

• 运动人体科学 •

短距离速滑弯道滑跑与弯道牵引腿部肌电特征的比较

李芙蓉, 陈月亮, 吴新炎

(湖北理工学院 体育部, 湖北 黄石 435000)

摘 要: 运用表面肌电和高速摄影同步技术, 结合功能解剖学, 对比分析弯道滑跑和弯道牵引单步周期的肌电振幅曲线和时间、肌电参数, 发现: (1) 两者单步周期用时差异具有显著性, 蹬冰期用时差异没有显著性。 (2) 两者单步周期肌肉振幅峰值都出现在蹬冰期, 动作时相也一致。 两者右单步周期踝关节肌群、股后肌群和臀大肌振幅峰值差异明显, 左单步周期踝关节肌群差异明显。 (3) 两者右单步周期踝关节肌群、股后肌群和臀大肌 IEMG 差异明显, 左单步周期踝关节肌群 IEMG 差异明显。 结果表明: 两者因为使用器械的不同, 单步周期踝关节肌肉收缩形式和动作模式不一致; 两者单步周期蹬冰期股四头肌收缩形式和动作模式一致, 右腿膝关节运动时肌肉间的协调模式不一致, 左腿膝关节运动时肌肉间的协调模式一致; 弯道牵引练习时, 通过加大牵引力量, 刺激肌肉运动单位募集水平提高, 长期练习可以形成适应性, 进而提高弯道滑冰加速能力。

关 键 词: 运动生理学; 短距离速滑; 弯道滑跑; 弯道牵引; 单步周期; 表面肌电

中图分类号: G808.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2014)03-0127-05

A comparison of the characteristics of leg myoelectricity generated during curve skating and traction simulated curve skating for short distance speed skating

LI Fu-rong, CHEN Yue-liang, WU Xin-yan

(Department of Physical Education, Hubei Polytechnic University, Huangshi 435000, China)

Abstract: By applying surface myoelectricity and high speed photography synchronization technology, coupled with functional anatomy, the authors comparatively analyzed myoelectricity amplitude curves and times as well as myoelectricity parameters in the single foot skating period of curve skating and traction simulated curve skating, and revealed the following findings: 1) between the two types of curve skating, the difference in the time used in the single foot skating period was significant, while the difference in the time used in the ice striking period was not significant; 2) between the two types of curve skating, muscle amplitude peak values in the single foot skating period appeared in the ice striking period, and the time phases of movement were consistent as well; the differences in amplitude peak values of the ankle joint muscle group, hamstring muscle group and gluteus maximus in the single right foot skating period were significant; the difference in the ankle joint muscle group in the single left foot skating period was significant; 3) between the two types of curve skating, the differences in the IEMG of the ankle joint muscle group, hamstring muscle group and gluteus maximus in the single right foot skating period were significant; the difference in the IEMG of the ankle joint muscle group in the single left foot skating period was significant. The said findings indicated the followings: between the two types of curve skating, due to the difference of instruments used, ankle joint muscle contraction forms and movement modes in the single foot skating period were inconsistent; quadriceps contraction forms and movement modes in the ice striking period of the single foot skating period were consistent; when the right leg ankle joint moved, the mode of coordination between muscles was inconsistent; when the left leg ankle joint moved, the mode of coordination between muscles was consistent; during the practice of traction simulated curve skating, we can stimulate the enhancement of the moving

收稿日期: 2014-01-06

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2009BAK57B05); 国家体育总局奥运公关课题(2012A022)。

作者简介: 李芙蓉(1978-), 女, 讲师, 硕士, 研究方向: 运动训练学。通讯作者: 陈月亮。E-mail: lifurong_20071002@126.com

unit gathering performance of muscles by increasing traction power, form adaptability through practice over a long period of time, and then improve the skaters' ability to accelerate during curve skating.

Key words: sports physiology; short distance speed skating; curve skating; traction simulated curving skating; single foot skating period; surface myoelectricity

