

肩峰下撞击综合征患者肩峰下空间的超声和姿势分析初步研究

牛镇远¹ 王琳¹ 李铁山^{1,2} 陈玮¹ 石奇琳¹

摘要

目的:对肩峰肱骨距离、冈上肌肌腱厚度以及肩、颈姿势进行评估,对肩峰下撞击综合征(SIS)患者肩峰下空间变化的机制进行探讨。

方法:纳入试验组SIS患者20例,同期招募的年龄、性别、体重均匹配健康人对照组20例(试验组及对照组均为右利手)。使用超声测量肩峰肱骨距离(AHD)以及冈上肌肌腱厚度。使用GPS姿势分析系统分析头前伸姿势(FHP)和肩前伸姿势(FSP)。分别测量颈椎角(CA)和肩前伸角度(FSA)联合上述两种方式对肩峰下空间变化的机制进行探讨。

结果:试验组冈上肌肌腱厚度明显大于对照组,两者差异具有显著性意义($P < 0.01$)。两组之间AHD无显著性差异($P > 0.05$)。试验组冈上肌厚度与AHD比值大于对照组,差异具有显著性意义($P < 0.01$)。试验组FSA小于对照组,具有显著性差异($P < 0.01$)。两组CA相比,差异无显著性意义($P > 0.05$)。试验组FSA与AHD两者间存在中度相关($P < 0.05, R = 0.62$)。CA与AHD之间不存在相关关系($P > 0.05$)。

结论:SIS与试验组患者相比,冈上肌肌腱更厚且肩前伸更为明显。

关键词 肩峰下撞击综合征;超声;姿势分析;肩峰下空间

中图分类号:R684, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-06-0667-06

Preliminary study on ultrasound and posture analysis of subacromial space in patients with subacromial impingement syndrome/NIU Zhenyuan, WANG Lin, LI Tieshan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(6): 667—672

Abstract

Objective: To explore the mechanism of subacromial space changes by evaluating acromiohumeral distance (AHD), supraspinatus tendon thickness and shoulder-neck posture in patients with subacromial impingement syndrome.

Method: Twenty patients with subacromial impingement syndrome were assigned to observation group. 20 healthy person matched observation group in age, gender and weight were assigned to control group. AHD and supraspinatus thickness in both groups were measured by using ultrasound and shoulder-neck posture was evaluated with global posture system (GPS) by measuring forward shoulder angle (FSA) and craniovertebral angle (CA). Statistic difference was assigned at $P < 0.05$.

Result: The observation group had a significantly thicker tendon($P < 0.01$) and a greater tendon occupation ratio ($P < 0.01$) compared with matched controls. There was no difference in AHD between two groups($P > 0.05$). The observation group had a significantly smaller forward shoulder angle($P < 0.01$). There was no difference in craniovertebral angle between two groups($P > 0.05$). There was a moderate correlation between AHD and FSA in observation group($P < 0.05, R = 0.62$), but no correlation between AHD and CA in observation group($P > 0.05$).

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.06.008

1 青岛大学附属医院康复科,青岛市市南区江苏路17号,266003; 2 通讯作者

作者简介:牛镇远,男,硕士研究生; 收稿日期:2017-11-16

Conclusion: The supraspinatus tendon was thicker and occupied a greater percentage of AHD, supporting an intrinsic mechanism. The significantly smaller forward shoulder angle and moderate relationship between AHD and FSA in observation group supported an extrinsic mechanism.

Author's address Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao, 266003

Key word subacromial impingement syndrome; ultrasound; posture analyse; subacromial space

肩峰下撞击综合征(subacromial impingement syndrome, SIS)是肩关节最常见的疾患^[4]。肩峰下撞击综合征是由于肩峰下空间(subacromial space, SAS)变窄,侵及肩峰下软组织所致。肩峰下空间由肩峰、喙肩弓和肱骨头包围而成,其间有肩袖肌腱、肱二头肌长头腱、肩峰下滑囊等组织结构通过,上述任何结构的改变均有可能造成肩峰下空间变窄,引起肩峰下撞击^[1-2,7]。

肩峰肱骨头距离(acromiohumeral distance, AHD)是由肩峰下缘到肱骨头骨面之间的距离,使用超声测量AHD被认为其有良好的信度,且与其他影像检查相比具有无创、无辐射、可重复性强、价格低等特点。还有研究对肩峰下内容物进行了研究,认为冈上肌肌腱厚度能够反映肩峰下内容物体积的变化情况,通过对肌腱厚度和AHD进行测量,可以反映出肩峰下空间相对狭窄程度^[3]。

