

文章编号: 1004-7220(2023)06-1154-06

斜方肌对重度 Lenke1 型侧凸脊柱影响的有限元分析

杨骁峥, 富荣昌, 李鹏举, 王 昆, 陈惠然

(新疆大学 智能制造现代产业学院, 乌鲁木齐 830017)

摘要:目的 建立考虑斜方肌的脊柱侧凸有限元模型,探究斜方肌对脊柱的力学特性影响。方法 建立脊柱侧凸患者胸腰椎及骶骨的有限元模型,并进行模型有效性验证。之后加入肩胛骨和斜方肌,模拟分析上躯干不同工况下斜方肌对 Lenke1 型侧凸脊柱各部分的影响。结果 脊柱-肌肉模型侧屈活动度比脊柱模型小 0.23%,椎间盘轴向旋转平均降低 0.078°;软组织应力在小关节上分布更均匀,软组织所受应力变化更平稳;6 种工况中 87.5% 的腰椎小关节所受应力减小。结论 斜方肌可以增强脊柱抵抗变形的能力,同时使应力在脊柱上更符合循序渐进的分布,腰椎受力更小使得人体可以承受更多的外载荷。所建脊柱-肌肉模型更贴合实际,对于临床具有一定的参考价值。

关键词: 脊柱侧凸; 斜方肌; 活动度; 软组织; 有限元分析

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2023.06.015

Effects of Trapezius Muscle on Severe Lenke1 Scoliosis: A Finite Element Analysis

YANG Xiaozheng, FU Rongchang, LI Pengju, WANG Kun, CHEN Huiran

(College of Intelligent Manufacturing Modern Industry, Xinjiang University, Urumqi 830017, China)

Abstract: Objective To establish the finite element model of scoliosis considering trapezius muscle, and explore the effect of trapezius muscle on mechanical properties of the spine. **Methods** The finite element models of thoracolumbar vertebrae and sacrum were established, and the validity of the models was verified. Scapula and trapezius muscle units were added, and the influence of trapezius muscle on various parts of the Lenke 1 scoliosis spine under different working conditions was simulated and analyzed. **Results** The range of motion (ROM) of the spine-muscle model under lateral flexion was 0.23% less than that of the spine model, and the axial rotation of the intervertebral disc under rotation was reduced by 0.078° on average. The stress in soft tissues was more evenly distributed on facet joints, and the stress changes in soft tissues were more stable. Under six working conditions, 87.5% of the lumbar facet joints had reduced stress. **Conclusions** Trapezius muscle can improve the spine's ability to resist deformation, while it also aligns the stress on the spine with gradual distributions. The less stress on lumbar spine, the more external loads human body can bear. The spine-muscle model established in this study is more practical, with certain reference values in clinic practice.

Key words: scoliosis; trapezius muscle; range of motion (ROM); soft tissue; finite element analysis

收稿日期: 2022-12-15; 修回日期: 2023-02-05

基金项目: 国家自然科学基金项目 (32260235)

通信作者: 富荣昌, 副教授, 硕士生导师, E-mail: 2781642414@qq.com

脊柱侧凸是脊柱在其冠状面、矢状面和水平面形成弯曲旋转从而导致变形畸形的现象^[1]。脊柱的侧曲率不小于 10° 为脊柱侧凸,而脊柱侧凸的人群主要为青少年^[2-4]。脊柱侧凸由先天或后天形成,先天性脊柱畸形是由于胚胎期脊柱结构发育异常导致,而后天形成脊柱侧凸的原因有很多,由于肌肉病变引起的神经型肌肉脊柱侧弯便是其中之一^[5-7]。近年来,对于脊柱侧凸的研究日益成熟^[8-11]。并且,针对椎旁肌也开展了专业的研究分析^[12]。而侧凸脊柱在整体形状上有严重的不对称性,使得背部肌肉对脊柱的影响变得复杂。虽有测量斜方肌弹性模量的实验,但是有关斜方肌方向的力对脊柱侧凸影响的研究还鲜有报道。

