

# 散打运动员专项体能训练能量消耗结构模型与评价方程的建构

## Research on the Construction of Energy Consumption Structure Model and Evaluation Equation of Sanda Athletes' Special Physical Training

王珽珽, 雷 巍, 廖蓉蓉

WANG Ting - ting, LEI Wei, LIAO Rong - rong

**摘要:**目的:运用 Actigraph GT3X 建立散打运动员专项体能能量消耗的评价模型,为散打运动员平时专项体能的训练安排提供参考依据。方法:将 Actigraph GT3X 佩戴于男、女散打运动员的腰部,分别进行专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧四维度训练时的能量消耗测试,以探讨专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧四层面对专项体能能耗体系中的能耗特征。结果:(1)散打男女运动员专项体能能耗水平呈现各自的特征,其中男子散打运动员专项体能体系中,以专项耐力为基础,而女子散打运动员方面则是以专项力量为基础。(2)构建了男女散打运动员专项体能能耗水平的结构模型与评价体系,研制出了男女散打运动员专项体能能耗水平的评价方程和评价等级区间。(3)男、女散打运动员的 ESMSPF 模型提示,男、女子散打运动员专项体能训练中的专项力量、耐力、速度和柔韧四大素质训练的安排时间比例可分别设置为 4:4:3:1 和 3:2:2:1。结论:散打教练员等在专项体能训练时,可以在利用“男女散打运动员专项体能能耗水平评估方程”来评价运动员们的专项体能训练水平情况。

**关键词:**散打;专项体能;能量消耗;结构模型;评价方程

**中图分类号:**G808 **文献标识码:**A **文章编号:**1008 - 2808(2021)05 - 0034 - 05

**Abstract:**Objective: to establish the energy consumption model of Sanda athletes by using actigraph gt3x, so as to provide reference for the evaluation of Sanda Athletes' special physical fitness training. Methods: the Actigraph GT3x was worn on the waist of male and Female Sanda athletes, and the energy consumption of special strength, special endurance, special speed and special flexibility were tested respectively to explore the energy consumption characteristics of special strength, special endurance, special speed and special flexibility in the energy consumption system of special physical fitness. Results: (1) the specific energy consumption level of male and Female Sanda athletes presents their own characteristics, in which the special physical fitness system of male Sanda athletes is based on special endurance, while that of Female Sanda athletes is based on special strength. (2) The structure model and evaluation system of specific physical energy consumption level of male and Female Sanda athletes were constructed, and the evaluation equation and evaluation grade range of specific physical energy consumption level of male and Female

收稿日期:2020 - 08 - 28;修回日期:2021 - 04 - 19

基金项目:2017 年度江西科技师范大学校级科研重点项目(编号:2017XJZD002)。

作者简介:王珽珽(1985 -),男,讲师,博士,研究方向为儿童青少年体育与健康、运动技战术评价与分析。

作者单位:江西科技师范大学 体育学院,江西 南昌 330038

Sanda athletes were developed. (3) The esmspf model of male and Female Sanda athletes suggests that the time proportion of special strength, endurance, speed and flexibility training of male and Female Sanda athletes can be set as 4:4:3:1 and 3:2:2:1 respectively. Conclusion: Sanda coaches can use “evaluation equation of specific physical energy consumption level of male and Female Sanda Athletes” to evaluate their special physical training level.

**Key words:** Sanda; Special physical fitness; Energy consumption; Structural model; Evaluation equation

散打运动的特点是重复性身体素质组成的项目,其比赛中非重复性循环肌肉动作的表现主要依靠“专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧”四项身体素质来支撑,将这四项目身体素质结合,则是散打运动员的专项体能<sup>[1-2]</sup>;可以说专项体能是散打运动员竞技表现高低的基础。实证研究表明:运动员等级水平越高其专项体能水平就越好<sup>[3]</sup>;加之,系列研究均表明,高水平的武术、散打运动员在比赛中使用抢攻与防守反攻的能力较强<sup>[4-6]</sup>。由此可见,散打运动员的专项体能对其在比赛中技战术水平的发挥具有重要意义。然而,目前散打运动员专项体能能量消耗的研究主要采用的有创采血和气体分析两种方式进行评价<sup>[7-9]</sup>,这两种评价方式的最大缺陷是“检测程序复杂且繁琐”,不利于教练员日常训练的量化与监控。可见,迫切需要一种操作简便的评价方式来供给散打教练员对运动员进行日常专项体能的量化与诊断。

