DOI:10.16016/j.1000-5404.201906156

退变性脊柱畸形患者腰背肌力量耐力水平及与生活质量的相关性分析

杨 森,罗 飞,许建中 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院骨科

[摘要] **目的** 探讨退变性脊柱畸形患者(degenerative spinal deformity, DSD)腰背肌最大等长力量和耐力状态,并分析其与生活质量的相关性。**方法** 收集本院2018年5月至2019年3月DSD患者56例作为畸形组,同期健康体检者32例作为对照组。入院后通过站立位等长拉力测试评估两组人群腰背肌最大等长力量(maximal voluntary exertion, MVE)和耐力(endurance time, ET),采集Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)和36项简易健康问卷(SF-36)评分,畸形组同时收集疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)和Roland-Morris腰痛功能障碍评分(RMD)。畸形组腰背肌MVE和ET分别与VAS、ODI、RMD、SF-36评分进行相关性分析。**结果** 畸形组腰背肌MVE、SF-36评分显著低于对照组($P<0.05$),ODI评分显著高于对照组($P<0.05$),两组ET差异无统计学意义;畸形组腰背肌MVE与VAS、ODI、RMD均呈显著负相关($P<0.05$),与SF-36总分及量表中的生理功能、生理职能、躯体疼痛、活力、社会功能均呈显著正相关($P<0.05$),畸形组腰背肌ET与生活质量各量表评分均无显著相关性。**结论** DSD患者伴有腰背肌最大等长力量下降,提高腰背肌肌力对改善退变性脊柱畸形患者生活质量有重要指导意义。

[关键词] 退变性脊柱畸形;腰背肌;力量耐力;生活质量
[中图法分类号] R163; R322.74; R682.13 [文献标志码] A

Strength and endurance of lumbar dorsal muscle and their correlation with quality of life in patients with degenerative spinal deformity

YANG Sen, LUO Fei, XU Jianzhong Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038, China

[**Abstract**] **Objective** To evaluate the maximum isometric strength and endurance of lumbar dorsal muscle extensors in patients with degenerative spinal deformity (DSD), and analyze their correlation with the quality of life (QOL). **Methods** Fifty-six DSD patients admitted in our hospital from May 2018 to March 2019 were collected as the deformity group, and 32 healthy subjects during the same time served as the control group. After admission, the maximal voluntary exertion strength (MVE) strength and endurance time (ET) of all participants were assessed by standing isometric tension test. Their Oswestry disability index (ODI) and 36 simple health questionnaire score (SF-36) were used for the participants. Visual analogue scale (VAS) and Roland-Morris low back pain dysfunction score (RMD) were also collected in the DSD group. The correlations of MVE and ET in the DSD group with VAS, ODI, RMD and SF-36 scores were analyzed. **Results** MVE strength, ET and SF-36 scores of lumbar dorsal muscles were significantly lower in the DSD group than those in the control group ($P<0.05$), and ODI score was significantly higher than that in the control group ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in ET between the 2 groups. MVE strength was negatively correlated with VAS, ODI and RMD in the DSD group ($P<0.05$), and positively with SF-36 total score and physiological function, role physical, body pain, vitality and social function ($P<0.05$). There was no significant correlation between ET and QOL in the DSD group. **Conclusion** DSD patients have a decrease

[基金项目] 军队后勤科研重大项目(AWS17J004);2018年度陆军军医大学临床医学科研项目(2018XLC3010);重庆市研究生科研创新项目(CYS19369)
[通信作者] 许建中,E-mail:xujzspine@126.com

in the maximum isometric strength of lumbar dorsal muscle. Improving the lumbar dorsal muscle strength is important for a better QOL in them.