背部的部分肌肉起着维持脊柱稳定的作用,同时也会分担脊柱受到的力^[13-14]。而本病例的 Lenke1 型脊柱侧凸是胸椎部分为主侧凸的单胸弯脊柱侧凸,侧凸弯曲弧度严重,可能会导致脊柱两侧斜方肌起到不同的作用。并且胸椎起着支撑躯体的作用,腰椎是主要承受载荷的部位,而斜方肌作为背部连接肩胛骨和脊柱的主要肌肉,会对胸腰椎产生一定的作用。本文建立重度 Lenke1 型脊柱侧凸三维有限元模型,模拟脊柱受外力载荷以及上躯干屈伸、侧屈和旋转时肩胛骨斜方肌对脊柱力学特性的影响。通过查阅斜方肌横截面积与弹性模量的相关资料,利用杆单元模拟代替斜方肌,观察斜方肌被动拉伸时对脊柱活动度(range of motion, ROM)以及软组织应力的影响。

1 材料和方法

1.1 模型建立

选取 1 例 Lenke1 型脊柱侧凸女性患者(身高 156 cm, 体质量 58 kg, 年龄 16 岁) CT 图像数据, T6~11 段 Cobb 角为 101.5° , 扫描范围从颈椎上端至骶骨下端, 包含完整的颈椎、胸椎、腰椎、骶骨、肋骨和肩胛骨等结构, 并将数据保存为 DICOM 格式。

利用逆向建模软件 Mimics、Freeform 和 Geomagic 建立胸椎、腰椎、骶骨和肩胛骨模型; 使用 HyperMesh 软件进行网格划分和各韧带、斜方肌的建立。

1.2 材料赋予

综合参照已有文献^[15]对模型各个结构赋予

各自的材料属性(见表 1)。并参考文献^[16]将皮质骨与终板的厚度设为 1 mm。为使模型更贴合实际, 设置髓核为超弹性材料, Mooney-Rivlin 材料参数参照文献^[17]对髓核参数的分析, 取 $C_{10} = 0.12$, $C_{01} = 0.03$, 在 HyperMesh 中赋值。

表 1 脊柱、肩胛骨以及斜方肌材料参数

Tab. 1 Material parameters of the spine, shoulder blades and trapezius muscles

材料	E/MPa	ν	S/mm^2	单元类型
松质骨	100	0.20	—	四面体单元
皮质骨	12 000	0.30	—	四面体单元
终板	3 000	0.25	—	六面体单元
后部结构	3 500	0.25	—	四面体单元
小关节	25	0.30	—	六面体单元
纤维环基质	4.2	0.45	—	六面体单元
黄韧带	19.5	0.30	40	杆单元
横突韧带	59	0.30	10	杆单元
关节囊韧带	32.9	0.30	30	杆单元
棘间韧带	12	0.30	30	杆单元
棘上韧带	15	0.30	40	杆单元
前纵韧带	20	0.30	40	杆单元
后纵韧带	20	0.30	20	杆单元
肩胛皮质骨	9 000	0.30	—	六面体单元
肩胛松质骨	2 000	0.20	—	六面体单元
T1~2 斜方肌	0.03	—	18	杆单元
T3~4 斜方肌	0.03	—	18	杆单元
T5~6 斜方肌	0.053	—	18	杆单元
T7~8 斜方肌	0.064	—	18	杆单元
T9~10 斜方肌	0.077	—	18	杆单元
T11~12 斜方肌	0.099	—	18	杆单元

注: E 为弹性模量, ν 为泊松比, S 为横截面积。

1.3 胸腰椎有限元模型验证

为了确保该胸腰椎有限元模型的有效性, 对该模型的合理性进行验证。基于已建立的模型, 取不同正常节段的椎体模型进行有效性验证。由于该例患者的脊柱弯曲程度严重, 故取较为正常的椎体段 T1~4 和 L1~S 进行验证。分别在选取的胸椎节段 T1 上表面不同方向施加 $4 \text{ N}\cdot\text{m}$ 扭矩^[18], 在腰椎骶骨节段 L1 上表面不同方向施加 $10 \text{ N}\cdot\text{m}$ 扭矩^[19], 计算 T1~4 段椎体在前屈后伸、左右旋转和左右侧屈时的 ROM 和 L1~S 屈伸、旋转和侧屈的平均刚度。平均刚度计算公式为:

