

不同速度运动表象训练对屈肘最大力量表现的 影响研究

陈峰, 黄志剑

(湖北大学 体育学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 本研究旨在探讨不同速度的运动表象对运动者屈肘最大力量的影响差异, 寻找适用于提升最大力量表现的表象方式, 并探究不同速度的运动表象之间可能存在的功能差异。研究采用4个组别×2次测试的混合实验设计, 通过对79名被试者进行随机分组, 分为慢速组 ($n=19$)、真实速度组 ($n=19$)、快速组 ($n=22$)及对照组 ($n=19$)。实验分为屈肘力量前测、表象训练及屈肘力量后测三个部分。结果显示, 干预后真实速度组和快速组的力量表现显著增加 ($p<0.01$), 而慢速组和对照组的前后测差异不显著。比较不同速度组别前后测的屈肘最大力量变化量发现, 组间变化量差异显著 ($p<0.01$), 具体而言, 快速组 ($p<0.01$)和真实速度组 ($p=0.01$)的屈肘最大力量增长量显著高于对照组, 其他组别间的屈肘力量增长量差异不显著。结论: (1)进行真实速度和快速的运动表象训练能有效提升被试者的力量表现; (2)在使用不同速度的运动表象训练时, 被试者对表象内容的功能理解存在差异。

关键词: 运动表象训练; 最大力量

A Study on the Influence of Motor Imagery Training at Different Speeds on the Maximum Strength of Elbow Flexion

CHEN Feng, HUANG Zhi-jian

(School of Physical Education, Hubei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: The purpose of this study is to explore the difference of the influence of motor imagery with different speeds on the maximum power of the exercisers, to find the image mode suitable for improving the performance of maximum power, and to explore the possible functional differences between motor imagery with different speeds. A mixed study design of 4 groups×2 tests was adopted. 79 subjects were randomly divided into slow group ($n=19$), real speed group ($n=19$), fast group ($n=22$) and a control group ($n=19$). The experiment is divided into three parts: pre-test of elbow bending strength, image training and post-test of elbow bending strength. The results showed that the strength performance of the real speed group and the fast group increased significantly after the intervention ($p<0.01$), while there was no significant difference between the slow speed group and the control group. Comparing the changes in the maximum strength of elbow flexion measured before and after the members of different speed groups, it was found that the changes between groups were significantly different ($p<0.01$). Specifically, the growth of the maximum strength of elbow flexion in the fast group ($p<0.01$) and the real speed group ($p=0.01$) was significantly greater than that in the control group, while there was no significant difference in the growth of elbow flexion strength between the

other groups. Conclusion: (1) Real speed and fast motor image training can promote the strength performance of the subjects; (2) When using different motor imagery training speeds, subjects have different functional understandings of the content of imagery.

Key words: Motor imagery; Maximum strength

1 引言

运动表象 (Motor Imagery) 是一种心理表象,是需要个体形成工作记忆而没有任何公开输出的特定动作的认知活动^[1]。运动表象训练是指运用运动表象的方式在内心模拟、演练,但不伴有明显的身体运动,而是在头脑中反复表象某种动作或运动情景^[2]。

在运动领域,运动表象训练主要应用于运动员运动技能的掌握、力量素质的提高、运动损伤的康复以及非训练情景下防止运动能力下降等领域^[3,4]。此外,研究表明运动表象训练对肌肉力量的增长也是有效果的^[5]。

Holmes 等人于 2001 年提出了运动表象的 PETTLEP 模型^[6],该模型将运动表象训练的内容划分为七个方面:身体 (Physical)、环境 (Environment)、时间 (Timing)、任务 (Task)、学习 (Learning)、情绪 (Emotion)、视角 (Perspective)。该研究认为,运动表象训练在神经、生理、情感等方面应与真实的运动执行具有相同或相近的功能,由此也会产生一系列相同或相近的影响,这被解释为“功能性等效”。即表象内容与真实动作相一致时,运动表象训练应具有与真实动作执行相同的功效,这成为了现阶段表象脚本设置的有效参考之一,且 PETTLEP 模型被广泛应用于运动表象脚本的编写与实施中。研究表明,运动表象训练能够取得与真实运动执行相一致或相近的认知提升^[7],Wieland 等人研究表明,不同顺序的运动表象训练结合真实动作执行都对认知有显著的提升作用。

