

运动员创伤性肩关节前不稳定表面肌电的特征

朱文辉, 王予彬, 郝跃东, 汪宗保, 王亮, 卢亮宇, 李坤

摘要: 以临床疾病创伤性肩关节前不稳定 (Traumatic Anterior Shoulder Instability, TASI) 者为研究对象, 通过研究患肩周围肌肉表面肌电活动与正常肩关节在不同功能性动作中比较来探寻 TASI 肩周肌肉活动募集的大致特征, 为 TASI 患者选择治疗方案提供理论依据。方法: 选取东方医院运动医学科就诊的 TASI 运动员患者和正常运动员肩关节 (CON) 对照。肌肉活动采用德国 Biovision 16 导联肌电图仪进行表面肌电信号采集, 执行肩胛平面外展、前屈、后伸, 0° 和 45° 外展时内外旋, 评价肌肉活动特征。结果: TASI 和 CON 相比, TASI 肩周肌肉具有以下特征, 胸大肌在中立位内旋活动下降明显, 三角肌前束在肩胛平面外展的后半部分范围和前屈的前半部分范围中明显下降, 三角肌中束活动在前屈的中间范围活动下降, 冈上肌活动在外展起始范围有增加的趋势, 其余大多数运动范围均呈现下降趋势。肱二头肌活动在前屈和外旋运动中增加。冈下肌活动性在外旋时下降。前锯肌活动在前屈的后范围活动、内外旋运动中是下降的。结论: (1) 增加了 TASI 发病机制的理解, 补充了 TASI 康复训练和治疗选择依据的基本数据库。(2) TASI 肩外展肌群、外旋肌群的工作能力下降, 内外旋肌群存在失衡现象, 外旋肌群的工作能力下降较明显。(3) TASI 肩非手术治疗时可适当考虑前方动力性稳定结构, 应加强冈上肌、前锯肌以及外旋肌肉的活动性训练, 适当加强三角肌前、中束和内旋肌群的训练。

关键词: 运动员; 创伤性肩关节前不稳定; 表面肌电; 特征

中图分类号: G804.5 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2011)06-0049-06

SEMG Characteristics of Athletes' TASI

ZHU Wen-hui, WANG Yi-bin, HAO Yue-dong, et al

(Shanghai East Hospital, Tongji University, Shanghai 200120, China)

Abstract: Objective With the clinical problem of traumatic anterior shoulder instability (TASI) as the subject, the authors compared the SEMG activities of the patient's shoulder muscles with normal shoulder joints in different functional movements so as to find out the approximate characteristics of TASI shoulder muscle movements and provide theoretical basis for selecting treatment options for TASI patients. Method A comparison was made between the TASI athletes and the normal athletes' shoulder joints (CON). Biovision 16 EMG made in Germany was used to collect the signals of SEMG activities so as to evaluate the muscle movement characteristics of shoulder extension, forward bend, back extension and inward and outward spins in 0° and 45° extension. Result Compared to CON, TASI shoulder muscles have the following characteristics: Pectoralis major muscle movement obviously decreases in inward spin. Deltoid toe movement decreases distinctly in the second half of shoulder extension and the first half of forward bend. The movement of deltoid in the beam decreases in the middle of forward bend. Supraspinatus movement increases at the initial part of the extension, but decreases in the rest movements. Biceps movement increases in forward bend and outward spin. Infraspinatus movement decreases in outward spin. Serratus anterior movements decrease in the second half of forward bend and inward and outward spins. Conclusion 1. The understanding of TASI pathogenesis has been improved. The basic data base for TASI rehabilitation training and treatment choice has been supplemented. 2. The working ability of TASI shoulder extension muscles and outward spin muscles decreases. Imbalance exists in inward and outward spin muscles. The working ability of outward spin muscles decreases significantly. 3. In non-operative treatment of TASI, anterior dynamic stability structure may be taken into consideration. Movement training of supraspinatus, serratus anterior and outward spin muscles should be increased. And the training of deltoid toe, deltoid in the beam and inward spin muscles should also be strengthened to an appropriate extent.

Key words: athlete; TASI; SEMG; characteristics

收稿日期: 2011-10-09

基金项目: 上海市体育科技腾飞计划项目资助 (09TF013)

第一作者简介: 朱文辉, 女, 主治医师. 主要研究方向: 运动损伤与关节镜外科.