[**Key words**] degenerative spinal deformity; lumbar dorsal muscle; strength-endurance; quality of life

Supported by the Major Project of Military Logistics Research (AWS17J004), the Clinical Medical Research Program of Army Medical University (2018XLC3010) and the Innovation Project of Post-graduate Scientific Research of Chongqing (CYS19369). Corresponding author: XU Jianzhong, E-mail: xujzspine@126.com

退变性脊柱畸形(degenerative spinal deformity, DSD)是指人体骨骼成熟后,伴随脊柱退行性改变而发生的脊柱侧凸或/和脊柱后凸的原发性脊柱畸形,其发病率女性多于男性,由于人口老龄化和人口结构的变化,DSD 的患病率正在逐年增加[1]。治疗成人脊柱畸形的主要目的在于缓解疼痛症状、重建脊柱的总体平衡、提高患者生活质量[2]。人体的脊柱平衡是由骨骼、肌肉、神经系统共同维护的,腰背肌作为人体躯干姿势反射弧的效应器和维持人体上身直立的主要肌肉,其功能不足与脊柱畸形关系密切[3]。研究发现椎旁肌不对称性退变对判断脊柱侧凸的进展具有潜在的临床意义,因退变性脊柱畸形产生的肌肉劳损,与躯干失平衡、腰前凸丢失、关节突关节病、椎管狭窄等因素共同作用将加重患者腰背部疼痛[4]。循证医学已证明躯干肌质量减少可显著降低老年人群生活质量[5]。但是目前针对 DSD 患者腰背肌力量耐力与健康相关生活质量的相关性研究却十分有限。本研究旨在通过站立位背伸拉力测试,评估 DSD 患者腰背肌最大等长肌力和耐力水平,进而通过分析肌肉力量对健康相关生活质量的影响,为该类患者的临床康复治疗提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2018 年 5 月至 2019 年 3 月在本院就诊的 DSD 患者 56 例作为畸形组。入选标准:①年龄>45 岁;②冠状面 Cobb>10°和/或矢状面躯干偏移(SVA)>5 cm;③能自主完成最大站立位最大背伸拉力测试且无明显不适;④能完整填写健康相关生活质量量表。排除标准:①既往有脊柱侧后凸史;②有脊柱手术史或外伤性脊柱压缩性骨折病史<1 年;③伴神经退行性疾病或瘫痪,以及严重系统性疾病;④测试时疼痛严重加剧者。另选同期来我院健康查体的 32 名身体健康、无脊柱畸形的志愿者为正常对照组,年龄均大于 45 岁。所有研究对象均未参加过躯干肌系统训练。本研究获得陆军军医大学第一附属医院伦理委员会批准(2018 年备案,批件号:KY201853),并通过了中国临床试验注册中心审核(注册号:ChiCTR1800019459)。所有研究对象均签署了知情同意书。

1.2 测试方法与观察指标

1.2.1 腰背肌最大等长力量测定 所有研究对象均在站立位腰背肌力量测试支架上完成腰背肌最大肌力及耐力测定(图 1)。测试仪器为数显式推拉力计(SUNDOO,山度仪器有限公司,型号 SF-500)。具体步骤为:受试者自然站立于支架前,胸前固定一带挂钩皮带,挂钩后方正对剑突关节,调节下方挡板与受试者骨盆同高,并用束带将骨盆固定在挡板上,同时嘱患者双手交叉于胸前。调节拉力计支撑平台与患者剑突关节同高,使牵引绳索保持水平状态,其一端挂接在拉力计弯钩,另一端固定在胸前皮带的挂钩。开始测试时,嘱受试者上身向前屈曲约 30°,然后尽最大力向后背伸,中间不要放松和弯曲膝关节,在最大背伸状态下静止保持 3~5 s,然后放松,记录下此时拉力计上显示的读数,一共进行 3 次测试,每次间隔 1 min,测试结束后取最大值作为腰背肌最大等长力量[6]。测试前让受试者进行适当的热身活动,同时正式测试前先进行 1~2 次亚极量躯干背伸运动,使受试者充分了解测试过程。



图 1 受试者在站立位腰背肌力量测试支架前接受测试

1.2.2 腰背肌等长耐力测试方法 根据 3 次测试所得到的最大 MVE,计算 60% 的 MVE 作为耐力测试中需维持的力量大小[7]。嘱受试者休息 10 min,在相

同的测试准备后,嘱受试者向后背伸并维持拉力大小在60%MVE以上,并同步计时,当受试者无法维持背伸状态或者拉力降到35%MVE以下时,计时停止并记录。为了评估腰背肌最大等长肌力及耐力测量的可靠性,由同一名研究者在初次测量后第2天同一时间段进行第2阶段测量,取两阶段测试中的最大值分别作为最大等长肌力MVE和耐力ET。