运动表象训练具有认知功能和动机功能^[8,9]。运动表象训练通过认知功能促进练习者学习新的运动技能或出色地完成制定的运动策略,以提高运动表现;通过动机功能对表象的结果、目标进行确定,促进运动目标的实现。运动表象的认知功能主要参与认知阶段,此功能解释了运动表象训练对运动技能习得的促进效果;而运动表象的动机功能则主要被用于建立自信心和维持自我效能感,它可以帮助已掌握运动技能者在运动前确立运动目标和促进实现运动目标的自信。

力量素质是运动员所有身体表现的基础素质,力量训练是运动表现的基础^[10],但是在运动训练学的现有研究中,绝大部分对力量素质的训练仅涉及身体训练方

法,尽管已有研究表明心理训练对力量素质的提升有效果^[11],但运动表象训练对力量素质增长的论证仍有限。此外,已有研究结果与 PETTLEP 模型理论相符合,当运动表象训练内容与力量训练内容相同时,两者都能对力量素质的发展起到促进作用。

然而,什么样的表象训练对力量素质的发展更加有效仍是一个悬而未决的问题。根据 PETTLEP 模型和功能等效理论,表象内容应与执行真实动作相同以获得最佳的表象效果。但研究指出,运动员在不同阶段会运用不同速度(慢速、真实速度、快速)的运动表象以及不同功能(一般认知功能、特殊认知功能、一般动机功能、一般唤醒功能、特殊动机功能)的运动表象,运动员对运动表象的使用是自发的,这表明不同动机、不同速度的运动表象对运动员来说都是有意义且有利于其运动能力发展的^[12]。这也就意味着,在某些特定时刻下,运用与真实速度不同的表象速度可能更有利于运动员的绩效表现。

因此,本研究的目的是使用 PETTLEP 表象模型,探讨不同速度运动表象对运动者屈肘最大力量的影响差异,寻找适用于提高最大力量表现的表象方式。

2 研究方法

2.1 实验对象

本研究招募了湖北省武汉市某高校体育学院男性学生及体育训练场馆内训练者(仅限男性)共 88 名,年龄在 19 岁到 25 岁之间($M=20.65$, $SD=4.32$)。所有被试者均有过健身房训练的经历以及在所使用实验场地进行训练或锻炼的经历,且所有被试者均未进行过运动表象训练,因此无法预知运动表象训练的效果。随机将被试者分为四组:对照组 (CTL) ($n=22$)、慢速表象组 (SMG) ($n=22$)、真实速度表象组 (RTG) ($n=22$) 和快速表象组 (FMG) ($n=22$)。为了达到预定的表象结果,需要保证所有被试者都具有相同水平的动觉表象能力,因此本研究使用 MIQ-R 问卷对所有被试者的动觉表象能力进行测定,将得分低于平均值减去一个标准差的被试者筛选剔除,不参加后续实验。经过对动觉表象能力的筛查,对照组、慢速表象组、真实速度表象组各有 3 名被试者评分低于平均数

减去一个标准差值,因此将这9名被试者的数据剔除,最终参与实验的被试人数分别为对照组19人、慢速表象组19人、真实速度表象组19人、快速表象组22人,共计79人。被试者基本情况如表1所示。

表1 被试者基本情况

类别	<i>n</i>	合计
年龄	19 ~ 20	23
	21 ~ 22	45
	≥ 23	11
学院	体育学院	60
	非体育学院	19
	<1	24
力量训练年限	1 ~ 3	33
	>3	22

2.2 实验方案

1) 实验场地与器械

实验场地设置在两个地区的健身房内,两个健身房内均配备相同型号的卧推凳,以及可调节重量的哑铃。每套哑铃包含哑铃杠一只和固定锁两个,共重2.2kg、2kg哑铃片10个、1kg哑铃片2个、0.5kg哑铃片2个。1RM测试场地均选在健身房自由器械区,运动表象训练场地则在瑜伽房或设备室内进行,以避免被试者受到干扰。实验中用于播放表象脚本与引导表象脚本所用的视频器均为一台联想笔记本电脑及一副有线耳机。