作者单位: 同济大学附属东方医院运动医学科, 上海 200120

肩关节的稳定机制已从单一盂肱韧带在肩关节不稳定发病中的重要意义发展到目前认为肩关节的稳定是由肩关节周围的主动、被动稳定结构的综合作用的结果。肩关节前方稳定结构功能的好坏是防止前方不稳的重要机制,增加肩关节前方稳定结构作用的理解可以提高康复和手术后功能性疗效,关节囊韧带结构和肌肉募集活动之间复杂的交互作用维持肩关节稳定仍不清晰^[1]。

近年来,表面肌电也逐渐应用一些肩关节疾病的评价^[2,3],肩关节在执行功能性活动时,主要依赖于肌肉的正常主动收缩,需要肌肉之间相互配合协调,肌肉的协调性收缩对肩关节的稳定有着重要影响。任何微小的肌肉协调模式的变化都可能会产生盂肱关节的运动功能失调^[4]。肩部肌肉功能失调对肩关节力的作用会产生明显效应,因此,影响了关节的稳定性,通常会导致肩关节不稳定的复发^[5]。

1 对象与方法

1.1 研究对象

TASI组(患肩组):上海东方医院就诊运动员患者10例,所选择患肩均为优势肩的右侧肩。

CON组(正常对照组):选取了自愿参加表面肌电测试的正常运动员10名,均为优势肩,其中2名为左侧优势肩,均无肩关节疾病史。所有参加肌电测试的均为男性。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地点

上海体育学院生物力学大厅。

1.2.2 主要仪器设备

VICON光学运动捕捉系统(英国VICON公司,Workstation5.1),红外线高速摄像头,反光Mark标志球,Visual3D图像分析系统(美国C-motion公司,Visual3D Version3.34.0),DASYLAB8.0EMG信号分析系统,德国Biovision16导联肌电图仪,同步信号发生器,直径50 μmAg/AgCl电极片(上海博达医疗器械有限公司制造),75%酒精,脱脂棉,固定导线医用胶布,量角器,固定滑轮的铁架,铁质滑轮,2个沙袋重量分别为20 N(前屈、后伸、外展动作使用)、35 N(内、外旋使用),若干绳索,铁架固定稳定不能被绳索拉动。整个过程均在站立位完成。

1.2.3 实验步骤

测试前每一步均向受试者详细讲解测试注意事项并熟悉动作要领。

第一步:脱脂棉酒精棉球去取所贴电极片表面皮肤,贴电极片(专人负责),连接电极导线,胶布固定导线。

图1~3表示每块肌肉所贴电极的位置:胸大肌,冈下肌,三角肌前、中、后束,冈上肌(表面附有上斜方肌),肱二头肌,背阔肌,前锯肌,电极之间中心点间距为2 cm,贴在每块肌肉肌腹饱满位置上,与肌纤维的方向平行,参考电极置于第7颈椎棘突之上^[6]。

第二步:徒手MVC测试肌肉活动。

使用徒手肌力测试方法,即MMT(Manual Muscle Test)方法测试肌肉的MVC(Maximal Voluntary Contraction)。采用标准化动作体位,每种动作持续5 s等长收缩。取最大值的持续3 s,计算每秒的积分肌电—平均

