

国外攀岩运动员能力评估指标对我国攀岩跨界选材的 启示

□王永杰 吕卓 梁广谱

北京体育大学, 北京 100084

摘要:为明确我国攀岩运动员选材指标,推进攀岩运动跨界选材工作。本文采用文献资料法对国外难度攀岩运动员能力评估方法与指标进行分析。主要结论:身体形态指标可作为我国攀岩运动员跨界选材前期选材指标。体重指标在所有指标中具有重要意义。肩部、手臂、手指的力量与间歇耐力;前臂氧合水平、乳酸代谢水平与疲劳恢复速率均是选材的核心指标。潜在指标包括:动作经济性;问题解决能力;运动顺序回忆;专注度;焦虑水平等。

关键词:攀岩;攀岩运动员;能力指标;评估方法

科学、合理、有效的选材指标与测试方法则是选材工作所要面临的首要问题。相较于国外攀岩运动发展,我国攀岩项目起步较晚,针对攀岩项目的科学选材指标体系并不明确。因此,本文基于国外相关难度攀岩运动员能力评估研究文献,结合攀岩项目特点,对难度攀岩运动员选材指标进行归纳分析,为我国难度攀岩项目跨界跨项选材工作提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究对象

难度攀岩运动员选材指标。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

利用 Web of Science、谷歌学术搜索等数据库,检索与攀岩运动员能力相关文献。谷歌学术索引包括了世界上绝大部分出版的学术期刊,在整个学术领域中帮助定位相关性最强的研究,且方法简便。剔除专利、引用等文献后,得到相关文献进行阅读与分析。

1.2.2 内容分析法

通过对国外研究中有关攀岩运动能力测试相关指标进行分析,获得共同的测试项目及测试指标。

2 攀岩项目发展概述

攀岩(Rock Climbing)运动由登山运动衍生而来。关于攀岩的起源,在阿尔卑斯山区依旧流传着“高山玫瑰”的说法。攀岩是集技巧、难度、冒险为一体的极限运动项目,有着“岩壁芭蕾”“峭壁上的艺术体操”等美誉。从1989年开始,人工攀岩墙开始每年举办一次国际世界杯比赛。攀岩已经成为一项具有竞争力的国际运动^[1]。除奥运会以外,国际攀登联合会举办的攀岩世界杯、攀岩世锦赛最著名。攀岩比赛类型包括:难度攀登,速度攀登,抱石和攀冰等。如目前攀岩项目世界实力格局来看,俄罗斯男女速度攀岩优势明显;法国女子速度赛也具有很强实力;斯洛文尼亚女子在难度赛上强劲实力;而我国攀岩项目优势并不明显。^[2]因此,加快我国攀岩运动员跨界选材工作,对提升我国在新兴项目上竞争力意义重大。

3 国外攀岩项目研究现状

国外有关攀岩科研论文最早可以追溯到20世纪70年代。大多数研究集中在影响攀岩表现的生理基础上,包括攀岩者类型,局部肌肉疲劳,受伤和攀爬的生物能量学等方面。Billat等人^[3]从跨学科研究开始关注攀岩者的心理与生理。Draper等人^[4]研究分析了人体测量学,Bourdine等人^[5]从生物力学角度对攀岩进行研究。Mermier等人^[6]则从生理学研究相关变量与攀爬表现的关系。文献整体数量较多,涵盖领域也较为广泛。

4 国内外攀岩项目测试指标与方法

国外研究者经过约五十年研究探索,对攀岩运动员能力表现的影响因素研究积累了较为丰富经验,测试指标主要涉及人口统计学、身体形态、运动生理学、运动力学、运动心理学和攀爬整体表现等方面。

4.1 人口统计学指标

人口统计学指标主要涉及(1)攀爬等级;(2)攀爬年数;(3)每周攀爬时数;(4)伤病情况;(5)年龄等变量。一般在进行相关测试前,由测试者采取自我报告的方式进行统计。其中攀爬等级不同国家与地区有不同的划分形式,各标准之间可相互转换,主要有YDS,UIAA等标准。优胜美地十进制(YDS)使用最为广泛(Watts 2004)^[7]。国内也基本沿用YDS标准。

