



## 女子拳击运动员有氧和无氧耐力素质与竞技表现的关联性研究

### Research on the Correlation between Endurance Quality and Competitive Performance of Women's Boxing Athletes

曹国欢<sup>1,2</sup>, 王润强<sup>2</sup>, 赵 彧<sup>2</sup>, 温天皓<sup>2</sup>, 邵 佳<sup>2</sup>, 高 也<sup>2</sup>, 苏 浩<sup>2\*</sup>  
CAO Guohuan<sup>1,2</sup>, WANG Runqiang<sup>2</sup>, ZHAO Yu<sup>2</sup>, WEN Tianhao<sup>2</sup>, SHAO Jia<sup>2</sup>,  
GAO Ye<sup>2</sup>, SU Hao<sup>2\*</sup>

**摘要:**目的:探究女子拳击运动员有氧和无氧耐力素质与竞技表现的关系。方法:于2018—2019年夏训与冬训期间,对20名女子拳击运动员进行有氧耐力和无氧耐力素质指标收集,并对模拟比赛进行录像分析,通过观看回放提取女子拳击运动员时间-运动表现和技战术表现指标。将耐力素质指标测试数据与竞技表现数据进行对应匹配。采用典型性相关分析耐力素质与竞技表现之间的相关关系。结果:1)有氧和无氧耐力素质与竞技表现呈高度正相关关系( $r=0.96$ ,  $r=0.88$ );2)与竞技表现密切相关的有氧和无氧耐力素质指标为最高血乳酸值( $\Delta LA_{max}$ )、最大通气量(MVV)、每搏输出量(SV)、体脂率(F%);3)与有氧和无氧耐力素质密切相关的竞技表现指标为两拳以上组合次数(2-PC)、活动休息比(A:R)、总停止时间(TST)、裁判停止时间(RST)、总出拳次数(TP)、每分钟出拳次数(PM)、总防守次数(TD)。结论:1)女子拳击运动员的有氧和无氧耐力素质与竞技表现整体呈高度正相关,有氧和无氧耐力素质的提高均有助于促进竞技表现的提高。2)有氧耐力素质中,最大通气量指标与女子拳击运动员竞技表现正相关程度最高,肺通气能力的变化可能是影响竞技表现发挥的重要因素。3)无氧耐力素质中,最高血乳酸值与女子拳击运动员竞技表现正相关程度最高,良好的乳酸耐受能力和糖酵解能力可能对竞技表现产生强影响。

**关键词:**耐力素质;有氧耐力;无氧耐力;竞技表现;拳击;女子运动员

#### 基金项目:

中央高校基本科研业务费专项资金项目(2018PT009);上海市科学技术委员会科研计划项目(19dz1200700)

#### 第一作者简介:

曹国欢(1994-),男,硕士,主要研究方向为运动训练与机能监控, E-mail: caoguohuan@shriss.cn。

#### \*通信作者简介:

苏浩(1982-),男,副教授,博士,硕士研究生导师,主要研究方向为运动促进健康, E-mail: suhao1982@163.com。

#### 作者单位:

1. 上海体育科学研究所(上海市反兴奋剂中心),上海 200030;
2. 北京体育大学,北京 100084
1. Shanghai Research Institute of Sports Science & Shanghai Anti-Doping Agency, Shanghai 200030, China;
2. Beijing Sport University, Beijing 100084, China.

**Abstract:** Objective: To clarify the relationship between aerobic and anaerobic endurance quality and competitive performance of women boxers. Methods: A total of 20 women in boxing were studied. The test method is used to collect aerobic endurance and anaerobic endurance quality indicators. The video method was used to extract the time-motion and technique-tactical performance of women boxers. The test data of endurance quality in the same period were matched with the competitive performance data extracted from the video. The typical correlation method was used to analyze the correlation between the two groups of indicators of endurance quality and competitive performance. Results: 1) There is a highly positive correlation between aerobic and anaerobic endurance quality and competitive performance ( $r=0.96$ ;  $r=0.88$ ); 2) The aerobic and anaerobic endurance quality indicators closely related to competitive performance are  $\Delta LA_{max}$ , MVV, SV and F%; 3) the competitive performance indicators closely related to aerobic and anaerobic endurance quality are 2-PC, A : R, TST, RST, TP, PM and TD. Conclusions: 1) The aerobic and anaerobic endurance qualities are highly positively correlated with the competitive performance of women boxers ( $r=0.96$ ;  $r=0.88$ ). The improvement of aerobic and anaerobic endurance qualities can help promote the performance of athletics. 2) Among aerobic endurance qualities, the maximal ventilatory volume has the highest positive correlation with the competitive performance of women boxers. Changes in lung ventilation capacity may be an important factor affecting the performance of competitive performance. 3) Among anaerobic endurance qualities, the highest blood lactic acid value has the highest positive correlation with

the performance of women boxers. Higher lactic acid tolerance and glycolytic capacity may be the higher impact on competitive performance.