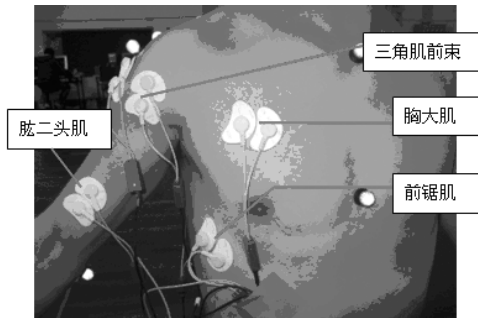


图1 表面电极粘贴位置背面观

Figure 1 Back View of the Surface Electrode Placement

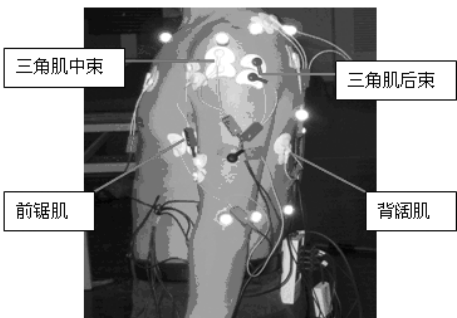


图2 表面电极粘贴位置侧面观

Figure 2 Side View of the Surface Electrode Placement

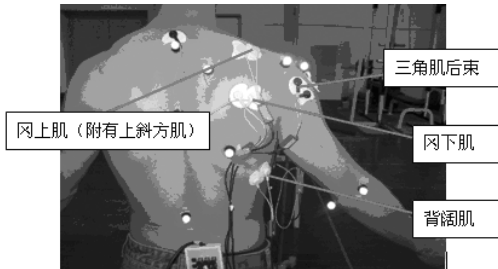


图3 表面电极粘贴位置前面观

Figure 3 Front View of the Surface Electrode Placement

振幅作为每块肌肉的100%活动,取3次平均值。

第三步:启动VICON图像动作采集系统,量角器定位与人体冠状面成30°角方向(以另一铁架定标)。同步信号发生器发引导,执行动作记录。

信号处理:原始的表面肌电号经滤波(Filter)、正波化(Rectification)和平滑(Smoothing)处理,采样频率为1 200 Hz,带通滤波为20~400 Hz之间,噪声水平<5 μV。

1.2.4 统计学方法

使用SPSS15.0软件分析,所有数据均以平均数±标准差表示,两组数据之间比较用独立T检验进行比较, $P < 0.05$ 为有显著性差异,以*表示; $P < 0.01$ 表示有非常显著性差异,以**表示。

2 结果

2.1 肩胛平面内外展

从图4~6看出,TASI肩冈上肌活动增加,在0~45°



外展范围内存在差异,其他范围的活动没有统计学意义;三角肌前束在外展90°到外展终末范围明显降低, $P < 0.05$ 。前锯肌的活动性下降,在45°~终末外展范围内 $P < 0.05$,有统计学差异。其余的肌肉活动与CON组的比较均无统计学意义。

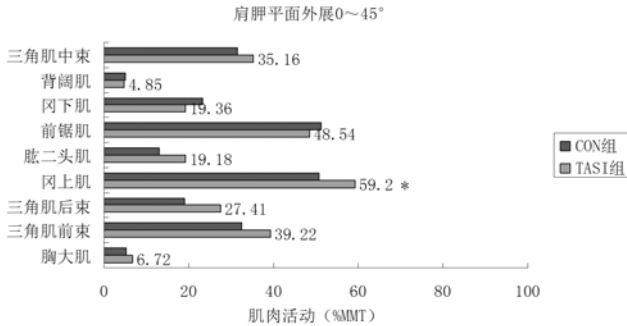


图4 肩胛平面内外展0~45°肌肉活动(%MMT)

Figure 4 0~45° Muscle Movements in Shoulder Plane Inward and Outward Extension (%MMT)

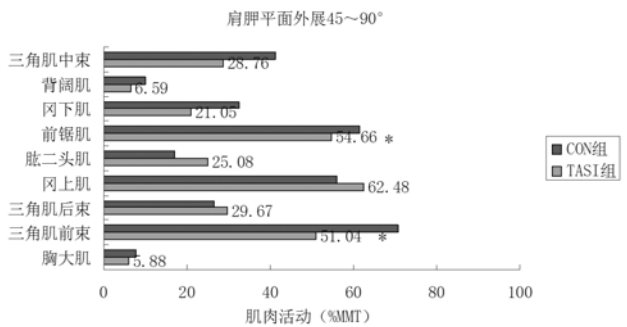


图5 肩胛平面内外展45~90°肌肉活动(%MMT)

Figure 5 45~90° Muscle Movements in Shoulder Plane Inward and Outward Extension (%MMT)

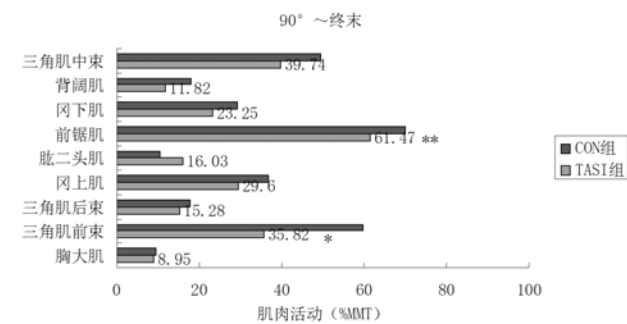


图6 肩胛平面内外展90°~终末肌肉活动(%MMT)

Figure 6 90°~End Muscle Movements in Shoulder Plane Inward and Outward Extension (%MMT)

