

## 退行性颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性

杨云霄<sup>1</sup>, 黄承兰<sup>1</sup>, 侯俞彤<sup>1</sup>, 姚远<sup>2</sup>, 赵宇<sup>3</sup>, 许苑晶<sup>4</sup>, 杨泽政<sup>5</sup>, 王金武<sup>6</sup><https://doi.org/10.12307/2024.097>

投稿日期: 2023-05-23

采用日期: 2023-07-04

修回日期: 2023-08-09

在线日期: 2023-08-21

中图分类号:

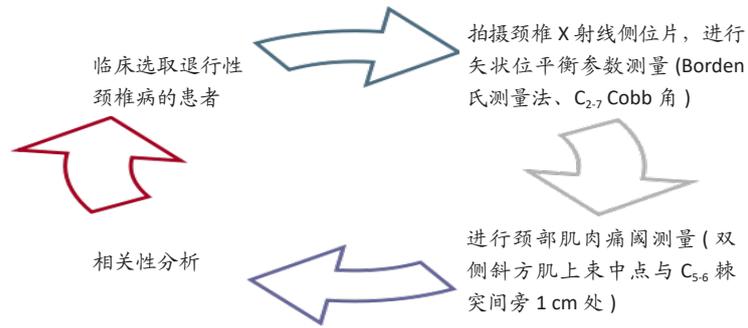
R459.9; R318; R493

文章编号:

2095-4344(2024)24-03879-06

文献标识码: A

## 文章快速阅读: 退行性颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性分析



## 文题释义:

**颈椎矢状位参数:** 颈椎矢状位参数是衡量颈椎矢状位序列非常重要的评估指标, 能够量化颈椎形态, 评价颈椎生物力学平衡, 主要是基于距离或角度的影像学参数, 临床常用的有Borden值、C<sub>2-7</sub> Cobb角、T<sub>1</sub>斜率、C<sub>2-7</sub>矢状面平衡等。

**疼痛阈值:** 定义为受试者感觉到不适的最小刺激强度, 它不是评估疼痛的直接方法, 但在各种肌肉骨骼疼痛情况下疼痛阈值会降低, 所以可以应用于不同的肌肉区域, 从而提供有关疼痛的间接证据。

## 摘要

**背景:** 退行性颈椎病患者一般存在颈椎曲度改变、颈肩部肌肉力量的不平衡及力量下降。

**目的:** 探讨退行性颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性。

**方法:** 将2022年1月至2023年3月在上海交通大学医学院附属第九人民医院3D打印门诊中心收治的50例退行性颈椎病患者纳入研究, 剔除颈椎X射线侧位片不符合测量条件的10例, 拍摄颈椎侧位X射线片, 测量Borden值、C<sub>2-7</sub> Cobb角, 并测量双侧上束斜方肌中点和C<sub>5-6</sub>棘突间旁1 cm处的疼痛阈值; 分析退行性颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性。

**结果与结论:** ①颈椎病矢状位曲度Borden值与左侧斜方肌上束痛阈、右侧斜方肌上束痛阈、C<sub>5-6</sub>棘突间旁左侧1 cm痛阈呈中等正相关关系( $r=0.498, P < 0.01; r=0.448, P < 0.05; r=0.405, P < 0.05$ ), 与C<sub>5-6</sub>棘突间旁右侧1 cm痛阈呈弱正相关关系( $r=0.322, P < 0.05$ ); ②C<sub>2-7</sub> Cobb角与左侧斜方肌痛阈呈弱正相关关系( $r=0.355, P < 0.05$ ), 与右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub>棘突间旁两侧1 cm痛阈不存在相关性; ③颈肩部肌肉痛阈内部之间存在相关性, 左右侧肌肉之间的痛阈及左右侧肌肉之内的痛阈皆存在高度相关性, 提示颈肩部肌肉具有一致性, 可能与颈肩部动作协同相关。

**关键词:** 退行性颈椎病; 颈椎矢状位参数; Borden值; C<sub>2-7</sub> Cobb角; 疼痛阈值; 颈部疼痛; 相关性; 影像学参数

## Correlation between sagittal curvature parameters and pain threshold for neck-shoulder muscles in degenerative cervical spondylosis

Yang Yunxiao<sup>1</sup>, Huang Chenglan<sup>1</sup>, Hou Yutong<sup>1</sup>, Yao Yuan<sup>2</sup>, Zhao Yu<sup>3</sup>, Xu Yuanjing<sup>4</sup>, Yang Zezheng<sup>5</sup>, Wang Jinwu<sup>6</sup>

<sup>1</sup>School of Rehabilitation Medicine, Weifang Medical University, Weifang 261053, Shandong Province, China; <sup>2</sup>Department of Rehabilitation Medicine, <sup>3</sup>Department of Orthopedic Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China; <sup>4</sup>Institute of Translational Medicine, <sup>5</sup>School of Biomedical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 201100, China; <sup>6</sup>Department of Orthopedics, Shanghai Fifth People's Hospital, Fudan University, Shanghai 200240, China