实验问卷采用《动作表象问卷修订本》(Movement Imagery Questionnaire Revision, MIQ-R)。

2) 实验程序

实验总共分为基线测试、运动表象训练、后测三个部分。在正式实验开始之前,询问了每一位被试者是否有过主动表象训练的经历,所有被试者的回答均为否。因此在实验开始前,为所有被试者讲解了运动表象训练的基本含义与分类以及1RM测试的含义。

基线测试:基线测试中所有被试者都经过相同的测试步骤,要求被试者在与地面呈60°(被试者肘关节角度为约120°)的卧推凳上完成1RM测试,被试者的肘关节应紧靠卧推凳表面,小臂贴于卧推凳,大臂垂直于地面,身体位置则根据以上动作选择最舒适的区域。在开始基线测试之前,所有被试者都进行了5分钟的上肢热身操,确保身体状态与实际训练时一致。然后以被试者自我报告能举起的最大重量60%作为起始重量,进行

二头弯举动作,完成后增加4kg重量,每一次动作之间间隔1min,直至不能举起目标重量。再在未能举起的重量的基础上减少2kg,减少2kg后成功举起,则尝试在此基础上增加1kg,间隔时间依旧设置为1min。若在减少2kg后仍无法举起,则在此基础上再减少1kg重量,最后得到精确至1kg的二头弯举最大力量。

运动表象训练:运动表象训练由音频引导和视频引导的表象训练两部分组成。每一位受试者均接受一次音频引导以熟悉表象内容并唤醒表象能力,随后进行12次视频引导表象训练,以增强表象训练的效果。表象脚本根据PETTLEP模型设置,包含身体、环境、任务、时间、情绪以及视角六个方面的内容,由于运动表象的内容为二头弯举动作最大力量,在真正完成本动作时,不存在学习这一内容,因此表象脚本中不包含学习成分的内容。

后测:在进行表象训练后,进行屈肘力量的1RM后测。由于不同速度的表象完成时间不一致,所以FMG与RTG将在5分钟内观看与实验内容无关的视频,5分钟后立即开始1RM后测;CTL在整个5分钟过程中观看与实验无关的视频。后测的起始力量为基线测试中未举起的重量,增减幅度为1kg,步骤与基线测试相同,即每次完成弯举测试后,增加1kg重量继续测量,直至无法完成弯举测试,最后一次完成弯举测试的重量即为最终结果。若未完成弯举测试,则减少1kg重量,直至成功完成弯举测试,最后一次完成的弯举重量即为最终结果。

2.3 数据分析

使用Excel软件对所得到的数据进行整理,并使用SPSS26.0对所得数据进行分析。具体使用的统计方法包括独立样本T检验和单因素方差分析。

3 研究结果

3.1 基线测试结果

基线测试对所有被试者的屈肘1RM进行了测试。对照组($n=19$)的平均屈肘1RM测试结果为 $20.94 \pm 2.16\text{kg}$,实验组($n=60$)的平均屈肘1RM测试结果为 $19.78 \pm 2.26\text{kg}$ 。其中,慢速表象组($n=19$)的平均屈肘1RM测试结果为 $19.73 \pm 1.90\text{kg}$ 、真实速度表象组($n=19$)的平均屈肘1RM测试结果为 $19.99 \pm 2.46\text{kg}$ 、快速表象组($n=22$)的平均屈肘1RM测试结果为 $19.65 \pm 2.44\text{kg}$ 。对结果进行了正态性检验与单因素方差分析,正态性检验确定了样本量的正态性分布,证明本结果可以使用参数检验进行分析。

表2 各组前测 1RM 结果正态分布检验

分组	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>p</i>
CTL	19	20.94 ± 2.16	0.91
SMG	19	19.78 ± 2.26	0.21
RTG	19	19.73 ± 1.90	0.26
FMG	22	19.99 ± 2.46	0.10