2.2 肩关节前屈

从图7~10看出, TASI肩的前锯肌在前屈的整个过程中,与CON组相比均降低,有明显差异, $P < 0.05$ 。肱二头肌活动较CON组相对较高,只有在0~45°期间有差异, $P < 0.05$;其余阶段表现为增加趋势, $P > 0.05$ 。三角肌前、中束活动下降, $P < 0.05$ 。患肩的其余肌肉虽然有变化,但 $P > 0.05$ 。

2.3 肩关节后伸

从图11看出, TASI肩冈上肌活动较正常肩明显要高, $P < 0.05$ 。

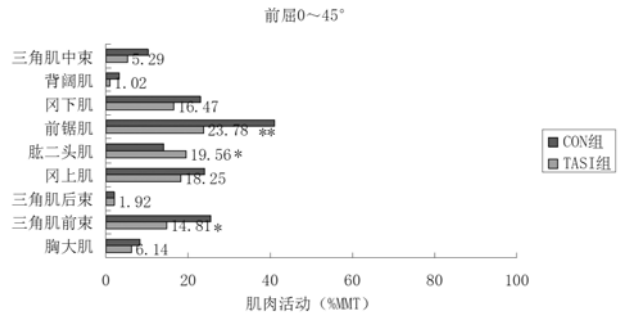


图7 肩关节前屈0~45°肌肉活动(%MMT)

Figure 7 0~45° Muscle Movements in Shoulder Forward Bend (%MMT)

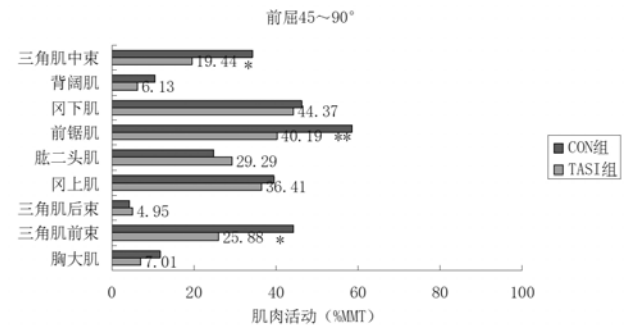


图8 肩关节前屈45~90°肌肉活动(%MMT)

Figure 8 45~90° Muscle Movements in Shoulder Forward Bend (%MMT)

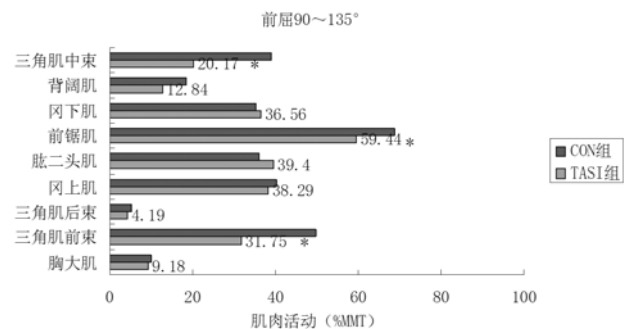


图9 肩关节前屈90~135°肌肉活动(%MMT)

Figure 9 90~135° Muscle Movements in Shoulder Forward Bend (%MMT)

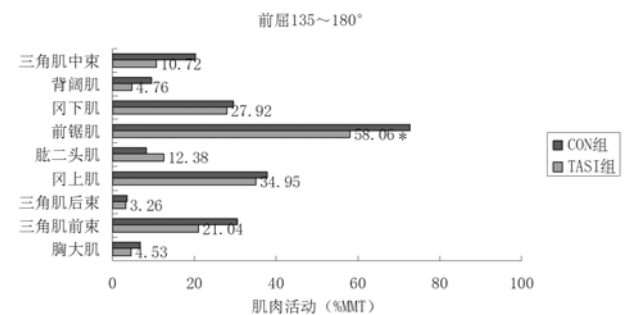


图10 肩关节前屈135~180°肌肉活动(%MMT)

Figure 10 135~180° Muscle Movements in Shoulder Forward Bend (%MMT)

三角肌前束也明显增高,有显著性差异, $P < 0.05$;三角肌中、后束均比正常肩有较高的活动趋势。

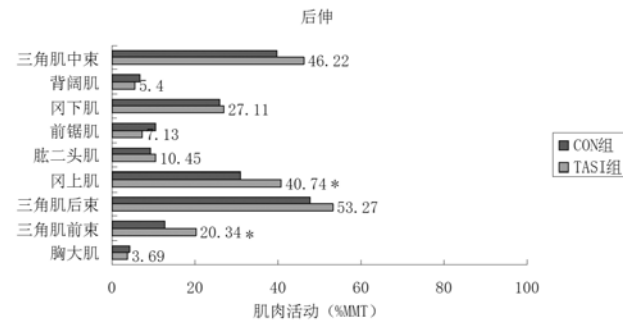


图 1 1 肩关节后伸肌肉活动 (% MMT)