**Keywords:** endurance quality; aerobic endurance; anaerobic endurance; competitive performance; boxing; female athletes

**中图分类号:**G804.2 **文献标识码:**A

近年来,我国女子拳击运动员虽然在世界大赛中成绩优异,但比赛后期耐乳酸能力方面与国际高水平运动员仍存在一定差距(陈帅, 2015; 王德新, 2010; 吴国栋等, 2019)。目前,关于女子拳击运动员应重点发展有氧耐力还是无氧耐力素质尚存争议,二者对女子拳击运动员竞技表现的影响也需要进一步探究。因此,本研究通过对女子拳击运动员进行有氧和无氧耐力素质测试,同时对比赛录像分析,提取竞技表现相关数据,分析有氧和无氧耐力素质与女子拳击运动员竞技表现的关联性,探究女子拳击运动员有氧和无氧耐力素质与竞技表现的关系,明晰限制女子拳击运动员竞技表现的关键有氧和无氧耐力素质指标。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

本研究以 20 名现役女子拳击运动员为研究对象,研究对象测试时身体健康,无伤病情况(表 1)。

表 1 研究对象基本情况

Table 1 Basic Information of Research Objects

运动等级	人数/n	年龄/岁	身高/cm	体质量/kg
健将及以上	7	23.82±3.05	174.16±6.76	63.87±8.88
一级	6	18.39±1.20	172.27±9.30	61.88±8.45
二级及以下	7	16.77±1.47	175.76±7.10	66.57±11.90

### 1.2 研究指标的筛选与确定

通过查阅和检索国内外图书馆资源及数据库,整理前人研究理论成果,为本研究指标的筛选提供理论依据。对参考文献中与女子拳击运动员耐力素质及竞技表现相关的指标进行最终提取与归类,共纳入耐力素质指标 14 项、竞技表现指标 12 项(表 2)。

表 2 有氧、无氧耐力素质指标测试、目的及方法

Table 2 Index Test, Purpose and Method of Aerobic and Anaerobic Endurance Quality

测试目的	测试方法	具体指标
有氧耐力素质	评估有氧代谢能力	递增负荷测试(Bruce 测试方案)
		最大有氧输出功率(maximum output power, $P_{max}$ )
		最大摄氧量(maximum of oxygen intakin, $\dot{V}O_{2max}$ )
		通气阈(ventilatory threshold, VT)
	评估肺换气能力	递增负荷测试(Bruce 测试方案)
		最大通气量(maximal ventilatory volume, MVV)
	评估心脏泵血能力	心脏超声
		每搏输出量(stroke volume, SV)
	评估氧运输能力	氰化高铁血红蛋白(HiCN)比色法
		血红蛋白(hemoglobin, Hb)
	评估体脂率含量	双能 X 线吸收测量法
		体脂率(body fat-ratio, F%)
	评估乳酸消除能力	氧化酶电极法
		乳酸清除速率(lactate clearance rate, $\Delta LA$ )
无氧耐力素质	评估磷酸原系统	Wingate 试验
		最大功率(peak power, PP)
	供能能力	相对最大功率(relative peak power, PP/kg)
	评估糖酵解系统	Wingate 试验
		平均功率(average power, AP)
	供能能力	相对平均功率(relative average power, AP/kg)
	评估无氧供能条件下的疲劳指数	Wingate 试验
		平均功率递减率(fatigue index, FI%)
	评估糖酵解能力和耐乳酸能力	氧化酶电极法
		最高血乳酸值(maximum lactic acid, $\Delta LA_{max}$ )

竞技表现评价指标包括时间-活动表现指标和技战术表现指标两部分。时间-运动表现指标包括:活动休息比(activity-to-rest, A:R),即不管休息原因,活动时间与休息时间的比率;总停止时间(total stop time, TST),即在休息时花费的总时间;裁判停止时间(referee stop time, RST),即裁判叫停比赛的时间;搂抱时间(total clinch

time, TCT),即比赛时搂抱直到裁判引导分开的时间;活动率(activity rate, AR),即所有进攻、防守动作以及重心变化动作除以净活动时间(净活动时间=回合时间-总停止时间)。技战术表现指标包括:总出拳次数(total punches, TP),即回合内出拳的数量;击打头部次数(total to head, TH),即回合内击打头部的出拳数量;直拳次数(to-

tal straights, TS), 即回合内打出直拳的数量; 每分钟出拳次数 (punches per minute, PM), 即回合内每分钟出拳的数量; 两拳以上组合次数 (2-punch combinations, 2-PC), 即回合内打出两拳以上组合的数量; 防守反击次数 (block and counter, BC), 即从防守动作转变为进攻出拳的次数; 总防守次数 (total defence, TD), 即包括用步伐、躯干、手部防守的总次数。

