

# 旋提手法预置体位中颈椎耦合运动研究

符碧峰<sup>1,2,3</sup> 苏瑾<sup>1,2,3</sup> 张超<sup>1,2,3</sup> 姜星羽<sup>1,2,3</sup> 杨征辉<sup>1,2,3</sup> 杨光<sup>1,2,3</sup> 冯敏山<sup>4</sup> 王平<sup>1,2,3△</sup>

**[摘要]** **目的:**分析旋提手法操作中不同预置体位下的颈椎节段角度的变化,为旋提手法治疗颈椎疾患的生物力学作用机制建立良好的工作平台。**方法:**选取一名27岁健康女性志愿者进行旋提手法预置体位(中立位 $0^{\circ}$ →向左旋转 $30^{\circ}$ →屈曲 $30^{\circ}$ →再向左旋转 $30^{\circ}$ →达到关节固定状态)中不同角度的颈椎薄层CT扫描,并将CT原始数据以DICOM格式保存,用Mimics 20.0、Geomagic Studio 2017、Solidworks 2017进行模型的组装以及不同体位下颈椎各节段重心与第七颈椎重心之间三个维度的角度测量,观察预置体位下的颈椎骨性形态学的变化。**结果:**颈椎在旋转 $30^{\circ}$ 过程中,上颈椎有同侧的侧弯耦合和后伸耦合,而下颈椎有向对侧侧弯耦合和后伸耦合;在旋转至 $60^{\circ}$ 时,上颈椎依旧是同侧的侧弯耦合和后伸耦合,而下颈椎则由对侧耦合转为向同侧侧弯耦合和后伸耦合;颈椎在屈曲 $30^{\circ}$ 时,颈椎的旋转和侧屈幅度很少,屈曲的运动可以看作是单一方向的运动。**结论:**颈椎的旋转活动是多方向、多椎体耦合代偿而产生;上颈椎活动度比下颈椎活动度大;在小幅度活动时( $<30^{\circ}$ ),颈椎的活动主要集中在上颈椎;而在大幅度活动时( $>30^{\circ}$ ),颈椎的耦合代偿相对较明显。

**[关键词]** 旋提手法;预置体位;颈椎活动度;耦合机制

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)04-0020-05

**DOI:**10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230404

## Study of Rotary Lifting Manipulation on the Treatment of Cervical Spondylotic Radiculopathy in Preset Position

FU Bifeng<sup>1,2,3</sup> SU Jin<sup>1,2,3</sup> ZHANG Chao<sup>1,2,3</sup> JIANG Xinyu<sup>1,2,3</sup>  
YANG Zhenghui<sup>1,2,3</sup> YANG Guang<sup>1,2,3</sup> FENG Minshan<sup>4</sup> WANG Ping<sup>1,2,3△</sup>

<sup>1</sup> The First Affiliated Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300381, China;

<sup>2</sup> National Clinical Research Center of Traditional Chinese Acupuncture and Moxibustion, Tianjin 300381, China;

<sup>3</sup> Regional Orthopedic Diagnosis and Treatment Center of Traditional Chinese Medicine, National Administration of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300381, China;

<sup>4</sup> Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100102, China.

**Abstract Objective:** To analyze the changes of cervical segmental angles in different preset positions during the operation of the rotation manipulation, so as to establish a good working platform for the biomechanical mechanism on the treatment

of cervical diseases by the rotation manipulation. **Methods:** A 27-year-old healthy female volunteer was selected to perform thin-slice CT scanning of cervical vertebrae at different angles in the preset position (neutral position  $0^{\circ}$ → left rotation  $30^{\circ}$ → flexion  $30^{\circ}$ → left rotation  $30^{\circ}$  again → joint fixation) in the rotation maneuver, and the original CT data were saved in DICOM format. Mimics 20.0, Geomagic Studio 2017 and Solidworks 2017 were used to construct the model and measure the angle of three dimensions between the center of gravity of each segment of the cervical spine and the center of gravity of the seventh cervical spine in different body positions. The changes of cervical spine skeletal morphology in