姿势分析是临床用于肌骨疾患检查的重要手段^[20]。其中,头前伸姿势(forward head posture, FHP)和肩前伸姿势(forward shoulder posture, FSP)被认为是和肩痛有关的不良姿势^[18-19]。国内外将姿势分析与超声测量AHD两者联合对SIS患者肩峰下空间改变的研究尚少。本项研究旨在通过使用超声联合姿势分析系统,分别对患者肩峰下空间、肌腱厚度以及肩、颈姿势进行评估,对SIS形成的机制进行探讨。

1 对象与方法

1.1 研究对象

试验组:2017年1—10月,经青岛大学附属医院康复科门诊诊断为SIS患者20例(左侧4例,右侧16例),且均为右利手。对照组:为同期招募的年龄、性别、体重均匹配健康人20例,且均为右利手。诊断标准:①肩痛;②肩前屈/外展时疼痛弧(+);③撞击试验阳性(Neer征及Hawkins征)^[3]。

纳入标准:①符合诊断标准;②病程>4周;③年

龄18—55岁。排除标准:①上肢损伤史;②主动/被动活动颈部引起肩痛;③系统性肌肉骨骼疾病;④肩关节手术史;⑤恐惧试验(+);⑥有冻结肩迹象:在肩关节活动任意两个维度被动活动受限>50%;⑦经超声检查发现全层厚肌腱撕裂^[3];⑧常规进行肩关节力量训练者;⑨BMI>30。

1.2 超声影像学检查

采用Terason公司T3200便携式彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,探头频率5—12MHz,由同一位富有临床经验的医师负责测量每一例受检者肩关节AHD以及冈上肌肌腱厚度。

1.2.1 AHD超声测量:受检者取坐位,头部保持中立位,上肢0°屈曲,肘关节完全伸展,前臂中立位。将超声探头分别置于左/右肩外侧,肩峰前外侧部,长轴与肩胛平面重合,能清晰显示肩峰及肱骨头骨质高回声信号,冻结并保存图像。测量从肩峰下缘至肱骨头的最短距离即为肩峰肱骨距离,反映的是肩峰下空间的大小。见图1。

图1 肩峰肱骨距离



1.2.2 冈上肌肌腱厚度超声测量:采用Lori等使用超声测量冈上肌肌腱的方法^[3]:受检者坐位,头部中立位,肩关节后伸,肘关节屈曲,前臂旋前,手背紧贴髂嵴。将探头置于肩关节前方,稍前于肩峰前外侧的位置,垂直横切冈上肌肌腱,使肱二头肌长头腱短轴切面与冈上肌肌腱切面同时显示清楚,微微倾斜探头以确保在二头肌长头肌腱可见的前提下,短轴

切面冈上肌厚度最大,冻结并保存图像^[3]。自肱二头肌长头腱边缘向水平方向10mm、15mm、20mm处标定3点,于3点处分别测量冈上肌肌腱厚度,取3次平均值,记录为冈上肌肌腱厚度^[3]。进行测量时,肌腱的边界被定义为肱骨头骨面和自骨面高回声起由深至浅出现的第一层线性高回声^[3]。见图2。

图2 冈上肌肌腱厚度



上述超声影像资料,由两位有经验的医师分别处理,所测数据取平均值。

1.3 姿势分析检查

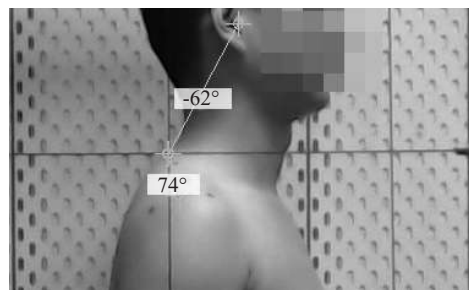
FHP及FSP测量使用Chinesport公司GPS 100仪器进行。进行测量前,使用直径3mm圆形红色贴纸分别于患者耳屏、肩峰前角、肩峰后角、肩峰中点、第七颈椎棘突处进行标记。受检者立于平台上方,先背朝检查者,双足与平台上标记保持重合,目视前方,保持习惯的站立姿势。调整仪器水平线及铅垂线位置,使两者交点与第七颈椎棘突体表标志相重合,留取第一份图像。然后,嘱咐患者将受累侧(对照组将其优势侧)朝向检查人员进行图像采集,同时要求患者在图像采集前需将双足与平板上足印标志保持重合。且在拍摄前缓慢、轻柔地前屈、后伸颈部3次后停止,维持在一个自觉自然且舒适的位置上。前后活动双臂3次后,双臂置于体侧保持自然舒适位置。随后深呼吸3次,保持自然舒适站立。