弯道技术是短距离速滑项目的重要技术,合理利用弯道加速能节省体能,是获得更好运动成绩的关键。黄达武等^[1]在研究于静 500 m 速度滑冰全程速度节奏特征时发现,运动员降低入第 1 弯道速度,节省体能,合理利用弯道加速,第 2 直道上不过分加速,入第 2 弯道后快速蹬冰再次加速会获得更好成绩,弯道加速不理想对竞赛成绩有显著性影响。弯道牵引训练利用绳索牵引制造类似弯道时身体向心倾角,在陆上模拟弯道滑跑技术,是目前各国运动员广泛采用的陆上弯道技术练习方法。采集我国优秀短距离速滑选手弯道牵引和实地弯道滑跑单步周期肌电数据,分析两者动作结构、肌肉协调模式和肌肉电活动时间、强度的异同,可以对我国速滑训练实践中弯道牵引训练方法的可行性进行判断,可以为训练实践提供理论依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究以中国女子速度滑冰队重点队员张虹、于静、王北星和金佩玉 4 名运动员为实验对象。实验前就测试目的、实验方法和步骤对运动员进行说明,确

保运动员明确实验意图、实验方法和注意事项。实验前 24 h 运动员无剧烈运动,无伤病。

1.2 研究方法

1) 实验法。

(1)实验器材:TM-6710CL 高速摄像机 1 台、芬兰 MEGA 电子有限公司生产的 ME6000-T16 肌电测试系统 1 套,摄像、肌电测试同步装置 1 套。

(2)实验方法:实验按测试项目分为陆上弯道牵引测试和冰上弯道滑跑测试。陆上采用摄像和肌电同步测试连续 5 次弯道牵引动作;冰上采用摄像和肌电同步测试标准赛道 500 m 全程滑跑动作,选取其中连续 5 次弯道滑跑动作。经预实验后选取胫骨前肌、腓肠肌外侧头、股四头肌内侧头、股四头肌外侧头、股四头肌直肌、股二头肌、半腱肌和臀大肌 8 块肌肉,选用 Ag-AgCl 电极,每个记录部位的两电极相距 2 cm,采集频率为 1 000 Hz,电极放置如图 1。放置电极时先用砂纸打磨肌腹去角质,再用医用棉沾脱脂酒精清洁皮肤,然后贴放电极,用弹性带固定电极,注意松紧适宜,既要保证运动时电极不脱落,又不能影响技术动作的完成效果。

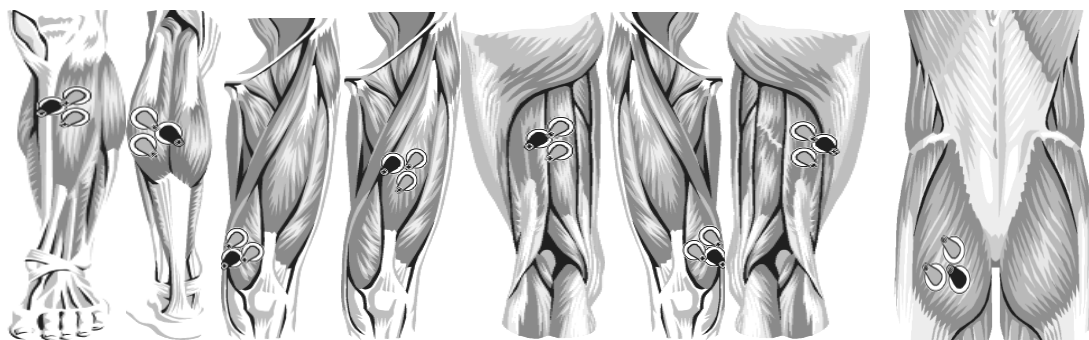


图 1 左腿肌肉电极放置点

(3)实验控制:严格控制弯道滑跑和弯道牵引实验前准备活动内容,做到采样前负荷一致,要求运动员在实验时竭尽全力。弯道滑跑采集第 1 个弯道第 2~6 复步连续 5 个动作周期;弯道牵引时先进行第 1 直道模拟练习后立刻进行实验,确保两者实验前肌肉疲劳度保持一致,采集 2~6 连续 5 个动作周期。通过实验前和实验过程中素材选择的控制,确保实验肌电参数不受肌肉疲劳程度的影响。

(4)数据处理:由于肌电信号的不稳定性^[2-4],为了

保证数据的代表性和可靠性,数据采用弯道滑跑与弯道牵引连续 5 次肌电数据平均值,弯道滑跑与弯道牵引连续 5 次表面肌电图先进行全波整流处理,截取弯道滑跑与弯道牵引连续 5 次 RMS(均方根)时域转换肌电图,然后对连续 5 次 RMS 肌电图进行叠加平均处理,最终得出弯道滑跑与弯道牵引平均肌电图,叠加平均处理的数据经过格式转换后再进行相关参数的计算与处理。