### 1.3 耐力素质测试

#### 1.3.1 有氧耐力素质

测试流程: 周一早 6:50 抽取静脉血后, 对研究对象统一进行身体成分和超声心动测试。在无氧功测试后, 隔 48 h 进行递增负荷最大摄氧量测试。无氧功测试采用 Monark894E 功率自行车 (瑞典), 阻力系数设置为 0.075, 进行 30 s 持续全力蹬踏, 直至测试结束, 测试工作人员在测试过程中不断给予受试者语言鼓励并提示时间, 最终测试结果由电脑自动记录。递增负荷测试采用 max-II 运动心肺功能测试系统 (美国), 受试者保持全程佩戴呼吸面罩, 并连接气体代谢分析仪, 通过呼吸装置收集运动中吸入和排出的气体。有氧耐力素质测试指标、目的及测试方法详见表 2。

#### 1.3.2 无氧耐力素质

测试流程: 周一早晨与进餐时间间隔 1 h 以上, 进行无氧功测试。测试后, 采集即刻、1 min、3 min 和 5 min 血乳酸, 计算最高血乳酸值 ( $\Delta LA_{max}$ )。  $\Delta LA_{max}$  = 运动后血乳酸峰值 - 安静血乳酸值。乳酸清除率 ( $\Delta LA$ ) = (运动即刻血乳酸 - 运动后第 10 min 血乳酸) / (运动即刻血乳酸 - 安静血乳酸)  $\times 100\%$  (郭黎等, 2005)。无氧耐力素质测试指标、目的及测试方法详见表 2。

#### 1.4 竞技表现指标收集

使用 Sony HVR 高清晰度数字摄录一体机, 对 20 场合计 60 回合完整模拟比赛进行录像, 每场比赛均使用正式比赛规则, 包括 3 个 3 min 回合, 回合间间歇 1 min。摄像机设置在比赛场地上空 1.5 m 的标准高度, 确保视频实时记录画面清晰无视野遮挡, 录像后进行视频分析, 拍摄速率为 25 帧/秒。对录像中运动员的技术动作进行记录和分类, 比赛的运动员水平相当, 非跨级别比赛, 比赛过程中没有击倒 (knock out, KO) 或技术性击倒 (technical knock out, TKO)。每回合比赛不少于 2 次重复观看, 以确保数据准确性。统计过程中, 结合回放、定格和慢速回放方式进行数据统计。

#### 1.5 数据统计与分析

本研究使用 Microsoft Excel 2013 对所有数据进行整理汇总, 所有测试结果均采用平均值  $\pm$  标准差 ( $M \pm SD$ ) 表示。利用 STATA 12.0 和 SPSS 22.0 对相关数据进行统计分析, 首先, 将整理后的耐力素质和竞技表现指标进行简单相关分析, 然后提取存在一定相关关系的耐力素质和竞技表现指标, 最后, 使用典型性相关分析方法, 分析两

组指标之间的相关关系。以  $P < 0.05$  为差异有显著性,  $P < 0.01$  为差异具有极显著性。

## 2 研究结果

### 2.1 女子拳击运动员耐力素质和竞技表现各指标测试结果

由表 3、表 4 可知, 女子拳击运动员耐力素质测试结果与竞技表现录像提取结果数据较为集中, 可以对耐力素质指标测试数据与竞技表现数据对应匹配, 进行关联性分析。

表 3 女子拳击运动员耐力素质 14 项指标测试结果

Table 3 Test Results of 14 Endurance Indicators of Women Boxers

有氧耐力素质		无氧耐力素质	
指标	测试结果	指标	测试结果
$P_{max}/W$	$281.50 \pm 64.57$	PP/W	$586.89 \pm 105.38$
$\dot{V}O_{2max}/$ ( $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )	$45.50 \pm 7.32$	PP/kg/ ( $W \cdot kg^{-1}$ )	$9.26 \pm 1.33$
VT/( $L \cdot min^{-1}$ )	$53.17 \pm 13.39$	AP/W	$420.93 \pm 63.34$
MVV/( $L \cdot min^{-1}$ )	$110.44 \pm 19.28$	AP/kg/( $W \cdot kg^{-1}$ )	$6.63 \pm 0.63$
SV/( $mL \cdot b^{-1}$ )	$74.10 \pm 16.23$	FI/%	$53.49 \pm 8.98$
Hb/( $g \cdot L^{-1}$ )	$123.55 \pm 11.10$	$\Delta LA_{max}$	$13.18 \pm 3.91$
F%/%	$22.68 \pm 2.89$		
$\Delta LA$ /%	$40.60 \pm 11.34$		

表 4 女子拳击运动员竞技表现 12 项指标的录像提取结果

Table 4 Video Extraction Results of 12 Indicators of Women Boxers' Competitive Performance

