: [R445.4]; R336; R602

## Correlation of sagittal parameters of cervical and thoracic junction areas in asymptomatic adults

Cao Bin<sup>1</sup>, Zuo Yuqiang<sup>2</sup>, Du Hanyang<sup>3</sup>, Yu Haiquan<sup>1</sup>, Su Jingyang<sup>1</sup>, Meng Haoyong<sup>3</sup> (<sup>1</sup>Third Department of Orthopedics, <sup>3</sup>Department of Radiology, First Hospital of Shijiazhuang, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China; <sup>2</sup>Medical Examination Center, Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China)

**Abstract**

**BACKGROUND:** The sagittal balance of the spine in the cervical and thoracic junction areas is not only related to the sagittal balance of the whole spine, but also related to the sagittal balance of the cervical spine.

**OBJECTIVE:** To investigate the correlation of sagittal parameters in cervical and thoracic junction areas in

Cao Bin, Associate chief physician, Third Department of Orthopedics, First Hospital of Shijiazhuang, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China

asymptomatic adults.

**METHODS:** Totally 120 asymptomatic adults were enrolled from January 2017 to December 2018 from the Medical Examination Center, Second Hospital of Hebei Medical University. Age ranged from 23–79 years. The patients were divided into group A (21–40 years old), group B (41–60 years old) and group C (61–80 years old), with 40 persons in each group. DR images of lateral cervical spine were taken, and the following imaging parameters were measured: C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub> sagittal vertical axis, head center of gravity to C<sub>7</sub> sagittal vertical axis, thoracic inlet angle, neck tilt, T<sub>1</sub> slope and the cranial tilt.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) There were significant differences among the three groups in the C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub> sagittal vertical axis, head center of gravity to C<sub>7</sub> sagittal vertical axis, thoracic inlet angle, neck tilt, T<sub>1</sub> slope and the cranial tilt ( $P < 0.05$ ); there were also significant differences between the two groups ( $P < 0.05$ ). Thoracic inlet angle, neck tilt, and T<sub>1</sub> slope increased with age. (2) The correlation analysis showed that there was a positive correlation between the thoracic inlet angle, neck tilt, T<sub>1</sub> slope and age ( $r=0.622$ ,  $r=0.439$ ,  $r=0.533$ , all  $P < 0.001$ ). There was a positive correlation between the thoracic inlet angle and T<sub>1</sub> slope ( $r=0.569$ ,  $P < 0.001$ ). There was negative correlation between the thoracic inlet angle, T<sub>1</sub> slope and C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub> sagittal vertical axis ( $r=-0.725$ ,  $r=-0.352$ , all  $P < 0.001$ ). (3) The results showed that the thoracic inlet angle, neck tilt, cranial tilt and T<sub>1</sub> slope increased with age, and the thoracic inlet angle, neck tilt and T<sub>1</sub> slope were positively correlated with age.

**Key words:** thoracic inlet angle; cervical spine sagittal balance; radiology; correlation; asymptomatic; adults; digital radiography; sagittal vertical axis

## 0 引言 Introduction

脊柱是一个连接头颅和骨盆的开放线性链，在这一关系中某一节段脊柱的形状和方向受相邻节段脊柱的影响，从而使整个脊柱以最小的能量消耗来保持平衡的直立姿势和水平视野<sup>[1]</sup>。颈椎作为全脊柱中运动功能最为灵活及支撑头部的节段，发挥着关键作用；而颈胸交界区是脊柱由活动度最大的颈椎向活动度最小的胸椎过渡的区域，其在维持颈椎及全脊柱矢状面平衡中起着至关重要的作用<sup>[2-3]</sup>。颈胸交界区脊柱矢状面平衡不仅与全脊柱矢状面平衡相关，还与颈椎矢状面平衡相关<sup>[4]</sup>。由此可见，若术前能兼顾颈椎矢状面序列及颈胸交界区脊柱矢状面序列情况，综合制定患者颈椎手术中的融合角度，则可以更加准确、更加个体化地矫正颈椎畸形<sup>[5]</sup>。试验的目的在于通过120名无症状成人颈胸交界区脊柱矢状面参数及参数间相关性分析，为临床制定合理的手术方案提供生物力学及形态解剖学依据。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