1.2.3 健康相关生活质量评估 畸形组及对照组均在安静状态下填写36项简易健康问卷(the MOS item short from health survey, SF-36)评分量表和Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)量表,其中SF-36评分量表包括36个条目,可归纳为8个维度:生理功能(physical functioning, PF)、生理职能(role-physical, RP)、躯体疼痛(bodily pain, BP)、总体健康(general health, GH)、活力(vitality, VT)、社会功能(social functioning, SF)、情感职能(role-emotional, RE)、精神健康(mental health, MH),另外还包括一项健康变化(health transition, HT)指标,用于评价过去1年内健康改变。畸形组同时采集Roland-Morris腰痛功能障碍评分(Roland-Morris dysfunction, RMD)和疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)。VAS、ODI、RMD得分越低,SF-36得分越高表明生活质量越高。

1.3 统计学分析

应用SPSS 20.0软件进行统计学分析。计量资料用$\bar{x}\pm s$表示,组间比较采用两独立样本t检验。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用χ^2检验或Fisher精确检验。用同类相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)双侧随机模型评估腰背肌最大等长肌力及耐力测量的可靠性。分析腰背肌最大等长肌力及耐力和生活质量各量表评分的相关性,采用Pearson相关性分析,检验水准$\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 一般情况

本研究共分析资料完整的退变性脊柱畸形患者56例,其中退变性腰椎侧凸45例,退变性脊柱后凸畸形7例,退变性脊柱侧后凸畸形4例。女性46例,男性10例。对照组纳入32例,其中女性27例,男性5例,两组性别构成比相匹配。两组受试者的基本情况,包括一般参数和基础疾病相比,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

2.2 两组人群最大等长腰背肌力量及生活质量对比

腰背肌最大等长肌力及耐力的ICC值在畸形组和对照组均大于0.90,提示具有较好一致性。畸形组和对照组腰背肌力量及生活质量的比较见表2。结果显示畸形组的最大等长腰背肌肌力小于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),畸形组的最大等长腰背肌耐力也小于对照组,但差异无统计学意义。同时与对照组相比,畸形组ODI得分显著增加,SF-36得分显著减少,差异均有统计学意义($P<0.05$)。

表2 两组人群腰背肌力量及生活质量的比较($\bar{x}\pm s$)

组别	MVE(N)	ET(s)	ODI(分)	SF-36(分)
畸形组	257.8±90.2	75.1±49.9	36.6±23.2	474.8±178.4
对照组	305.4±67.1	83.7±48.5	7.3±15.1	636.3±131.9
t值	-2.597	-0.789	7.145	-4.842
P值	0.011	0.432	0.000	0.000

2.3 畸形组最大等长腰背肌力量与生活质量的相关性比较

畸形组的腰痛VAS为(3.6±1.9)分,RMD为(10.3±6.8)分。最大等长腰背肌肌力及耐力与不同健康相关生活质量评分的相关性分析结果见表3。结果显示畸形组MVE与VAS、ODI、RMQ评分呈显著负相关($P<0.05$),与SF-36评分呈显著正相关($P<0.05$)。畸形组ET与各生活质量量表评分均无显著相关性。畸形组最大等长腰背肌肌力及耐力与SF-36量表下的各维度健康评分的相关性分析见表4。结果表明MVE与PF、RP、BP、VT、SF评分均呈显著正相关($P<0.05$),其中与SF评分相关性最高($P<0.01$),ET与各维度评分均无显著相关性。

表1 两组人群基本情况比较[$\bar{x}\pm s$,n(%)]

指标	年龄/岁	身高/cm	体质量/kg	BMI/kg·m^{-2}	高血压	糖尿病	冠心病	脑卒中史	高脂血症	骨质疏松症
畸形组	61.9±8.3	152.9±7.4	57.8±8.3	24.7±3.2	12(21.4)	4(7.1)	7(12.5)	3(5.4)	7(12.5)	28(50.0)
对照组	61.4±7.0	153.0±6.5	56.8±6.5	24.3±3.0	5(15.6)	1(3.1)	2(6.2)	1(3.1)	5(15.6)	17(53.1)
统计值	$t=0.240$	$t=-0.067$	$t=0.597$	$t=0.522$	$\chi^2=0.440$	-	$\chi^2=0.319$	-	$\chi^2=0.169$	$\chi^2=0.080$
P值	0.811	0.947	0.552	0.603	0.507	0.649	0.572	1	0.681	0.778