基于以上背景,本研究采用已被实验研究证实了准确性高、普适性强的 Actigraph GT3X(三轴加速度计)<sup>[10-12]</sup>来量化散打运动员,在专项力量、耐力、速度和柔韧训练时的能量消耗,以便揭示专项体能内部各要素(力量、耐力、速度、柔韧)能耗特征与贡献率排位高低;从而构建课推广的散打运动员专项体能能量消耗结构模型,以便为训练实践提供日常评价操作的便利性权重值,从而帮助教练员进行专项体能的量化与诊断。

## 1 研究设计

首先,运用专家德尔菲法分别筛选出专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧的高效反馈指标,得出专家共识版的专项素质反馈指标。

其次,依据文献界定的散打运动员专项体能主要包含专项力量、耐力、速度和柔韧四个要素;提出“散打运动员专项体能的等价结构模型”假设(The Equivalent Structure Model of Special Physical Fitness of Sanda Athletes,简称:ESMSPF),见图1。该模型创新的将专项力量、耐力、速度和柔韧四要素整合

于一体,来全面评价散打运动员的专项体能量消耗水平。

第三,运用 Actigraph GT3X 测试专项力量、耐力、速度和柔韧四要素的反馈指标的能量消耗值(counts)加速度计数,并以此建立数据库。

最后,以数据库为依据,运用 AMOS 24.0 对 ESMSPF 假设模型进行驱动验证,从而揭示散打运动员专项体能量消耗结构的内部特征;与此同时,依据模型中的路径系数,通过综合评价方式,建立能量消耗的测评方程。

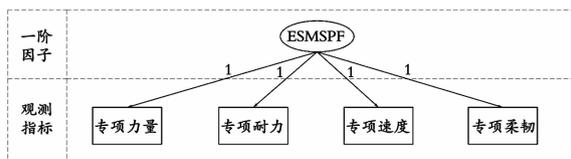


图1 散打运动员专项体能的等价结构模型图

## 2 研究对象与方法

### 2.1 研究对象

以“散打运动员专项体能量消耗结构模型与测评方程建构”为研究对象,选取××省体工队散打运动员62名为调查对象,其具体信息如下。

表1 运动员基本情况表

性别	人数	年龄	身高	体重
男	37	21.3 ± 2.4	176.2 ± 4.7	66.5 ± 18.7
女	25	19.5 ± 2.7	163.7 ± 3.9	55.4 ± 16.8

### 2.2 研究方法

2.2.1 文献资料法 通过 CNKI、WoS 等数据,收集国内外散打运动员专项体能方面的文献资料,并对所收集的资料进行整理分析后发现;目前国内外有关这方面的研究均是围绕训练方法、手段这两方进行研究,至于专项体能结构与能量消耗方面的研究还未有所涉及。这在一定程度上,说明了本研究的必要性与价值性。

2.2.2 德尔菲法 通过国内外核心文献与实地调

查,筛选出能反馈“专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧”的训练内容;通过两轮专家德尔菲法,确定的专项体能训练时的反馈测试指标分别为:“1min 摔假人”用于专项力量的反馈指标、“1min 循环靶位”用于专项耐力的反馈指标、“1min 米字移动”用于专项速度的反馈指标和“1min 高鞭腿”用于专项柔韧的反馈指标。

2.2.3 测量法 采用 Actigraph GT3X 对散打运动员专项体能各反馈指标进行测量,采集其数据信息。要求每个运动员在测试时,左右“髋部”各佩戴 1 个加速度计,以此来采集运动员专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧训练时的能量消耗数据,其最终分析的数据为各部位左、右的均值。

2.2.4 数理统计法 运用 SPSS24.0 对数据进行 K-S 检验,明确分布的性质;如符合正态分布,则用“均值 ± 标准差 (M ± S)”表示;如不服从正态分布,则用“中位数 (Median)”表示。运用 AMOS24.0 对专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧的能耗数据进行整合并通过路径分析确定专项体能体系中专项力量、耐力、速度和柔韧的路径系数。运用综合评价中的“标准化转换”处理确定专项力量、耐力、速度和柔韧的权重值,并以此为依据建立散打运动员专项体能训练能量消耗评价方程。