Yang Yunxiao, Master candidate, Rehabilitative therapist, School of Rehabilitation Medicine, Weifang Medical University, Weifang 261053, Shandong Province, China

**Corresponding author:** Wang Jinwu, MD, Professor, Chief physician, Department of Orthopedic Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China

**Corresponding author:** Yang Zezheng, Master, Attending physician, Department of Orthopedics, Shanghai Fifth People's Hospital, Fudan University, Shanghai 200240, China

<sup>1</sup>潍坊医学院康复医学院, 山东省潍坊市 261053; 上海交通大学医学院附属第九人民医院, <sup>2</sup>康复科, <sup>6</sup>骨科, 上海市 200011; 上海交通大学, <sup>3</sup>转化医学研究院, <sup>4</sup>生物医学工程学院, 上海市 201100; <sup>5</sup>复旦大学附属上海市第五人民医院骨科, 上海市 200240

**第一作者:** 杨云霄, 女, 1999年生, 山东省聊城市人, 汉族, 潍坊医学院康复医学院在读硕士, 康复治疗师, 主要从事颈椎病相关康复方面的研究。

**通讯作者:** 王金武, 博士, 教授, 主任医师, 上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科, 上海市 200011

**通讯作者:** 杨泽政, 硕士, 主治医师, 复旦大学附属上海市第五人民医院骨科, 上海市 200240

<https://orcid.org/0009-0002-0747-827X> (杨云霄)

**基金资助:** 上海市科委项目 (22015820100), 项目参与人: 王金武

引用本文: 杨云霄, 黄承兰, 侯俞彤, 姚远, 赵宇, 许苑晶, 杨泽政, 王金武. 退行性颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性 [J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(24):3879-3884.



## Abstract

**BACKGROUND:** Patients with degenerative cervical spondylosis often suffer from changed varicosity of the cervical spine, unbalanced neck-shoulder muscular strength, and descending power.

**OBJECTIVE:** To probe into the correlation between sagittal curvature parameters and pain threshold for neck-shoulder muscles in degenerative cervical spondylosis.

**METHODS:** Totally 50 patients with degenerative cervical spondylosis received treatment at the 3D Printed Outpatient Center of Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine from January 2022 to March 2023 were included in the study. After excluding the 10 patients of cervical lateral projection that failed to meet the measurement conditions, the cervical lateral projections were shot to measure the following iconography parameters: Borden value and  $C_{2,7}$  Cobb angle as well as pain thresholds on the midpoint of the superior trapezius muscle in bilateral bundles and at 1 cm beside the  $C_{5,6}$  interspike. The correlation between sagittal curvature parameters and pain threshold of neck-shoulder muscles in degenerative cervical spondylosis was analyzed.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) The Borden value of sagittal curvature showed a moderately positive correlation with the bundle pain threshold in the left upper trapezius muscle, the bundle pain threshold in the right upper trapezius muscle, and the pain threshold at the 1 cm of the left side beside the  $C_{5,6}$  interspike ( $r=0.498, P < 0.01; r=0.448, P < 0.05; r=0.405, P < 0.05$ ) and a weak positive correlation with the pain threshold at the 1 cm of the right side beside the  $C_{5,6}$  interspike ( $r=0.322, P < 0.05$ ). (2) The  $C_{2,7}$  Cobb angle showed a weak positive correlation with the left squared myalgia threshold ( $r=0.355, P < 0.05$ ), and there was no correlation with the pain threshold of the left trapezius muscle and the pain threshold at the 1 cm of both sides beside the  $C_{5,6}$  interspike. (3) There was a correlation between the pain threshold of the neck-shoulder muscles, and a high correlation between the pain threshold of the left and right muscles and the pain threshold within the left and right side muscles, indicating that the neck-shoulder muscles are consistent and may be related to the coordination of the neck-shoulder movements.

**Key words:** degenerative cervical spondylosis; sagittal cervical parameter; Borden value;  $C_{2,7}$  Cobb angle; pain threshold; cervical pain; correlation; imaging parameter

**Funding:** Project of Science and Technology Commission of Shanghai, No. 22015820100 (to WJW)

**How to cite this article:** YANG YX, HUANG CL, HOU YT, YAO Y, ZHAO Y, XU YJ, YANG ZZ, WANG JW. Correlation between sagittal curvature parameters and pain threshold for neck-shoulder muscles in degenerative cervical spondylosis. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu.* 2024;28(24):3879-3884.