单因素方差分析的结果显示, 所有组别被试者的基线测试结果之间不存在显著差异 ($p=0.27$), 说明四个组别进行运动表象训练之前的最大屈肘力量不存在显著差异。

表3 组间前测 1RM 结果比较

分组	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
CTL	19	20.94 ± 2.16	1.33	0.27
SMG	19	19.73 ± 1.90		
RTG	19	19.99 ± 2.46		
FMG	22	19.65 ± 2.44		

使用单因素方差分析对实验前的 MIQ 得分进行分析, 结果显示, 所有被试者的 MIQ 得分之间不存在显著差异, 即所有分组之间被试者的表象能力不存在显著差异。基线 1RM 数据与 MIQ 得分的单因素方差分析结果表明, 所有组别的被试者在实验前的表象能力与屈肘 1RM 数据差异不显著, 证明了其同质性, 可以进行分析。

表4 组间 MIQ-R 得分单因素方差分析

	分组	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
动觉表象能力	CTL	19	23.68 ± 3.64	0.58	0.63
	SMG	19	23.26 ± 3.36		
	RTG	19	23.68 ± 3.18		
	FMG	22	24.59 ± 3.25		
视觉表象能力	CTL	19	22.37 ± 3.45	0.31	0.82
	SMG	19	22.37 ± 3.34		
	RTG	19	22.26 ± 3.60		
	FMG	22	23.18 ± 3.62		

3.2 后测结果

使用单因素方差分析对照组、慢速表象组、真实速度表象组、快速表象组的后测结果。结果显示, 对照组的后测结果平均值为 $20.41 \pm 1.84\text{kg}$, 慢速表象组的屈肘 1RM 后测结果为 $19.78 \pm 2.06\text{kg}$, 真实速度表象组的屈肘 1RM 后测结果为 $20.57 \pm 2.22\text{kg}$, 快速

表象组的屈肘 1RM 后测结果为 $20.56 \pm 2.38\text{kg}$ 。它们之间不存在统计学上的显著差异 ($p=0.62$), 即实验组在屈肘 1RM 测试的绝对力量上, 并没有表现出与对照组之间的显著差异。这意味着从绝对值来看, 经过运动表象训练的实验组的 1RM 测试成绩并没有取得明显高于对照组的结果。进行不同速度运动表象的实验组之间也没有在 1RM 测试的成绩绝对值上产生显著的差异。

使用单因素方差分析对不同速度的组别的屈肘 1RM 后测结果进行分析, 结果如下表所示。

表5 各组后测 1RM 结果单因素方差分析

分组	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
CTL	19	20.41 ± 1.84	0.59	0.62
SMG	19	19.78 ± 2.06		
RTG	19	20.57 ± 2.22		
FMG	22	20.56 ± 2.38		

3.3 前后测比较

为了探索进行运动表象训练干预后, 被试者的力量是否有所增长, 将对照组和三个不同速度运动表象训练的实验组的前后测数据分别进行了成对样本 *t* 检验, 结果如下表所示。

表6 各组前后测 1RMT 检验

分组	测试时间	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
CTL	前测	19	20.94 ± 2.16	2.54	0.02
	后测	19	20.41 ± 1.84		
SMG	前测	19	19.73 ± 1.90	-0.33	0.75
	后测	19	19.77 ± 2.06		
RTG	前测	19	19.99 ± 2.46	-3.28	0.00
	后测	19	20.57 ± 2.22		
FMG	前测	22	19.65 ± 2.44	-6.24	0.00
	后测	22	20.56 ± 2.38		

如上表所示: 除慢速表象组外, 其他三组的 1RM 前后测成绩之间都存在显著差异。具体来说, 对照组前测 1RM 成绩显著大于后测成绩 ($p=0.02$), 真实速度组前测成绩显著小于后测成绩 ($p<0.01$), 快速表象组前测成绩显著小于后测成绩 ($p<0.01$)。即对照组前后测之间出现了显著的成绩下降, 真实速度组与快速表象组前后测之间出现了显著的成绩提高, 而慢速表象组的成绩变化则不显著。