### 1.1 设计 回顾性研究。

1.2 时间及地点 试验于2017年1月至2018年12月在河北医科大学第二医院完成。

1.3 对象 随机抽取2017年1月至2018年12月在河北医科大学第二医院体检中心行健康体检且无颈椎病相关临床症状者120名，年龄23–79岁，平均(50.37±15.53)岁。根据年龄将所有体检者分为3组，21–40岁为A组，41–60岁为B组，61–80岁为C组，每组男、女各20人，每组共计40人。试验获得石家庄市第一医院及河北医科大学第二医院伦理委员会审核通过。

**纳入标准:** 所有体检者均无颈肩部疼痛及根性、髓性相关临床症状，且均有标准颈椎DR正侧位片。

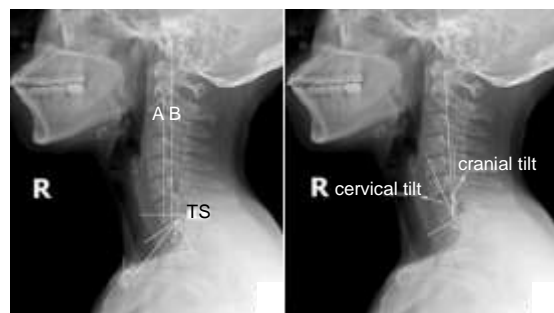
**排除标准:** 脊柱发育不良或脊柱侧弯等脊柱畸形者；既往颈椎手术史者；有影响颈椎曲度疾病者(例如类风湿性关节炎、强直性脊柱炎、颈椎病等)；伴有颈胸交界区神经、肌肉异常性疾病者。

1.4 方法 所有体检者均行颈椎正、侧位DR摄影，拍摄颈椎正、侧位DR片时分别采取中立位和右侧站立位，双手自然下垂，听鼻线呈与地面平行，摄片范围上至枕

骨粗隆凸，下至胸骨角水平，X射线球管中心对准第4颈椎中心。

### 需测量的颈胸交界区脊柱矢状面影像学参数及测量方法:

C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离、头部重心到C<sub>7</sub>椎体矢状面轴向垂直距离、胸廓入口角、T<sub>1</sub>倾斜角、颈倾角、颅倾角、颈椎倾角。①C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离是指经过C<sub>2</sub>椎体中心铅垂线(A)与经过C<sub>7</sub>椎体后上角铅垂线(B)间的垂直距离。②头部重心到C<sub>7</sub>椎体矢状面轴向垂直距离指通过外耳孔前缘的铅垂线与经过C<sub>7</sub>椎体后上角铅垂线的垂直距离。③胸廓入口角指经T<sub>1</sub>椎体上终板中点与胸骨上终端做一直线相连，该直线与T<sub>1</sub>椎体上终板中点垂线间的夹角。④T<sub>1</sub>倾斜角指T<sub>1</sub>椎体上终板延长线与水平线夹角。⑤颈倾角指经胸骨上终端与T<sub>1</sub>椎体上终板中点的连线，该连线与铅垂线间夹角。⑥颅倾角指经齿突顶端与T<sub>1</sub>椎体上终板中点做一连线，该线与铅垂线所形成的夹角。⑦颈椎倾角指T<sub>1</sub>椎体上终板中点的垂直线与自T<sub>1</sub>椎体上终板中点与齿突顶端连线间的夹角。具体测量方法见图1所示。以上测量分别由一名放射科主治医师及一名骨科主治医师分别进行单独测量，每人分别测量2次，最后取2人测量结果的平均值作为最终结果。



图注：左图为C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离、头部重心到C<sub>7</sub>椎体矢状面轴向垂直距离、胸廓入口角(TIA)、颈倾角(NT)、T<sub>1</sub>倾斜角(TS)的测量方法，A为经过C<sub>2</sub>椎体中心铅垂线，B为经过C<sub>7</sub>椎体后上角铅垂线；右图为颈椎倾角(cervical tilt)、颅倾角(cranial tilt)的测量方法