基金项目:中医药循证能力建设项目(2019XZZX-GK006)

天津中医药大学第一附属医院“拓新工程”项目  
(201908)

王平劳模创新工作室项目

天津市名中医传承工作室建设项目(881022)

中医骨伤重点专科建设项目

<sup>1</sup> 天津中医药大学第一附属医院(天津,300381)

<sup>2</sup> 国家中医针灸临床医学研究中心

<sup>3</sup> 国家中医药管理局区域中医骨伤科诊疗中心

<sup>4</sup> 中国中医科学院望京医院

△通信作者 E-mail:602595424@qq.com

the preconfigured body position was observed. **Results:** In the process of  $30^{\circ}$  rotation of cervical spine, the upper cervical spine had ipsilateral lateral bending coupling and posterior extension coupling, while the lower cervical spine had contralateral lateral bending coupling and posterior extension coupling. When the rotation reached  $60^{\circ}$ , the upper cervical spine was still ipsilateral lateral bending coupling and posterior extension coupling, while the lower cervical spine was transformed from contralateral lateral bending coupling to ipsilateral lateral bending coupling and posterior extension coupling. At  $30^{\circ}$  flexion of the cervical spine, the range of rotation and lateral flexion of the cervical spine was very small, and the movement of flexion can be regarded as the movement of a single direction. **Conclusion:** The rotation of cervical vertebrae is caused by the coupling of multiple directions and multiple vertebrae. The range of motion of the upper cervical spine was greater than that of the lower cervical spine. In the small range of movement ( $<30^{\circ}$ ), the cervical spine activity mainly concentrated in the upper cervical spine; however, the coupling compensation of cervical vertebrae was relatively obvious at large movements ( $>30^{\circ}$ ).

**Keywords:** spinning technique; preset body position; cervical range of motion; coupling mechanism

操作“界限”是手法操作的前提和基础原则。解剖学界限是指身体每个运动单位的最大活动界限,生理界限是指机体自我主动的活动范围<sup>[1-2]</sup>。依据旋提手法智能考核系统<sup>[3-4]</sup>和实际量化角度进行综合考虑,旋提手法的预置体位是指经过中立位( $0^{\circ}$ )→向左旋转( $30^{\circ}$ )→屈曲( $30^{\circ}$ )→再向左旋转( $30^{\circ}$ )达到关节固定状态(左旋  $60^{\circ}$ , 屈曲  $30^{\circ}$ ), 此时关节处于一种临界失稳状态<sup>[5]</sup>。预置体位角度为生理界限上的最大值, 但解剖界限值却未知, 故采集不同预置体位的颈椎 CT 数据, 最大限度地做到预置体位解剖界限的仿真, 并观察颈椎骨性运动学改变。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

选取天津中医药大学第一附属医院研究生健康志愿者, 女, 27 岁, 身高 165 cm, 体重 56 kg, 颈部无相关颈椎疾病, 并确认无外伤、手术等病史, 经本院一名主任医师进行相关的颈部体格检查无异常。向志愿者详细介绍本研究目的及注意事项, 并告知可能存在的医疗辐射损害风险, 征求其完全同意, 并签署知情同意书, 伦理委员会批准(批件号为 TYLL2020[K]字 031)。

### 1.2 试验条件

**1.2.1 硬件** 1) 多层螺旋 CT 机(SIEMENS, 德国)和 64 排螺旋 CT 机, 由天津中医药大学第一附属医院影像科提供; 2) 120 型光盘(容量为 4.7 GB); 3) 联想 ThinkStation 工作站(Windows7 操作系统, CPU 为 Intel Pentium P6000, 内存为 32 GB, CPU 主频为 1.86 GHz, 显存为 8 GB); 4) 维特 WT61C 数字姿态传感器(深圳维特智能科技有限公司); 5) 头部固定带。

