

# 我国优秀举重运动员肌肉质量评价体系研究

蒋毅

(湖南人文科技学院 体育系, 湖南 娄底 417000)

**摘要:** 以我国优秀举重运动员为研究对象, 在赋予各指标以不同权重和单项评分基础上, 对我国优秀举重运动员肌肉质量给予评价。结果表明: 我国举重运动员肌肉质量模型可以分为训练因子和营养因子, 各因子以及各因子中各指标有着不同的权重, 其中, 以 BMI 指数占有较大的权重。另外, 我国重量级优秀举重运动员的身体成分有优化的空间, 而按照百分法制定的我国优秀举重运动员肌肉质量评价标准是科学的, 也是可行的。

**关键词:** 举重运动员; 肌肉质量; 肌肉质量评价体系

中图分类号: G804.4; G884 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2008)05-0105-05

## Study of excellent Chinese weight lifting athlete's muscle quality evaluation system

JIANG Yi

(Department of Physical Education, Hunan Institute of Humanities Science and Technology, Loudi 417000, China)

**Abstract:** Basing his study subject on excellent Chinese weight lifting athletes, and based on single event scoring and giving different weights to various indexes, the author evaluated the muscle quality of excellent weight lifting athletes in China, and revealed the following findings: Chinese weight lifting athlete's muscle quality mode consists of training factor and nutrition factor; various factors and various indexes in various factors have different weights, in which the BMI has a relatively big weight; furthermore, physical constituents of excellent heavy weight weight lifting athletes in China can be further optimized, while in the 100-point scoring system, the standard for evaluating the muscle quality of excellent weight lifting athletes in China is scientific, and feasible as well.

**Key words:** weight lifting athlete; muscle quality; muscle quality evaluation system

专项形态是专项运动能力的基础, 举重竞技中, 肌肉质量无疑是专项形态的重要组成部分, 与运动员的竞技能力密切相关。本文所选研究对象为 115 名现役运动员, 其中国家举重队 67 人、广东省队 48 人; 国际健将 29 人(男 15 人、女 14 人)、健将 77 人(男 34 人、女 43 人)、一级运动员 9 人(男 7 人、女 2 人), 他们皆为我国举重界的优秀运动员。试图构建优秀举重运动员肌肉质量评价体系, 旨在为运动员选材和科学训练提供肌肉质量的评价标准, 对举重运动员肌肉质量的评价, 将为运动员竞技能力的提高提供借鉴。

于 2006 年 3~5 月间, 测试了我国优秀举重运动员有关体重(身高、体重与体脂百分比)指标。并运用主成分分析法, 确定我国优秀举重运动员各指标的权重模型。因子分析方法是研究各指标之间相关关系的多

因素分析方法, 通过因子分析, 找出对整体因素影响最大的几个主要成分, 从而达到指标降维的目的, 通常取累计贡献率大于或等于 80% 来确定取前  $K$  个成分为该研究问题的主成分, 各成分的权重的计算为:

$$T_i = \frac{\lambda_i \%}{\sum_{i=1}^k \lambda_i \%}$$

其中  $T_i$  表示  $i$  成分在反映整体信息中所占的权重,

$\lambda_i \%$  表示  $i$  成分的贡献率,  $\sum_{i=1}^k \lambda_i \%$  表示  $K$  个成分的累计

贡献率。另外, 可以通过各指标的因子载荷( $a_{ij}$ ) (因子载荷反映出共性因子对观测指标的影响程度), 计算出各指标在各因子中的权重, 公式为:

$$T_i = \frac{|\phi_{ij}|}{\sum_{i=1}^k |\phi_{ij}|}$$

其中  $T_i$  表示  $i$  指标在某成分中所占的权重,  $|\phi_{ij}|$  表示  $i$  指标在  $j$  成分上因子载荷的绝对值,  $\sum_{i=1}^k |\phi_{ij}|$  表示该成分中所有指标因子载荷绝对值的代数和。