Figure 11 Muscle Movements in Shoulder Backward Extension (%MMT)

2.4 肩关节中立位内旋

从图 12 看出, TASI 肩与正常肩相比, 在中立位内旋动作中, 只有胸大肌活动性下降较为明显, $P < 0.05$ 。背阔肌活动和肱二头肌活动相对其他肌肉也较强, 活动达到近 20%, 而且患者较 CON 组活动性要高, 但是, 两者无差异。

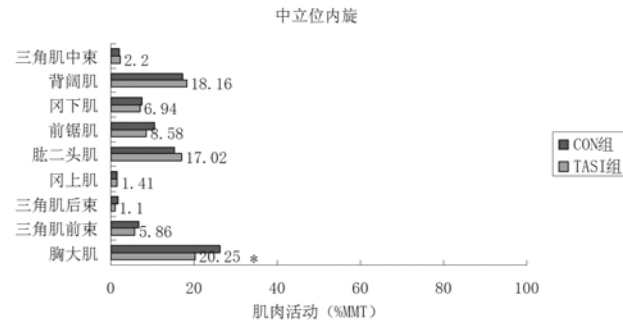


图 1 2 肩关节中立位内旋肌肉活动 (% MMT)

Figure 12 Muscle Movements in Shoulder Inward Spin (%MMT)

2.5 肩关节中立位外旋

从图 13 看出, 冈下肌和冈上肌活动均较为明显, 前者达到了 60% 左右, 冈上肌活动达到近 40%。其中, TASI 肩冈下肌活动性明显偏低, 冈上肌活动明显偏高, $P < 0.05$ 。其余的肌肉活动程度均较小, 而且, 两组之间均无明显差异。

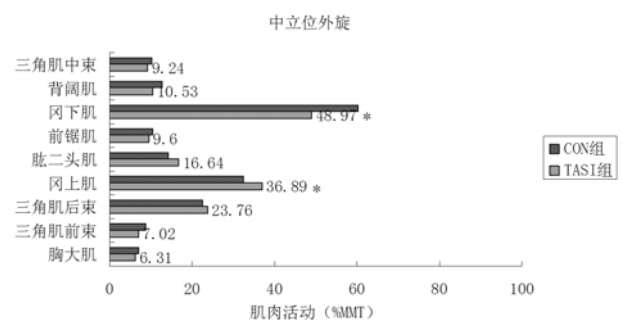


图 1 3 肩关节中立位外旋肌肉活动 (% MMT)

Figure 13 Muscle Movements in Shoulder Outward Spin (%MMT)

2.6 肩关节外展 45° 内旋

从图 14 看出, 大部分肌肉活动性程度均较为接近, 达到近 20%。其中, TASI 肩的前锯肌和三角肌中束较正常肩明显要低, $P < 0.05$ 。背阔肌和胸大肌活动性有稍偏高的趋势, 没有达到 $P > 0.05$ 。其余的大部分肌肉活动增高和下降不一致, 无显著性差异, $P > 0.05$ 。

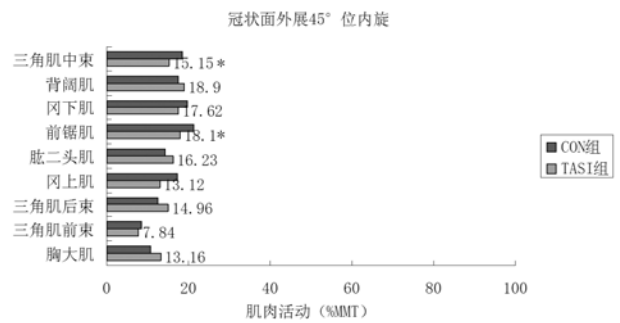


图 1 4 肩关节冠状面外展 45° 位内旋肌肉活动 (% MMT)

2.7 肩关节外展 45° 外旋

从图 15 看出, 冈上肌和冈下肌活动在 CON 组和 TASI 组均其他的肌肉较高, 在 50% 左右。TASI 肩前锯肌活动性下降, 肱二头肌活动性偏高, 均有显著性差异, $P < 0.05$ 。其余大部分肌肉活动不同程度降低趋势。