## 0 引言 Introduction

颈椎病是指颈椎间盘组织退行性改变及其继发病理改变累及其周围组织结构(神经根脊髓、椎动脉、交感神经及脊髓前中央动脉等),并出现与影像学改变相应的临床表现者,其英文名称为 Cervical Spondylosis<sup>[1]</sup>。颈椎退行性变是一种慢性、渐进性的颈椎椎体、附属关节以及周围软组织的退化,出现诸如骨赘、韧带老化等,与衰老密切相关<sup>[2-5]</sup>。根据 1990-2013 年的全球疾病负担研究显示,在 188 个国家的前十大原因之一,其在全球排名第四,在中国排名第二<sup>[6]</sup>。王宝剑等<sup>[7]</sup>进行了北京市某三甲医院颈椎病门诊患者的临床流行病学调查,其中男性占 33.17%,女性占 66.83%,且女性患者的平均年龄低于男性患者,提示女性人群在颈椎病防治领域要更加重视。伴随着现代智能设备的出现及生活方式的改变,其发病率必将持续增加,并呈现出年轻化的趋势<sup>[8-10]</sup>。基于颈椎病所体现出的反复发作性及高度日常生活干扰性<sup>[11-13]</sup>,其已经成为临床和康复领域高度关注的公共卫生问题。

颈椎在矢状面上正常的前凸形是在生长发育中逐渐形成的,幼儿在学习抬头的过程中颈椎适应性形成向前凸出的曲度,对颈椎矢状面平衡至关重要。颈椎病早期出现的颈椎生理曲度异常,是颈型颈椎病的重要诊断依据之一<sup>[1]</sup>。在临床上,早期以颈肩部疼痛症状就诊的患者,通常选择对症治疗缓解症状,而忽视颈椎曲度改变的体征。伴随着颈椎周围肌肉力量的持续不平衡及肌肉痉挛,引发颈椎间盘突出或者椎管狭窄,必然发展到晚期手术治疗阶段。加强早期颈椎病宣传教育,积极进行早期颈椎病的康复治疗,对颈椎病的防治意义重大。因此积极关注颈椎矢状位曲度参数的变化,对指导颈椎病的防治至关重要<sup>[14]</sup>。

疼痛是一种与实际或潜在的组织损伤相关联的或类似关联的不愉快的感觉与情绪体验<sup>[15]</sup>。作为一种主观感受,其程

度主要以患者自我报告为主,在此基础上医生可结合患者的言语、行为等综合评估。因此以自我报告形式的疼痛程度具有主观性,难以用于个体间的横向对比。为量化疼痛程度,科研人员研发了多种工具,其中压力测量法已被证实是一种可靠的和可重复的工具,可以量化局部疼痛和压痛,称之为压痛阈值<sup>[16-17]</sup>。颈椎矢状位参数是指能够量化颈椎形态的影像学参数,用于评价颈椎生物力学平衡,主要分为 2 类,以距离或角度划分,临床常用的有 Borden 值、 $C_{2,7}$  Cobb 角、 $T_1$  斜率、 $C_{2,7}$  矢状面平衡等,其中 Borden 值和 Cobb 角在临床中有着比较广泛的应用。目前临床上关于颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性研究还尚无报道,此次研究旨在分析颈椎矢状位曲度(Borden 氏测量法、 $C_{2,7}$  Cobb 角)与颈肩部肌肉痛阈的相关性价值,为临床及康复提供数据与理论支持。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

**1.1 设计** 回顾性研究,拍摄退行性颈椎病患者颈椎 X 射线侧位片,进行矢状位平衡参数测量及颈肩部肌肉痛阈测量。双变量正态分布采用 Pearson 分析相关性,不服从双变量正态分布采用 Spearman 分析相关性,分析退行性颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性。

**1.2 时间及地点** 试验于 2022 年 1 月至 2023 年 3 月在上海交通大学医学院附属第九人民医院 3D 打印门诊中心完成。

**1.3 对象** 将 2022 年 1 月至 2023 年 3 月在上海交通大学医学院附属第九人民医院 3D 打印门诊中心就诊的 50 例符合退行性颈椎病患者纳入研究,剔除颈椎 X 射线侧位片不符合测量条件的 10 例,剩余患者 40 例,其中男 18 例,女 22 例,年龄 18-70 岁,平均(35.75±12.08)岁。按照 Borden 氏测量法测量颈椎矢状位曲度,其中颈椎曲度正常者 7 例,曲度减小者 21 例,曲度变直者 3 例,颈椎曲度反弓者 9 例;按照  $C_{2,7}$  Cobb 角测量法测量颈椎矢状位曲度,以 15° 为界值,其

中 ≤ 15° 者 21 例, > 15° 者 19 例。

**纳入标准:** ① 年龄 18-70 岁; ② 符合 2008 年第三届“全国颈椎病专题座谈会纪要”的诊断标准; ③ 颈椎正侧位 X 射线片检查提示颈椎退行性改变, 或出现颈椎曲度改变 (颈椎曲度减小、变直或者颈椎反屈); ④ 无颈椎手术史或其他严重颈椎创伤; ⑤ 意识清醒, 可配合参与此次试验者。

**排除标准:** ① 凡不符合上述纳入标准者; ② 颈椎 X 射线侧位片不符合测量标准者; ③ 近 2 周内已接受理疗或其他相关治疗, 可能影响此次研究的有效观察指标者; ④ 退行性颈椎病患者急性发作期; ⑤ 颈椎术后或存在其他颈部疾病者; ⑥ 不能配合此次试验数据采集者。

此次研究经上海交通大学医学院附属第九人民医院伦理委员会审查批准 (批号: 沪九院伦审 SH9H-2021-T308-1)。所有患者对研究方案均知情并签署知情同意书, 研究方案符合《赫尔基宣言》。