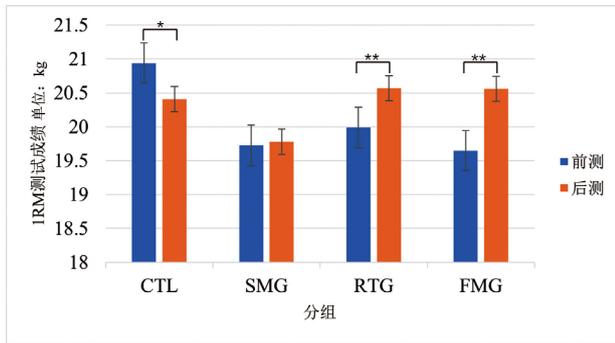


图1 组间前后测比较柱状图

3.4 组间 1RM 增长量差异

根据前述结果,进行单次运动表象练习能够促进屈肘 1RM 测试成绩。为了探究不同速度的运动表象练习对被试者屈肘 1RM 测试结果提升幅度的差异,本研究将所有被试者后测数据减去前测数据,得到其增长量,并对其增长量进行单因素方差检验以探索其差异性。单因素方差分析结果显示,不同表象速度的组别与对照组之间在统计学上存在非常显著性差异 ($p < 0.01$)。具体来说,慢速表象组 ($n=19$) 的平均屈肘最大力量变化量为 $0.05 \pm 0.70\text{kg}$,真实速度表象组 ($n=19$) 的平均屈肘最大力量变化量为 $0.58 \pm 0.77\text{kg}$,快速表象组 ($n=22$) 的平均屈肘最大力量变化量为 $0.91 \pm 0.93\text{kg}$ 。对照组的屈肘最大力量增长量在统计学上显著小于真实速度表象组 ($p=0.01$),且非常显著地小于快速表象组 ($p < 0.01$)。然而,对照组和慢速表象组的屈肘最大力量增长量之间差异不显著。慢速表象组的屈肘最大力量增长量在统计学上显著小于快速表象组的屈肘最大力量增长量 ($p=0.02$),但与真实速度表象组之间差异不显著。真实速度表象组和快速表象组的屈肘最大力量增长量之间也没有发现统计学上的显著差异。

表7 各组增长量间单因素方差分析

分组	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
CTL	19	-0.53 ± 0.90		
SMG	19	0.05 ± 0.70	13.45	0.00
RTG	19	0.58 ± 0.77		
FMG	22	0.91 ± 0.93		
CTL*SMG				0.14
CTL*RTG				0.01
CTL*FMG				0.00
SMG*RTG				0.14
SMG*FMG				0.02
RTG*FMG				0.17

4 讨论

4.1 真实速度、快速运动表象对屈肘最大力量表现的促进原因

本研究结果发现,经过单次的视频观察结合表象训练,组内与组间的屈肘 1RM 成绩,均未出现显著变化。而前人研究结果出现了显著变化,均是采用一段时间内多次进行运动表象训练。如张君梅^[2]在其研究中,使各年龄段被试者进行了内部表象、外部表象与无表象的对照组实验,得出结论认为内部表象是能够提升被试者的屈肘力量和表面肌电波动。在已有的研究中,从非心理学角度出发,对于力量的训练主要集中在训练方法的创新和训练强度的精确控制上,运动表象训练对力量素质的促进作用已被证实。此外,郑瑞杰^[13]、Boschker^[14]等人的研究均表明,无论是否伴随有身体训练,进行运动表象训练都能使表象者的力量增加量更高,尽管这种增加量的差异并不能直接表明运动表象训练对力量绝对值的影响。Magill^[15]、Mulder^[16]等人的研究认为,心理训练对加强锻炼运动项目和启动相应肌肉的运动神经元的作用是通过促进学习的神经通路所完成的。结合本研究结果,被试者后测屈肘 1RM 测试的提高,证实了运动表象训练对神经冲动强度的促进作用,从而提升了力量表现。

