

女子花剑运动员的肌电图分析

张竹君

摘要: 利用表面肌电图仪,对虹口剑校3名优秀女子花剑运动员进行肌电测试,分析这3名运动员在完成刺剑技术动作时的肌电信号变化,探讨女子花剑运动员训练肌肉的肌电活动特点。通过肌电活动及肌肉用力状态,对花剑刺剑技术进行研究,为选择针对性更强的专项训练方法、手段提供建议和参考。

关键词: 花剑; 肌力; 肌电图

中图分类号: G804

文献标志码: A

文章编号: 1006-1207(2011)03-0086-02

EMG Analysis of Women Foil Fencers

ZHANG Zhu-jun

(The Fencing School of Shanghai Hongkou District, Shanghai 200081, China)

Abstract: Adopting surface EMG tester, the author made an EMG test on 3 elite women foil fencers of Hongkou Fencing School so as to analyze the changes of EMG signals when the fencers completing the movement of thrust. The paper tries to find out the characteristics of EMG activity of women foil fencers' muscle in training. It focuses on foil thrust technique through EMG activity and state of muscle force so as to provide suggestions and reference for selecting more effective specific training methods.

Key words: foil; muscle strength; EMG

花剑运动是一项对抗性强、竞争激烈的运动项目,其动作结构为多元变异组合,属技能类同场格斗对抗性项目^[1]。花剑有效刺中面积小,攻防转换快,战术变化多。花剑运动员在比赛中完成动作的速度很快,在双方激烈的大强度对抗当中,运动员的中枢神经系统处于极度紧张和高度兴奋状态,肌肉的活动也必然表现复杂多变的特点。运动员在激烈的对抗比赛中完成各种难度和强度较大的技术动作和战术,要求运动员有很高的竞技能力,同时要求运动员必须具备良好及全面的专项体能^[2]。刺剑的技术动作作为花剑的主要得分手段,随着花剑项目竞赛规则的改变,尤其是针对剑尖与有效刺中目标部位之间,在压力与时间方面规定的变化,使刺剑技术在比赛场上显得更为重要。

近年来,应用表面肌电及其分析技术,研究不同活动水平下肌肉的功能变化,已成为职业医学、运动医学和人机工程学领域肌肉功能评价的一种重要手段。各种肌肉负荷形式下,肌肉收缩力或输出功率的变化与表面肌电信号的振幅间存在着良好的线性关联。在体育科学研究中,运用表面肌电方法间接测定运动过程中肌肉力量、疲劳度、运动技术分析、肌纤维类型及无氧阈值的无损预测等方面均有重要的实用价值^[3]。利用表面肌电图仪,对虹口剑校3名优秀女子花剑运动员进行肌电测试,分析运动员在完成刺剑技术动作时的肌电信号变化,探讨女子花剑运动员训练肌肉的肌电活动特点,为选择针对性更强的专项训练方法、手段提供建议和参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

虹口剑校获得全国冠军赛团体亚军的3名优秀女子花剑

运动员(石×、施×、施×)。

1.2 研究方法

1.2.1 肌电测试

采用芬兰产的Muscle Tester ME3000P8肌电图仪,及MegaWin2.01软件系统进行计算处理。

1.2.2 测试肌肉的选择

主要测试部位包括持剑手臂屈肌、前臂伸肌、肱三头肌、三角肌中部、胸大肌上束、背阔肌。下肢部位有前面脚的小腿前肌、后肌、股后肌,后面脚的小腿后肌、股四头肌、股后肌等。测试时,同一动作分两次完成肌电数据采集。