### 3 结果与分析

#### 3.1 散打运动员专项体能能量消耗特征

3.1.1 男子散打运动员专项体能能量消耗特征  
以男子散打运动员专项体能训练时各维度能量消耗数据为依据,运用 SPSS24.0 对其进行单样本 K-S 检验显示,专项力量的“1min 摔假人”反馈指标、专项耐力的“1min 循环靶位”反馈指标、专项速度的“1min 米字移动”反馈指标和专项柔韧的“1 min高鞭腿”反馈指标的 Counts 数服从正态分布,故采用均值 ± 标准差 (M ± S) 表示统计结果,见表 2。

表 2 男子散打运动员专项体能训练时各维度能量消耗检测结果(单位:counts)

类别	数据采集 (M ± S)		均值
	左腰位	右腰位	
专项力量	8596.41 ± 1252.23	8896.41 ± 1337.19	8746.41
专项耐力	11075.37 ± 1419.54	10608.78 ± 1374.27	10842.08
专项速度	8049.72 ± 836.51	8276.59 ± 886.24	8163.16
专项柔韧	7583.75 ± 657.43	7716.57 ± 689.54	7650.16

由表 2 可知:男子散打运动员专项体能训练体系中,专项力量的能耗均值 (Counts) 为 8746.41,占比 24.71%;专项耐力的能耗均值 (Counts) 为 10842.08,占比 30.63%;专项速度的能耗均值 (Counts) 为 8163.16,占比 23.06%;专项柔韧的能耗均值 (Counts) 为 7650.16,占比 21.61%;以上四维度对比不难发现,专项耐力的能耗占比最高,其次是专项力量和专项速度,最后为专项柔韧。这些信息预示着男子散打运动员在比赛中专项体能的综合竞技表现的机理则是:专项耐力是基础,它支撑着专项力量、专项速度和专项柔韧的竞技表现发挥,这提示散打教练员在平时训练时,要将专项耐力训练放在首位,这样才能在高强度的竞技比赛中,确保专项技战术发挥所需要的持久力与能量储备。

3.1.2 女子散打运动员专项体能能量消耗特征  
同理,以女子散打运动员专项体能训练时各维度能量消耗数据为依据,运用 SPSS24.0 对其进行单样本 K-S 检验显示,专项力量的“1min 摔假人”反馈指标、专项耐力的“1min 循环靶位”反馈指标、专项速度的“1min 米字移动”反馈指标和专项柔韧的“1min 高鞭腿”反馈指标的 Counts 数服从正态分布,故采用均值 ± 标准差 (M ± S) 表示其统计结果,见表 3。

表 3 女子散打运动员专项体能训练时各维度能量消耗检测结果(单位:counts)

类别	数据采集 (M ± S)		均值
	左腰位	右腰位	
专项力量	8374.55 ± 986.34	8656.24 ± 1002.07	8515.40
专项耐力	7569.08 ± 842.15	7895.29 ± 886.90	7732.19
专项速度	8006.51 ± 784.98	8198.62 ± 806.37	8102.57
专项柔韧	5875.63 ± 632.78	5916.57 ± 682.51	5896.10

由表 3 可知:女子散打运动员专项体能训练体系中,专项力量的能耗均值 (Counts) 为 8515.40,占比 28.15%;专项耐力的能耗均值 (Counts) 为 7732.19,占比 25.56%;专项速度的能耗均值 (Counts) 为 8102.57,占比 26.79%;专项柔韧的能耗均值 (Counts) 为 5896.10,占比 19.49%;以上四维度对比不难发现,专项力量的能耗占比最高,其次是专项速度和专项耐力,最后为专项柔韧。这些信息预示着女子散打运动员在比赛中,专项体能的综合竞技表现的机理则是:专项力量是基础,它支撑着专项速度、专项耐力和专项柔韧的竞技表现发

挥;这提示散打教练员在平时训练时,要将专项力量训练放在女子散打运动员的首位,这样才能在高强度的竞技比赛中,确保专项技战术发挥所需要的力量储备。

### 3.2 散打运动员专项体能能量消耗的评估模型

依据本研究设计,以男、子散打运动员专项体能能量消耗特征值为依据,运用 AMOS24.0 软件对男女散打运动员专项体能能耗的等价结构模型进行路径分析,已进一步明确男女散打运动员专项体能能耗的内部结构特征,其具体操作流程与结果如下。

**3.2.1 男子散打运动员专项体能能量消耗的评估模型** 将男子专项力量的“1min 摔假人”反馈指标、专项耐力的“1min 循环靶位”反馈指标、专项速度的“1min 米字移动”反馈指标和专项柔韧的“1min 高鞭腿”反馈指标的 Counts 数据库导入 AMOS24.0 软件,选择 ML 法对其进行验证,其验证结果见图 2 所示。