### 1.4 方法

**1.4.1 影像学指标拍摄及测量** 患者侧立于摄影架前, 身体站稳两足分开, 双手自然下垂。外耳孔与肩峰连线位于探测器中心, 保证身体正中矢状位与探测器平行, 双眼视线与水平线夹角 10°-15°, 下缘摄至第 1 胸椎。首先采用 Borden 氏测量法进行颈椎矢状位的生理弧度测量, 即自枢椎齿状突后上缘至颈椎第 7 椎体后下缘作一直线 A, 连接颈椎各椎体后缘作一弧线 B, B 线与 A 线的最大垂直横交线即为 C 线, 即颈椎生理曲度 Borden 值, 见图 1。目前临床上普遍认为 Borden 正常值为 (12±5) mm, 当 Borden 值 < 7 mm 颈椎生理曲度减小, 当趋向于 0 时颈椎生理曲度消失, 当 Borden 值为负值时则为颈椎反弓。其次采用 C<sub>2-7</sub> Cobb 角测量法进行颈椎矢状位的生理弧度测量, 于第 2 椎体后下缘作一直线 A、第 7 椎体后下缘作一直线 B, B 线与 A 线的夹角即为 C<sub>2-7</sub> Cobb 角度, 见图 2。所以影像学指标数值为减小误差, 反复测量 3 次, 取平均值。



图注: 首先采用 Borden 氏测量法进行颈椎矢状位的生理弧度测量, 即自枢椎齿状突后上缘至颈椎第 7 椎体后下缘作一直线 A, 连接颈椎各椎体后缘作一弧线 B, B 线与 A 线的最大垂直横交线即为 C 线, 即颈椎生理曲度 Borden 值

图 1 | Borden 值的测量方法  
Figure 1 | Measurement method of Borden value



图注: 采用 C<sub>2-7</sub> Cobb 角测量法进行颈椎矢状位的生理弧度测量, 于第 2 椎体后下缘作一直线 A、第 7 椎体后下缘作一直线 B, B 线与 A 线的夹角即为 C<sub>2-7</sub> Cobb 角度

图 2 | C<sub>2-7</sub> Cobb 角的测量方法  
Figure 2 | Measurement method of C<sub>2-7</sub> Cobb angle

**1.4.2 颈肩部肌肉痛阈测量** 通过使用压力测痛仪 (BASELINE12-0304 测痛仪, 美国) 评定颈肩部肌肉的压痛阈值, 测痛仪使用时具体设置如图所示, 见图 3。颈肩部肌肉痛阈选取代表性的双侧斜方肌上束中点与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm 处。嘱患者低头, 首先触诊第 7 颈椎棘突, 其与肩峰连线中点即为斜方肌上束中点; 嘱患者再次低头, 触及 C<sub>5-6</sub> 棘突中点, 自中点左右旁 1 cm 为颈部肌肉痛阈测量点。以匀速施加力于测量点, 当压力转变为疼痛时, 记录阈值, 反复 3 次, 取平均值。评估者至少有一年工作经验并经过专门培训。



图 3 | 压力测痛仪具体设置  
Figure 3 | Specific settings of the pressure pain meter

**1.5 主要观察指标** 测量患者 Borden 值、C<sub>2-7</sub> Cobb 角、双侧斜方肌上束中点与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm 处痛阈, 分析退行性颈椎病变矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈的相关性。

**1.6 统计学分析** 所有数据采用 SPSS 27.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 不符合正态分布的计量资料以中位数 (四分位数) 表示。分析 Borden 值与颈肩部肌肉痛阈、颈肩部肌肉内部痛阈的相关性, 双变量正态分布采用 Pearson 分析相关性, 不服从双变量正态分布采用 Spearman 分析相关性。P < 0.05 为差异有显著性意义。文章统计学方法已经上海交通大学附属第九人民医院专家审核。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 纳入 50 例患者, 其中 10 例患者因颈椎侧位片不符合测量条件而脱落, 最后共 40 例符合标准的患者入选此次研究, 其中男 18 例, 女 22 例。

**2.2 试验流程图** 见图 4。

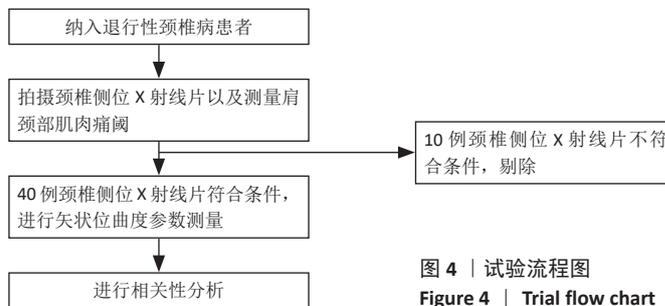


图 4 | 试验流程图  
Figure 4 | Trial flow chart

**2.3 受试者基本信息** 见表 1。

表 1 | 退行性颈椎病患者基本信息  
Table 1 | Baseline data of degenerative cervical spondylosis patients