Figure 1 Measurement of sagittal image parameters of spine at the cervical and thoracic junction areas

1.5 主要观察指标 120名受试者颈椎侧位DR影像。

1.6 统计学分析 所有计量资料均采用 $\bar{x}\pm s$ 表示，数据统计采用SPSS 21.0软件进行分析。对不同年龄组间颈椎矢

状位影像学参数进行统计学分析, 若各组符合方差齐性则采用单因素方差分析, 若不符合方差齐性则采用秩和检验; 差异有显著性意义时进一步利用LSD对两两组间进行比较; 不同参数间相关性分析采用Pearson法; 所有结果均以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

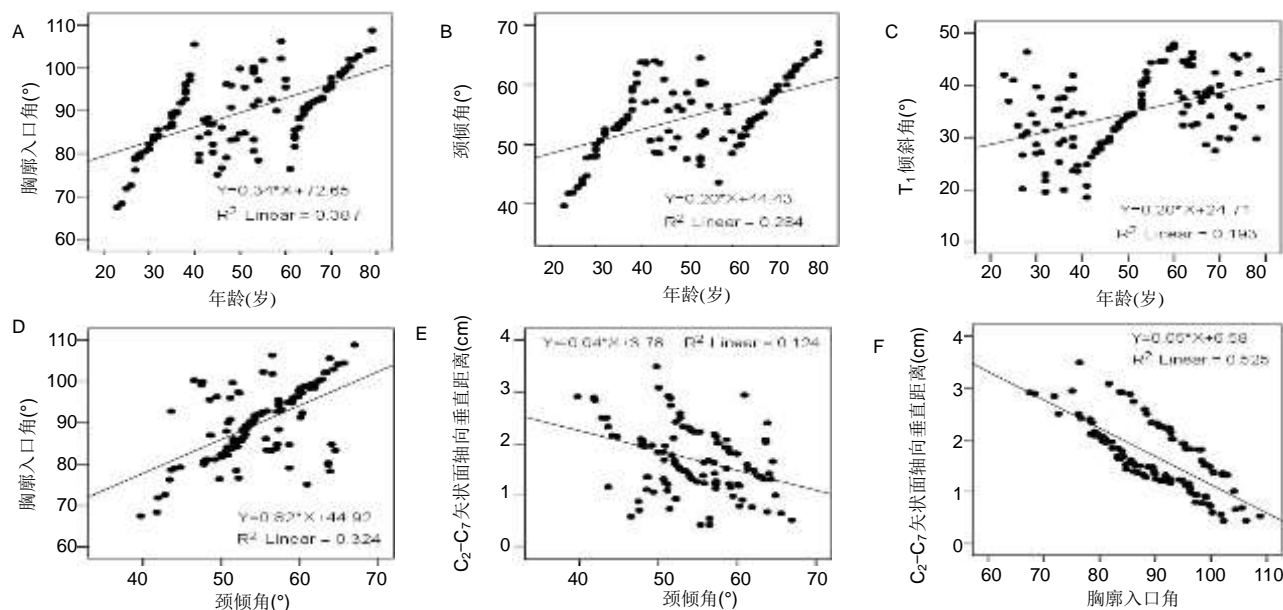
2.1 参与者数量分析 120名受试者均进入结果分析。

2.2 受试者颈椎侧位DR影像检查结果 3组间的 $C_2-C_7$ 矢状面轴向垂直距离、头部重心到 $C_7$ 椎体矢状面轴向垂直距离、胸廓入口角、颈倾角、颅倾角、 $T_1$ 倾斜角比较差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 组间两两比较差异亦有显著性意义( $P < 0.05$ ); 3组间颈椎倾角比较差异无显著性意义( $F=2.597, P=0.079$ ); 胸廓入口角、颈倾角、 $T_1$ 倾斜角、颅倾角随着年龄的增大而增大, 见表1。

表1 各组颈胸交界区脊柱矢状位参数差异单因素方差分析 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 One-way analysis of variance of sagittal spinal parameters in the cervical and thoracic junction areas of each group