表 3 畸形组腰背肌最大等长肌力及耐力和生活质量各量表评分的相关性

指标	VAS	ODI	RMQ	SF36
MVE(N)	−0.265[a]	−0.278[a]	−0.295[a]	0.316[a]
ET(s)	0.069	−0.057	−0.105	−0.104

a:$P<0.05$

表 4 畸形组腰背肌最大等长肌力及耐力和 SF-36 量表各维度评分的相关性

指标	PF	RP	BP	GH	VT	SF	RE	MH	HT
MVE(N)	0.370[a]	0.318[a]	0.294[a]	0.125	0.323[a]	0.379[b]	0.140	0.218	0.035
ET(s)	0.100	−0.082	−0.028	0.007	−0.089	−0.079	−0.192	−0.093	−0.037

a:$P<0.05$,b:$P<0.01$

3 讨论

脊柱是一个多组织的复合结构,脊柱稳定性依靠脊柱本身(被动稳定系统)和与之相关联的肌肉系统(主动稳定系统)来维持,相比脊柱屈肌,以椎旁肌为代表的腰背伸肌在维持脊柱稳定性方面具有重要的意义[8]。近年临床研究发现,腰背肌力量不足和功能失调与退变性脊柱畸形关系密切[3]。因此,对 DSD 患者进行腰背肌力量测试极为重要。肌力测试方法主要分为等速收缩、等长收缩和等张收缩测试。等速力量测试需要借助大型等速测量设备完成,价格昂贵,耗时费力。而躯干肌群的等长肌力测量已被证明是评价肌肉力量的可信方法,易于操作和患者接受,同时避免了等速测试因位移导致患者的疼痛症状和病情加重[9]。

本研究设计的站立位腰背肌力量测试支架,可以实现对特定受试者进行腰背肌最大等长背伸拉力测试,以评估腰背肌最大等长肌力和耐力,该测试方法简单,可重复性高,可以同时实现肌力和耐力的准确测量。另一方面,有学者研究表明站立位的背伸耐力测试相比传统的俯卧位腰背肌 Biering Sorensen 试验测量的腰背肌耐力值变异更少,这可能与站立位下避免了卧位姿态下腰背肌背伸需承担自身体质量载荷的影响,从而减少混杂因素对试验测试的干扰有关[10]。另一方面,站立姿势更贴近人们日常生活实际状态,站立位的测试更能反映真实的腰背肌功能状态[11]。因此该站立位腰背肌力量耐力测试具有其自身的优越性,具有较高的临床推广应用价值。

人体直立时背部肌肉一直处于紧张状态,肌肉的主要支持作用是在腰椎静止或是运动过程中稳定和改变腰椎所受的纵向负荷。本研究发现,相比于正常对照人群,DSD 患者的腰背肌最大等长肌力和耐力均减少,但只有最大等长肌力的差异有统计学意义,这与椎旁肌的组织退变有重要关系。目前基于影响学的评估已经表明腰背部椎旁肌的萎缩、脂肪化在 DSD 发生发展中具有重要意义[12]。研究表明肌力与肌肉横截面积(cross-sectional area,CSA)呈正比,椎旁肌萎缩导致运动单元和肌纤维数量的减少,进而导致肌力生成能力不足[13]。同时骨骼肌脂肪浸润所引起的胰岛素敏感性降低可促进Ⅱ型纤维与Ⅰ型纤维表型的转换,这些变化最终导致肌纤维收缩力受损,使肌力及其肌纤维传播速度急剧下降[14]。因此椎旁肌脂肪异常沉积也与腰背肌最大肌力的损失有关。另一方面可能的原因主要是肌肉废用性萎缩造成,无论是正常人还是 DSD 患者,躯干主动屈曲是主要的活动方式,而生活中后伸活动明显少于屈曲活动,特别是对 DSD 人群,当出现下背痛时,后伸活动训练的机会更少,肌纤维募集的数量下降,致使躯干伸肌力量明显下降[15]。