FHP:FHP被定义为:“在正侧方观察,外耳道处于过肩关节铅垂线前方”的一种姿势^[24]。使用过C7棘突水平线与C7棘突—耳屏两点连线所成夹角,即颅椎角(craniovertebral angle, CA)作为评估头前伸姿势的指标^[20]。此角度越小,则头前伸姿势更明显。见图3。

FSP:肩关节超过外耳道的铅垂线即可被认为

是存在FSP。使用过C7棘突水平线与C7棘突—肩峰中点连线夹角,即肩前伸角度(forward shoulder angle, FSA)来反映肩前伸程度多少^[23,27]。此角度越小,表示肩前伸越明显。见图3。

图3 从侧方对患者颈肩姿势进行测量



1.4 统计学分析

采用SPSS 22.0分析,本试验测得数据符合正态分布,组间差异性分析采用独立样本 t 检验,相关性检验采用Pearson相关,定义检验水准为0.05。

2 结果

2.1 两组AHD、肌腱厚度及两者比值之间的比较

试验组冈上肌肌腱厚度明显大于对照组,差异具有显著性意义($P < 0.01$)。两组之间AHD无显著性差异($P > 0.05$)。试验组冈上肌厚度与AHD比值大于对照组,差异具有显著性意义($P < 0.01$)。见表1。

2.2 两组FSA与CA之间的比较

试验组FSA小于对照组,具有显著性差异($P < 0.01$)。两组CA相比,差异无显著性意义($P > 0.05$)。见表2。

2.3 FSA及CA与AHD相关性

试验组FSA与AHD两者间存在中度相关($P < 0.05$, $R = 0.62$)。CA与AHD之间不存在相关关系($P > 0.05$)。对照组FSA与AHD两者间存在无相关性($P > 0.05$)。CA与AHD之间不存在相关关系($P > 0.05$)。见表3。

2.4 对照组优势侧与非优势侧冈上肌肌腱厚度的比较

对照组优势侧冈上肌肌腱厚度(6.3 ± 0.6)mm,非优势侧肩关节冈上肌肌腱厚度(6.1 ± 0.7)mm,两者相比差异有显著性意义($t = 0.856$, $P > 0.05$)。

表1 试验组和对照组AHD、肌腱厚度及两者比值的比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	试验组	对照组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
冈上肌肌腱厚度(mm)	6.6±0.5	5.8±0.6	-4.518	<0.01
AHD(mm)	10.9±1.2	11.4±0.9	1.472	0.149
冈上肌肌腱厚度/AHD	61.2±8.3	49.3±7.2	-4.844	<0.01

表2 试验组和对照组FSA和CA的比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	试验组	对照组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
FSA	46.8±15.4	58.4±8.6	2.953	0.006
CA	49.1±7.2	51.2±4.5	-1.084	0.286

表3 试验组、对照组FSA及CA与AHD相关性分析

组别及指标	AHD	
	<i>R</i>	<i>P</i>
试验组		
FSA	0.62	0.002
CA	0.18	0.456
对照组		
FSA	0.12	0.31
CA	0.20	0.19

3 讨论

肩峰下撞击的形成原因目前有两个假说^[1]：“内撞击”理论认为，由于肌腱本身存在纤维变性和肌腱炎等病理变化，肌腱肿胀造成肩峰下间隙的相对狭窄，引起撞击；“外撞击”理论则认为不良姿势、不正确的肩胛骨的位置、异常的肩胛胸壁活动等会造成肩峰下空间的绝对狭窄，形成对肩峰下内容物的挤压，从而引起肩峰下撞击。

3.1 AHD与冈上肌肌腱厚度

AHD作为一个能够反映肩峰下空间的指标，AHD的减小意味着肩峰下空间变小。本研究试验组与对照组相比，试验组受SIS影响的肩AHD相较于对照组没有明显的减小，AHD之间不存在显著性差异。