时间-运动表现		技战术表现	
指标	测试结果	指标	测试结果
A:R	$2.13 \pm 0.64$	TP/次	$158.07 \pm 30.54$
TST/s	$173.55 \pm 42.09$	TH/次	$120.67 \pm 14.76$
RST/s	$14.47 \pm 8.64$	TS/次	$29.26 \pm 5.64$
TCT/s	$22.00 \pm 13.64$	PM/次	$29.26 \pm 5.64$
AR/( $次 \cdot s^{-1}$ )	$0.74 \pm 0.25$	2-PC/次	$41.60 \pm 8.46$
		BC/次	$13.53 \pm 4.94$
		TD/次	$58.53 \pm 14.59$

### 2.2 女子拳击运动员有氧耐力素质与竞技表现的简单相关结果

由表 5 可知,  $\dot{V}O_{2max}$  与 A:R、SV 与 A:R、TS 呈显著正相关, F% 与 TD 呈显著负相关。MVV 与 A:R、TP、PM、2-PC 呈显著正相关, 与 TD 呈极显著正相关, 与 TST 呈显著负相关, 与 RST 呈极显著负相关。 $P_{max}$ 、VT、Hb、 $\Delta LA$  与竞技表现指标间的相关关系未达到统计学显著性水平。

### 2.3 女子拳击运动员无氧耐力素质与竞技表现的简单相关结果

由表 6 可知, PP/kg 与 2-PC 呈显著正相关、与 BC 呈极显著正相关, AP/kg 与 TD 呈显著正相关,  $\Delta LA_{max}$  与 TS 呈极显著正相关。PP、AP、FI% 与竞技表现指标间的相关关系未达到统计学显著性水平。

表5 女子拳击运动员有氧耐力素质与竞技表现的简单相关结果

	A:R	TST	RST	TCT	AR	TP	TH	TS	PM	2-PC	BC	TD
$P_{max}$	-0.12	0.10	-0.31	-0.03	0.22	0.02	-0.05	0.03	0.02	0.14	0.14	0.08
$\dot{V}O_{2max}$	0.55*	-0.26	-0.18	0.17	0.27	0.29	-0.14	0.25	0.29	0.26	0.19	0.31
VT	0.50	-0.43	-0.50	-0.05	0.21	0.31	-0.13	0.34	0.31	0.32	0.41	0.31
MVV	0.69**	-0.62*	-0.68**	-0.03	-0.02	0.70**	0.44	0.15	0.66**	0.78**	0.51	0.68**
SV	0.55*	-0.27	-0.16	-0.01	0.43	0.46	-0.16	0.55*	0.46	0.46	0.50	-0.03
Hb	0.30	-0.28	-0.36	-0.09	-0.29	0.13	-0.16	-0.12	0.13	0.34	0.14	0.29
F%	-0.48	0.49	0.49	-0.20	0.07	-0.34	-0.17	-0.12	-0.34	-0.39	-0.34	-0.52*
$\Delta LA$	0.22	0.05	-0.09	0.11	0.38	0.28	-0.13	0.16	0.28	0.21	0.32	0.10

注:\*表示 $P<0.05$ ,\*\*表示 $P<0.01$ ,下同。

表6 女子拳击运动员无氧耐力素质与竞技表现的简单相关结果

	A:R	TST	RST	TCT	AR	TP	TH	TS	PM	2-PC	BC	TD
PP	0.27	-0.20	-0.26	-0.05	0.08	0.29	0.07	0.35	0.29	0.34	0.42	-0.06
PP/kg	0.35	-0.10	-0.37	0.49	0.25	0.42	0.13	0.29	0.42	0.62*	0.66**	0.33
AP	0.08	-0.33	-0.33	-0.17	-0.34	0.19	-0.05	0.05	0.19	0.21	0.28	0.24
AP/kg	0.02	-0.14	-0.18	-0.13	0.06	0.32	0.29	0.00	0.32	0.29	0.13	0.56*
FI%	0.01	-0.22	-0.07	-0.05	-0.36	0.30	0.41	0.37	0.30	0.19	-0.10	0.40
$\Delta LA_{max}$	0.31	-0.31	-0.11	-0.20	0.41	0.18	-0.32	0.72**	0.18	0.14	0.50	-0.20

## 2.4 女子拳击运动员无氧耐力素质与竞技表现的典型相关结果

### 2.4.1 典型相关系数结果

根据简单相关结果,提取PP/kg、AP/kg和 $\Delta LA_{max}$ 与TS、2PC、BC和TD进行典型相关分析。结果如表7所示,提取的PP/kg、AP/kg、 $\Delta LA_{max}$ 与TS、2PC、BC、TD指标,典型相关系数数值为0.88,存在高度正相关关系。