肌肉耐力是肌肉运动的基本要素之一,腰背伸肌抗疲劳能力在搬举和弯腰这些日常生活活动中的作用特别重要,尤其对于重体力劳动人群,他们对腰背肌的耐力需求更高[16]。本研究中 DSD 人群和健康对照组平均年龄均为 60 岁以上,普遍没有参与重体力劳动,对腰背部耐力的要求主要用于维持坐或站的需要,通过灵活的变换姿势可以实现有效的疲劳缓解。同时由于衰老与神经肌肉系统的变化有关[17],在持续等长收缩过程中,两组人群都会存在肌纤维的兴奋传导速度减慢,运动单元放电频率下降,这可能与其耐力基本维持在同一水平有关。

退变性脊柱畸形患者临床上均可伴有疼痛、脊柱侧凸或后凸进展、冠状面及矢状面失平衡,并常合并椎管狭窄及神经压迫症状,不同程度影响患者生活质量[4]。根据脊柱-骨盆平衡参数和健康相关生活质量评分提出的 SRS-Schwab 分型对于评估畸形严重程度、指导手术方案制定具有重要作用[18]。但此分型主要集中于影像学的脊柱-骨盆参数分析,并未考虑脊柱周围肌肉的因素,不能直接反映腰背肌的功能状态及其与生活质量的相关性,这也造成部分潜在的腰背肌功能不足的 DSD 患者虽然通过畸形矫正手术后恢复脊柱平衡,但术后生活质量不高,影响了患者治疗满意度[19]。研究表明腰背肌作为维持脊柱-骨盆平衡的重要组织结构,与老年人的生活质量和体力活动状态相关[20]。日本学者 HONGO[21] 针对骨质疏松女性伴胸椎后凸人群的研究表明,等长腰背肌力量与生活质量

和身体活动评分呈显著正相关。但该人群由于骨质疏松均表现为不同程度的椎体压缩性骨折导致的继发性胸椎后凸畸形,对退变性脊柱畸形人群不具代表性。本研究的纳入人群均为退变性成人脊柱畸形患者,纳入标准严格,研究结果更具有针对性。

本研究发现,DSD 组的 ODI 显著高于对照组,SF-36 评分显著低于对照组,提示 DSD 人群生活质量确实相对同龄健康人群降低。进一步分析表明患者 MVE 与 VAS、ODI、RMQ 评分呈显著负相关($P<0.05$),与 SF-36 评分呈显著正相关。提示腰背肌最大等长力量不足会增加 DSD 患者功能障碍和腰背部疼痛程度,并降低患者生活质量。在脊柱畸形患者中,由于脊柱退变、侧凸等因素,导致腰椎前凸减少,矢状面躯干偏移增多,患者往往躯干前倾,重心前移,导致脊柱后方肌肉负荷增加和能量消耗加速,因此患者常出现腰背部疲劳和疼痛,影响生活质量[22]。对于 DSD 患者,在治疗中除了恢复其腰椎前凸和纠正其矢状面失平衡外,还应该关注患者的腰背肌功能状况,包括加强其腰背肌功能锻炼,提高腰背肌肌力,以及在针对这类人群手术治疗时,选择合适的手术入路减少对腰背椎旁肌的损伤,最大程度保护腰背肌生理功能。同时,针对 DSD 患者最大等长腰背肌肌力与 SF-36 内部各维度量表评分的相关性分析提示,MVE 与生理功能评分、生理职能评分、躯体疼痛评分、活力评分、社会功能评分均呈显著正相关。这些维度与患者的生活质量息息相关,包括了日常体力活动强度、完成任务困难程度、躯体疼痛感、做事精力以及参加社交活动能力。尤其是与生理功能评分和社会功能评分相关性更高,可以看出腰背肌肌力的提高除了提高患者物理功能和躯体健康外,对提高患者的正常社交活动,促进精神和心理健康也具有潜在指导价值。