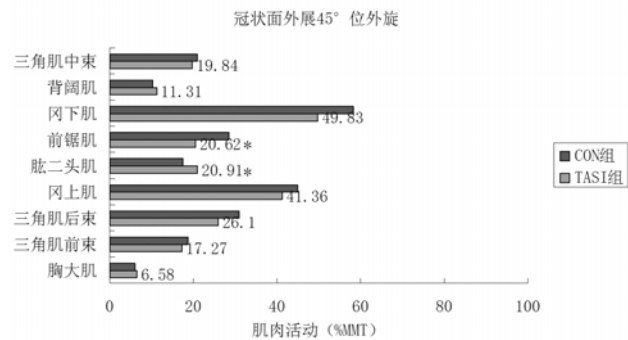


图 1 5 肩关节冠状面外展 45° 位外旋肌肉活动 (% MMT)

3 分析与讨论

关节不稳定是人类最常见的疾病之一, 不仅涉及到髋关节、膝关节和肩关节, 而且, 可能影响人体所有的关节。盂肱关节最容易出现不稳定, 其稳定主要依赖于关节周围的软组织结构, 而肩关节各种动作的精确协调又主要依赖于肩关节周围肌肉的活动。肩关节周围的肌肉不仅可以稳定关节, 还可以导致脱位, 引起不稳定。如何在执行功能性动作中维持这种特殊的稳定性取决于肩关节周围肌肉的精确协调。由于每块肌肉在不同的运动范围, 活动性是有差异的, 为了研究方便, 我们以 45° 为一个运动节段作为研究单位。通过研究, 我们发现创伤性前方不稳定肩关节在执行日常功能性动作时存在着不同的肌肉活动特征。

3.1 胸大肌

TASI 组胸大肌在 0° 内旋时活动性下降明显, 而在其余的动作中活动性表现不一, 统计学上没有显著性差异, $P > 0.05$ 。这与以往的研究存在一致的地方^[7]。McMahon 等^[8]研究了在惧痛位置, 胸大肌可以导致肩关节前方不稳定, 而不是通常人们所认为的稳定性作用。这种失稳有可能是反射性疼痛引起的。本研究的胸大肌活动性下降, 从理论上来说, 这种现象会引起肩关节的前方不稳定。不过, 这仅仅是在中立位内旋运动中出现下降, 所以, 即使胸大肌活动性下降, 在此位置也不会



引起前方脱位, 充其量在肩关节前方不稳定中起到机械阻挡的作用。

3.2 三角肌

早期肌电研究结果认为三角肌只是起到一个外展的作用。本研究 TASI 组的三角肌前、中束在外展和前屈运动的大多数范围明显下降。三角肌后束活动在外展 180° 起始范围 0~45° 内和外展 45° 外旋运动中活动有所增加, 可能是由这种弱的稳定功能补偿给冈上肌而引起的^[9]。

三角肌前束在肩胛平面上外展过程中, 均表现出较高的活动性, 尤其是三角肌前、中束随着外展角度的增加, 其活动性逐渐增加。其中, TASI 患肩和 CON 肩相比, 在肩胛平面上外展范围起始 0~45° 期间, 三角肌前、中、后束, 表现 TASI 患肩均表现出活动性增加, 特别是三角肌前束表现显著。而在外展后范围阶段, 则表现为 TASI 肩较 CON 肩活动性明显偏低, 可能是由于上臂在外展启动时与冈上肌协同补偿前方稳定性作用导致的, 而且肩关节外展起始运动时需要动员更多的肌肉募集才能发动动作。而此后, TASI 肩出现下降, 可能与冈上肌在 90° 范围以后也开始下降有关。在前屈过程中, TASI 肩与 CON 肩相比, 活动性均表现下降趋势, 三角肌前、中束下降较为明显, $P < 0.05$, 具有显著性差异。出现这种现象的原因可能是肌肉之间协调不平衡或静息肌纤维长度增加引起三角肌活动变化的原因。后伸过程中三角肌前束 TASI 肩和 CON 肩相比, TASI 肩的活动性明显要高, $P < 0.05$ 。这种现象很可能是神经调节的保护性机制, 通过三角肌前束活动的增强以防止肱骨头从前方脱出。