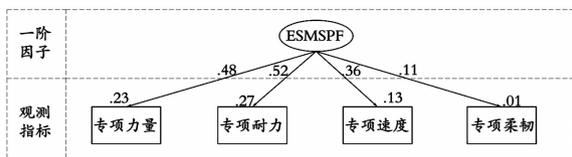


图2 男子散打运动员专项体能的等价结构模型的验证图

由图 2 可知,(1)整体上看,经过标准研制估计显示模型的路径系数未出现大于 1 的不适当解值,说明模型适配良好,男子专项体能能耗评估的假设性模型成立,可以反映出男子散打运动员专项体能能耗的内部结构特征。

(2)进一步从模型细节上看,专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧的路径系数分别为 0.48、0.52、0.36 和 0.11,将四维度的系数结合不难发现,专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧占专项体能消耗的比重分别约为:33%、35%、24% 和 8%;可见,男子散打运动员专项体能能耗结构中,以专项耐力、专项力量和专项速度为主,专项柔韧为辅;与此同时,依据运动训练实践和运动生理学中能耗高的指标即是教练员训练实践核心要素的理念,我们不难得出:男子散打运动员专项体能训练的重点在于专项耐力、力量和速度,其力量、耐力、速度和柔韧四大素质训练的安排时间比例可设置为 4:4:3:1。

**3.2.2 女子散打运动员专项体能能量消耗的评估模型** 同理,将女子专项力量的“1min 摔假人”反馈指标、专项耐力的“1min 循环靶位”反馈指标、专

项速度的“1min 米字移动”反馈指标和专项柔韧的“1min 高鞭腿”反馈指标的 Counts 数据库导入 AMOS24.0 软件,选择 ML 法对其进行验证,其验证结果见图 3 所示。

由图 3 可知:(1)整体上看,经过标准研制估计显示模型的路径系数未出现大于 1 的不适当解值,说明模型适配良好,女子专项体能能耗的假设性模型成立,可以反映出女子散打运动员专项体能能耗的内部结构特征。

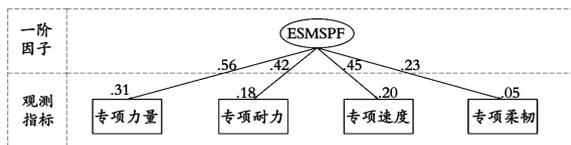


图3 女子散打运动员专项体能的等价结构模型的验证图

(2)进一步从模型细节上看,专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧的路径系数分别为 0.56、0.42、0.45 和 0.23,将四维度的系数结合不难发现,专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧占专项体能消耗的比重分别约为:34%、25%、27% 和 14%;可见,女子散打运动员专项体能能耗结构中,以专项力量、专项速度和专项耐力为主,专项柔韧为辅;与此同时,依据运动训练实践和运动生理学中能耗高的指标即是教练员训练实践核心要素的理念,不难得出:女子散打运动员专项体能训练的重点在于专项力量、速度和耐力,其力量、耐力、速度和柔韧四大素质训练的安排时间比例可设置为 3:2:2:1。

### 3.3 散打运动员专项体能能量消耗评价体系建构

以男女散打运动员“ESMSPF 理论结构模型”验证图中的通径系数为支撑,运用标准化转换<sup>[13]</sup>,即:依据阶层的通径值算得各阶层指标的权重值,计算式为:(其中 i 为指标通径值,j 为指标所在阶层),并依据权重值建构男女散打运动员专项体能能耗水平的评价指标体系,见表 4 所示。

表4 散打运动员专项体能能耗水平评价指标体系表

名称	观测指标	权重	
		男子	女子
散打运动员专项体能能耗水平(X)	专项力量水平(X <sub>1</sub> )	0.33	0.34
	专项耐力水平(X <sub>2</sub> )	0.35	0.25
	专项速度水平(X <sub>3</sub> )	0.24	0.27
	专项柔韧水平(X <sub>4</sub> )	0.08	0.14