1.2.3 数据处理

用SPSS10.0软件进行统计处理。

2 结果与分析

2.1 花剑直刺动作肌电活动的基本特征

从肌电与肌力的关系来看,对肌肉收缩力的判断不仅要看肌电的大小,还应同时考虑肌肉的收缩方式、收缩速度、动作的协调性、肌肉神经控制等因素,并结合运动解剖学原理分析各肌群的功能,这样才能正确表达肌电的真正意义。其次,由于不同人体的皮脂厚度、皮下组织电阻强弱等不同原因,对不同运动员的肌电测量,很难用肌电大小来做定量对比分析,只能通过肌电反映各肌肉的贡献率,即用肌电百分比特征来比较。根据运动员肌电的数据与图形,可以显示击剑技术肌电活动,以及肌肉之间的相互配合与协作关系。

2.2 直刺动作肌肉活动特点

完成直刺的动作时,受试者站位于靶前约一剑臂距离。

收稿日期: 2010-12-27

作者简介: 张竹君,女,高级教练,主要研究方向:运动训练。

作者单位:上海市虹口区击剑学校,上海 200081



此时，伸直手臂，能刚好刺到靶子，并要求剑有一定的弯曲度，以保证剑与靶子之间产生足够的压力。

从肌电百分比来看（见表1）：不同运动员在完成刺剑的动作周期内，反映肌肉活动规律的肌电百分比差异比较大，这从另一个角度说明了不同的击剑运动员在完成同一刺剑动作时，其各部位用力肌肉程度是不一样的。总体上讲以持剑臂前臂伸肌、肱三头肌和三角肌前束的活动程度较为明显。

表1 原地直刺动作上肢肌电百分比

Table I EMG Percentage of Arm during the Movement of In-situ Direct Trust

	前臂 屈肌	前臂 伸肌	肱三头肌	三角肌 (斜方肌)	胸大肌 (三角肌前束)	背阔肌
石×	6.5	13.0	13.3	19.6	41.7	5.9
施×	11.1	18.7	21.2	11.9	7.2	29.9
施×	11.5	21.6	30.8	9.7	11.1	15.3
平均	9.7	17.8	21.8	13.7	20.0	17.0

从各个肌电情况分析，可以看出：在完成刺剑时，石×三角肌的活动较强，贡献率达到了41.7%，在所有主要工作肌群中的比率几乎占了一半。在她的技术动作中，主要用力肌群如前臂屈肌、前臂伸肌、肱三头肌斜方肌以及背阔肌的肌电活动强度不如三角肌。这说明她在完成一个刺剑动作的0.2~0.4 s的周期内，无论是预备动作还是出剑刺的动作，三角肌都保持了一定程度的紧张，以保持正确的持剑动作，并平衡前臂及剑的重力，当出剑时，三角肌快速紧张，强有力的收缩为后续动作的完成提供更理想的初始动作速度，手臂快速向前，以达到迅速出剑的目的。从收缩的时间和强度来看，三角肌的负荷量与强度方面高于上肢其它部位，这即有利于爆发性动作的突然性，也能在一定程度上减少能量的消耗，有利于保持体力。因此，从技术角度上讲，这种用力的节奏方式相对较为合理。

2.2 弓步刺动作阶段上肢肌肉肌电活动特征

在弓步刺动作阶段，即脚动开始拉弓步至剑刺到靶子，上肢被测肌肉都明显地显示出肌电活动（见表2），肌电活动占较大比例的肌肉有：三角肌、前臂伸肌、肱三头肌、前臂屈肌。在弓步刺动作过程中，三角肌的贡献率最大（37.3%）。所以三角肌要较大用力，才能快速有效地完成刺剑动作；再者，击剑运动员还需要具备良好的三角肌耐力，因为这是在实战姿势中维持和保证手臂活动的关键。当其它肌肉完成进攻和防守动作时，三角肌起一种协同作用。这是因为手要控制剑，保持剑稳定，故前臂屈肌和伸肌要有一定的紧张度^[4]。刺剑是手

表2 弓步刺动作上肢肌肉肌电百分比

Table II EMG Percentage of Arm Muscle during the Movement of Lunge

	前臂 屈肌	前臂 伸肌	肱三头肌	三角肌 (斜方肌)	胸大肌 (三角肌前束)	背阔肌
石×	8.7	16.3	10.8	21.3	37.3	5.6
施×	7.6	10.1	12.6	15.1	29.1	25.5
施×	9.0	12.5	16.7	17.0	22.8	22.0
平均	8.4	13.0	13.4	17.8	29.7	17.7