项目	年龄 (岁)	身高 (cm)	体质量 (kg)
均值	35.75	168.00	62.39
标准差	12.08	7.89	10.68
最大值	68	180	80
最小值	23	156	46

2.4 矢状位曲度 Borden 值与颈肩部肌肉痛阈的相关性分析  
左侧斜方肌痛阈不属于正态分布，右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁两侧 1 cm 痛阈属于正态分布。其中 Borden 值与左侧斜方肌痛阈采用 Spearman 分析相关性，与其余 3 处颈肩部肌肉痛阈采用 Pearson 分析相关性。结果显示：颈椎病矢状位曲度 Borden 值与左侧斜方肌上束痛阈、右侧斜方肌上束痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁左侧 1 cm 痛阈呈中等正相关关系 ( $r=0.498, P < 0.01$ ;  $r=0.448, P < 0.05$ ;  $r=0.405, P < 0.05$ )。颈椎病矢状位曲度 Borden 值与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁右侧 1 cm 痛阈呈弱正相关关系 ( $r=0.322, P < 0.05$ )。见图 5。

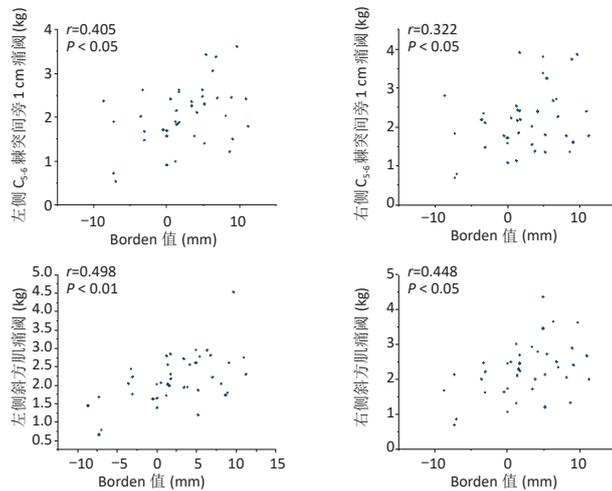


图 5 | 退行性颈椎病矢状位曲度 Borden 值与颈肩部肌肉痛阈的简单散点图

Figure 5 | Simple scatter plots of Borden value of degenerative cervical spondylosis and pain threshold of neck and shoulder muscles

2.5 C<sub>2-7</sub> Cobb 角与颈肩部肌肉痛阈的相关性分析  
除左侧斜方肌痛阈不属于正态分布，其余 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁两侧 1 cm 痛阈均属于正态分布。其中 C<sub>2-7</sub> Cobb 角与左侧斜方肌痛阈采用 Spearman 分析相关性，与右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁两侧 1 cm 痛阈采用 Pearson 分析相关性。结果显示：颈椎病矢状位曲度 C<sub>2-7</sub> Cobb 角与左侧斜方肌痛阈呈弱正相关关系 ( $r=0.355, P < 0.05$ )，颈椎病矢状位曲度 C<sub>2-7</sub> Cobb 角与右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁两侧 1 cm 痛阈不存在相关性 ( $P > 0.05$ )，见表 2。

表 2 | C<sub>2-7</sub> Cobb 角与颈肩部肌肉痛阈的相关性分析结果

Table 2 | Results of correlation analysis between C<sub>2-7</sub> Cobb's angle and muscle pain threshold in the neck and shoulder

指标	r 值	P 值
左侧斜方肌	0.355	0.024
右侧斜方肌	0.220	0.173
左侧 C <sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm	0.206	0.203
右侧 C <sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm	0.241	0.135

2.6 颈肩部肌肉痛阈之间的相关性分析  
因为左侧斜方肌不属于正态分布，所以左侧斜方肌痛阈与右侧斜方肌痛阈、左/右侧斜方肌上束痛阈采用 Spearman 分析相关性，其余采用 Pearson 分析相关性。结果显示：左侧斜方肌痛阈与 C<sub>5-6</sub> 棘突间

旁左侧 1 cm 痛阈呈强正相关关系 ( $r=0.711, P < 0.001$ )。右侧斜方肌痛阈与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁右侧 1 cm 痛阈、左侧斜方肌痛阈与右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁左侧 1 cm 痛阈与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁右侧 1 cm 痛阈呈高度正相关关系 ( $r=0.825, P < 0.001$ ;  $r=0.840, P < 0.001$ ;  $r=0.821, P < 0.001$ )，见表 3。

表 3 | 颈肩部肌肉痛阈的相关性分析

Table 3 | Correlation analysis of muscle pain thresholds in the neck and shoulder

指标 1	指标 2	r 值	P 值
左侧斜方肌	左侧 C <sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm	0.711	< 0.001
右侧斜方肌	右侧 C <sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm	0.825	< 0.001
左侧斜方肌	右侧斜方肌	0.840	< 0.001
左侧 C <sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm	右侧 C <sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm	0.821	< 0.001