由表4呈现的是散打运动员专项体能能耗水平评估指标体系,该体系是在“散打运动员专项体能能耗的等价理论结构模型(ESMSPF)”基础上建构的,并由4个观测指标构成。该体系最大的创新在于:首次将反馈散打运动员专项体能中的专项力量、专项耐力、专项速度和专项柔韧四大素质,以等价结构的形式整合于一体,来全面审视散打运动员专项体能能耗水平,这为散打教练员等人士,做出客观的评价,提供权重参考。与此同时,该体系最大的突破体现在:“结构化的整体联合评价范式优于以往非结构化的评价研究范式”,且联合评价所得结果较“相关非结构化”评价表现出更具全面性,展现了体系内部结构化特征。此外,由该体系中的权重系数为我们研制等级,提供了量化计算公式,其公式如(1)(2)所示:

(1)男子散打运动员专项体能能耗的计算公式为: $X_{男} = 0.33X_1 + 0.35X_2 + 0.24X_3 + 0.08X_4$ 。

(2)男子散打运动员专项体能能耗的计算公式为: $X_{女} = 0.34X_1 + 0.25X_2 + 0.27X_3 + 0.14X_4$ 。

3.3.2 评价等级研制 依据所采集的男女散打运动员专项力量、耐力、速度和柔韧数据,分别代入男、女散打运动员专项体能能耗的评价公式,算出各指标得分后,导入SPSS24.0进行Descriptive Statistics模块中Frequencies处理中的“百分位”模块划分,即:“强制正态分布法”对各维度指标得分所组成的数据系列进行“高(10%)、中高(20%)、中(40%)、中低(20%)、低(10%)”五等级评价<sup>[14]</sup>,得出评价值范围,并建立学龄前男、女散打运动员专项体能能耗水平的五等级评价参考表(见表5)。表5呈现的是男、女散打运动员专项体能能耗水平的五等级阈值范围,可以在一定程度上给散打教练员、运动员等人士,掌握运动员们专项体能能耗水平的情况提供参考。

表5 散打运动员专项体能能耗水平评价的参考等级区间表

类别	高	中高	中	中低	低
男子	[ +∞ , 10190.82)	(10190.82, 9704.58]	(9704.58, 8990.60]	(8990.60, 8228.38]	(8228.38, 0]
女子	[ +∞ , 8456.28)	(8456.28, 8140.92]	(8140.92, 7685.11]	(7685.11, 7365.50]	(7365.50, 0]

### 4 结 论

(1)散打男女运动员专项体能能耗水平呈现各自的特征,其中男子散打运动员专项体能体系中,以专项耐力为基础,它支撑着专项力量、专项速度和专项柔韧的竞技表现发挥;而女子散打运动员方面则是,以专项力量为基础,它支撑着专项耐力、专项速度和专项柔韧的竞技表现发挥;这提示散打教练员在平时训练时,要区别对待男女散打运动员专项体能训练的首位要素,这样才能在高强度的竞技比赛中,确保专项技战术发挥所需要的体能能量储备。

(2)研究构建了男女散打运动员专项体能能耗水平的结构模型与评价体系,与此同时,研制出了男女散打运动员专项体能能耗水平的评价方程和评价等级区间,为教练员、运动员平时的专项体能训练提供能量消耗水平的评估。

### 参考文献:

[1] 郭贤,胡加成,刘畅. 武术散打专项体能训练研究[J]. 中华武术(研究),2019,8(4):35-38.  
 [2] 苏军,赵瑜. 散打运动员体能训练的前瞻性

发展思考[J]. 武术研究,2018,3(3):44-46.  
 [3] 赵发田,朱瑞琪,李蕾,等. 我国优秀男子散打运动员体能特征的研究[J]. 中国体育科技,2006,42(4):72-75.  
 [4] 高亮,朱瑞琪. 高水平武术散打运动员抢攻与防反步法技术运用规律研究[J]. 中国体育科技,2009,45(2):65-68,74.  
 [5] 梁亚东,赵彩红. 国内外优秀男子散打运动员攻、反技术运用的比较研究[J]. 武汉体育学院学报,2008,42(11):50-53.  
 [6] 毛爱华,梁亚东. 中、外大级别男子散打运动员技术运用的总体特征与比较研究[J]. 中国体育科技,2007,43(4):136-139.  
 [7] 李勤,肖国强. 散打运动员能量供应特点生理学分析[J]. 体育学刊,2007,14(9):59-63.  
 [8] 漆振光,郭希. 散打大负荷专项训练量度的评定[J]. 山东体育学院学报,2005,21(2):73-74,93.  
 [9] 赵光圣,陈国荣,周金彪,等. 散打运动员体能测试模式与标准[J]. 上海体育学院学报,2002,26(4):65-69.