## 1 运动员肌肉质量相关指标体系的构建

举重竞技中, 肌肉质量与竞技成绩密切相关, 而在肌肉质量各指标中, 体重是一个分类变量, 对体重的控制也就成了举重运动员赛前训练的一项重要事宜。因此关于肌肉质量的研究在举重竞技中显得尤为重要, 而影响肌肉质量的因素较多, 对其逐一进行分析研究, 势必使分析变得繁琐、杂乱, 而太少的指标又不足以揭示出举重运动员肌肉质量特征, 其研究势必是片面的。故本文以肌肉质量的相关指标为研究对象, 在构建指标体系基础上, 通过权重的确定, 建立我国优秀举重运动员肌肉质量模型。本文在查阅大量文献和在专家访谈的基础上, 确定反映举重运动员肌肉质量的指标体系为: 体重、体脂百分比、以及派生指标 (BMI 指数 (体重/身高<sup>2</sup>)、瘦体重和体脂重量)。从而构建反映我国优秀举重运动员肌肉质量的指标体系。

## 2 运动员肌肉质量模型

肌肉质量的专项特征源自专项训练, 不同专项训

练对肌肉质量将产生不同影响, 因此, 不同指标, 反映专项肌肉质量的重要性程度也各不相同, 本文在明确我国优秀举重运动员肌肉质量指标体系模型基础上, 应用因子分析的方法, 以确定各指标在反映肌肉质量上的权重。因子分析是在探讨存在有相关关系的变量之间, 是否存在不能直接观察到, 但对可观测变量的变化起支配作用的潜在因子的分析方法。它的一个重要目的在于对原始变量进行分门别类的综合评价, 本次分析采用方差最大正交旋转, 在保证共性因子之间的正交性和共性方差总和不变的基础上, 使共性因子上的相对载荷平方和方差之和达到最大, 这样使因子结构更加简单且易于解释。

本文以我国优秀举重运动员肌肉质量指标模型为变量进行因子分析(举重竞技中, 体重是分类变量, 故不在因子分析之列), 以寻找反映不同重量级别优秀举重运动员肌肉质量指标权重的共性特征。进行因子分析, 首先得出解释总方差表。由表 1 可知, 根据特征值与方差百分比, 可确定此次因子分析分为两个主要成分, 且两主成分累计方差百分比达到 98.4%, 也就是说, 这两个主要成分概括了整体信息量的 98.4%, 因此, 可以认为除这两个变量以外的其它变量对方差影响较小, 可以接受前两个成分作为主成分, 故本研究把我国优秀举重运动员的形态分成了两个主要成分。

另外, 各主要成分因特征值与方差百分比的不同, 在反映整体信息中所占的权重也各不相同。按因子分析中依方差百分比计算各因子的贡献率(权重)的方法, 可计算出因子 1 的权重为 0.53, 因子 2 的权重为 0.47。

表 1 解释总方差

成分	协方差矩阵的特征值			因子载荷平方和			旋转因子载荷平方和		
	特征值	方差百分比	累计方差百分比	特征值	方差百分比	累计方差百分比	特征值	方差百分比	累计方差百分比
1	3.1	78.1	78.1	3.1	78.1	78.1	2.1	52.4	52.4
2	0.8	20.3	98.4	0.8	20.3	98.4	1.8	46.0	98.4
3	0.0	1.1	99.5						
4	0.0	0.5	100.0						

表 2 表示各指标在各成分中的因子载荷情况, 由于因子载荷表示各因子信息与各指标的相关程度, 在某一因子中因子载荷较大的指标反映该因子的共同信息, 故可根据这一共性对因子进行命名, 由表 2 中各指标因子载荷绝对值的大小可知, 因子 1 中, 体脂百分比和体脂重量具有较大的因子载荷, 表明这 2 个指

标反映出因子 1 的主要信息, 故可认为因子 1 主要由这 2 个指标所组成, 而体脂百分比和体脂重量是反映机体脂肪状态的两个指标, 体现出运动员的营养成分, 故可以把因子 1 命名为营养因子; 同理, 由于因子 2 主要由 BMI 指数和瘦体重两个指标所组成, 其中, BMI 指数是反映组织密度的一个重要指标, 瘦体重反映机

体肌肉重量,这两个指标均通过举重训练可得以改善,故可把因子2命名为训练因子。

另外,由表2可知,各指标在反映优秀举重运动员肌肉质量特征上占有不同的重要性程度,其中,以BMI指数和体脂重量占有较大的权重,而瘦体重和体脂百分比所占权重较小;另外,因子分析除了能赋予不同指标以不同权重外,还能通过计算总分以降低分析维度,使分析在综合概括形态整体信息的基础上,