**1.2.2 软件** 1) CT 图像处理、建模软件为 Mimics 20.0(Materialise 公司, 比利时); 2) 逆向处理软件为 Geomagic Studio2017(Geomagic 公司, 美国); 3) 机械组装建模软件为 Solidworks 2017(达索 SIMULIA 公司, 美国); 4) 维特智能姿态角度测量系统。

### 1.3 方法

**1.3.1 CT 图像采集** 志愿者平躺于螺旋 CT 扫描床上, 在志愿者头部佩戴维特数字姿态传感器, 调好基准面, 颈部放松, 使扫描中线与头部中线保持一致进行扫描, 此时为中立位( $0^{\circ}$ )图像采集; 以左侧为例, 志愿者头部向左旋转至维特数字姿态传感器角度显示  $30^{\circ}$  视为左旋  $30^{\circ}$  角度吻合, CT 扫描图像采集; 再向左旋转至维特数字姿态传感器角度显示  $60^{\circ}$  视为左旋  $60^{\circ}$  角度吻合, CT 扫描图像采集; 再次使扫描中线与头部中线保持一致中立位, 再将事先准备好的  $30^{\circ}$  垫枕置于志愿者颈部, 视为屈曲  $30^{\circ}$  角度吻合, CT 扫描图像采集, 所有体位 CT 扫描范围包括上胸段、颈段、颅底。将影像原始资料以 DICOM 格式存储于光盘。

**1.3.2 预置体位下各椎体与  $C_7$  之间的角度测量** 将不同体位下的 DICOM 格式 CT 影像原始资料导入 Mimics 软件, 进行阈值划分、区域增长, 提取分割颈椎各椎体几何结构, 以 STL 格式输出, 然后将上一操作的 STL 格式文件导入 Geomagic Studio 软件, 对模型进行网格医生、去除尖角、毛刺等几何特征、精确曲面制作成 NURBS 曲面模型, 提取较为精密的全颈椎骨骼结构, 以 STP 格式保存, 再接着上一操作中的 STP 全颈椎模型导入 Solidworks 中, 通过质量评估功能, 找到每一个椎体和头部在平面内的重心坐标, 并通过 3D 草图功能标记每个中心, 以  $C_7$  的重心为参照点, 利用软件视图功能, 分别在矢状面、水平面、冠状面内建立一个基准面, 每一个基准面内做一条穿过  $C_7$  的垂直线, 然后连接需要测量平面内的椎体重心与  $C_7$  重心的连线, 测量两相交线的夹角作为该椎体在该方向的活动度变化。