$$k = M/\theta \quad (1)$$

式中: k 为平均刚度; M 为施加力矩; θ 为角位移。

1.4 斜方肌、肩胛骨有限元模型建立

在建立脊柱模型相同步骤下建立肩胛骨模型,

并将肩胛骨模型与脊柱模型合为一个模型,在合并后的模型上建立斜方肌模型,综合文献[20]测量出的斜方肌总横截面积,将总横截面积均布在所有斜方肌单元上,并参照文献[21]对上中部斜方肌和文献[22]对中下部斜方肌的实验数据,取其弹性模量的平均值对斜方肌单元赋予材料属性。根据人体实际情况,肌肉的体积大而整体厚度较薄,故设置模拟斜方肌的 Link180 单元为仅受拉。为使模型更贴合实际,将肩胛骨的材料与椎体材料区分开来,参考文献[23]中的研究赋予肩胛骨材料属性(见表1)。

1.5 载荷及边界条件设置

分别建立两种模型:①有肩胛骨斜方肌的脊柱-肌肉模型;②没有肩胛骨斜方肌的单一脊柱模型。两种模型都约束骶骨每个节点的6个方向自由度,而考虑到肩胛骨会跟随脊柱产生局部活动,且该病例的肩胛骨与T4的距离相对较小,将脊柱-肌肉模型的肩胛骨和T4椎体建立刚性连接,使脊柱对肩胛骨产生作用时肩胛骨也会对脊柱产生作用,这样产生的误差较小。另外,根据文献[24]的方法对整体模型施加载荷,为模拟上躯干旋转的情况,在T1、T5、T8、T12和L3左右横突上施加大小相等、方向相反20N载荷。由于参考文献为正常人脊柱,本例病例脊柱侧凸严重,力量会有所减小,结合医生的建议将体力设为无疾病人群的60%,对施加的载荷在合理范围内进行调整。在T9处施加60N不同方向的横向载荷,以模拟上躯干左右侧屈和前后屈伸。

2 结果

2.1 有限元模型建立结果

成功建立胸腰椎、骶骨、肩胛骨和中下部斜方肌有限元模型。在HyperMesh14.0中划分网格时各结构连接处为共节点,保证力传递的准确性,最终建立脊柱模型和骨骼-肌肉模型,并测量其主弯处Cobb角为101.5°(见图1)。

2.2 胸、腰椎有限元模型有效性验证结果

将所建T1~4胸椎模型节段在4N·m屈伸、弯曲和旋转情况下的ROM与Busscher等[25]的实验数据进行对比;将所建腰椎骶骨L1~S模型节段在10N·m屈伸、弯曲和旋转情况下的平均刚度与文献[26-27]中的实验做对比。结果表明,两节段椎

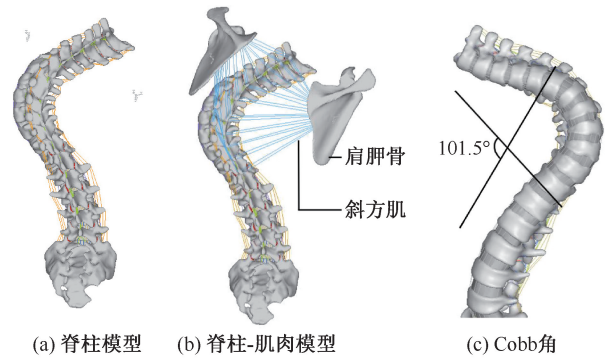


图1 有限元模型示意图

Fig.1 Schematic diagram of finite element model (a) Spinal model, (b) Spine-muscle model, (c) COBB angle

体在屈伸、旋转和侧弯时的ROM在实验数据范围内,证明已建脊柱模型具有有效性(见图2)。

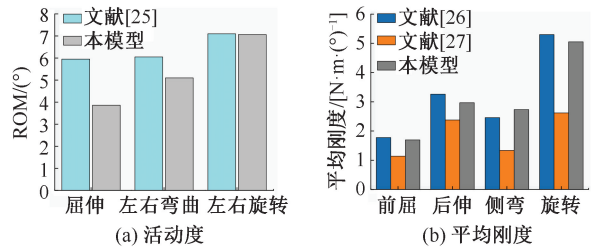


图2 本文模型与文献实验结果对比

Fig.2 Comparison of the model in this study with experiment results in the literature (a) Range of motion, (b) Average stiffness