变得更加简单明了。在各指标数值标准化的前提下,依各指标不同的权重,各因子总分的计算如下所示:

$$\text{营养因子} = 0.23x_1 + 0.05x_2 + 0.33x_3 + 0.38x_4 \quad (1)$$

$$\text{训练因子} = 0.33x_1 + 0.41x_2 + 0.21x_3 + 0.05x_4 \quad (2)$$

$$\text{肌肉质量总分} = 0.53 \times \text{营养因子} + 0.47 \times \text{训练因子} \quad (3)$$

其中, $x_1$ 表示BMI指数, $x_2$ 表示瘦体重, $x_3$ 表示体脂重量, $x_4$ 表示体脂百分比。

表2 肌肉质量各指标因子载荷和权重

指标	因子载荷		指标权重		
	因子1	因子2	营养因子	训练因子	最终权重
BMI指数	0.60	0.78	0.23	0.33	0.28
瘦体重	0.14	0.98	0.05	0.41	0.22
体脂重量	0.86	0.50	0.33	0.21	0.27
体脂百分比	0.99	0.12	0.38	0.05	0.23

### 3 运动员形态各指标的均值模型

由上述可知,体重是举重竞技的一个分类变量,故本研究对肌肉质量指标的因子分析排除了体重因素,从而使上述权重模型适合不同重量级别的举重运动员,但肌肉质量均值模型的建立,必须把体重作为分类变量分别制定我国举重运动员不同重量级别的肌肉质量模型,使建立的模型具有普遍的适应性,另外,不同重量级别举重运动员肌肉质量模型的建立,便于在了解我国优秀举重运动员肌肉质量专项特征基础上,进一步明确不同重量级别运动员肌肉质量上的差异,这对于探寻不同重量级别举重运动员专项肌肉质量的个性差异,完善对举重运动员专项肌肉质量的了解显然是有帮助的。

由于举重重量级别繁多(男子10个级别,女子8个级别),为简化分析过程,本文依据教练员访谈的反馈意见,根据运动员的体重不同划分举重运动员的不同重量级别:重量级(男105 kg以上、105 kg、97 kg、94 kg;女75 kg以上、75 kg)、中量级(男85 kg、77 kg;

女69 kg、63 kg、58 kg)和轻量级(男62 kg、56 kg、52 kg,女53 kg、48 kg、44 kg)。

在对举重竞技分级别研究的前提下,建立我国优秀举重运动员肌肉质量模型(见表3),由表3可知,重量级别不同,反映肌肉质量各指标均值均不相同,其均值检验结果表明,训练因子各指标在不同重量级别之间的差异均具有非常显著性( $P < 0.01$ ),BMI指数和瘦体重均以重量级高于中量级,中量级高于轻量级,表明重量级别较高者有着较大的组织密度和较高的瘦体重,这与该重量级别运动员的体重与所举起的绝对重量相关;而在营养因子的各指标中,体脂百分比男女运动员表现出相同的差异特征,均以重量级运动员高于中量级和轻量级,且差异具有显著性,而中量级和轻量级之间的差异不具有显著性,提示我国重量级优秀举重运动员存在着较大的体脂百分比,其身体成分的优化还有一定的空间,通过适当的途径可以减少身体成分的体脂含量,与低重量级别运动员的体脂百分比相比,该级别运动员有着降低参赛级别的可能性。

表3 我国优秀举重运动员肌肉质量模型( $\bar{x} \pm s$ )

性别	级别	BMI指数	瘦体重/kg	体脂百分数	体脂重量/kg
男	重量级	34.9±4.5	84.1±11.8	20.6±9.3	22.1±10.9
	中量级	28.0±1.8	64.4±4.6	14.8±2.5	11.2±2.2
	轻量级	25.0±1.1	53.7±3.7	12.8±2.4	7.8±1.4
女	重量级	33.2±6.9	69.6±10.3	24.2±7.6	24.2±12.8
	中量级	25.6±2.0	52.8±3.4	18.4±2.6	11.9±2.1
	轻量级	22.6±1.5	43.4±2.9	16.6±3.3	8.7±2.0