4.2 身体形态指标

不同项目运动员身体形态上各有差异。国外学者普遍认为,攀岩运动员体型通常表现为“矮小精干”类型。成年精英竞技攀岩运动员身材矮小,体重低,体脂百分比极低。但不同爬类型运动员之间也存在差异,难度赛选手要较速度赛选手要更瘦。学者们普遍采用人体测量学指标中身高体重比、猿指数、体质百分比等来评估攀岩运动员身体形态,见表1。

如今,纵观优秀攀岩运动员身体形态也存在差异,单独比较攀岩者身高和体重的差异意义不大。国外优秀攀岩者平均身高可以达到1.8米,这与他人研究中的数据并没有差异。体重指标在评估攀爬能力中被认为具有重要意义。其中,力量体重比在优秀攀岩运动员中能力表现中差异并不明显。但它却是区分有无攀岩训练经验的重要指标。

表 1 攀岩项目的身体形态指标一览表
Table 1 List of body shape indicators for rock climbing

一级指标	二级指标	三级指标
身体形态指标	长度指标	身高、臂展、猿指数
	宽度指标	肩宽、髋宽、骨盆宽
	充实度指标	体重、肌肉质量百分比（MM%）、体脂百分比（BF%）、体重指数（BMI）
	维度指标	手臂维度（上臂、前臂）

表 2 攀岩项目的身体素质指标一览表
Table 2 List of physical quality indicators for rock climbing

一级指标	二级指标	三级指标
身体素质指标	力量素质	手掌最大握力、手指最大握力（捏握 Pich 手型）、力量体重比、肩部最大力量（1RM 引体向上）、上肢爆发力（悬挂引体摸高）
	耐力素质	三种角度曲臂悬垂（Crimp 手型）、引体向上、手部间歇耐力测试
	柔韧素质	肩部柔韧、纵叉、横叉、髋关节外展、髋关节曲屈

在攀岩比赛中岩点之间跨度是影响线路难度的重要因素之一。通常在相同条件下，拥有更高身高和臂展可能会对攀爬能力有益。国外学者多用猿指数来评估攀岩运动员身体形态。猿指数（Ape）是指手臂跨度与身高比值，当受试者手臂跨度大于身高时，可以建立正猿指数。平均而言，精英攀岩者拥有 +2.5 厘米的猿指数，但与一般人群没有差别。可以认为身高和猿指数都不是攀登成功的先决条件，但正猿指数可能对攀岩表现有益。

低体脂在攀岩运动员中同样被认为是有利的。脂肪在攀爬过程中并不直接参与身体状态维持或运动。攀登表现最好通过攀岩者的体脂百分比（BF%）和力量体重比来预测。与休闲攀岩者相比，精英攀岩者的体脂百分比比较低（14%比15.3%），但这些值与正常男性平均有 5–15%体脂相当。有学者也测量手掌和前臂围度，但是被证明在精英运动员间也并没有差异。

人体测量学指标，如身高体重比、猿指数、和体脂百分比对攀岩运动员能力表现评估贡献率不高，并不是衡量精英攀岩运动员攀登水平高低的先决条件，尽管人们认为是它们是有利的。国外学者发现，身体形态指标在高水平运动员间差异并不明显，但其是区分有无攀岩训练经验人群的有效指标。

4.3 身体素质指标

攀岩是一项需要克服自身重力并在垂直平面上运动的项目，它对人体肌肉骨骼系统、神经系统等方面提出了独特的要求，上肢和下肢都需要为运动提供支撑。国外研究者主要从上下肢力量、耐力、柔韧等方面进行分析，如表 2 所示。

4.3.1 力量素质指标

攀岩者所用的力往往是来对抗自身重力。随着岩壁角度增加，重力越来越多地转移到上肢的较小肌肉。上肢爆发力同样对攀岩运动员有重要意义。“dyno”等摆荡、跳跃动作都需要有较好的上肢爆发力。其中与先锋攀岩运动员相比抱石运动员的上肢爆发力要求更高。

4.3.2 耐力素质指标

上肢耐力，肩部、前臂与手指的耐力是国外学者关注重点。肩带强度对于攀岩至关重要，因为随着攀岩难度增加，更强调手臂和肩膀。上身对攀爬表现的贡献比下半身更重要。引体向上和曲臂悬垂来被用来测量肩部的强度和耐力。精英