此外,此结果符合心理神经肌肉理论与功能性等效理论中的观点。心理神经肌肉理论认为,大脑运动中枢与骨骼肌之间的神经联系是双向的,人们可以通过主动对某个动作进行想象以引起相关运动中枢的兴奋,中枢的兴奋又会传导至肌肉,只是不会引起显著可见的动作。因此,通过动作实际执行所引起的运动中枢兴奋和通过运动表象所引起的中枢兴奋应该是相同或相似的。这种效果不应只存在于认知学习方面,在肌肉募集、力量展现方面也应符合该理论。因此,通过对屈肘动作进行运动表象,按照心理神经肌肉理论的观点,这种运动中枢的活动也应能具有提高屈肘动作的熟练度、增加所募集的神经与肌细胞数量、提升神经冲动强度,也正因为如此,进行运动表象训练才能够增强表象者的力量表现^[17]。

该理论与功能性等效理论的观点有一定相似性。功能性等效理论认为,运动表象虽不能与实际执行运动时运动中枢激活的强度和种类一样,但是总体来看,进行相同运动内容的表象与实际执行所获得的效果是相同或相近的。即进行屈肘动作的运动表象,也应该可以获得与真实进行屈肘动作相同或相似的效果。这种效果不仅体现在增强被试者对动作的理解与认知,还与真正完成

屈肘动作一样,能够增强动作执行者的自信与信念^[18]。

4.2 慢速运动表象对屈肘最大力量表现没有促进效果的原因

然而,本研究中的慢速表象组并没有出现屈肘最大力量增加的情况,这与前人的研究不一致。以往的研究认为,只要是运动表象训练,都具有相同的效果。但是本研究的结果显示,进行慢速表象与进行真实速度表象或快速表象所产生的影响是不相同的。其原因可能是由于慢速表象组所进行的运动表象所具备的表象功能不符合任务要求,因此没有能够起到增强力量表现的作用。但是,Goldlust认为,慢动作回放被认为是现代体育视频的典型视觉手段之一。他认为对运动表象的不同速度的使用表明了表象使用的“进化”,旨在说明运动员对运动表象的使用有从认知功能逐渐向动机功能转变的趋势。并且前文中提到的运动表象难度可能会对脑区激活产生影响,即运动表象的难度越高,脑区激活的程度越高。这也是能够解释慢速表象组没有发现力量提升的原因之一,即由于慢速相对真实速度来说难度较小,能够引起的脑区激活不如真实速度与快速表象。脑区的激活程度关系到脑部神经冲动的强度,导致了最终表现出来的力量没有发生上涨。

此外,从具体的通路来说,慢速表象能够加速表象者的认知强化,有利于表象者对某一事物的认知加深,特别是在认知前期。对于运动者而言,这种认知强化往往发生在运动者新学习一项运动技能时,使用慢速运动表象能够极大地促进运动者对一项新的运动技能的认知过程。慢速运动表象相比真实速度或快速的运动表象来说会耗费更多时间,给予了运动者更多机会对新的运动技能进行认知加工,同时也增加了运动者注意的持续时间,加速对运动技能的认知与理解,使其能够更加快速地对运动技能的理解从初学者阶段提升至熟练阶段。这与Martin等人的研究结论相符合,他们将运动技能学习分为新手阶段、熟练阶段与自动化阶段,对各个项目的运动员自我报告的使用运动表象速度的情况进行统计分析后得出结论,运动员在新手阶段对慢速运动表象的使用占比是最大的,而自动化阶段对快速运动表象的使用占比是最大的。本研究中,由于所有的被试者都具有相当水平的训练经验,因此所有被试者的屈肘动作都不是新手水平。从Martin等人的研究结果来说,他们在进行屈肘动作的时候,对快速表象的运用应该是最多的,快速表象也应该是对他们的屈肘动作表现增幅最有效的表象速度。而慢速表象对本研究中动作表现的阻碍作用,Martin等人并未提及。本研究认为,原因可能在于以下

两个方面:

(1)慢速表象所带来的认知促进,基于它给予新手运动者更长的时间将注意力集中在动作技能本身,从而加深对动作技能的理解与认知。然而,对于屈肘动作这一运动任务而言,运动者并不需要长时间的运动表象来促进其对屈肘动作的理解,因为屈肘动作已达到自动化阶段,因此,额外的时间并未能有效促进屈肘动作的表现;