#### 4 不同级别运动员肌肉质量的单项评分

在了解我国优秀举重运动员肌肉质量各因子均值情况的基础上,为给予举重运动员肌肉质量以科学的评价,本文采用百分位法制定各单项评分标准,百分位法是测量与评价中划分等级较为常用的一种方法,其步骤为:首先,分别找出我国优秀运动员各单项成绩的 P10、P30、P70 和 P90 四个百分位点,然后,划分不同的成绩区间(P10 以下、P10~P30、P30~P70、P70~P90、P90 以上),最后,依不同区间界定不同等级,由于各百分位点含义的不同,故可以赋予不同的分值,如 90%百分位点表示有 90%的测试对象的指标数据低于该百分点所对应的指标数据,因此可以把

90%以上的水平定义为上等,分数赋值为 5 分;同理,70%~90%定义为中上等,分数赋值为 4 分;30%~70%定义为中等,分数赋值为 3 分;10%~30%定义为中下等,分数赋值为 2 分;10%以下定义为下等,分数赋值为 1 分。然后,据此确定我国优秀举重运动员肌肉质量的单项评分表(如表 4、表 5 所示)。在制定单项评价标准时,鉴于举重项目对形态要求的专项特征,为鼓励运动员保持较高的训练因子各指标和较低的营养因子各指标,故对训练因子进行递增赋分,即训练因子大者赋予较大的分值,而对营养因子各指标进行递减赋分,即营养因子大者赋予较小的分值。

表 4 我国优秀举重运动员肌肉质量训练因子各指标的单项评分标准

性别	赋分	BMI 指数			瘦体重/kg		
		重量级	中量级	轻量级	重量级	中量级	轻量级
男子	1 分	28.6 以下	26 以下	23.2 以下	70.8 以下	58.5 以下	50.3 以下
	2 分	28.7~32.6	26.1~27.0	23.3~24.4	70.9~73.6	58.6~61.1	50.4~50.9
	3 分	32.7~39.9	27.1~29.0	24.5~25.6	73.7~99.7	61.2~68.2	51.0~57.2
	4 分	40.0~41.8	29.1~30.3	25.7~26.7	99.8~99.9	68.3~71.2	57.3~59.0
	5 分	41.9 以上	30.4 以上	26.8 以上	100 以上	71.3 以上	59.1 以上
女子	1 分	26.5 以下	22.5 以下	0.3 以下	59.1 以下	47.5 以下	38.8 以下
	2 分	26.6~27.1	22.6~24.7	20.4~21.3	59.2~60.4	47.6~50.2	38.9~40.4
	3 分	27.2~41.1	24.8~26.9	21.4~23.4	60.5~79.9	50.3~55.1	40.5~46.0
	4 分	41.2~43.9	27.0~27.9	23.5~24.5	80.0~86.2	55.2~56.9	46.1~47.5
	5 分	44 以上	28 以上	24.6 以上	86.3 以上	57 以上	47.6 以上

表 5 我国优秀举重运动员肌肉质量营养因子各指标的单项评分标准

性别	赋分	体脂百分数			体脂重量/kg		
		重量级	中量级	轻量级	重量级	中量级	轻量级
男子	5 分	3.9 以下	1.5 以下	9.9 以下	4.1 以下	8.3 以下	6 以下
	4 分	4.0~15.5	11.6~13.1	10.0~10.3	4.2~15.2	8.4~9.8	6.1~6.7
	3 分	15.6~28.5	13.2~16.9	10.4~14.5	15.3~33.2	9.9~13.0	6.8~8.9
	2 分	28.6~32.1	17.0~17.8	14.6~16.6	33.3~34.8	13.1~14.1	9.0~10.2
	1 分	32.2 以上	17.9 以上	16.7 以上	34.9 以上	14.2 以上	10.3 以上
女子	5 分	13.7 以下	14.7 以下	12.1 以下	9.7 以下	8.6 以下	6 以下
	4 分	13.8~17.4	14.8~16.8	12.2~14.5	9.8~12.9	8.7~10.5	6.1~7.2
	3 分	17.5~31.4	16.9~20.5	14.6~19.8	13.0~38.3	10.6~13.1	7.3~10.3
	2 分	31.5~34.6	20.6~21.4	19.9~20.7	38.4~43	13.2~14.5	10.4~11.3
	1 分	34.7 以上	21.5 以上	20.8 以上	43.1 以上	14.6 以上	11.4 以上