### 3 讨论 Discussion

临床常用的颈椎矢状位评估参数包括 C<sub>0-2</sub> Cobb 角、C<sub>2-7</sub> Cobb 角、T<sub>1</sub> 斜率、C<sub>2-7</sub> 矢状面平衡等<sup>[18-21]</sup>。其中关于颈椎前凸角度的测量，主要有 Cobb 角、Jackson 应力切线法、Harrison 后切线法、Borden 氏测量法等，都具有比较好的稳定性和可靠性。王涛等<sup>[22]</sup>认为，在基于距离的测量方法中，Borden 法可信度及可重复性均较其他方法好，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，在第 2、7 椎体后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。基于 Borden 氏测量法的上述优点，其在临床上应用广泛，是临床医生评估颈椎进程的一种重要方式。通常认为，Borden 值在 (12±5) mm 属正常范围，< 7 mm 颈椎生理曲度减小，趋向于零时颈椎生理曲度消失，为负值时则提示为颈椎反弓。C<sub>2-7</sub> Cobb 角是另一种基于角度的颈椎前凸角度测量方法，目前临床操作中关于 C<sub>2-7</sub> Cobb 角的正常值还没有统一定论。此次试验纳入的患者中，颈椎曲度异常者占比 82.5%；按照性别划分，女性占比 63.6%，男性占比 36.3%；按照年龄划分，18-29 岁占比 33.3%，30-39 岁占比 36.4%，≥ 40 岁占比 30.3%；按照程度划分，其中颈椎生理曲度减小者 63.6%，颈椎曲度消失者 9.1%，颈椎曲度反弓者 27.3%。这与 SHIN 等<sup>[9]</sup>研究得出的趋势一致，即女性的生理曲度损失率高于男性，且 18-29 岁和 30-39 岁年龄组占比最高，反映了颈椎病发病年轻化的趋势。

压痛阈值的定义为受试者感觉到不适的最小刺激强度<sup>[15-16]</sup>。此次试验选择的颈部肌肉测定点分别为双侧上束斜方肌中点和 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm 处<sup>[23]</sup>，在临床治疗中发现颈椎病患者这 2 个部位的疼痛最常见，因此选择此处进行颈肩部肌肉压痛阈值的测量。MORASKA 等<sup>[24]</sup>评估按摩治疗对肌筋膜疼痛综合征患者的压力压痛阈值的影响，发现按摩治疗能够显著提高其压痛阈值，并且随着按摩治疗次数的增加，其压痛阈值也会出现额外增加。如今，压痛阈值已经成为康复领域重要的评估方式之一，可以用于评估多种治疗方式的疗效。此次试验发现 4 处颈肩部肌肉痛阈均与颈椎矢状位曲

度参数 Borden 值呈正相关关系, 其中 Borden 值与左侧斜方肌上束痛阈、右侧斜方肌上束痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁左侧 1 cm 痛阈呈中等正相关关系 ( $r=0.498, P < 0.01$ ;  $r=0.448, P < 0.05$ ;  $r=0.405, P < 0.05$ ), 与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁右侧 1 cm 痛阈呈弱正相关关系 ( $r=0.322, P < 0.05$ ), 差异可能与样本量大小有关。试验结果与预期结果一致, 证实退行性颈椎病变矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈存在相关性, 为临床及康复退行性颈椎病的防治提供了数据及理论支撑。

Cobb 角测量方法是 1948 年由 Dr John Cobb 提出的一种基于椎体上下缘平面的角度测量法, 用于诊断脊柱侧弯和跟踪患者的进展, 现在已经研发出了多种半自动和全自动测量的方法, 明显减小了测量的误差<sup>[25]</sup>。同样的, 将其适用到颈椎病矢状位曲度的参数测量中, C<sub>2-7</sub> Cobb 角即为第 2 椎体与第 7 椎体下缘终板延长线的角度, 其在临床操作中也有比较广泛的应用。此次试验中测量 C<sub>2-7</sub> Cobb 角, 进行颈椎病矢状位曲度参数 (C<sub>2-7</sub> Cobb 角) 与颈肩部肌肉痛阈的相关性分析, 结果显示颈椎病矢状位曲度 C<sub>2-7</sub> Cobb 角与左侧斜方肌痛阈呈弱正相关关系 ( $r=0.355, P < 0.05$ ), 颈椎病矢状位曲度 C<sub>2-7</sub> Cobb 角与右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁两侧 1 cm 痛阈不存在相关性 ( $P > 0.05$ ), 与实验预期略微有出入。通过查阅文献发现以下可能的解释: HARRISON 等<sup>[26]</sup>进行了不同 Cobb 角测量法的可靠性分析, 认为 C<sub>1-7</sub> Cobb 角比实际颈椎曲度大, 而 C<sub>2-7</sub> Cobb 角比实际值小; OHARA 等<sup>[27]</sup>认为 Cobb 角测量正常颈椎的可靠性很高, 而如果颈椎前凸消失, 则 C<sub>2-7</sub> Cobb 角方法需要谨慎。所以推测原因可能与此相关, 即第 2 颈椎、第 7 颈椎通常并非颈椎生理曲度改变的上下两端椎体, 因此 C<sub>2-7</sub> Cobb 角并不能完全代表颈椎生理曲度改变的程度。