2.3 有无肩胛骨和斜方肌静力学分析

(1) 首先,对两种模型的侧屈ROM进行测量。结果表明,两种模型皆是左侧屈ROM更小。脊柱模型的侧屈ROM为9.871°,而脊柱-肌肉模型的侧屈ROM为9.848°,相较于单一脊柱模型减少0.23%(见图3)。

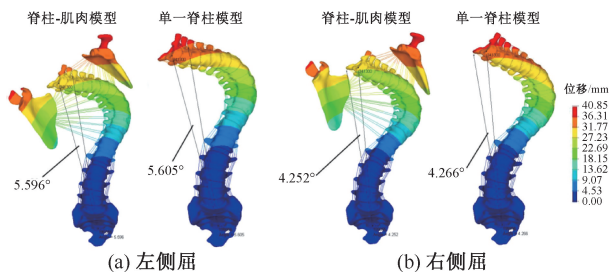


图3 不同运动工况下模型活动度

Fig.3 ROMs of models under different motions

(a) Left flexion, (b) Right flexion

(2) 通过 Hyperview 的应力云图,分别测量 6 种工况下两种模型各椎间盘以及小关节的 von Mises 应力。结果显示,应力主要分布在小关节处,且在不同工况下两种模型最大应力点相同;虽然最大值相差

倍数极小,但最小应力减小较为明显。最小应力在不同工况下相差情况为:前屈减小 27.00%,后伸增大 4.24%,左侧屈减小 5.72%,右侧屈减小 67.3%,左旋转减小 2.56%,右旋转减小 0.77% (见图 4)。

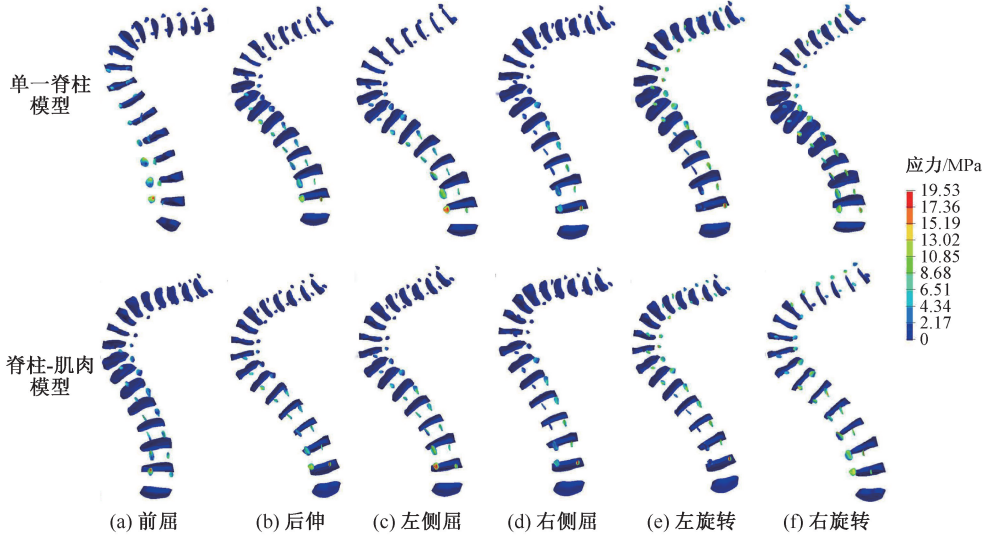


图 4 不同运动工况下模型应力云图

Fig. 4 Stress nephogram of models under different motions (a) Forward flexion, (b) Posterior extension, (c) Left flexion, (d) Right flexion, (e) Left torsion, (f) Right torsion

分别取 9 段椎间盘以及小关节的应力进行对比。结果显示,脊柱-肌肉模型相对于单一脊柱模型在旋转工况下各节段软组织应力都有相应的减小。其中,L4~5 处小关节的应力减小最大,为 213 kPa,平均减小 88 kPa。前屈与右侧弯的应力变化率在高位脊柱对应的软组织处较大,最大效率为 826%,但是变化率最大处的应力较小。屈伸和侧屈时应力在单一脊柱模型中存在不稳定的波动,而在脊柱-肌肉模型中应力稳定变化。本文认为,虽然旋转工况下的软组织应力较大,但是前屈与右侧屈的应力变化趋势更加显著,且应力主要集中在小关节处。