#### 5 不同级别运动员肌肉质量的综合评价

由上述可知,我国优秀举重运动员肌肉质量模型各因子,以及各因子中各指标权重各不相同,在对其进行综合评价时,在单项评分的基础上,本着科学的、

综合的评价观,有必要按其权重的大小进行综合评价,以把握肌肉质量的整体特性,在对优秀举重运动员肌肉质量各指标单项评分基础上,依公式(1)、(2)、(3)分别计算出训练因子、营养因子和肌肉质量总分,然后用

百分位法(如上所述)划分综合评价等级,制定对我国优秀举重运动员肌肉质量的综合评价标准,如表6所示。

表6 我国优秀举重运动员肌肉质量的综合评价标准

性别	级别	下等	中下等	中等	中上等	上等
男子	重量级	~ 2.31	~ 2.41	~ 3.20	~ 3.64	3.65 ~
	中量级	~ 2.41	~ 2.76	~ 3.76	~ 4.36	4.37 ~
	轻量级	~ 2.00	~ 2.57	~ 3.81	~ 4.41	4.42 ~
女子	重量级	~ 2.42	~ 2.77	~ 3.73	~ 4.11	4.12 ~
	中量级	~ 2.49	~ 2.92	~ 3.68	~ 4.16	4.17 ~
	轻量级	~ 1.86	~ 2.45	~ 3.17	~ 4.19	4.20 ~

由表6可知,在单项评分的基础上,对肌肉质量的量化,并制定了单项的评价等级,从而构建了肌肉质量的评价体系,另外,虽然在构建我国优秀举重运动员肌肉质量权重模型中,各指标占有不同的权重,且不同性别不同重量级别肌肉质量各指标的单项评分标准也各不相同,但对其综合评价时,各等级标准相差不大,表明即使性别不同、重量级别各异,但我国优秀举重运动员肌肉质量的综合评价标准相差不大。

由上述可知,在构建我国优秀举重运动员肌肉质量模型基础上,建立了不同性别、不同重量级别肌肉质量的单项评分和综合评价标准,该标准的建立,对于了解我国优秀举重运动员肌肉质量,并对其进行评价的意义是重大的,另外,也为我国举重运动员树立了一个完善的肌肉质量的理想标准,参考我国优秀举重运动员肌肉质量评价体系,便于明确举重运动员在肌肉质量上与优秀举重运动员的差距,为提高其肌肉质量提供了参照。同时,肌肉质量及评价体系的建立也将为我国优秀举重运动员科学选材提供了肌肉质量意义上的参考。

## 6 结论与建议

1)我国优秀举重运动员肌肉质量模型可分为两个因子:营养因子和训练因子,其中,营养因子以体脂百分比为代表,而训练因子以瘦体重为代表,在肌肉质量模型中以BMI指数占有最大权重。

2)我国重量级优秀举重运动员存在着较大的体脂百分比,其身体成分的优化还有一定的空间,提示我国重量级运动员通过优化身体成分,存在降低参赛级别的可能性。

3)我国优秀举重运动员肌肉质量评价标准是科学的,也是可行的。该标准的建立将为我国优秀举重运动员科学选材和训练提供了肌肉质量意义上的参考。

## 参考文献:

- [1] 邢文华.体育测量与评价[M].北京:北京体育学院出版社,1986.
- [2] 田麦久.运动训练学[M].北京:人民教育出版社,2000.
- [3] 杨永亮,郑红英.青少年女子举重运动员形态、素质指标的选材研究[J].浙江体育科学,1999,21(3):22-26.
- [4] 周越,张绍岩,李淑琴,等.青少年女子举重运动员专项成绩与下肢肌肉力量的相关[J].中国体育科技,2002,38(5):59-60.
- [5] 陈南生,阎文霞.我国女子举重运动员大脑机能能力及神经类型的分布特点[J].上海体育学院学报,1996,20(3):40-44.
- [6] 覃玉焯,杨永亮.我国优秀男子举重运动员身体机能特征研究[J].山东体育科技,1999(1):134-138.

[编辑:周威]