攀岩者在曲臂悬挂和引体向上的表现上明显更好。

前臂屈肌的无氧耐力是现代运动攀岩的主要限制因素。^[8] 手部间歇耐力同样被认为是攀岩运动员的主要能力。结合攀岩比赛间歇发力模式，采用间歇性收缩更能反映攀岩运动员手部耐力特征。大部分学者采用手握式测力计，让受试者利用优势手，进行最大自主收缩的力量值的 50%（也有 60%和 40%）持续捏握。综上，肩部、手臂、手指的有效重复等长收缩能力是评估攀爬能力的重要参数。

4.3.3 柔韧素质

灵活性是衡量关节或一组关节可用运动范围的指标。它取决于骨骼，软骨，关节的形状，以及穿过关节的肌肉，肌腱，韧带和筋膜长度和伸展性。国外学者重点针对肩部、手臂、髋等部位进行灵活性测试。坐位体前屈和肩部伸展测试来确定受试者之间的灵活性，精英和休闲攀岩者之间很少或没有区别，这表明精英攀岩者不需要良好的背部和腿筋灵活性。综上，柔韧性不是攀登成功的必要决定因素，尽管攀爬特定线路柔韧性可能对攀爬表现有益。

4.4 身体机能指标

无论攀岩者训练状态或技能水平如何，有氧和无氧系统都是室内攀岩所需的主要能量系统。^[9] 基于难度线路攀爬期间的最大摄氧量 VO₂max 值，在攀爬过程中无氧或有氧系统的优势。从生理学的角度来看，关于攀岩者的代谢和心血管反应已被认为对于训练计划的结构和监测是重要的方面。国外学者其主要监控与评估的指标有，血乳酸、最大摄氧量（VO₂max）、心率等指标。

4.4.1 血乳酸

血液乳酸浓度增加通常被视为局部疲劳的指标。手握力和耐力的降低与血乳酸的增加有关，乳酸水平随着攀爬角度的增加而增加。在攀爬过程中增加耐受和去除乳酸的能力可能是有益的。在测试中运动员最大爬升后的血乳酸浓度要明显高于个体乳酸阈值。因此，无氧能量产生代谢过程在攀爬过程中起着重要作用。总之，前臂乳酸耐受和去除速度是监控和评价运动员攀爬能力的有效指标。

4.4.2 最大摄氧量

在有氧能力上，攀岩者攀爬时的氧气消耗量较低。然而，攀爬是一种随机活动，动作有静止也有运动，很难测量稳态 VO₂ 消耗率。并且结合不同的攀爬条件，不同的个人攀爬风

格,其结果很难具有普遍适用性。采用在跑步机或功率自行车进行测定的方法也备受质疑。其工作模式同样不能代表攀岩的运动模式。多种测试证明休息阶段的肌肉再氧合作用是攀岩运动员耐力表现的预测因子。

4.4.3 心率

随着攀爬难度和疲劳程度增加,心率也会增加。攀爬需要前臂肌肉重复等长收缩,由于等长收缩阻碍局部血流,而动态运动促进循环,静态运动产生更高的心率。同样学者公认的是,与氧气消耗相比,等长手臂运动会导致心率不成比例地上升,这与规律性动态运动不一样。由于心理因素,如恐惧,害怕等因素影响,心率不建议作为重点考察的指标。但可以用来监控运动员在攀爬完后的恢复。

4.5 攀爬表现测试

技术水平可能影响能量需求,初学者表现出比精英运动员更低的运动经济性。攀登动作经济性似乎对运动员的表现比改善能量代谢更重要。攀爬测试是运动员选材测试中另一个重要环节,但也是较为复杂的环节,其涉及的内容和学科领域也较多。例如抱石、难度攀岩中线路并不是一成不变的,运动员需要在有限的时间内,基于自身技术对未知比赛线路有准确理解。国外学者提出的评估指标包括:动作经济性、流畅性、合理性;运动员解决问题能力、运动顺序回忆、专注度、焦虑水平等。线路解读是技术合理运用的前提,其重点考量运动员技术与智能。与其他指标测试方法相比,线路攀爬测试则是与项目特点最相符、最直接的评价运动员综合能力方法,但它也面临很难量化的窘境。综上,运动员攀爬表现测试涉及心理、生物力学等多学科,涵盖较多影响攀爬表现的潜在因素,还需要进一步加强研究力度。