## 2 结果

冠状面、矢状面及水平面各角度的测量结果见图 1-图 3 及表 1-表 3。

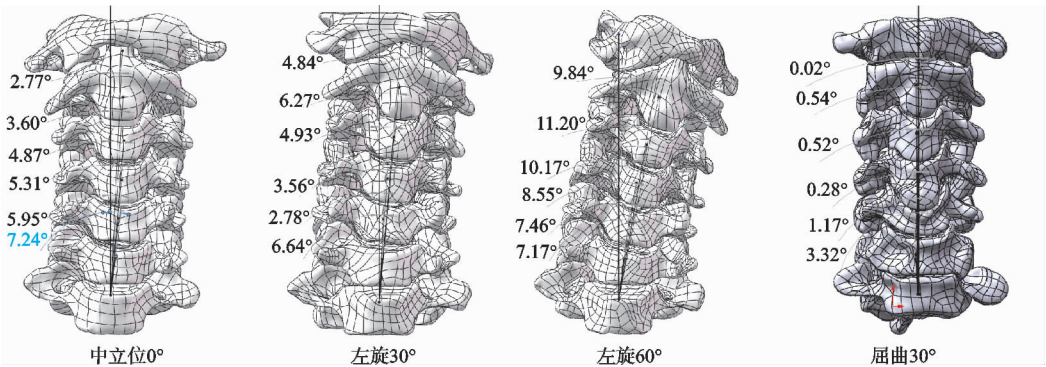


图 1 冠状面各角度的测量结果

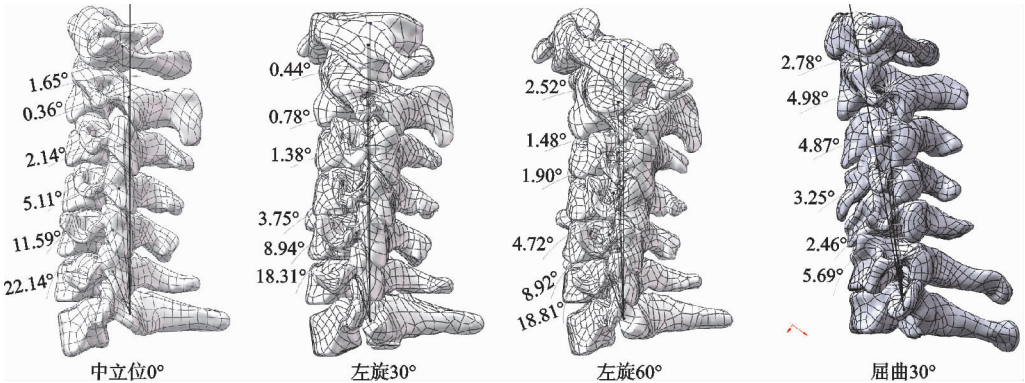


图 2 矢状面各角度的测量结果

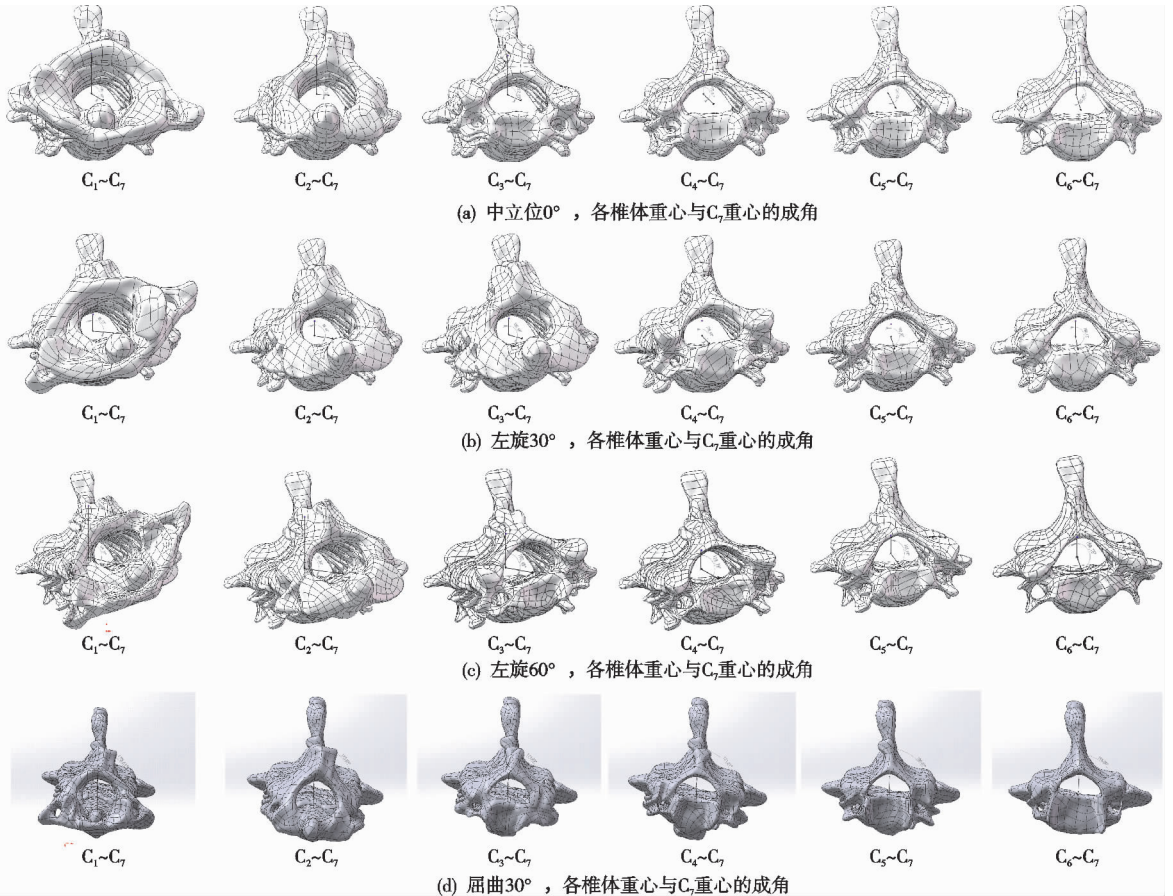


图 3 水平面各角度的测量结果

表 1 冠状面各夹角的测量结果(°)

角度	C <sub>1</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>2</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>3</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>4</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>5</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>6</sub> ~C <sub>7</sub>
0°	2.77	3.60	4.87	5.31	5.95	7.24
左旋 30°	4.84	5.27	4.93	3.56	2.78	3.64
左旋 60°	9.80	11.20	10.17	8.55	7.46	7.17
屈曲 30°	0.02	0.54	0.52	0.28	1.17	3.32

表 2 矢状面各夹角的测量结果(°)

角度	C <sub>1</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>2</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>3</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>4</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>5</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>6</sub> ~C <sub>7</sub>