2) 数理统计。

肌肉贡献率也称肌肉做功百分比,是指一块肌肉

在完成某一动作时积分肌电值与所测参与完成该动作所有肌肉积分肌电总和的百分比值, ME6000-T16 肌电测试系统自带软件会自动给出所测每块肌肉的做功百分比值。所测各肌肉做功百分比值的大小一定程度上反映了所测各肌肉在完成动作时发挥作用的大小。弯道滑跑与弯道牵引连续 5 次动作周期腿部 8 块肌肉肌电数据, 包括时间、肌电峰值和 IEMG(积分肌电值) 等数据输入 SPSS17.0, 进行配对 T 检验(双侧)得出 P 值等相关参数。 $P < 0.05$ 表示差异显著性, $P < 0.01$ 表示差异非常显著性。

3) 单步周期动作时相划分。

速度滑冰单步动作周期起止点定义为从发力脚离地起到下一动作发力脚离地止^[5-6]。实验设置起始两个同步点, 通过单步周期膝关节运动特征划分动作时相并找出各阶段同步点。根据速度滑冰足底压力单步周期模型^[6], 把速度滑冰单步周期划分为收腿、落腿、承接重心、支撑重心、蹬冰和后蹬冰 6 个阶段。本研究根据单步周期发力脚时空特征划分为摆动期、蹬冰期 2 个时期。摆动期发力脚处于腾空状态, 包括收腿、落腿阶段, 蹬冰期发力脚处于触冰状态, 包括重心转移(承接重心、支撑重心)、蹬冰阶段。

2 结果与分析

2.1 单步周期各阶段用时比较

从表 1 可以看出, 弯道滑冰左、右周期用时与弯道牵引左、右周期用时差异都存在显著性。

表 1 弯道滑冰与弯道牵引单步周期总用时和各时期用时比较

动作	总用时/s ($\bar{x} \pm s$)	摆动期用 时比例%	蹬冰期用 时比例/%
弯道滑冰右腿	0.96±0.02	40	60
弯道牵引右腿	1.10±0.10 ¹⁾	46	54
弯道滑冰左腿	0.97±0.05	40	60
弯道牵引左腿	1.12±0.09 ²⁾	44	56

1)与弯道滑冰右腿比较, $P < 0.05$; 2)与弯道滑冰左腿比较, $P < 0.05$

表 1 还显示, 弯道滑冰左、右单步周期摆动期用时比例为 40%, 弯道牵引右单步周期用时比例为 46%, 左单步周期用时比例为 44%, 可以看出弯道牵引单步周期摆动期用时比例更高, 弯道牵引总用时明显更长, 表明弯道牵引摆动期用时明显更长; 弯道牵引右单步周期蹬冰期占时比例 54%, 左单步周期蹬冰期占时比例为 56%, 弯道滑冰左、右单步周期占时比例都为 60%, 可以看出弯道牵引左、右单步周期蹬冰期占时比例都低于弯道滑冰, 而弯道牵引单步周期用时要长于弯道滑冰, 通过统计分析发现, 弯道牵引和弯道滑

冰在蹬冰期的用时差异没有显著性($P > 0.05$)。综上所述, 弯道牵引和弯道滑冰两者单步周期总用时差异有显著性, 但蹬冰期用时差异没有显著性。

2.2 单步周期各阶段动作时相振幅曲线比较

RMS 振幅曲线可以判断肌肉活动的时程长短、肌电活动的强度以及肌肉的协调模式^[7-8]。弯道滑冰与弯道牵引单步周期肌电振幅曲线趋势相似, 在摆动期腿部肌电兴奋程度不高, 蹬冰期腿部肌肉电活动剧烈, 股四头肌和股后肌群在重心转移阶段和蹬冰阶段都呈现“倒 U 型”振幅曲线特征, 振幅呈现双峰现象。两者肌电振幅曲线也存在差异, 两者右单步周期比较, 在摆动期踝关节肌群都出现电活动, 振幅曲线呈现弯道滑冰时间短、波动大, 弯道牵引时间长、波动小的特点; 两者膝关节屈肌股后肌群振幅曲线特征相似, 但弯道滑冰电兴奋程度更高; 膝关节伸肌股四头肌和臀大肌电活动处于静息状态。两者左单步周期比较, 在摆动期肌肉电位振幅曲线特征和右腿大致相同, 只是弯道滑冰左腿在落腿股内肌和股直肌有明显振幅曲线, 而弯道牵引股四头肌电活动处于静息状态, 表明弯道滑冰落腿阶段可能主动性更强。弯道滑冰与弯道牵引单步周期肌电振幅蹬冰期比较, 踝关节肌群两者振幅曲线趋势基本一致, 从电活动兴奋度来看, 弯道滑冰时电活动更明显, 胫骨前肌在重心转移阶段电活动明显, 到蹬冰期减弱, 直至灭活, 腓肠肌重心转移阶段电活动处于静息状态, 蹬冰期出现激烈电活动。弯道滑冰和弯道牵引股四头肌、股后肌群和臀大肌都表现出“双峰现象”, 在蹬冰阶段肌肉的振幅峰值出现的时间也一致, 表明两者在蹬冰阶段腓膝关节肌群和臀大肌一起爆发用力, 主动肌和拮抗肌出现共激活现象。