5 对我国攀岩跨界选材的启示

5.1 身体形态指标可以用于初期选项,上肢力量、耐力与疲劳恢复是核心指标

目前,我国的攀岩运动员选材主要从体操、武术运动员中进行筛选。基于项群理论的角度,三个项目均属于难美表现类。将一组具有相似竞技特征及训练要求的运动项目放在一起进行比较研究,进行优秀运动员选材与培养,有其客观存在的可能性和合理性。^[10]结合国外研究,尽管国外研究显示身体形态指标对攀岩能力的解释贡献率不高,传统观点认为攀岩运动员拥有更低体重、低脂肪含量、正的猿指数依旧是有意义的。体重在所有指标中具有重要意义。本文认为对于早期运动员选材,身体形态指标可以用于早期选材。但选材的核心指标应在上肢力量与间歇耐力,以及疲劳后快速恢复能力上。

5.2 进一步加强心理、生物力学等跨学科研究

攀岩能力的影响因素有很多,其中心理因素、技术评定同样影响着攀岩运动表现。目前国外文献中,对于运动员心理因素与生物力学相关的攀岩能力评价指标并不多。而竞技攀岩动作模式不固定,是一项高竞技、高难度、挑战性的极限运动项目。运动员需要在有限的时间内完成相应线路攀爬,其技术动作流畅性、合理性,以及解决问题能力,运动顺序回忆、专注度、焦虑水平均是影响攀岩表现的潜在因素。因此,加强攀岩运动员心理、动作技术等研究有重要意义。例如,结合高速摄影、计算机3D技术等先进方法进行攀爬测试,从生物力学角度对运动员动作模式进行分析,有助于指导攀岩训练与选材指标确定。

5.3 以项目特点为导向,寻求更科学测试方法

综合国外研究,对于同样指标学者们研究结论亦有差异,究其原因可能来自于测量方法的不同。更多的启示在于,未来研究应该尝试尽可能地使测量符合攀岩运动模式。需要不断对方法、测试器材进行改进,追求更为科学测试方法,从而让研究结论更具说服力。

6 小结

基于国外攀岩运动员能力评估文献的分析,本文认为,身体形态指标可作为我国攀岩运动员跨界选材前期选材指标,其中,体重指标在所有指标中具有重要意义;肩部、手臂、手指的力量与间歇耐力,以及前臂氧合水平、乳酸代谢水平与疲劳恢复速率均是选材的核心指标。需进一步加强潜在指标的研究,包括:动作经济性、流畅性、合理性;运动员解决问题能力、运动顺序回忆、专注度、焦虑水平等。

参考文献

- [1]Watts P B, Martin D T, Durtschi S. Anthropometric profiles of elite male and female competitive sport rock climbers[J]. Journal of Sports Sciences, 1993, 11(2): 113-117.
- [2]吴阳.2017年攀岩世界杯赛竞争格局及我国攀岩运动发展对策[J].中国体育教练员,2018,26(04):67-69.
- [3]Billat V, Pallega P, Charlaix T, et al. Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers[J].The Journal of sports medicine and physical fitness, 1995, 35(1): 20-24.
- [4]Draper N, Bird E L, Coleman I, et al. Effects of active recovery on lactate concentration, heart rate and RPE in climbing[J].Journal of sports science & medicine, 2006, 5(1):97.
- [5]Bourdin C, Teasdale N, Nougier V. Attentional demands and the organization of reaching movements in rock climbing[J]. Research Quarterly for Exercise and Sport, 1998, 69(4): 406-410.
- [6]Quaine F, Martin L, Blanchi J-P. The effect of body position and number of supports on wall reaction forces in rock climbing[J].Journal of Applied Biomechanics, 1997, 13(1): 14-23.
- [7]Watts P B. Physiology of difficult rock climbing[J]. European journal of applied physiology, 2004, 91(4): 361-372.
- [8]Schöffl V, Möckel F, Köstermeyer G, et al. Development of a performance diagnosis of the anaerobic strength endurance of the forearm flexor muscles in sport climbing[J].International journal of sports medicine, 2006, 27(03):205-211.
- [9]De Moraes Bertuzzi R C, Franchini E, Kokubun E, et al. Energy system contributions in indoor rock climbing[J].European journal of applied physiology, 2007, 101(3):293-300.
- [10]张忠秋.高水平竞技体育跨界选材需重视“心理关”[J].中国体育教练员,2018,26(02):14-15.