3.3 冈上肌

任何抬高活动是积极的, 在稳定肱骨头方面显得较为重要。冈上肌主要作用是产生肩关节的外展, 它通过挤压肱骨头于孟窝内促进肩关节稳定。本研究外展过程中, 冈上肌活动性在 TASI 肩和 CON 肩中均明显较高, 而且 TASI 肩活动性较 CON 肩要高, 只有 0~45° 增高明显, 其余运动范围无明显差异, 并且有下降趋势, 统计学上 $P > 0.05$ 。说明该外展起始范围的肌肉活动性增加可能是前方不稳定肩关节通过这种增加机制来压迫肱骨头来提高肩关节的稳定性, 上面已经提到三角肌前、中束活动性在起始外展范围也出现增加, 可能与冈上肌具有协同作用共同增加肌纤维的募集提高肱骨头的前方稳定性。鉴于 TASI 肩关节冈上肌在一定范围内出现了活动性增加, 但是, 大部分运动范围中还是下降的, 所以, 我们必须加强冈上肌的激活训练。

3.4 肱二头肌

研究发现在肩关节前屈和外旋运动时, TASI 肩的肱二头肌活动性较 CON 肩的活动性增加是明显的, 而其余运动中, $P > 0.05$, 但不同程度地表现出增加趋势。说明肱二头肌在前方不稳定肩关节中通过代偿性的活动性增加来维持其前方的稳定性。本研究与 Kim 的结果一致, Kim 等^[10]研究发现肱二头肌在不稳定肩关节中的活动性是主动积极的, 推测其可能有着重要的稳定功能, 并且他认为这种作用仅次于主要的静力性结构。尸体研究也表明^[11]对于稳定的肩关节来说, 肱二头肌稳定作用的重要性与冈上肌、冈下肌及小

圆肌的水平相当, 但对于不稳定的肩关节来说, 肱二头肌的稳定作用则表现更为突出。

肱二头肌作为盂肱关节有效抑制肌肉发挥作用, 可以维持适当的韧带张力, 因为某些韧带紧张时可以维持肩关节的稳定。肱二头肌失去作用将会使盂肱韧带上的作用力增加。Pagnani 等^[12]通过尸体模型发现将力作用于肱二头肌腱上既可以减少前后和上下方向的位移, 而且还发现当臂内旋时, 具有前向稳定作用, 当肱骨外旋时起到执行后稳定作用。肱二头肌的作用还可以在慢性肩袖疾病的患者中, 见到肥大现象, 这种肥大现象可能也间接反映了肱二头肌在肩关节中的作用是不可忽视的。所以, 若肩关节出现前方不稳定时, 肱二头肌腱会产生更大的肌肉活动募集来弥补这种不稳定。

3.5 前锯肌

前锯肌属于固定肩胛骨的肌肉, 它将肩胛骨调整到一个合适的位置以便让盂肱关节最有效地发挥功能, 可以使肩胛骨外展外旋。例如在前推运动中, 前锯肌牵拉肩胛骨向外远离脊柱并使其紧贴胸壁。

研究发现无论是 TASI 组和 CON 组肩关节在前屈运动中, 均表现出较高的活动性。而且随着前屈范围增加, 前锯肌的活动性越高, 在前屈 90° 范围以上开始逐渐下降。说明前锯肌在肩关节的前屈活动中发挥着重要的作用。随着前屈角度的变化, 我们可以用力矩的变化来解释, 因为负荷力矩是随着肌电活动成相对应关系。0~90° 范围是力矩是逐渐增加的, 肌电活动增加, 90° 以上力矩减小, 肌肉活动减少。TASI 和 CON 组肩关节虽前屈角度的变化规律一致, 但是, TASI 肩的前锯肌活动要比 CON 组低。研究发现 TASI 肩在肩胛平面上外展范围内也出现前锯肌活动性下降, 前锯肌的活动外展 45° 以上肌电活动明显减弱。这种结果也表明在此运动范围之上前锯肌的旋转肩胛作用下降, 类似结果除了 0° 内旋和后伸以外, 还出现大部分本研究的其他测试动作中。这些动作均涉及到肩胛骨的协调活动。同时还说明了 TASI 肩协调的不对称性。