0°	1.65	0.36	2.14	5.11	11.59	22.14
左旋 30°	0.44	0.78	1.36	3.75	8.94	18.31
左旋 60°	2.52	1.46	1.90	4.72	9.92	18.81
屈曲 30°	2.78	4.98	4.87	3.25	2.46	5.69

表 3 水平面各夹角的测量结果(°)

角度	C <sub>1</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>2</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>3</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>4</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>5</sub> ~C <sub>7</sub>	C <sub>6</sub> ~C <sub>7</sub>
0°	120.79	95.70	113.63	133.87	153.07	162.65
左旋 30°	95.17	98.44	105.44	136.48	162.83	169.13
左旋 60°	104.31	97.34	100.48	118.79	143.16	159.75
屈曲 30°	173.61	173.83	173.92	171.51	180.47	195.08

3 讨论

上颈椎的功能在整个颈椎的运动学中至关重要<sup>[6-7]</sup>。放射照相体内研究是计算颈椎活动度的最便捷和最常用的研究方法,但未能描述动态运动<sup>[8]</sup>。有研究使用分段运动模拟和螺旋轴(Helical Axis, HA)来测量,以此描述上颈椎在头部运动期间特定的运动模式,以补偿在下颈段发生的耦合运动,但螺旋轴计算显示运动模式的变化取决于运动水平和样本。通过测量结果可知,可以使用上颈椎创建三维离散运动学解剖模型仿真<sup>[9-10]</sup>。