指标	21-40岁组 (n=40)	41-60岁组 (n=40)	61-80岁组 (n=40)	F值	P值
$C_2-C_7$ 矢状面轴向垂直距离(cm)	1.69±0.56	1.38±0.57 <sup>a</sup>	2.01±0.64 <sup>ab</sup>	11.188	< 0.001
头部重心到 $C_7$ 椎体矢状面轴向垂直距离(cm)	-0.03±1.32	-0.21±1.34	0.76±1.27 <sup>ab</sup>	6.131	0.003
胸廓入口角(°)	85.84±8.34	89.46±8.31 <sup>a</sup>	93.93±6.85 <sup>ab</sup>	10.598	< 0.001
$T_1$ 倾斜角(°)	51.63±5.85	54.66±5.58 <sup>a</sup>	57.48±4.74 <sup>ab</sup>	11.682	< 0.001
颈倾角(°)	31.64±6.81	34.75±7.48 <sup>a</sup>	37.76±5.38 <sup>ab</sup>	8.58	< 0.001
颅倾角(°)	4.34±4.06	6.21±4.00 <sup>a</sup>	8.00±3.85 <sup>ab</sup>	8.503	< 0.001
颈椎倾角(°)	16.89±5.67	19.24±5.77	16.77±4.95	2.597	0.079

表注: 与21-40岁组比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与41-60岁组比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$



图注: A-C 分别为胸廓入口角、颈倾角、 $T_1$ 倾斜角与年龄的相关性分析, 结果显示胸廓入口角、颈倾角、 $T_1$ 倾斜角与年龄呈正相关( $r=0.622, P < 0.001$ ;  $r=0.439, P < 0.001$ ;  $r=0.533, P < 0.001$ ); D 为胸廓入口角与  $T_1$  倾斜角的相关性分析, 结果显示二者呈正相关( $r=0.569, P < 0.001$ ); E 为  $T_1$  倾斜角均与  $C_2-C_7$  矢状面轴向垂直距离的相关性分析, 结果显示二者呈负相关( $r=-0.352, P < 0.001$ ); F 为胸廓入口角与  $C_2-C_7$  矢状面轴向垂直距离的相关性分析, 结果显示二者呈负相关( $r=-0.725, P < 0.001$ )

图2 颈胸交界区参数间相关性分析

Figure 2 Correlation analysis of parameters at the cervical and thoracic junction areas

2.3 线性回归分析结果 线性回归分析显示, 胸廓入口角、颈倾角、 $T_1$ 倾斜角与年龄呈正相关( $r=0.622, P < 0.001$ ;  $r=0.439, P < 0.001$ ;  $r=0.533, P < 0.001$ ); 胸廓入口角与  $T_1$  倾斜角呈正相关( $r=0.569, P < 0.001$ ); 胸廓入口角、 $T_1$  倾斜角均与  $C_2-C_7$  矢状面轴向垂直距离呈负相关( $r=-0.725, P < 0.001$ ;  $r=-0.352, P < 0.001$ ), 颈胸交界区脊柱矢状面参数间线性回归分析结果见图2。

## 3 讨论 Discussion

颈胸交界区也被称为胸廓入口区, 其主要由第一胸椎及两侧第一肋骨、胸骨上缘围成, 是由活动度较大的颈椎过渡到活动度较小的胸椎的移行区, 由于该区的特殊性, 故其更容易出现退行性变, 因此颈胸交界区对于维持脊柱整体平衡存在重要意义<sup>[5]</sup>。LEE等<sup>[4]</sup>由腰椎矢状平衡中的骨盆倾斜度及骶骨倾斜角类推提出系列对于颈胸交界区的参数, 这些参数包括: 胸廓入口角、 $T_1$ 倾斜角、颈倾角、颈椎倾斜角和颅倾角, 这些参数间联系密切且相互影响。由于脊柱矢状面平衡的维持主要基于角度和距离, 故此次研究把颈胸交界区脊柱矢状面平衡力线( $C_2-C_7$ 矢状面轴向垂直距离, 头部重心到 $C_7$ 椎体矢状面轴向垂直距离)纳入此次研究中<sup>[6]</sup>。