2.3 肌电峰值比较

动作电位的振幅代表放电的强度, 代表神经同步募集运动单位数量。肌电振幅峰值体现了肌肉收缩时的最大放电强度, 是肌肉的最大用力点。振幅曲线显示, 弯道滑冰和弯道牵引单步周期所有肌肉放电振幅峰值都出现在蹬冰期, 且动作时相基本一致。胫骨前肌峰值都出现在重心转移阶段, 原因可能是短距离速滑项目为减小风阻, 滑行时普遍低重心, 在重心转移阶段为维持踝关节稳定, 要求胫骨前肌剧烈放电; 腓肠肌峰值都出现在蹬冰阶段, 因为蹬冰阶段属于爆发用力, 此时踝关节拓屈。股四头肌、股后肌群和臀大肌在重心转移和蹬冰阶段出现幅值相当的振幅峰值。

从表 2 可以看出, 弯道滑跑和弯道牵引右单步周期胫骨前肌、半腱肌和臀大肌峰值差异具有显著性, 腓肠肌和股二头肌差异具有非常显著性, 股四头肌差异不具显著性, 表明两者右单步周期踝关节肌群、股

后肌群和臀大肌振幅峰值差异明显；左单步周期腓肠肌差异具有显著性，胫骨前肌差异具有非常显著性，

股四头肌、股后肌群和臀大肌差异没有显著性，表明两者踝关节肌群差异明显。

表 2 弯道滑冰与弯道牵引单步周期肌电峰值 ($\bar{x} \pm s$) 比较

肌肉	μV			
	弯道滑冰右腿	弯道牵引右腿	弯道滑冰左腿	弯道牵引左腿
胫骨前肌	1 916±642	1 364±300 ¹⁾	1 658 ±209	721±197 ³⁾
腓肠肌	1 530±142	487±128 ²⁾	1 659 ±323	729 ±207 ⁴⁾
股内肌	3 086±456	2 550±762	3 395 ±542	2 888 ±394
股外肌	1 451±222	1 231 ±351	2 040 ±457	1 581 ±253
股直肌	1 242±335	1 091±153	715 ±162	468±138
股二头肌	1 169±209	551 ±67 ²⁾	1 345 ±213	1 141 ±275
半腱肌	1 213±337	697±148 ¹⁾	948 ±166	924±297
臀大肌	479±69	357 ±21 ¹⁾	328±73	239 ±43

1)与弯道滑冰右腿比较, $P<0.05$; 2)与弯道滑冰右腿比较, $P<0.01$; 3)与弯道滑冰左腿比较, $P<0.01$; 4)与弯道滑冰左腿比较, $P<0.05$

2.4 IEMG 比较

IEMG 反映一定时间内肌肉中参与活动的运动单位的放电总量,用于分析肌肉在单位时间内的收缩特性^[9]。单步周期中,摆动期发力腿处于腾空且动作速度慢,从振幅曲线来看腿部肌肉放电也很微弱,股四头肌、臀大肌电活动处于静息状态,可忽略不计,因此蹬冰期股四头肌 IEMG 基本可代表整个单步周期

IEMG。弯道滑跑发力脚是冰刀支撑,支撑面比弯道牵引时小,远端固定时踝关节稳定和拓屈更困难,从表 3 可以看出,弯道滑冰时踝关节肌群 IEMG 明显大于弯道牵引(右腿胫骨前肌差异具有显著性,其余都差异具有非常显著性)。左单步周期股四头肌、股后肌群和臀大肌差异不具显著性;右主动肌股四头肌差异不具显著性,拮抗剂股后肌群差异具有非常显著性。