臂的快速前伸，需要肱三头肌爆发用力，所以此阶段肱三头肌的贡献率最大。运动员在平时的训练中，要重视这几块肌肉快速力量及耐力的训练。

2.3 弓步刺动作阶段下肢肌肉肌电活动特征

通过表3中的肌电百分比可知，下肢主要肌肉基本上都参与了工作，特别是完成弓步蹬伸动作的后腿肌群，肌电活动较强的小腿后群肌贡献率达到27.3%，大腿后肌群达到25.5%，其它主要肌群肌电活动也比较强。这是因为，在弓步刺的过程中，弓步需要后腿用力蹬伸，后腿股后肌和股四头肌发力使膝关节快速伸展，推动身体向前运动，后腿这些肌肉在完成弓步动作中起到了主动肌的作用，同样前小腿前肌和后肌，前腿股后肌也起一定的作用。如果在比赛中，运动员实施弓步简单一次性强攻，下肢部位其它肌肉群的活动强度就会强一些，如果通过步伐转换来实施攻防结合，相对一次性简单强攻来讲肌肉群活动强度就会减弱一些，因为运动员要完成进攻与防守的合理转换^[5]。

表3 弓步刺动作下肢肌肉肌电百分比

Table III EMG Percentage of Leg Muscle during the Movement of Lunge

	后小腿 前肌	后小腿 后肌	后大腿 后肌	前小腿 后肌	前大腿 前肌	前大腿 后肌
石×	14.3	27.3	25.5	10.3	10.0	12.6
施×	5.9	4.5	7.8	8.0	29.7	44.1
施×	20.6	15.0	17.9	8.9	21.8	15.8
平均	13.6	15.6	17.1	9.1	20.5	24.1

另外，通过肌电图谱我们可以看出，水平高的运动员在连续刺的动作中，肌电活动的节奏更加明显，在向前进攻阶段主要部位肌电绝对值较大，而在回撤阶段肌电值较小，这一特点相当突出。上述现象一方面说明水平高的运动员，其出剑动作的爆发性、果断性、突然性，另一方面也说明了动作协调性好、动作不紧张不僵化，有利于运动当中的能量节省化。花剑运动员肌肉工作的上述特点也提示我们，花剑运动员在训练或比赛前进行合理的准备活动对击剑运动员意义重大，其积极性主要体现在两个方面，其一是作好一般性和专门性准备活动，对身体可能益处是加速肌肉的血流，加速含氧血红蛋白的分解，改善肌肉的氧供，加速循环减少阻力；另一方面能够有效提高神经的传导速率，加大神经受体的敏感性，降低结缔组织的硬度，减少撕伤的可能性，改善了心血管对突然应激的反应，有利于心理放松，集中精力^[1]。毋庸置疑，这在紧张激烈的对抗中，击剑选手充分发挥自身的判断反应能力是至关重要的。

当然，从数据中我们也可以看到，不同的运动员在完成同样的一个技术动作时，其不同肌肉部位用力的程度是完全不同的，肌肉用力在空间与时机的把握上是不同的。这一方面要求教练员根据自己的感觉来判断运动员用力的方式是否合理，如根据运动员动作的速度、协调性、动作连贯性、以及后续动作的完成情况来判断运动员各部位用力的状况，为运动员技术动作的调整提供更直观的依据。