表7 无氧耐力素质与竞技表现的典型相关系数

典型变量对	典型相关系数	F	P
1	0.88	2.37	0.04*
2	0.73	1.68	0.19
3	0.44	1.10	0.37

注:典型变量对1~3,代表无氧耐力素质和竞技表现两组指标中的3个线性组合。

### 2.4.2 典型结构结果

通过表8、表9结果进行典型相关系数和典型结构分析,可得出无氧耐力素质与竞技表现典型相关结构图(图1),两组指标间呈高度正相关,与竞技表现密切相关的无氧耐力素质指标为 $\Delta LA_{max}$ ,与无氧耐力素质关系密切的指标为TD。

## 2.5 女子拳击运动有氧耐力素质与竞技表现的典型相关结果

表8 无氧耐力素质相对于竞技表现的典型结构

Table 8 Typical Structure of Anaerobic Endurance Quality Relative to the Competitive Performance

	数据名称	U1	V1
X1	PP/kg	0.40	0.04
X2	AP/kg	-0.40	-0.33
X3	$\Delta LA_{max}$	0.90	0.82

注:U1代表3项无氧耐力素质指标PP/kg、AP/kg和 $\Delta LA_{max}$ 的综合指标;V1代表4项竞技表现指标2-PC、BC、TS和TD的综合指标,下同。

表9 竞技表现相对于无氧耐力素质的典型结构

Table 9 Typical Structure of Competitive Performance Relative to and Anaerobic Endurance Quality

	数据名称	U1	V1
Y1	2-PC	-0.02	-0.02
Y2	BC	0.32	0.36
Y3	TS	-0.37	-0.42
Y4	TD	0.69	0.78

### 2.5.1 典型相关系数结果

根据简单相关结果,提取 $\dot{V}O_{2max}$ 、MVV、SV、F%,与A:R、TST、RST、TP、TS、PM、2-PC、TD进行典型相关分析。结果如表10所示,提取的 $\dot{V}O_{2max}$ 、MVV、SV、F%与A:R、TST、RST、TP、TS、PM、2-PC、TD指标间,第4对和第5对典型变量相关系数在0.01水平上具有统计学意义,典型相关系数为0.96和0.90,呈高度正相关。第5对典型变量

虽有统计学意义,但U2仅与X2和X3的相关系数绝对值大于0.4,相关程度均不如U1,V2仅与Y5和Y8相关系数绝对值大于0.4,第5对典型相关系数(0.90)有统计学意义,但其相关程度低于第1对,因此只评价第4对典型变量及其相关系数。

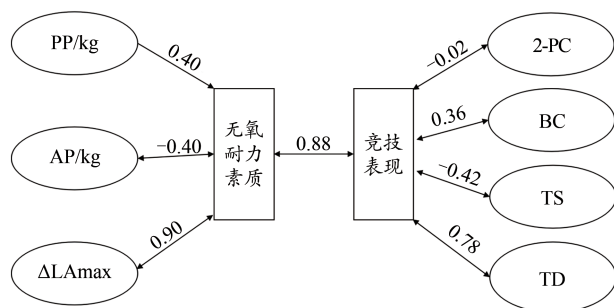


图1 无氧耐力素质与竞技表现典型相关结构图

Figure 1. Typical Correlation Structure between Anaerobic Endurance Quality and Competitive Performance

表10 有氧耐力素质相对于竞技表现的典型结构

Table 10 Typical Structure of Aerobic Endurance Quality Relative to the Competitive Performance

典型变量对	典型相关系数	F	P
4	0.96	-0.24	0.00**
5	0.90	0.05	0.00**
6	0.87	0.17	0.98
7	0.20	0.02	1.00

注:典型变量对4-7,代表有氧耐力素质和竞技表现两组指标中的4个线性组合。

### 2.5.2 典型结构结果

通过表11、表12结果进行典型相关系数和典型结构分析,可得出有氧耐力素质与竞技表现典型相关结构图(图2),有氧耐力素质与竞技表现呈高度正相关,与竞技表现密切相关程度最高指标为MVV,与有氧耐力素质关系最密切的指标为2-PC。

## 3 分析与讨论

### 3.1 女子拳击运动员有氧耐力与竞技表现的相关性分析

本研究发现,女子拳击运动员有氧耐力素质与竞技表现呈高度正相关。其中,MVV与竞技表现相关程度最高;2-PC与耐力素质相关程度最高。产生上述现象的原因可能是:有氧耐力素质是拳击运动员在比赛中保持高水平发挥的关键素质(Slimani et al., 2017),高水平的心肺适能可以帮助拳击运动员满足比赛中的能量代谢需求,并在2个回合间快速恢复(Nassib et al., 2017)。但目前鲜有研究对竞技表现和耐力素质进行进一步分析,并针对女子拳击运动员进行相应的研究。

表11 有氧耐力素质相对于竞技表现的典型结构

Table 11 Typical Structure of Aerobic Endurance Quality Relative to the Competitive Performance

数据名称	U2	V2
X4 MVV	0.86	0.83
X5 SV	0.58	0.55
X6 F%	-0.42	-0.40
X7 $\dot{V}O_{2max}$	0.26	0.25