表 3 弯道滑冰与弯道牵引单步周期 IEMG ($\bar{x} \pm s$) 比较

肌肉	μVs			
	弯道滑冰右腿	弯道牵引右腿	弯道滑冰左腿	弯道牵引左腿
胫骨前肌	474±76	363±42 ¹⁾	588 ±47	258±43 ³⁾
腓肠肌	315±38	158±42 ²⁾	502 ±39	158±20 ³⁾
股内肌	669±74	674±129	1 111 ±72	1 094±97
股外肌	380±48	337±48	444 ±66	418 ±55
股直肌	322±46	295±65	173 ±12	145 ±18
股二头肌	333±16	180±17 ²⁾	319 ±31	307 ±57
半腱肌	347±33	192±26 ²⁾	328 ±6	335 ±39
臀大肌	146±9	91±9 ²⁾	92±14	82±9

1)与弯道滑冰右腿比较, $P<0.05$; 2)与弯道滑冰右腿比较, $P<0.01$; 3)与弯道滑冰左腿比较, $P<0.01$

肌肉贡献率用于描述肌肉在完成动作过程中的重要性,多数文献中取 IEMG 排名前 4 的肌肉做为完成动作的主要用力肌肉。从表 4 可以看出,弯道滑冰右腿主要用力肌肉依次是股内肌、胫骨前肌、股外肌和半腱肌,说明踝关节肌群、股四头肌和股后肌群在弯道滑冰动作完成过程中起主要作用;弯道牵引右腿主要用力肌肉依次是股内肌、胫骨前肌、股外肌和股直肌,说明踝关节肌群和股四头肌在弯道牵引动作完成过程中起主要作用。综上所述,股后肌群在弯道滑冰右单步周期中作用更重要,原因是弯道牵引股后肌群共激活程度低于弯道滑冰,电活动不够剧烈。从表 4 还可以看出,弯道滑冰左腿主要用力肌肉依次是股内肌、胫骨前肌、腓肠肌和股外肌,说明踝关节肌群和股四头肌在弯道滑冰动作完成过程中起主要作用;弯道牵引左腿主要用力肌肉依次是股内肌、股外肌、半腱肌和股二头肌,说明股四头肌和股后肌群在弯道牵

引动作完成过程中起主要作用。表明踝关节肌群在弯道滑冰左单步周期中作用更重要,股后肌群在弯道牵引左单步周期中作用更重要,原因是弯道滑冰维持踝关节稳定和拓屈更困难,放电更剧烈。

表 4 IEMG 贡献率排序

肌肉	贡献率排序			
	弯道滑冰右腿	弯道牵引右腿	弯道滑冰左腿	弯道牵引左腿
胫骨前肌	2	2	2	5
腓肠肌	7	7	3	6
股内肌	1	1	1	1
股外肌	3	3	4	2
股直肌	6	4	7	7
股二头肌	5	6	6	4
半腱肌	4	5	5	3
臀大肌	8	8	8	8

3 讨论

研究结果显示,胫骨前肌在弯道滑冰左、右单步周期动作过程中都是主要做功肌肉之一,在摆动期,理论

上踝关节肌群应该放松,电活动处于静息状态,缓解蹬冰期剧烈放电导致的疲劳^[10]。但研究结果显示,胫骨前肌在弯道滑冰和弯道牵引单步周期摆动期内有明显电位活动,而且弯道滑冰放电强度高于弯道牵引,有关研究认为,胫骨前肌在摆动期的放电主要原因可能是为了控制冰刀姿态,踝关节有背屈脚,腿与冰刀结合技术不佳也可能是原因,而弯道牵引单步周期摆动期也有放电可能,是由于运动员弯道技术惯性造成^[11]。弯道滑冰是以冰刀作为器械的有器械运动,弯道牵引是无器械运动,弯道滑冰冰刀支撑面更小,同时还增加了足底高度,因此在蹬冰期维持踝关节稳定性和拓屈发力难度更高。张立等^[12]在研究不同形式肌肉收缩时的肌电特征时发现,相同时间内肌肉收缩形式不同,振幅峰值存在显著性差异,肌肉收缩越快,峰值越高。杨静宜等^[13]的研究证明了同一动作模式下不同速度运动形式,肌肉IEMG不存在显著性差异。研究结果显示,弯道滑冰踝关节肌群振幅峰值和IEMG都明显大于弯道牵引,表明因为器械的不同,弯道滑冰和弯道牵引在整个单步周期,踝关节肌肉收缩形式和动作模式不一致。