根据颈胸交界区相关参数测量方法及角度定义可以发现, 胸廓入口角= $T_1$ 倾斜角+颈倾角, 由此可见三者之间相互影响。此次研究结果示, 胸廓入口角、颈倾角、 $T_1$ 倾斜角均随着年龄的增大而增大, 且与年龄均呈正相关。有研究证实随着受检者年龄增大, 由于脊柱高度丢失或椎体楔形变导致驼背畸形的发生, 可引起胸椎后凸角增大, 进而引起颈胸交界区矢状面序列发生改变, 这种改变可导致 $T_1$

倾斜角增大<sup>[7-9]</sup>。胸廓入口角和颈倾角角度大小均取决于胸骨上终端与T<sub>1</sub>椎体上终板上中点的相对位置,在正常情况下T<sub>1</sub>椎体上终板上中点位置高于胸骨上终端位置。在T<sub>1</sub>倾斜角不变的情况下,随着年龄增大,由于脊柱高度丢失可导致T<sub>1</sub>椎体上终板上中点与胸骨上终端在铅垂线方向上的相对距离减小,而该距离的减小会导致胸廓入口角和颈倾角的增大。与此相反,当T<sub>1</sub>椎体上终板上中点与胸骨上终端在水平线上相对距离增大时,必然导致胸廓入口角和颈倾角的增大。BASTIR等<sup>[10-11]</sup>通过研究发现,人从婴儿到老年的过程中胸廓的前后径与横径都在逐渐增加,且上胸廓的前后径增加幅度大于下胸廓。当上胸廓前后径增大时可以引起T<sub>1</sub>椎体上终板上中点与胸骨上终端在水平线上相对距离增大,从而导致胸廓入口角和颈倾角增大。

此次研究结果中胸廓入口角与T<sub>1</sub>倾斜角呈正相关,该结果与以往部分学者研究结果相一致<sup>[12-13]</sup>。导致该结果的病理机制可能为在成年后胸廓入口角保持一定时期的相对稳定,不随体位和姿势的改变而改变,脊柱的退变相对较慢、对其影响很小,在这种情况下,T<sub>1</sub>倾斜角会随着脊柱矢状面距离的增大和上胸椎后凸曲度的变化而发生改变,通常情况下,大的胸廓入口角需要匹配更大的T<sub>1</sub>倾斜角和更小的颈倾角来维持颈部生理曲度,反之亦然<sup>[2, 12-13]</sup>。此次研究发现T<sub>1</sub>倾斜角与C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离呈负相关,该结果与部分学者研究结果相一致<sup>[5, 14-15]</sup>。尽管以上学者测量的均为仰卧位影像学参数且分别采用的CT、MR检查,但此次研究结果再次印证了颈胸交界区脊柱矢状面参数间的相关性。此次研究结果与赵文奎等<sup>[1]</sup>研究结果相反。赵文奎等<sup>[1]</sup>研究132例无症状成年人颈椎矢状位曲度分析提示,T<sub>1</sub>倾斜角与C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离呈正相关,导致研究结果相矛盾的原因可能为研究对象不同,赵文奎等<sup>[1]</sup>的研究对象为年龄18-35岁成年人,而此次研究对象年龄范围为23-79岁。胸廓入口角和C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离在此次研究中亦呈负相关,这与PARK等<sup>[14]</sup>、JUN等<sup>[16]</sup>结果相一致,该两位作者通过X射线、CT研究脊柱矢状面序列均发现胸廓入口角与C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离存在负相关。而刘国臻等<sup>[17]</sup>研究发现脊髓型颈椎病患者胸廓入口角与C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>矢状面轴向垂直距离呈正相关,这可能是由于研究对象不同,脊髓型颈椎病患者退变导致脊柱矢状面序列发生改变所致。

此次研究不足在于研究样本量较小,可能导致统计学差异较大;此外,未评估研究对象的颈部软组织,而颈部软组织条件可能影响颈椎矢状面序列平衡。此次研究单纯从影像学角度回顾性分析无症状成人颈椎矢状面序列平衡相关参数及参数间相关性,有待于未来基于多中心、大样本量的更一步研究与此次结果进行印证。