- [6] Hu M, Finni T, Zou L, et al. (2009). Effects of strength training on work capacity and parasympathetic heart rate modulation during exercise in physically inactive men[J]. *Int J Sports Med.* 30(10):719-24.
- [7] Beckers PJ, Denollet J, Possemiers NM, et al. (2008). Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized study[J]. *Eur Heart J.* 29(15):1858-66.
- [8] Jankowska EA, Wegrzynowska K, Superlak M, et al. (2008). The 12-week progressive quadriceps resistance training improves muscle strength, exercise capacity and quality of life in patients with stable chronic heart failure[J]. *Int J Cardiol.* 130(1):36-43
- [9] Conraads VM, De Maeyer C, Beckers P, et al. (2008). Exercise-induced biphasic increase in circulating NT-proBNP levels in patients with chronic heart failure[J]. *Eur J Heart Fail.* 10(8): 793-5.
- [10] Miche E, Roelleke E, Wirtz U, et al. (2008). Combined endurance and muscle strength training in female and male patients with chronic heart failure[J]. *Clin Res Cardiol.* 97(9):615-22.
- [11] Mandic S, Tymchak W, Kim D, et al. (2009). Effects of aerobic or aerobic and resistance training on cardiorespiratory and skeletal muscle function in heart failure: a randomized controlled pilot trial[J]. *Clin Rehabil.* 23(3):207-16.
- [12] Karlsen T, Helgerud J, Stoylen A, et al. (2009). Maximal strength training restores walking mechanical efficiency in heart patients [J]. *Int J Sports Med.* 30(5):337-42.
- [13] Voors AA. (2009). The value of physical training in patients with heart failure[J]. *Ned Tijdschr Geneesk.* 153:A666.
- [14] 周丽程, 郑杨. 脑钠素、N-末端脑钠素前体与心血管疾病[J]. *中国心血管病研究* 2007, 5 (12): 937
- [15] Oliveira AS, Goncalves M. (2009). Positioning during resistance elbow flexor exercise affects electromyographic activity, heart rate, and perceived exertion[J]. *J Strength Cond Res.* 23 (3):854-62.

(责任编辑: 何聪)

(上接第87页)

3 结论及建议

3.1 女子花剑运动员在完成原地刺的技术动作时, 持剑臂前臂屈肌、肱三头肌、三角肌以及斜方肌的收缩活动加强。在完成一个刺剑动作的0.2~0.4 s的周期内无论是预备动作还是出剑刺的动作, 三角肌都保持了一定程度的紧张, 当出剑时, 三角肌快速紧张, 强有力的收缩为后续动作的完成提供更理想的初始动作速度, 手臂快速向前, 以达到迅速出剑的目的。这种用力的节奏方式相对较为合理。

3.2 女子花剑运动员在完成弓步刺的动作时, 三角肌的贡献率最大。建议运动员及教练员在平时的训练中, 注意进一步加强三角肌快速力量及耐力的训练。

3.3 女子花剑运动员在完成弓步刺的动作时, 下肢部位小腿后肌、股四头肌及后肌要加强。建议花剑运动员在比赛前一定要做好准备活动。

3.4 不同运动员在完成同样的一个技术动作时, 其不同肌肉部位用力的程度是完全不同的, 教练员还应根据自己的感觉来判断运动员用力的方式是否合理, 如根据运动员动作的速

度、协调性、动作连贯性以及后续动作的完成情况来判断运动员各部位用力的状况, 为运动员技术动作的调整提供更直观的依据。

参考文献:

- [1] 俞继英, 李惟仁. 奥林匹克击剑[M]. 北京: 人民体育出版社, 2001.
- [2] 卢刚. 对花剑技战术训练的探讨[J]. 安徽体育科技, 1997.
- [3] 俞劲楠, 伊藤章. 短跑道速滑起跑动作及肌电图分析[J]. 山西师大体育学院学报, 2010.
- [4] 王伟新. 浅谈击剑运动中的战术意识[J]. 南京体育学院学报, 2002.
- [5] 冯连世, 冯美云, 冯炜权. 优秀运动员身体机能评定方法[M]. 北京: 人民体育出版社, 2003, 07.
- [6] 王健. 运动生理学研究技术[M]. 浙江大学出版社, 2000, 9.
- [7] 那兰, 荆树森. 优秀速度滑冰运动员肌电图分析[J]. 冰雪运动, 1998.

(责任编辑: 何聪)