研究结果显示,弯道滑冰和弯道牵引左、右单步周期蹬冰期主动肌股四头肌振幅峰值和IEMG差异没有显著性,两者蹬冰期用时差异没有显著性,振幅曲线也基本一致,都呈双峰曲线,表明两者主动收缩形式和收缩速度基本一致。两者右单步周期膝关节运动拮抗肌股后肌群振幅峰值和IEMG呈显著性差异,弯道牵引共激活程度低,表明两者右腿膝关节运动时肌肉间的协调模式不一致;两者左单步周期膝关节运动拮抗肌股后肌群振幅峰值和IEMG差异无显著性,表明两者左腿膝关节运动时肌肉间的协调模式一致。

短距离速度滑冰项目成绩主要取决于蹬伸肌群快速做功的能力^[14],动作时间的长短取决于大脑皮层快速同步募集运动单位的强度和肌肉中快肌纤维百分比组成^[15]。大量研究发现力量训练不同,引起肌纤维选择性肥大种类也不同。而某一特定肌肉运动方式可促使运动单位募集这一神经——肌肉生理过程产生适应性的变化^[12]。研究结果显示,弯道牵引单步周期蹬冰期用时与弯道滑冰差异没有显著性,两者蹬伸肌群股四头肌动作模式一致,因此弯道牵引练习在神经——肌肉动员过程与实际弯道滑冰一致,弯道牵引练习在保持运动员技术感知、体会动作细节上有很好的作用。

通过对弯道滑跑和弯道牵引两者单步周期时间、肌电参数对比分析,以及两者振幅曲线比较。发现:因为两者使用器械的不同,单步周期踝关节肌肉收缩形式和动作模式不一致;两者单步周期蹬冰期主动肌股四头肌收缩形式和动作模式一致,右腿膝关节运动

时肌肉间的协调模式不一致,左腿膝关节运动时肌肉间的协调模式一致;弯道牵引练习时,通过加大牵引力量,能促使肌肉更高运动单位募集水平,长期练习可以形成适应性,进而提高弯道滑冰加速能力。

参考文献:

- [1] 黄达武,陈月亮,吴瑛. 于静速度滑冰全程速度节奏研究[J]. 体育文化导刊, 2012(3): 79-84.
- [2] 王健,金小刚. 表面肌电信号分析及其应用研究[J]. 中国体育科技, 2000, 36(8): 27-29.
- [3] 罗小兵,马建. 肌电图在运动性平疲劳研究中的应用现状[J]. 成都体育学院学报, 1999(4): 66-70.
- [4] 王健. 动态运动诱发腰部脊竖肌疲劳过程中EMG信号变化特征[J]. 中国体育科技, 2001, 37(4): 9-20.
- [5] 林嘉,陈小平. 肌电与足底压力同步测量在对我国优秀速滑运动员蹬冰单步周期研究中的应用[J]. 天津体育学院学报, 2006, 21(3): 202-204.
- [6] 陈月亮. 我国优秀短距离速滑运动员体能训练的理论与实践研究——以500m项目为例[M]. 北京:北京体育大学出版社, 2009.
- [7] 刘述芝. 我国优秀男子跳远运动员起跳环节肌肉用力特征及其训练监测系统开发的研究[D]. 上海:上海体育学院, 2011: 43.
- [8] 罗炯,金季春. 表面肌电的处理方法及在体育科研中应用前景[J]. 福建体育科技, 2005, 24(2): 31-34.
- [9] 毕然然,崔芳. 表面肌电及等速肌力测试技术在肩关节运动损伤评估中的应用[J]. 中国运动医学杂志, 2013, 23(4): 84-88.
- [10] 吴新炎,李芙蓉. 优秀短距离速度滑冰运动员王北星途中滑跑腿部肌肉肌电特征研究[J]. 运动, 2013, 60(2): 17-19.
- [11] 吴新炎,陈月亮,李芙蓉. 优秀速滑选手于静实地滑冰和陆上模拟滑冰肌电特征比较研究[J]. 天津体育学院学报, 2012, 27(6): 61-64.
- [12] 张立,王仁纲. 不同形式肌肉收缩时肌电参数变化特征及机制[J]. 武汉体育学院学报, 2008, 42(12): 51-55.
- [13] 杨静宜,王瑞元. 股四头肌等速向心收缩肌电图测定与分析[J]. 北京体育大学学报, 1995, 18(4): 28-34.
- [14] 陈月亮. 论我国优秀女子短距离速滑运动员专项体能结构模型特征[J]. 首都体育学院学报, 2009, 21(6): 713-716.
- [15] Larsson L, Forsberg. Morphological muscle characteristics in rower[J]. Canadian Journal of Applied Sport Science, 1980(5): 239-244.