从上述结果中可以看出,在颈椎的三维运动中,上颈椎表现出相当大的活动度,尤其是在轴向旋转中。轴向旋转将应力施加在解剖结构上,最大限度被动旋转头部时,颈椎的三维运动存在着很大的耦合机制。从整个颈椎活动度改变情况中:上颈椎活动度比下颈椎活动度大;上颈椎中 C<sub>1</sub> 和 C<sub>2</sub> 之间的轴向旋转活动度最大。在旋转 30°过程中,上颈椎有同侧的侧弯耦合和后伸耦合,而下颈椎有向对侧侧弯耦合和后伸耦合;在旋转至 60°时,上颈椎依旧是同侧的侧弯耦合和后伸耦合,而下颈椎则由对侧耦合转为向同侧侧弯耦合和后伸耦合,由此可见颈椎的旋转活动并不是单一方向单一旋转,而是多方向、多椎体耦合代偿而产生,从下颈椎代偿的方向也可以看出,在小幅度活动时,颈椎的活动主要集中在上颈椎;而在大幅度活动时,颈椎的耦合代偿相对较明显;余情等<sup>[11]</sup>通过 CT 扫描发现侧弯时侧弯角度与弯屈侧椎间孔面积变化百分比呈负相关,与对侧的椎间孔面积变化百分比呈正相关,在侧弯侧的颈椎间孔的截面面积会减少 13.07%,而对侧孔的截面面积会增大 19.84%。颈椎在屈曲 30°时,颈

椎的旋转和侧屈幅度很小,屈曲的运动可以看作是单一方向的运动,虽然测量数据结果有差异,但这是因为将重心点作为标记点,头部屈曲时会有颈椎的前后移动,这时坐标点会有在同一直线上进行前后平移活动,角度的测量则会随着点的平移有一定的改变,但屈曲时颈椎的旋转角度几乎在同一直线上,故笔者认为颈椎屈曲运动时为单一方向的运动。有研究表明颈椎屈曲时,颈椎的椎间直径会增大,椎间孔面积也会随着增大<sup>[12]</sup>,Muhle 等<sup>[13]</sup>发现颈椎屈曲达到 40°时,椎间孔的横截面积会增大约 31%;Yoo 等<sup>[14]</sup>也发现当颈椎屈曲 20°时,其椎间孔直径增大 10%,伸展时其椎间孔直径缩小 8%;当屈曲 30°时,其椎间孔直径增大 13%;伸展 30°时,其椎间孔直径分别缩小 10%。由此可见旋提手法预置体位的操作应该向健侧旋转,由此产生健侧的代偿性侧弯,增大患侧的椎间孔面积。

本研究中未对肌肉软组织代偿进行相关的改变,这可能是颈椎水平面上旋转角度测量结果存在差异的原因,也可能与手动控制受试者头部位置有关,或与上颈椎和下颈椎之间对旋转应力的依从性有关<sup>[15-16]</sup>,这些耦合的运动不仅取决于测量方法,而且还取决于参考系统,考虑到后者,本研究中定义的各椎体的重心点为解剖学参考系统<sup>[17]</sup>,因为在颈椎活动过程和建模过程中都会对骨性解剖结构有所偏移,但重心点的改变却相对较小,因此该模型选取重心点作为参考系统进行各椎体重心与 C<sub>7</sub> 重心的三维夹角数据测量。

参考文献

[1] 庄明辉,李路广,唐彬,等. 颈椎旋提手法治疗中青年颈椎失稳 22 例[J]. 中国中医骨伤科杂志,2022,30(4):46-50.  
[2] 李远栋,刘爱峰,张君涛,等. 王平预置体位手法辨位施术经验浅析[J]. 辽宁中医杂志,2019,46(2):253-255.