综上所述,本研究发现退变性脊柱畸形患者腰背肌最大等长肌力下降并对其生活质量有显著影响,提示提高腰背肌肌力,保护腰背肌功能对缓解患者腰背部疼痛程度,减少功能活动障碍,提高生活质量具有重要意义。将腰背肌肌力评估纳入退变性脊柱畸形患者的康复诊疗过程中,有望成为一个简易、有效的疗效观察指标,为医师选择合乎个体化需求的治疗手段提供一定的临床依据,有利于更好指导该类患者的预后康复,提高患者生活质量和治疗满意度。

本研究存在以下局限:①本研究为临床前瞻性研究,但非盲法研究,且为单中心,入组样本量偏少,尽管具备统计学意义,但研究结果仅支持趋势性结论,尚需后续研究提供充足数据支撑后,才能形成更为详细的分层数据。②本研究未限制研究对象的性别和畸形种类,随机纳入的人群中男性较少,且畸形类型以侧凸畸形为主,缺少男女性患者和不同畸形类型的对比分析。③本研究人群受基础疾病和病情阶段以及药物治疗的影响,可能对研究数据产生偏倚,尽管研究中采用调整测试时间、必要对症处理后再进行测试等措施,但仍需大样本多中心的研究结果才能提供更可靠的研究数据。④本研究缺乏对两组人群长期随访的动态数据,关于腰背肌功能与生活质量相关性的短期效果与长期效果是否一致、二者的动态联系、功能锻炼等干预措施的影响等问题都有待在后续研究中进一步阐明。

参考文献:

[1] AILON T, SMITH J S, SHAFFREY C I, *et al*. Degenerative spinal deformity[J]. Neurosurgery, 2015, 77(Suppl 4): S75-S91. DOI:10.1227/NEU.0000000000000938.

[2] BERVEN S, JAIN D, O'NEILL C, *et al*. Team approach: degenerative spinal deformity[J]. JBJS Rev, 2017, 5(4): 01874474-201704000-00001. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.16.00058.

[3] ROGHANI T, ZAVIEH M K, MANSHADI F D, *et al*. Age-related hyperkyphosis: update of its potential causes and clinical impacts-narrative review[J]. Aging Clin Exp Res,2017, 29(4):567-577. DOI:10.1007/s40520-016-0617-3.

[4] PELLISÉ F, VILA-CASADEMUNT A, FERRER M, *et al*. Impact on health related quality of life of adult spinal deformity (ASD) compared with other chronic conditions[J]. Eur Spine J, 2015, 24(1): 3-11. DOI:10.1007/s00586-014-3542-1.

[5] HORI Y, HOSHINO M, INAGE K, *et al*. ISSLS PRIZE IN CLINICAL SCIENCE 2019: clinical importance of trunk muscle mass for low back pain, spinal balance, and quality of life-a multicenter cross-sectional study[J]. Eur Spine J, 2019,28(5):914-921. DOI:10.1007/s00586-019-05904-7.

[6] DAVARIAN S, MAROUFI N, EBRAHIMI I, *et al*. Trunk muscles strength and endurance in chronic low back pain patients with and without clinical instability[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2012, 25(2): 123-129. DOI:10.3233/BMR-2012-0320.

[7] ALLISON G T, HENRY S M. Trunk muscle fatigue during a back extension task in standing[J]. Man Ther, 2001, 6(4): 221-228. DOI:10.1054/math.2001.0412.

[8] 王亮, 卢旭华. 退行性腰椎侧凸生物力学的研究进展[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2013, 5(4): 241-245. DOI:10.3969/j.issn.1674-666X.2013.04.009.

WANG L, LU X H. Research progress of biomechanics in degenerative lumbar scoliosis[J]. Chin Orthop J Clin Basic Res, 2013, 5(4): 241-245. DOI:10.3969/j.issn.1674-666X.2013.04.009.

[9] 黄杰, 成鹏, 郎海涛, 等. 躯干屈伸肌等长与等速向心收缩肌力测试的相关研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2005,27(5):302-305. DOI:10.3760/j:issn:0254-1424.2005.05.016.
HUANG J, CHENG P, LANG H T, *et al*. A study on correlation between the isometric and isokinetic concentric muscle strength of trunk flexors and extensors[J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2005, 27(5): 302-305. DOI:10.3760/j:issn:0254-1424.2005.05.016.