虽然从“外撞击”理论上来说，因为肩峰下空间减小，造成对肩峰下内容物的挤压，是造成SIS的原因之一，但是一项关于使用超声对SIS患者AHD研究的系统回顾在参考了320篇文献后，并没有得出患有SIS的肩关节AHD更小的结论^[1,5]。这可能与如下因素有关：①使用超声测量AHD进行图像采集时超声探头放置位置并无统一标准，有研究认为应该将探头置于肩峰前部或者中部，也有研究认为肩峰中部到后部是测量AHD的最佳位置^[29]。同时，对

于如何在超声图像上测量AHD也存在着分歧^[5]。本试验在参考前人方法的基础上做出改进：将肩峰中点作为超声探头放置的体表标定点，将肩峰下缘到肱骨头最短距离确定为AHD的测量标准。②受测时肩关节处于何种位置影响着AHD的测量结果。有文献报道使用X线平片对处于休息位的肩关节AHD进行测量，未发现患有SIS肩关节与健康肩关节AHD大小有明显差别，这与本试验结果相同^[14]。有研究发现，AHD的减少通常发生在肩关节主动上抬的过程中，与健康肩关节相比较，患有SIS的肩关节，因主动活动而造成的AHD减小更为明显^[15-16]。动态上抬引发肩峰下空间减少的机制可能为：如果SIS患者因为肩袖疾患而存在肩袖肌群的无力，在盂肱关节主动上抬的初期，肱骨头在三角肌的作用下会有着更为明显的上移，这会导致AHD的减小^[1]。

在肩峰下空间变化不大的前提下，其中内容物体积的增大，造成肩峰下空间的相对狭窄，使肩峰下空间压力增大，也是造成SIS的原因^[1]。本试验组与对照组相比，试验组冈上肌肌腱厚度更大，冈上肌厚度所占AHD百分比更大。

Neer将SIS分为三期，其中第二期，由于肌腱本身的炎症和水肿，肌腱存在纤维变性和肌腱炎病理变化，肌腱常常会出现肿胀^[1-2]。除此之外，Malanga^[10]、Leong^[6]研究表明，对于从事过头运动(overhead sport)的运动员，惯用侧的冈上肌肌腱更厚，说明肌腱的增厚也可能与其长期承受过度负荷有关。本试验对对照组20例进行左右两侧肩关节肌腱厚度的测量，说明非运动人员的惯用侧和非惯用侧不存在因日常活动造成的肌腱厚度差异。综上，可认为试验组肌腱增厚的原因可能是由于肌腱本身的病理变化所致。

与本研究相反，Cholewinski^[8]的研究发现，SIS组的冈上肌肌腱厚度较健康对照组更薄，平均冈上肌厚度为5.6mm，范围为1.2—9.5mm。分歧的原因出现在入组的标准上，该研究中，试验组没有将肩袖撕裂的患者排除在外，由于部分撕裂的冈上肌肌腱厚度不均匀，撕裂处的厚度往往较薄，而全层撕裂的冈上肌肌腱，可以出现“光头征”^[9]。这也就是为什么Cholewinski测得的肌腱厚度最小值仅有1.2mm，且认为试验组的肌腱厚度更薄。

有学者认为,对于 SIS 患者而言,由于肩部疼痛并不能实现试验所要求的受测体位,可能会在冈上肌肌腱厚度测量过程中造成误差。本试验中,我们排除了肌腱撕裂的患者,且大多数患者处于 Neer 分类的二期或一期,尽管肩关节上抬时存在肩部疼痛,但在完成试验要求体位时并不存在障碍。

冈上肌肌腱和肩峰下空间为立体结构,采用超声进行测量,仅仅测得了二维平面的线性距离,并不能真实反映所测结构的体积大小。此外,因为肩峰骨骼本身具有一定的厚度,而超声波无法透过骨质,所以很可能并没有找到肩峰最下缘的位置。想要更好地研究肩峰下空间变化与肩峰下撞击综合征之间的关系,需要在肩关节动态活动的前提下对 AHD 进行更为深入全面的研究。

3.2 姿势分析

本实验结果表明实验组 FSP 姿势更明显的个体,有着相对小的 AHD,但是实验组、对照组之间 AHD 并不存在差异,所以静态下 FSP 可能并不是造成 AHD 变化的因素。实验组 FSA 与 AHD 的相关性,可能仅仅是由于实验组 FSA 变化范围更大造成(实验组 FSA 范围:31.4°—62.2°,对照组 FSA 范围:49.8°—67.0°),可能并不具有实际意义。但并不意味着静态姿势与 SIS 之间不存在关系。