- [3] 霍路遥,符碧峰,冯天笑,等. 颈椎旋提手法教学机器人用于旋提手法规范化培训的自身对照研究[J]. 中国中医骨伤科杂志,2021,29(5):6-11.
- [4] LI G C, LI J, LIU X D, et al. An innovative robotic training system imitating the cervical spine behaviors during rotation-traction manipulation[J]. *Robotics and Autonomous Systems*, 2018, 107: 116-128.
- [5] 朱立国,韩涛,于杰,等. 中医骨伤科旋提手法规范化操作传承模式初探[J]. 中医杂志,2018,59(11):927-931.
- [6] 寨旭,康健,陈欣,等. 基于 CT 三维重建的上颈椎三维活动度在体测量研究[J]. 中国骨伤,2019,32(7):658-665.
- [7] CAI X Y, SANG D C, YUCHI C X, et al. Using finite element analysis to determine effects of the motion loading method on facet joint forces after cervical disc degeneration[J]. *Comput Biol Med*, 2020, 116: 103519.
- [8] SANG D, CUI W, GUO Z, et al. The differences among kinematic parameters for evaluating the quality of intervertebral motion of the cervical spine in clinical and experimental studies: concepts, research and measurement techniques, a literature review[J]. *World Neurosurg*, 2020, 133: 343-357.
- [9] WO J, LYU Z, WANG J, et al. Biomechanical analysis of cervical artificial disc replacement using cervical subtotal discectomy prosthesis[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2021, 9: 680769.
- [10] VASAVADA A N, HUGHES E, NEVINS D D, et al. Effect of subject-specific vertebral position and head and neck size on calculation of spine musculoskeletal moments[J]. *Ann Biomed Eng*, 2018, 46(11): 1844-1856.
- [11] 余情,李泽兵. 颈椎侧弯对颈椎间孔形态的影响[J]. 中国康复医学杂志,2004(4):44-47.
- [12] 苏瑾,符碧峰,刘润腾,等. 定点侧屈旋扳整颈手法对神经根型颈椎病椎间孔的形态学影响[J]. 医用生物力学,2022,37(4):720-725.
- [13] MUHLE C, RESNICK D, AHN J M, et al. In vivo changes in the neuroforaminal size at flexion-extension and axial rotation of the cervical spine in healthy persons examined using kinematic magnetic resonance imaging [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26(13): E287-E293.
- [14] YOO J U, ZOU D, EDWARDS W T, et al. Effect of cervical spine motion on the neuroforaminal dimensions of human cervical spine[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1992, 17(10): 1131-1136.
- [15] MUHLBAUER M K, TOMASCH E, SINZ W, et al. Cervical disc prostheses need a variable center of rotation for flexion/extension below disc level, plus a separate COR for lateral bending above disc level to more closely replicate in-vivo motion: MRI-based biomechanical in-vivo study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 227.
- [16] KANG J, CHEN G, ZHAI X, et al. In vivo three-dimensional kinematics of the cervical spine during maximal active head rotation[J]. *PLoS One*, 2019, 14(4): e0215357.
- [17] 吴迪,齐英娜,谭明生,等. 手术结合功能锻炼治疗寰枢椎脱位的临床疗效[J]. 中国中医骨伤科杂志,2019, 27(12):26-29.

(收稿日期:2022-10-14)

(上接第 19 页)

- [21] ABIOLA M, FAVIER M, CHRISTODOULOU-VAFEIADOU E, et al. Activation of Wnt/ $\beta$ -catenin signaling increases insulin sensitivity through a reciprocal regulation of Wnt10b and SREBP-1c in skeletal muscle cells[J]. *PLoS One*, 2009, 4(12): e8509.
- [22] LI H X, LUO X, LIU R X, et al. Roles of Wnt/ $\beta$ -catenin signaling in adipogenic differentiation potential of adipose-derived mesenchymal stem cells[J]. *Mol Cell Endocrinol*, 2008, 291(1/2): 116-124.
- [23] MANICKAM R, DUSZKA K, WAHLI W. PPARs and microbiota in skeletal muscle health and wasting[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21: 8056.
- [24] 陈犹白,郝永红,王岚,等. 脂肪干细胞成脂分化的分子机制和信号通路[J]. 中国组织工程研究,2017,21(1):154-158.
- [25] GUO J, QIAN L, JI J, et al. Serpina3c regulates adipose differentiation via the Wnt/ $\beta$ -catenin-PPAR $\gamma$  pathway[J]. *Cell Signal*, 2022, 93: 110299.

(收稿日期:2022-08-11)