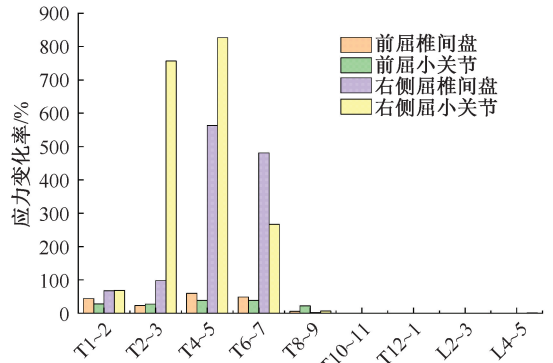


图 5 前屈与右侧屈工况下各椎体节段应力变化率

Fig. 5 Stress change rate of each vertebral segment under forward flexion and right flexion

由于应力变化较大的工况是前屈与右侧屈,计算出前屈与右侧屈时应力变化率百分比的绝对值。结果发现,两者的应力变化主要集中在 T1~9 节段的椎间盘以及小关节处,右侧屈时变化率较为明显,最大变化率为 826.55%。虽然高位椎间盘小关节的应力变化率较大,但低位脊柱小关节的应力变化却比高位小关节大,尤其是右侧屈时 L4~5 小关节处的应力减小了 180 kPa (见图 5)。

(4) 由于 Lenke1 型侧凸脊柱的弯曲角度复杂且严重,上躯干所受旋转载荷不在同一直线轴上,该载荷会对脊柱产生单一旋转工况以外的作用。为了更好对比两种模型在旋转工况下的差异,分别对左、右旋转工况下两种模型 T1、T3、T5、T7、T9、T11、L1、L3 和 L5 节段椎体上横断面的 ROM 进行测量。结果显示,左旋转时旋转角度平均降低 0.055°,最大处在脊

柱顶端相差 0.95% ;右旋转时平均降低 0.101°,最大处在 T1 处相差 1.76% (见图 6)。

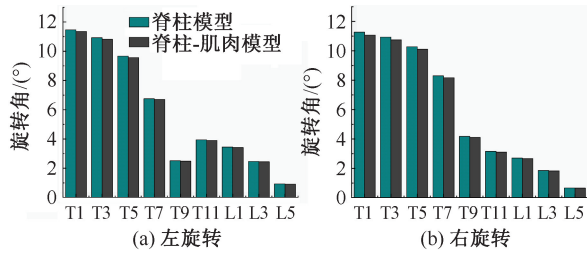


图 6 不同运动工况下各椎体横断面旋转角度

Fig. 6 Cross-sectional rotation angles of each vertebral body under different motions (a) Left rotation, (b) Right rotation

3 讨论

对于脊柱侧凸的应力及形变的研究已经有很多,对脊柱各个部分的材料属性进行了大量分析,但建立的大部分模型对斜方肌的影响考虑较少,而将斜方肌模型加入脊柱进行分析的有限元研究更是鲜有报道。

本文建立了斜方肌简化模型,并且参考文献赋予横截面积以及弹性模量,对加入斜方肌肩胛骨后的模型进行生物力学有限元分析。但由于目前缺乏对由于脊柱侧凸而产生的斜方肌强度不对称的相关实验;实际情况中,由于长时间的脊柱侧弯,两侧斜方肌长度以及横截面积都不相同,这些方面暂时都无从参考,故本文很难考虑将两侧斜方肌按照何种比例强度进行计算分析。

脊柱侧凸会影响肩关节平衡,当 Cobb 角超过 70°时,对肩部平衡的影响可能更大^[28];而本研究 Lenke1 型侧凸脊柱畸变的 Cobb 角超过 90°,为严重侧弯。由于脊柱侧凸可能对软组织处造成的影响最大,故分析对比两种模型受 30 N 垂直载荷的数据。结果发现,有肩胛骨斜方肌的模型在椎间盘处应力平均小 153 kPa,小关节处的应力平均小 2.72 MPa,整体位移同样比单一脊柱模型小,说明在脊柱上方受力时斜方肌方向的力可能会有效抵抗 Lenke1 型侧凸脊柱的弯曲变形,与肌肉可以维持脊柱稳定性的理论相符合。