正常情况下,AHD 的距离在 10—15mm,而 <6mm 被认为存在较为严重的撞击^[3,29]。而在肩关节产生运动的情况下肱骨头上抬的幅度大约在 1—3mm,本实验实验组中,AHD 平均值为 11.4mm。在肩峰下空间原本就不大的前提下,任何可能造成肩峰下空间减少的因素,都会成为产生肩峰下撞击的元凶。就肩胛胸壁关节的运动学而言,正常人群盂肱关节上抬时,肩胛骨的运动模式为:上回旋、旋外以及后倾,上述任一成分对于维持肩峰下空间都具有重要意义^[1,11,22—23]。

虽然静态姿势与肩峰下空间相关性的文章不多,但诸如 FSP 和/或 FHP 此类不良静态姿势可以反映出肌肉长度和力量的不平衡和肩胛骨运动起始位置的变化,而这两者都会在运动中造成肩峰下空间的进一步减少^[18,21,23]:FSP 的形成常与前锯肌、中斜方肌、下斜方肌无力,胸小肌紧张有关,上述肌肉的无力会使肩胛骨产生更为明显的前倾,而在肩关节活

动的起始阶段,肩胛骨适度后倾对于维持肩峰下空间有重要意义。FHP 是上斜方肌、头、颈夹肌、头、颈半棘肌以及肩胛提肌短缩造成的姿势。肩胛提肌止于肩胛内上角,在缩短的情况下可以引起肩胛骨的上抬、前倾和内旋。所以,保持正确的静态姿势,对于避免产生肩峰下撞击有着十分重要的意义。

对于 FSP 的测量,一些研究选取肩部相关体表标志点时,使用“肩关节中点”作为参照对 FSP 进行测量^[22]。但是在实际操作过程中发现,所谓的“肩关节中点”并不容易确定。本试验将肩峰前角、肩峰后角之间的中间点作为测量 FSP 的体表参考点^[21,23]。要求参与检查的工作人员,能准确地通过触诊找出患者的肩峰前角及肩峰后角。同时,为了更好地对体表标志进行识别,本试验将 BMI>30 的过度肥胖患者排除在外,以避免体重因素造成误差。

综上,超声联合姿势分析,从肩峰下空间以及肩部姿势两者关系入手。发现受 SIS 影响的肩有着更厚的冈上肌肌腱,而 AHD 在试验组和对照组之间不存在差异。这意味着“内撞击”在 SIS 的发生发展中起到主要作用。说明肌腱的炎症、慢性劳损、退行性变等病理过程参与了 SIS 致病的过程。通过观察,试验组有着更明显的肩前伸姿势。而不正确的姿势,可以造成诸如肩胛提肌、胸小肌肌肉长度的变化,造成肩胛骨位置的变化,对 SIS 的发生发展起到作用,这也支持了“外撞击”理论。综合以上两点,肩峰下撞击是多因素参与的疾病,其中既有肌腱本身的病理变化,也有肌腱以外结构变化参与。

本研究提示,在 SIS 治疗方式选择上^[25],一方面我们需要对肌腱本身病理情况治疗,通过减小肌腱厚度来减少撞击。另一方面,可以通过纠正姿势,特别是肩前伸姿势,恢复肌肉平衡,减少撞击起到缓解症状、治疗疾病的作用。

本研究存在不足之处:①未使用 X 线平片判断是否有肩峰下骨赘形成,或肩峰形态的异常。②缺乏对于肩胛骨运动或位置的直接评估,且关于肩胛骨位置与肩峰下空间两者之间关系的文献较少,本文仅从功能解剖学及运动学角度对试验结果进行解读,缺乏直观性。在后续工作中,还需要进行更为深入的研究。