2004 年 SIMONS<sup>[28]</sup> 提出一个循环假说, 解释颈椎曲度改变的生理机制, 即颈部肌肉重复使用导致超负荷, 增加了自发的乙酰胆碱泄漏, 导致局部肌肉肌层收缩形成收缩结节或触发点, 随之营养和废物交换不良引发疼痛, 自主神经调节通过正反馈使循环持续恶化下去。这一假说与此文中的数据相互印证, 证实随着颈椎生理曲度的退行性降低, 其颈肩部肌肉压痛阈值确实存在下降的趋势。另外, 对于动态平衡模型也是如此。颈椎椎体、附件、椎间盘、关节囊及相连的韧带构成颈椎的静态平衡, 也称内源性平衡; 颈部肌肉及其协调运动构成颈椎的动态平衡, 也称外源性平衡<sup>[29]</sup>。内源性平衡和外源性平衡共同构成颈椎的动态平衡模型, 维持着颈椎的稳定及生物力学作用的正常发挥。此次试验中 Borden 值可以视为颈椎静力平衡的体现, 而双侧上束斜方肌中点和 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁 1 cm 处痛阈视为颈椎动态平衡的代表, 两者间的相关性验证了颈椎的动态平衡模型, 也是首次从颈椎曲度和肌肉痛阈方面进行研究, 填补了这两方面相关性研究的空白。

此次试验还发现颈肩部肌肉痛阈内部之间的相关性, 结果显示左右侧肌肉之间的痛阈及左右侧肌肉之内的痛阈皆存

在高度相关性, 具体表示为: 左侧斜方肌痛阈与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁左侧 1 cm 痛阈呈强正相关关系 ( $r=0.711, P < 0.001$ ); 右侧斜方肌痛阈与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁右侧 1 cm 痛阈、左侧斜方肌痛阈与右侧斜方肌痛阈、C<sub>5-6</sub> 棘突间旁左侧 1 cm 痛阈与 C<sub>5-6</sub> 棘突间旁右侧 1 cm 痛阈呈高度正相关关系 ( $r=0.825, P < 0.001$ ;  $r=0.840, P < 0.001$ ;  $r=0.821, P < 0.001$ ), 差异可能与样本量相关。此次试验结果提示颈肩部肌肉具有高度一致性, 以正中矢状面为界, 左右侧肌肉具有极强相关性, 一侧肌肉痛阈下降则另一侧也随之下降; 以第 7 颈椎棘突水平线为界, 肩部肌肉和颈部肌肉同样具有高度相关性, 可能与颈肩部动作协同相关。

颈部是脊柱活动度最大的部分, 上方承接头颅, 下方紧接胸椎, 具备极强的灵活性, 不仅可以进行矢状面、冠状面的运动, 还可以进行环转运动<sup>[30]</sup>。颈部以颈椎椎体、椎间关节、韧带为支柱, 颈部肌肉围绕。颈椎生理曲度消失或反弓会使得颈部肌肉处于异常的牵拉状态, 长时间的异常牵拉状态就会导致颈部肌肉等软组织失去正常的调节能力, 从而不能维持与调节颈椎动态平衡, 如此颈椎便丧失了原平衡, 开始进入失平衡状态。一般认为, 颈部深层肌肉对维持正常的颈椎曲度贡献更大<sup>[31]</sup>, 颈椎前凸形状的消失与颈部深层肌肉的功能下降息息相关。证明颈部深层肌肉与颈椎矢状位平衡的相关性, 可以作为接下来的研究方向。综上所述, 此次研究发现, 退行性颈椎病矢状位曲度参数与颈肩部肌肉痛阈存在一定相关性, 了解颈椎矢状面参数与颈肩部肌肉的相关性, 有助于协助临床医生制定更好的治疗方案, 帮助颈椎患者恢复颈椎正常生理结构和生物力学关系。但此次研究尚有不足, 如样本量较小、没有对不同类型的颈椎病进行分组研究等。在今后的工作中会继续积累样本量, 争取对不同类型的颈椎病进行分组分析, 得出更准确的结论。

致谢: 感谢所有患者及其家属的配合。

作者贡献: 杨泽政、姚远进行试验设计, 杨云霄、黄承兰、侯俞彤进行试验实施及资料收集, 赵宇、许范晶进行数据统计及分析, 杨云霄负责编纂成文, 王金武审核。

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中不存在利益冲突。

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。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 该文章撰写遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次文字和图表查重, 文章经小同行外审专家双盲审稿, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

#### 4 参考文献 References

- [1] 李增春, 陈德玉, 吴德升, 等. 第三届全国颈椎病专题座谈会纪要 [J]. 中华外科杂志, 2008, 46(23): 1796-1799.
- [2] THEODORE N. Degenerative Cervical Spondylosis. N Engl J Med. 2020; 383(2): 159-168.