注:U2为代表4项有氧耐力素质指标MVV、SV、F%、 $\dot{V}O_{2max}$ 的综合指标;V2为代表8项竞技表现指标A:R、TST、RST、TP、TS、PM、2-PC、TD的综合指标。

表12 竞技表现相对于有氧耐力素质的典型结构

Table 12 Typical Structure of Competitive Performance Relative to Aerobic Endurance Quality

数据名称	U2	V2
Y9 A:R	0.80	0.84
Y10 TST	-0.70	-0.73
Y11 RST	-0.69	-0.72
Y12 TP	0.77	0.80
Y3 TS	0.37	0.38
Y13 PM	0.77	0.80
Y1 2-PC	0.87	0.90
Y4 TD	0.56	0.58

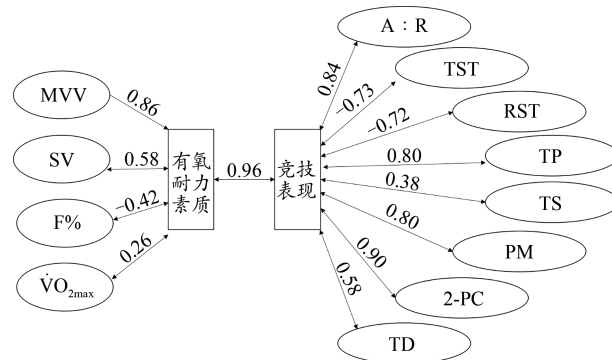


图2 有氧耐力素质与竞技表现典型相关结构图

Figure 2. Typical Structure of Aerobic Endurance Quality and Competitive Performance

本研究发现,女子拳击运动员MVV与竞技表现相关程度最高,提示女子拳击运动员的肺通气能力与竞技表现密切相关。研究表明,最大摄氧量高的人专项表现更好,这说明提高最大摄氧量对提升高强度间歇运动的竞技表现十分重要(Coswig et al., 2018)。这与本研究结果一致,MVV和SV是解释最大摄氧量水平的关键一环。此外,研究证实,高于通气阈值的比赛,会使运动员回合间的心率逐渐增加,因此运动员在回合最后阶段会产生强烈的疲劳感(Nikolaidis et al., 2017)。所以保证拳击运动员高水平的肺通气能力,可能有利于运动员在比赛中更好地发挥。除此之外,F%也与竞技表现呈显著关联

性,因为女子拳击运动员需要保证本级别体重的优势,获取最高水平的竞技能力。研究表明,运动员符合健康要求的最低F%为:男性5%、女性12%(Rodriguez et al., 2009)。对女子拳击运动来说,在高强度竞技比赛中,过高的F%会增大身体负荷,导致竞技能力有一定程度的下降,因此,女子拳击运动员需要改善体成分,制定个人适宜的F%范围。

在竞技表现指标中,与耐力素质关联度较高的是2-PC。组合拳是拳击比赛中重要的拳击动作,也是反映运动员连续进攻能力的主要体现,而打手靶和对练能够有效提高拳击运动员主动进攻能力,进而提高运动员有氧耐力(Slimani et al., 2017),两拳也是最常用的组合拳(Davis et al., 2013)。A:R则是反映运动员场上积极性的指标,运动员需要在场上主动进攻,减少停歇次数(Slimani et al., 2017)。拳击运动的主动进攻效率需要长时间处于较高水平(Slimani et al., 2017),高水平男子拳击运动员A:R可以达到18:1(Davis et al., 2013),本研究的女子运动员水平与之有较大差异。由此可见,2-PC和A:R之所以与女子拳击运动员有氧耐力素质有较高相关性是因为其具有区分度。目前,女子拳击运动在技术方面有向男子化发展的趋势,这就对女运动员的有氧耐力素质提出了更高的要求。本研究还发现TST、RST等均与有氧耐力素质有较高关联性,其相关系数全部大于0.4。TST和RST是比赛的一部分,反映裁判对比赛的干预、运动员主动犯规程度和运动员疲劳程度(Davis et al., 2013)。高水平的有氧耐力素质,可以通过增加对乳酸的耐受能力,加速每轮间歇中恢复进而延缓疲劳(Franchini et al., 2017)。研究表明,较高的有氧耐力可以帮助提高进攻和防守能力(Coswig et al., 2018; Sterkowicz-Przybycien et al., 2016)。因此,通过分析运动员的具体竞技表现数据,可有效诊断运动员的有氧耐力素质水平。