参考文献

- [1] Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2003, 18(5):369—379.
- [2] Neer CS 2nd. Impingement lesions[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983, (173):70—77.
- [3] Michener LA, Subasi Yesilyaprak SS, Seitz AL, et al. Supraspinatus tendon and subacromial space parameters measured on ultrasonographic imaging in subacromial impingement syndrome[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(2):363—369.
- [4] Khan Y, Nagy MT, Malal J, et al. The painful shoulder: shoulder impingement syndrome[J]. Open Orthop J, 2013, (7):347—351.
- [5] Seitz AL, Michener LA. Ultrasonographic measures of subacromial space in patients with rotator cuff disease: A systematic review[J]. J Clin Ultrasound, 2011, 39(3):146—154.
- [6] Leong HT, Tsui S, Ying M, et al. Ultrasound measurements on acromio-humeral distance and supraspinatus tendon thickness: test-retest reliability and correlations with shoulder rotational strengths[J]. J Sci Med Sport, 15(4):284—291.
- [7] Neer CS 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report [J]. J Bone Joint Surg Am, 1972, 54(1):41—50.
- [8] Cholewinski JJ, Kusz DJ, Wojciechowski P, et al. Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008, 16(4):408—414.
- [9] Gaitini D. Shoulder ultrasonography: performance and common findings[J]. J Clin Imaging Sci, 2012, 2(1):38.
- [10] Malanga GA, Chu SK, Ramirez Del Toro J, et al. Sonographic evaluation of supraspinatus cross-sectional area in collegiate baseball players[J]. PMR, 2012, 4(7):488—492.
- [11] Elham ST, Afsun NM, Enayatollah B, et al. Comparing scapular position and scapular dyskinesis in individuals with and without rounded shoulder posture[J]. Physical Treatments, 2015, 5: 127—136.
- [12] Norwood LA, Barrack R, Jacobson KE. Clinical presentation of complete tears of the rotator cuff[J]. J Bone Joint Surg Am, 1989, 71(4):499—505.
- [13] Ellman H, Hanker G, Bayer M. Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction[J]. J Bone Joint Surg Am, 1986, 68(8):1136—1344.
- [14] Hardy DC, Vogler JB 3rd, White RH. The shoulder impingement syndrome: prevalence of radiographic findings and correlation with response to therapy[J]. AJR Am J Roentgenol, 1986, 147(3):557—561.
- [15] Graichen H, Bonel H, Stammberger T, et al. Three-dimensional analysis of the width of the subacromial space in healthy subjects and patients with impingement syndrome [J]. Am J Roentgenol, 1999, 172(4):1081—1086.
- [16] Hébert LJ, Moffet H, Dufour M, et al. Acromiohumeral distance in a seated position in persons with impingement syndrome[J]. J Magn Reson Imaging, 2003, 18(1):72—79.
- [17] Joensen J, Couppe C, Bjordal JM. Increased palpation tenderness and muscle strength deficit in the prediction of tendon hypertrophy in symptomatic unilateral shoulder tendinopathy: an ultrasonographic study[J]. Physiotherapy, 2009, 95(2):83—93.
- [18] Lynch SS, Thigpen CA, Mihalik JP, et al. The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers[J]. Br J Sports Med, 2010, 44(5):376—381.
- [19] Kendall HO, Kendall FP, Wadsworth GE. Muscles, testing and function[J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 1993, 42(26):1070.
- [20] Salazadeh Z, Maroufi N, Ahmadi A, et al. Assessment of forward head posture in females: observational and photogrammetry methods[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2014, 27(2):131—139.
- [21] Ruivo RM, Pezarat-Correia P, Carita AI. Effects of a resistance and stretching training program on forward head and protracted shoulder posture in adolescents[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2017, 40(1):1—10.
- [22] Lewis JS, Green A, Wright C. Subacromial impingement syndrome: the role of posture and muscle imbalance[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2005, 14(4):385—392.
- [23] Thigpen CA, Padua DA, Michener LA, et al. Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2010, 20(4):701—709.
- [24] Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, et al. Muscles testing and function:[with posture and pain] [M]//Muscles: Testing and function with posture and pain. Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
- [25] Dong W, Goost H, Lin XB, et al. Treatments for shoulder impingement syndrome[J]. Medicine, 2015, 94(10):e510.
- [26] Rastgar M, Moghadam AN, Bakhshi E, et al. Comparison of shoulder proprioception in women with and without generalized joint laxity[J]. Rehabilitation Journal, 2016, 17(2):128—135.
- [27] Peterson DE, Blankenship KR, Robb JB, et al. Investigation of the validity and reliability of four objective techniques for measuring forward shoulder posture[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 1997, 25(1):34—42.
- [28] Karduna AR, Kerner PJ, Lazarus MD. Contact forces in the subacromial space: effects of scapular orientation[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2005, 14(4):393—399.
- [29] Kalra N, Seitz AL, Boardman ND 3rd, et al. Effect of posture on acromiohumeral distance with arm elevation in subjects with and without rotator cuff disease using ultrasonography[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2010, 40(10):633—640.
- [30] Mackenzie TA, Herrington L, Funk L, et al. Relationship between extrinsic factors and the acromio-humeral distance [J]. Manual Therapy, 2016, (23):1—8.