(2)慢速表象相较于真实速度和快速表象,需要花费更多的时间。研究表明,在进行动作时,人的工作记忆是有限的,只能将注意力放在一定时间内的某些事物上。而运动表象时间的增加,有可能会挤压屈肘任务本身所占的工作记忆容量,对动作技术的表象或对其他内容的表象,挤压了对完成举起更大重量这一运动目标的占比,从而导致了屈肘动作表现并未出现上涨的情况^[19]。

5 结论

5.1 部分被试者屈肘最大力量出现提升

通过对实验前后被试者的1RM测试结果进行比对分析,发现真实速度和快速组的成员的屈肘最大力量表现都有明显提升,而慢速组成员在经过表象训练后的屈肘力量提升并不明显。

5.2 被试者屈肘最大力量提升增幅存在显著差异

通过对前后测被试者的1RM测试结果进行统计分析,发现实验组和对照组被试者的屈肘最大力量表现变化量存在显著性差异。其中,快速表象组与真实速度表象组的屈肘力量出现非常显著的上升,且快速表象组的力量增幅大于真实速度表象组,慢速表象组成员的屈肘最大力量增幅位列第三,而对照组屈肘最大力量呈现负增长,增幅最小。

参考文献

- [1] Decety J, Grèzes J. Neural mechanisms subserving the perception of human actions [J]. Trends in Cognitive Sciences, 1999, 3 (5).
- [2] 张君梅. 运动表象训练对肌肉力量的作用 [D]. 北京:北京体育大学, 2012.
- [3] 黄志剑, 王积福, 向伟. 表象训练对技能学习绩效影响的元分析 [J]. 体育科学, 2013, 33 (5): 25-30, 40.
- [4] 李大立, 廖建路, 冯玉双. 运用表象训练法发展力量素质研究 [J]. 中国教师, 2009 (S1): 159.
- [5] Florent Lebon C C, Aymeric Guillot. Benefits of

- motor imagery training on muscle strength [J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010.
- [6] Holmes P S, Collins D J. The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists [J]. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2001, 13 (1): 60–83.
- [7] Wieland B, Fleddermann M–T, Zentgraf K. Acute effects of real and imagined endurance exercise on sustained attention performance [J]. *Frontiers in Psychology*, 2022, 13.
- [8] Craig R Hall M, D E, Paivio A, Hausenblas H A. Imagery use by athletes: Development of the Sport Imagery Questionnaire [J]. *International Journal of Sport Psychology*, 1998, 29 (1): 73–89.
- [9] Paivio A. Cognitive and motivational functions of imagery in human performance [J]. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 1985 (10): 22S–8S.
- [10] 肖涛, 孔祥宁, 王晨宁. 运动训练学 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2016.
- [11] Yue G, Cole K J. Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions [J]. *J Neurophysiol*, 1992, 67 (5): 1114–23.
- [12] O J, Ely F O, Magalas S. It's All About Timing: An Imagery Intervention Examining Multiple Image Speed Combinations [J]. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2019, 32 (3): 256–76.
- [13] 郑瑞杰. 动机性自我谈话和PETTLEP表象模型对肱二头肌力量提升的对比研究 [D]. 武汉: 武汉体育学院, 2023.
- [14] Boschker M S, Bakker F C, Riietberg. Retroactive interference effects of mentally imagined movement speed [J]. *Journal of Sports Sciences*, 2000, 18 (8): 593–603.
- [15] Magill R A. Motor learning and control: Concepts and applications [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [16] Mulder T, Hochstenbach J B, Van Heuvelen M J. Motor imagery: The relation between age and imagery capacity [J]. *Human movement science*, 2007, 26 (2): 203–11.
- [17] 王政. “运动表象”在篮球基本技术训练中的应用 [J]. *新体育*, 2022 (22): 37–40.
- [18] 周倩倩. 表象训练对少儿OP级帆船基本技能、表象能力及学习兴趣的影响研究 [D]. 济南: 山东体育学院, 2023.
- [19] Haire C M, Tremblay L, Vuong V, et al. Therapeutic Instrumental Music Training and Motor Imagery in Post-Stroke Upper-Extremity Rehabilitation: A Randomized-Controlled Pilot Study [J]. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 2021, 3 (4).