并且根据 Vedat 等^[29]研究,Cobb 角增大 10°,脊柱柔韧性便减少 10%;结合严善钟等^[30]研究取女性相关参数的边缘值分析,在 Cobb 角为 34.81°和

16.99°时,侧屈 ROM 分别为 23.41°和 36.89°。不同角度侧弯脊柱在理论上的侧屈 ROM 计算方法为:

$$\text{理论侧屈 ROM} = \text{基础 ROM} - (\text{本次 Cobb 角} - \text{基础 ROM 所对应的 Cobb 角}) \times \text{基础 ROM} \times 1\% \quad (2)$$

式中:基础 ROM 为已知 Cobb 角脊柱的 ROM;本研究 Cobb 角为 101.5°。通过计算可知,估计的理论侧屈 ROM 范围应为 5.7°~7.8°,若以平均值计算则为 7.36°。

脊柱畸形患者的左右斜方肌弹性模量其实存在差别。而本研究中,斜方肌简化模型的左右斜方肌采用相等的弹性模量,为参考文献而选取的平均值。而为了肩胛骨的活动接近真实情况,脊柱-肌肉模型中肩胛骨与 T4 进行刚性连接,在不同运动工况下,椎体上的应力会在 T4 段以后出现比单一脊柱模型大的情况,与真实情况还存在差距。

本研究虽然存在一些局限性,但是不论是范围值还是平均值,都是脊柱-肌肉模型更加趋近,说明脊柱-肌肉模型相对较好,更能真实体现脊柱在人体上躯干做不同运动时的生物力学情况。整体而言,脊柱-肌肉模型更加稳定。

分析侧屈 ROM 以及旋转时椎体横截面旋转角度发现,斜方肌对脊柱的约束作用对侧屈 ROM 及左右旋转时椎体横截面旋转角度的影响较小。对比前屈和右侧屈工况下两种模型椎间盘和小关节的应力发现,斜方肌模型的影响似乎主要在 T1~2、T2~3、T4~5、T6~7,使之更符合循序渐进的分布;对高位椎间盘、小关节的应力变化率较大,推测原因是高位椎间盘、小关节原本的应力较小,故在受到斜方肌模型的影响后使得应力变化率较大;前屈时低位椎间盘、小关节的应力有所增加,可能是由于位置处于脊柱主弯处,形状变化较为复杂,从而产生应力变大的情况;右侧屈时低位椎间盘、小关节的应力有所降低,可能是由于脊柱是左胸弯导致;对更低节段椎间盘似乎影响不大,而小关节的应力变化率虽小,但是应力的增减不小。而其余 4 种工况下,在脊柱受到相同载荷的情况下,低位小关节的应力有明显降低趋势,大部分腰椎处的软组织应力有所降低,说明斜方肌的存在会使患者在小关节的应力承受范围内能够承受更大的外力。

本文发现,脊柱-肌肉模型不论是位移变形还是应力都更加趋于平稳,整体的承载能力以及抗变形能力更好。本文推测,连接斜方肌的椎体通过肩胛骨使应力传递时出现微小变化,从而不仅影响到连接斜方肌的 T1~2 椎体,还进一步影响到腰椎椎体部分。在侧凸脊柱利用椎间融合器进行手术以及手术后承载外加作用力时,利用该模型分析椎间融合器的受力情况,可能更贴合实际。

通过模型可知,由于骨骼畸变引起的左右肩胛骨位置的不对称性,在进行静力分析时,左右斜方肌受力存在差距,右侧斜方肌更多的可能是被压缩,左侧斜方肌更多的可能是被拉伸,从而导致左右斜方肌对侧凸脊柱产生不同的作用,使人体前屈、右侧屈和左旋转时可以承受更大的力。对于本例侧凸脊柱而言,斜方肌方向的力对前屈、右侧屈和左旋转时应力降低程度相对于其反方向的工况更大,右旋转时椎体旋转角度相比左扭转降低程度更多。本文主要探讨斜方肌方向的力对脊柱产生的影响,研究结果对临床手术具有一定的指导作用;后续研究可能对患者日常生活也有帮助,可以避免在患者做不同日常动作时对本已病变的侧凸脊柱产生再次伤害。

参考文献:

- [1] DANIEL A, JACQUELINE Z, JAMES BA. Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Childs Nerv Syst*, 2020, 36(6): 1111-1119.
- [2] STEFANO N, ANGELO GA, LORENZO A, et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth [J]. *Scoliosis*, 2012, 7(1): 3.
- [3] KUZNIAANGELA L, HERNANDEZANITA K, LEELYDIA U. Adolescent idiopathic scoliosis: Common questions and answers [J]. *Am Fam Physician*, 2020, 101(1): 19-23.
- [4] YAN B, LU X, QIU Q, et al. Predicting adolescent idiopathic scoliosis among Chinese children and adolescents [J]. *Biomed Res Int*, 2020, doi: 10.1155/2020/1784360.
- [5] SCOTT Y, ANDRASLINDSAY M, REDDINGGREGORY J, et al. Early-onset scoliosis: A review of history, current treatment, and future directions [J]. *Pediatrics*, 2016, doi: 10.1542/peds.2015-0709.
- [6] 李富丽,张书豪,王帅,等. 青少年特发性脊柱侧凸患者病情进展影响因素的研究进展[J]. *广西医学*, 2022, 44(17): 2031-2035.
- [7] 尹晓娜,沈龙彬,邬冬玲. 儿童神经肌肉型脊柱侧弯术后并发症的康复治疗[J]. *社会福利*, 2020(8): 47-48.
- [8] 李现政,富荣昌,吴辉,等. Lenke3 型特发性侧凸脊柱的动态特性[J]. *医用生物力学*, 2022, 37(4): 638-643.
LI XZ, FU RC, WU H, et al. Dynamic characteristics of Lenke3 type idiopathic scoliosis [J]. *J Med Biomech*, 2022, 37(4): 638-643.
- [9] 欧阳钧,钱蕾,孙培栋. 脊柱生物力学研究的回顾与展望[J]. *医用生物力学*, 2021, 36(2): 169-176.
OUYANG J, QIAN L, SUN PD. Retrospect and prospect on researches of spine biomechanics [J]. *J Med Biomech*, 2021, 36(2): 169-176.
- [10] ZEYNEB AS, ZIYA AY. Finite element spine models and spinal instruments: A review [J]. *J Mech Med Biol*, 2022, 22(4): 1-28.
- [11] 吴晓薇,李鉴轶,杜冰冉,等. 轻度青少年特发性脊柱侧凸有限元模型构建及分析[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2021, 39(4): 443-448.
- [12] 杨巧华,颜滨,李征毅,等. 不同体位下青少年特发性脊柱侧凸患者椎旁肌的超声影像测量与分析[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2022, 40(6): 655-659.
- [13] 迟鹏飞,王征,吴兵,等. 成人退行性脊柱侧凸患者椎旁肌肉退变与顶椎旋转的关系[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30(6): 488-492.
- [14] 田军. 基于古代医籍与数据挖掘技术初步探讨传统中医背痛的源候与证治[D]. 武汉:湖北中医药大学, 2022.
- [15] 辛大奇,王国强,汉迪,等. Lenke3 型成人特发性脊柱侧凸有限元模拟手术建模: 5 年 2 次建模评估[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(36): 5755-5763.
- [16] 李晔. 先天性脊柱侧凸冠状面腰骶段柔韧性三维有限元分析和相关临床研究[D]. 北京:北京协和医学院, 2016.
- [17] 肖智韬. 基于非线性有限元法的人体腰椎强度预测及其在腰椎相关疾病中的应用[D]. 长春:吉林大学, 2013.
- [18] 陈凌强. Lenke 6 型特发性脊柱侧凸有限元建模及后路三维矫形的生物力学研究[D]. 长沙:中南大学, 2010.
- [19] 张玉芳,吕蒙,梅钊. 青少年脊柱侧弯全脊柱生物力学模型的构建及验证[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(9): 1351-1356.
- [20] BAYOGLU R, GEERAEDTS L, GROENEN KHJ, et al. Twente spine model: A complete and coherent dataset for musculoskeletal modeling of the thoracic and cervical regions of the human spine [J]. *J Biomech*, 2017, 58: 52-63.
- [21] 姜镔,王学梅,刘艳君,等. 实时剪切波成像测量正常人不同臂展角度斜方肌杨氏模量的研究[C]//中国超声医学工程学会第十二届全国腹部超声医学学术会议. 西安: [s. n.], 2014.