综上所述,此次研究发现颈胸交界区脊柱矢状面参数存在相关性,了解这些参数的相关性有助于制定更好的手术方案和取得更好的手术疗效。

**作者贡献:** 曹斌、苏敬阳进行试验设计,试验实施为左玉强,试验评估为杜晗阳、于海泉、孟浩勇,资料收集为左玉强,曹斌成文,于海泉、苏敬阳审核。

**经费支持:** 该文章没有接受任何经费支持。

**利益冲突:** 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程不存在利益冲突。

**机构伦理问题:** 试验获得石家庄市第一医院及河北医科大学第二医院伦理委员会审核通过。

**知情同意问题:** 受试者对试验知情同意并签署知情同意书。

**写作指南:** 该研究遵守《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南)。

**文章查重:** 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

**文章外审:** 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

**生物统计学声明:** 该文统计学方法已经河北医科大学生物统计学专家审核。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

## 4 参考文献 References

- [1] 赵文奎,于淼,韦峰,等.无症状成人颈椎矢状位曲度分析及其与全脊柱矢状位参数的关系[J].中国脊柱脊髓杂志,2015,25(3):231-238.
- [2] 黄清奇,刘少强,梁珪清.颈椎矢状面力线与平衡的临床意义研究进展[J].中华外科杂志,2018,56(8):634-638.
- [3] 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.
- [4] LEE SH, KIM KT, SEO EM, et al. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. J Spinal Disord Tech. 2012;25(2):E41-47.
- [5] CHENG J, LIU P, SUN D, et al. Correlation of cervical and thoracic inlet sagittal parameters by MRI and radiography in patients with cervical spondylosis. Medicine (Baltimore). 2019;98(7):e14393.
- [6] 傅美淳,罗光平.颈椎X线矢状面测量的研究进展[J].中国继续医学教育,2017,9(32):39-41.
- [7] GOH S, TAN C, PRICE RI, et al. Influence of age and gender on thoracic vertebral body shape and disc degeneration: an MR investigation of 169 cases. J Anat. 2000;197 Pt4:647-657.
- [8] AILON T, SHAFFREY CL, LENKE LG, et al. Progressive spinal kyphosis in the aging population. Neurosurgery. 2015;77 Suppl 4:S164-172.
- [9] YOKOYAMA K, KAWANISHI M, YAMADA M, et al. Age-related variations in global spinal and sagittal balance in asymptomatic Japanese adults. Neurol Res. 2017;39(5):414-418.
- [10] BASTIR M, GARCÍA MARTÍNEZ D, RECHEIS W, et al. Differential growth and development of the upper and lower human thorax. PLoS One. 2013;8(9):e75128.
- [11] GARCÍA-MARTÍNEZ D, RECHEIS W, BASTIR M. Ontogeny of 3D rib curvature and its importance for the understanding of human thorax development. Am J Phys Anthropol. 2016;159(3):423-431.
- [12] LEE SH, SON ES, SEO EM, et al. Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults: correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment. Spine J. 2015;15(4):705-712.
- [13] JUN HS, KIM JH, AHN JH, et al. T1 slope and degenerative cervical spondylosis. Spine (Phila Pa 1976). 2015;40(4):E220-226.
- [14] PARK JH, CHO CB, SONG JH, et al. T1 slope and cervical sagittal alignment on cervical CT radiographs of Asymptomatic persons. J Korean Neurosurg Soc. 2013;53(6):356-359.
- [15] 张黎龙,程招军,崔子健,等. MRI测量脊髓型颈椎病患者矢状位参数相关性分析[J].中国修复重建外科杂志,2017,31(4):451-454.
- [16] JUN HS, CHANG IB, SONG JB, et al. Is it possible to evaluate the parameters of cervical sagittal alignment on cervical computed tomographic scans. Spine (Phila Pa 1976). 2014;39(10):E630-636.
- [17] 刘国臻,刘磊,王运涛,等. 脊髓型颈椎病患者术前矢状面影像学参数特点及相互关系[J].中国矫形外科杂志,2018,26(21):1992-1996.