3.6 冈下肌

冈下肌起着肱骨头的外旋作用; 另外, 它可能依赖于盂肱关节的位置变化而发生变化。研究发现: 冈下肌在绝大部分运动范围内 TASI 组肩关节活动性均出现下降的趋势, 在外展外旋动作是下降作用更为明显, $P < 0.05$ 。这可能是由前方不稳定肩关节肌肉功能损害所导致的。根据 Glousman 等^[13]研究棒球运动员时发现在前方不稳定肩关节抬臂晚期其活动性出现轻度下降, 可能是因为抬臂晚期肩关节达到最大外旋范围促进了不稳定作用。冈下肌在抬臂早期和加速期活动性增加, 实际上并不符合冈下肌的这种活动性下降的模式, 但是它确实增加了肩关节的相对不稳定。冈下肌活动性下降有助于减轻前方不稳定作用, 也很可能是机体的一种保护性反映。

3.7 背阔肌

执行了肩关节的内旋功能并且使上肢在胸前跨越。在本研究中, TASI 组的背阔肌在外展运动中随着外展角度的增加, 其活动性趋势下降较为明显, 但是 $P > 0.05$ 。这种现象还出现在肩关节前屈中, 如果这种趋势出现明显差异,



将有临床意义的。因为，肩关节在前屈和外展至最大范围时，背阔肌出现离心收缩保护了肩关节前部，此时是一种被动牵张拉长。因此，这种下降现象可能对肩关节前方不稳定的复发起一定的促进作用。笔者认为背阔肌、胸大肌和肩胛下肌共同执行肩关节的内旋，这些肌肉可以在肩关节极度张力下离心收缩保护肩关节的前部分结构。这些肌肉的协同活动下降促进肩关节外旋。这可能是神经肌肉控制差异而引起的或是维持慢性肩关节前方不稳定的一个因素。

4 结论

4.1 冈上肌、前锯肌在大多数运动范围中其活动性是下降的，三角肌前中束、冈下肌和胸大肌在少部分运动范围内活动性下降，提示康复训练的重点应加强冈上肌、前锯肌活动性训练，适当进行三角肌前中束、冈下肌和内旋肌群如胸大肌的训练。

4.2 鉴于肱二头肌出现活动性增强现象，它理应是在前方不稳定肩关节中起到稳定补偿作用，可不必进行增强训练。

4.3 增强了 TASI 动力性稳定结构对发病机制影响的理解，提供了 TASI 肌肉活动性康复训练的临床理论依据。

参考文献：

- [1] Huxel KC, Swanik CB, Swanik KA, et al. (2008). Stiffness regulation and muscle-recruitment strategies of the shoulder in response to external rotation perturbations. *J Bone Joint Surg Am*, 90(1):154-62.
- [2] Illes A, Kiss RM. (2006). Kinematic and muscle activity characteristics of multidirectional shoulder joint instability during elevation[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(7):673-685.
- [3] Morris AD, Kemp GJ, Frostick SP. (2004). Shoulder electromyography in multidirectional instability[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 13:24-29.
- [4] Matias R, Pascoal AG. (2006). The unstable shoulder in arm elevation: A three-dimensional and electromyographic study in subjects with glenohumeral instability[J]. *Clin Biomech*, 21:52-58.
- [5] Hovelius L. (1987). Anterior dislocation of the shoulder in teenagers and young adults: five year prognosis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 69:393-399.
- [6] Illyes A, Kiss RM. (2005). Muscle activity of shoulder joints in patients with multidirectional shoulder instability[J]. *Physic Thera Sport*, 3(1):93-105.
- [7] Myers JB, Ju YY, Hwang JH, et al. (2004). Reflexive muscle activation alterations in shoulders with anterior glenohumeral instability[J]. *Am J Sports Med*, 32(4):1013-1021.
- [8] McMahon PJ, Lee TQ. (2002). Muscles may contribute to shoulder dislocation and stability[J]. *Clin Orthop Rel Res*, 403:S18-S25.
- [9] Illyes A, Kiss RM. (2005). Muscle activity of shoulder joints in patients with multidirectional shoulder instability[J]. *Physic Thera Sport*, 3(1):93-105.
- [10] Kim SH, Ha KI, Kim HS, et al. (2001). Electromyographic Activity of the Biceps Brachii Muscle in Shoulders With Anterior Instability[J]. *Arthroscopy*, 17(8):864-868
- [11] Itoi E, Newman SR, Kuechle DK, et al. (1994). Dynamic anterior stabilisers of the shoulder with the arm in abduction[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 76(5):834-836
- [12] Pagnani MJ, Deng XH, Warren RF, et al. (1996). Role of long head of biceps brachii in glenohumeral instability: a biomechanical study in cadavers[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 5:255-262.
- [13] Glousman R, Jobe F, Tibone J, et al. (1988). Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 70(2):220-226.

(责任编辑：何聪)