### 3.2 女子拳击运动员无氧耐力与竞技表现的关联性分析

本研究发现,女子拳击运动员无氧耐力素质与竞技表现典型相关系数呈高度正相关。 $\Delta LA_{max}$ 与竞技表现相关程度最高;TD与耐力素质相关程度最高,产生上述现象的原因可能是:随着拳击运动规则的不断更新,需要女子拳击运动员在比赛中连续对抗,通过不同拳法进攻,同时还对进行防守以及攻防转换提出了更高要求,因此,运动员需要具有更高水平的乳酸耐受能力和糖酵解能力。拳击比赛中,当运动员疲劳程度较高时,仍能完成出拳动作。这可能是由于当糖酵解供能能力降低时,为保证能量供应,磷酸原参与供能比例增加(Franchini et al., 2016b)。Slimani等(2017)研究指出,与前一回合结束相比,疲劳程度的加剧可以解释比赛中停止时间的增多、主动进攻减少的现象。但上述研究均没有就相关程度进行进一步研究。关于混合武术(James et al., 2018)、柔道(Lech et al.,

2011)的研究指出,无氧耐力素质与竞技表现存在相关性。研究发现,无论是不同回合间还是不同体重级别间,赛后血乳酸测试结果均有显著差异(Davis et al., 2013; Khanna et al., 2006)。另有研究发现,比赛时间与比赛后血乳酸之间存在显著相关性( $r=0.63\sim 0.81$ )(Franchini et al., 2013),这提示,随着比赛时间的进行,血乳酸不断升高,运动员的疲劳程度加剧,对竞技表现产生消极影响,而乳酸水平能够较好反映运动员竞技表现水平。高水平运动员对糖酵解供能系统依赖较小,具体体现在,同一场模拟比赛后,高水平运动员比一般运动员血乳酸水平低(Franchini et al., 2013),这提示,研究人员在分析模拟比赛后的血乳酸水平,需要结合运动员的训练水平进行分析。

从竞技表现指标角度分析,TD与无氧耐力素质密切相关,当分析女子拳击运动员的防守指标时,高水平运动员具有绝对优势,这一结果与当前对男子运动员的结果一致,运动员无氧耐力水平越高,其防守能力越好(Davis et al., 2015)。研究表明,拳击比赛胜者比败者表现出更多的重心位置改变(Davis et al., 2013),这说明,拳击运动员在进攻和防守时,必然带来重心位置的变化,位置改变越多表现越积极,进攻和防守能力则可能相应更高。因此,反映防守能力的指标TD与无氧耐力素质关系密切,通过该指标的变化可以反映运动员无氧耐力素质的水平,对于拳击训练而言可以更多考虑对于重心改变次数的研究。

在本研究中,无氧耐力与有氧耐力素质均对TS的预测能力较差。产生上述差异的主要原因可能是,如何出拳取决于运动员比赛技战术策略的选择,运动员可能会随着比赛对手的实力而采取不同策略,所以无氧和有氧耐力素质整体并不能有效预测各类拳的使用次数。但当运动员乳酸堆积过高时,TS次数也会随之增多(Davis et al., 2013, 2016),说明实力接近或产生疲劳时,运动员会倾向于选择增加TS以试探对手,寻找制胜机会。除此之外,有效击打次数多更容易得到裁判的青睐,所以有效击打次数也是拳击运动员的获得优势的关键性指标(Dunn et al., 2017)。因此,对实际竞技表现指标的评价也应结合比赛实际情况,TS可能更多由运动员比赛策略所决定。另一方面,由于性别差异,男子运动员的耐力素质可能对竞技表现影响不明显,但对女子运动员的影响较为明显。

综上所述,有氧与无氧耐力素质可以从不同角度解释竞技表现,并且二者都与竞技表现呈高度相关,但从典型相关系数上看( $0.96>0.88$ ),有氧耐力素质整体与竞技表现关系更为密切。