[10] JØRGENSEN K, NICOLAISEN T. Two methods for determining trunk extensor endurance. A comparative study[J]. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1986, 55(6): 639-644. DOI: 10.1007/BF00423210.

[11] HARDING A T, WEEKS B K, HORAN S A, *et al*. Validity and test-retest reliability of a novel simple back extensor muscle strength test[J]. SAGE Open Med, 2017, 5: 2050312116688842. DOI:10.1177/2050312116688842.

[12] 谢艺才, 李耀志, 卢绍路, 等. 腰大肌及椎旁肌脂含量在退变性脊柱侧凸中的作用的影像学研究[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(7): 1013-1017. DOI:10.13437/j.cnki.jcr.2017.07.025.
XIE Y C, LI Y Z, LU S L, *et al*. Effects of fat deposition in psoas and paravertebral muscle on degenerative lumbar scoliosis[J]. J Clin Radiol, 2017, 36(7): 1013-1017. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2017.07.025.

[13] MAUGHAN R J. Relationship between muscle strength and muscle cross-sectional area. Implications for training[J]. Sports Med, 1984, 1(4): 263-269. DOI: 10.2165/00007256-198401040-00002.

[14] HAMRICK M W, MCGEE-LAWRENCE M E, FRECHETTE D M. Fatty infiltration of skeletal muscle: mechanisms and comparisons with bone marrow adiposity[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2016, 7: 69. DOI: 10.3389/fendo.2016.00069.

[15] 王连成, 许世波, 章礼勤. 非特异性下背痛患者躯干肌等长肌力研究[J]. 天津医药, 2013, 41(12): 1213-1215. DOI:10.3969/j.issn.0253-9896.2013.12.022.
WANG L C, XU S B, ZHANG L Q. Isometric strength of trunk muscles in patients with nonspecific lower back pain[J]. Tianjin Med J, 2013, 41(12): 1213-1215. DOI:10.3969/j.issn.0253-9896.2013.12.022.

[16] MAYER T, GATCHEL R, BETANCUR J, *et al*. Trunk muscle endurance measurement. Isometric contrasted to isokinetic testing in normal subjects[J]. Spine, 1995, 20(8): 920-926; discussion 926-927.

[17] RUBINSTEIN S, KAMEN G. Decreases in motor unit firing rate during sustained maximal-effort contractions in young and older adults[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2005, 15(6):536-543. DOI:10.1016/j.jelekin.2005.04.001.

[18] SCHWAB F, UNGAR B, BLONDEL B, *et al*. Scoliosis research society-schwab adult spinal deformity classification: a validation study[J]. Spine, 2012,37(12):1077-1082. DOI:10.1201/9781315154053-36.

[19] YAGI M, HOSOGANE N, WATANABE K, *et al*. The paravertebral muscle and psoas for the maintenance of global spinal alignment in patient with degenerative lumbar scoliosis[J]. Spine J, 2016, 16(4): 451-458. DOI:10.1016/j.spinee.2015.07.001.

[20] REID K F, FIELDING R A. Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults[J]. Exerc Sport Sci Rev, 2012, 40(1): 4-12. DOI:10.1097/JES.0b013e31823b5f13.

[21] HONGO M, MIYAKOSHI N, SHIMADA Y, *et al*. Association of spinal curve deformity and back extensor strength in elderly women with osteoporosis in Japan and the United States[J]. Osteoporos Int, 2012, 23(3): 1029-1034. DOI:10.1007/s00198-011-1624-z.

[22] 胡俊, 钱邦平, 邱勇, 等. 60岁以上脊柱畸形患者脊柱-骨盆矢状面参数与生活质量的相关性分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(8): 682-688. DOI:10.3969/j.issn.1004-406X.2016.08.03.
HU J, QIAN B P, QIU Y, *et al*. Correlation analysis of spinopelvic parameters and quality of life in the adult deformity patients over 60 years old[J]. Chin J Spine Spinal Cord, 2016, 26(8): 682-688. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.08.03.

(**收稿**:2019-06-20;**修回**:2019-07-26)

(编辑 张 维)