- [3] WANG P, ZUO G, DU SQ, et al. Meta-analysis of the therapeutic effect of acupuncture and chiropractic on cervical spondylosis radiculopathy: A systematic review and meta-analysis protocol. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(5):e18851.
- [4] WILLIAMS J, D'AMORE P, REDLICH N, et al. Degenerative Cervical Myelopathy: Evaluation and Management. *Orthop Clin North Am*. 2022;53(4):509-521.
- [5] CHEN L, LI M, FAN L, et al. Optimized acupuncture treatment (acupuncture and intradermal needling) for cervical spondylosis-related neck pain: a multicenter randomized controlled trial. *Pain*. 2021;162(3):728-739.
- [6] Global Burden of Disease Study C. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2015; 386(9995):743-800.
- [7] 王宝剑, 李俊海, 黄沪, 等. 北京市某三甲医院 2018 年 -2020 年颈椎病门诊患者临床流行病学特征分析 [J]. *中国病案*, 2022, 23(12): 40-43.
- [8] LV Y, TIAN W, CHEN D, et al. The prevalence and associated factors of symptomatic cervical Spondylosis in Chinese adults: a community-based cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1): 325.
- [9] SHIN Y, HAN K, LEE YH. Temporal Trends in Cervical Spine Curvature of South Korean Adults Assessed by Deep Learning System Segmentation, 2006-2018. *JAMA Netw Open*. 2020;3(10):e2020961.
- [10] GAREISS L, KRUMM A, OTTE A. On biomechanics of the cervical spine when using a smartphone. *MMW Fortschr Med*. 2020;162(Suppl 7): 10-14.
- [11] VON DER LIPPE E, KRAUSE L, PORST M, et al. Prevalence of back and neck pain in Germany. Results from the BURDEN 2020 Burden of Disease Study. *J Health Monit*. 2021;6(Suppl 3):2-14.
- [12] JITIN B. Cervical Spondylosis and Atypical Symptoms. *Neurol India*. 2021;69(3):602-603.
- [13] REDDY RS, TEDLA JS, DIXIT S, et al. Cervical proprioception and its relationship with neck pain intensity in subjects with cervical spondylosis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):447.
- [14] OAKLEY PA, KALLAN SZ, HAINES LD, et al. The treatment and rationale for the correction of a cervical kyphosis spinal deformity in a cervical asymptomatic young female: a Chiropractic BioPhysics((R)) case report with follow-up. *J Phys Ther Sci*. 2023;35(5):389-394.
- [15] RAJA SN, CARR DB, COHEN M, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020;161(9):1976-1982.
- [16] SUZUKI H, TAHARA S, MITSUDA M, et al. Current Concept of Quantitative Sensory Testing and Pressure Pain Threshold in Neck/ Shoulder and Low Back Pain. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(8):1485.
- [17] BETHERS AH, SWANSON DC, SPONBECK JK, et al. Positional release therapy and therapeutic massage reduce muscle trigger and tender points. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;28:264-270.
- [18] WROBLEWSKI R, GASIK R. Parameters of sagittal balance in view of studies on patients suffering from rheumatoid arthritis with cervical spine instability. *Reumatologia*. 2021;59(6):411-419.
- [19] YO K, TSUSHIMA E, OISHI Y, et al. The Reliabilities of Several Measurement Methods of Cervical Sagittal Alignment in Cases with Cervical Spine Rotation Using X-ray Findings in Cervical Spine Disorders. *Spine Surg Relat Res*. 2018;2(3):186-196.
- [20] GERILMEZ A, NADERI S. A Novel Perspective for Analyzing Craniocervical Sagittal Balance and Horizontal Gaze. *World Neurosurg*. 2021;149: e924-e930.
- [21] QIAN W, ENDO K, AIHARA T, et al. Cervical sagittal alignment in patients with dropped head syndrome. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2021;29(1): 2309499021990112.
- [22] 王涛, 周理乾, 孙孟锐, 等. 6 种颈椎曲度测量方法的可信度及可重复性比较 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(4):323-327.
- [23] 姚远, 许苑晶, 任富超, 等. 小型贴附式经皮神经电刺激治疗慢性颈痛 [J]. *中国组织工程研究*, 2023, 27(21):3332-3336.
- [24] MORASKA AF, SCHMIEGE SJ, MANN JD, et al. Responsiveness of Myofascial Trigger Points to Single and Multiple Trigger Point Release Massages: A Randomized, Placebo Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96(9):639-645.
- [25] JIN C, WANG S, YANG G, et al. A Review of the Methods on Cobb Angle Measurements for Spinal Curvature. *Sensors (Basel)*. 2022;22(9):3258.
- [26] HARRISON DE, HARRISON DD, CAILLIET R, et al. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(16):2072-2078.
- [27] 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. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(22): 2585-2591; discussion 2592.
- [28] SIMONS DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14(1):95-107.
- [29] 胡华, 李连泰, 王书君, 等. 颈椎生理曲度异常对颈源性头痛发病的影响 [J]. *中国医药导报*, 2019, 16(6):70-72+97.
- [30] BOGDUK N, MERCER S. Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2000;15(9):633-648.
- [31] 李玉伟, 严晓云, 王海蛟, 等. 保留 C<sub>2</sub>、3 棘突肌肉附着点的改良颈椎管扩大成形术 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(1):30-34.

(责任编辑: ZLJ, GD, ZN, QY)