## 4 结论

1)女子拳击运动员的有氧和无氧耐力素质与竞技表现整体呈高度正相关,有氧和无氧耐力素质的提高均有

助于运动员的竞技表现。

2) 无氧耐力素质中, 最高血乳酸值与女子拳击运动员竞技表现正相关程度最高, 具有良好的乳酸耐受能力和糖酵解能力可能对竞技表现产生更大的影响。

3) 有氧耐力素质中, 最大通气量指标与女子拳击运动员竞技表现正相关程度最高, 肺通气能力的变化可能是影响竞技表现的重要因素。

#### 参考文献:

- 陈超, 王德新, 吴国栋, 等, 2018. 新规则下拳击运动项目特征研究 [J]. 体育科学, 38(10): 91-99.
- 陈帅, 2015. 陕西省优秀拳击运动员有氧代谢和无氧代谢能力特征的研究 [D]. 西安: 西安体育学院: 1-15.
- 郭黎, 陈文鹤, 段子才, 2005. 运动后乳酸清除率与运动能力的关系 [J]. 上海体育学院学报, 29(2): 47-50.
- 王德新, 2010. 现代男子拳击运动技战术特征研究 [D]. 上海: 上海体育学院: 1-10.
- 吴国栋, 王德新, 陈超, 2019. 我国优秀男子拳击运动员专项力量素质评价模型与参考值 [J]. 中国体育科技, 55(9): 1-8.
- 中国拳击协会, 2017. 东京奥运会将男子拳击 2 个项目改为 2 个女子项目 [EB/OL]. [2017-06-10]. <http://boxing.sport.org.cn/news/2017/0610/315773.html>.
- CHAABENE H, TABBEN M, MKAOUER B, et al., 2015. Amateur boxing: Physical and physiological attributes [J]. Sports Med, 45(3): 337-52.
- CHAMARI K, PADULO J, 2015. "Aerobic" and "Anaerobic" terms used in exercise physiology: A critical terminology reflection [J]. Sports Med Open, 1(1): 9.
- COSWIG V S, GENTIL P, BUENO J C A, et al., 2018. Physical fitness predicts technical-tactical and time-motion profile in simulated Judo and Brazilian Jiu-jitsu matches [J]. PeerJ, 6: e4851.
- DAVIS P, BENSON P R, PITT Y J D, et al., 2015. The activity profile of elite male amateur boxing [J]. Int J Sports Physiol Perform, 10(1): 53-57.
- DAVIS P, BENSON P R, WALDOCK R, et al., 2016. Performance analysis of elite female amateur boxers and comparison with their male counterparts [J]. Int J Sports Physiol Perform, 11(1): 55-60.
- DAVIS P, WITTEKIND A, BENEKE R, 2013. Amateur boxing: activity profile of winners and losers [J]. Int J Sports Physiol Perform, 8(1): 84-91.
- DUNN E C, HUMBERSTONE C E, IREDALE K F, et al., 2017. Human behaviours associated with dominance in elite amateur boxing bouts: A comparison of winners and losers under the Ten Point Must System [J]. PLoS One, 12(12): e0188675.
- EMMONDS S, HEYWARD O, JONES B, 2019. The challenge of applying and undertaking research in female sport [J]. Sports Med

Open, 5(1): 51.

- FRANCHINI E, ARTIOLI G G, BRITO C J, 2013. Judo combat: Time-motion analysis and physiology [J]. Int J Perform Anal Sport, 13: 624-641.
- FRANCHINI E, JULIO U F, PANISSA V L, et al., 2016a. High-intensity intermittent training positively affects aerobic and anaerobic performance in judo athletes independently of exercise mode [J]. Front Physiol, doi: 10.3389/fphys.2016.00268.
- FRANCHINI E, TAKITO M Y, DA SILVA R M, et al., 2017. Optimal interval for Success in Judo World-Ranking Competitions [J]. Int J Sports Physiol Perform, 12(5): 707-710.
- FRANCHINI E, TAKITO M Y, DAL' MOLIN KISS M A, 2016b. Performance and energy systems contributions during upper-body sprint interval exercise [J]. J Exerc Rehabil, 12(6): 535-541.
- JAMES L P, HAFF G G, KELLY V G, et al., 2018. Physiological determinants of mixed martial arts performance and method of competition outcome [J]. Int J Sports Sci Coach, 13(6): 978-984.
- KHANNA G, MANNA I, 2006. Study of physiological profile of Indian boxers [J]. J Sports Sci Med, 5(CSSI): 90-98.
- LECH G, JAWORSKI J, LYAKH V, et al., 2011. Effect of the level of coordinated motor abilities on performance in junior judokas [J]. J Hum Kinet, 30(1): 153-160.
- NASSIB S, HAMMOUDI-NASSIB S, CHTARA M, et al., 2017. Energetics demands and physiological responses to boxing match and subsequent recovery [J]. J Sports Med Phys Fit, 57(1-2): 8-17.
- NIKOLAIDIS P, MANUEL CLEMENTE F, BUSKO K, et al., 2017. Physiological responses to simulated boxing: The effect of sitting versus standing body position during breaks-A pilot study [J]. Asian J Sports Med, 8(3): e55434.
- OUERGUI I, HAMMOUDA O, CHTOUROU H, et al., 2013. Anaerobic upper and lower body power measurements and perception of fatigue during a kick boxing match [J]. J Sports Med Phys Fit, 53(5): 455-460.
- RODRIGUEZ N R D N M, LANGLEY S, 2009. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance [J]. J Am Diet Assoc, 109(3): 509-527.
- SLIMANI M, CHAABENE H, DAVIS P, et al., 2017. Performance aspects and physiological responses in male amateur boxing competitions: A brief review [J]. J Strength Cond Res, 31(4): 1132-1141.
- STERKOWICZ-PRZYBYCIEN K, FUKUDA D H, 2016. Sex differences and the effects of modified combat regulations on endurance capacity in judo athletes: A meta-analytic approach [J]. J Hum Kinet, 51(1): 113-120.
- THOMSON E, LAMB K, NICHOLAS C, 2013. The development of a reliable amateur boxing performance analysis template [J]. J Sports Sci, 31(5): 516-528.
- (收稿日期: 2020-04-02; 修订日期: 2021-12-22; 编辑: 丁合)