

# 游泳运动员核心稳定性、下肢爆发力与功能动作的相关性研究

赵海波<sup>a</sup>, 周爱国<sup>b</sup>

(北京体育大学, a. 竞技体育学院; b. 体能训练学院, 北京 100084)

**摘要:** 探究中国游泳队运动员核心稳定性、下肢爆发力与功能动作的关系, 为提高中国游泳运动员运动表现提供参考。对 56 名中国游泳队运动员进行功能动作筛查、核心稳定性和下肢爆发力测试, 并进行相关性分析。主要研究结果: 1) 中国游泳队运动员功能动作筛查总分的平均分为 16.55; 2) 中国游泳队运动员功能动作筛查总分与反向纵跳和立定跳远不存在显著性相关, 与八级腹桥存在显著性相关( $r=0.532, p<0.01$ )。主要结论: 1) 预测中国游泳运动员非接触性运动损伤的功能动作筛查总分阈值为 16.5 分, 当中国游泳队运动员功能动作筛查总分低于 16.5 时, 其受伤的可能性大于功能动作筛查总分高于 16.5 分的运动员, 同时需要重点关注肩关节灵活性动作模式测试得分; 2) 中国游泳队运动员功能动作筛查总分与核心稳定性呈显著性相关, 与下肢爆发力无显著性相关。

**关键词:** 游泳运动员; 功能动作筛查; 核心稳定性; 下肢爆发力

**中图分类号:** G861.1

**文献标志码:** A

功能动作筛查(Functional Movement Screen, FMS)主要是通过 7 个基本动作和 3 个排除性动作筛查运动员身体灵活性和稳定性、评估基本动作模式。通过 FMS 总分描述运动员功能动作质量, 发现运动员功能动作不足和缺陷, 为教练员、物理治疗师等提供训练和治疗导向<sup>[1]</sup>。有研究表明, FMS 总分与运动损伤有着密切关系<sup>[2]</sup>, 可通过 FMS 总分预测运动员非接触性运动损伤风险, 在足球、曲棍球<sup>[3]</sup>、橄榄球<sup>[2]</sup>、田径<sup>[4]</sup>等项目中已得到证实。但通过 FMS 总分预测运动损伤风险会受到项目特征、运动员年龄等因素的影响<sup>[5]</sup>。目前, 国内外并没有高水平游泳运动员的相关研究。

游泳运动员出发和转身是典型的爆发性动作, 影响运动员出发成绩的关键因素有下肢爆发力、核心稳定性等, 下肢爆发力和核心稳定性是也是影响转身技术重要因素<sup>[6]</sup>。游泳运动需要较强核心稳定性保持身体流线型、提高动作效率和预防、减少运动损伤<sup>[7]</sup>; 较强的核心稳定性也可以提高机体动态运动表现和增强神经-肌肉效率<sup>[8]</sup>。相关研究已经证明核心稳定训练对提高运动表现具有显著作用<sup>[9]</sup>, 也有研究证明了核心稳定性对预防运动损伤具有重要意义<sup>[10]</sup>。因此, 本研究以中国游泳队运动员为对象, 探究中国游泳队运动员功能动作能力与核心稳定性、下肢爆发力之间的相关性, 为提高中国游泳队运动员运动表现和预防运动损伤提供理论依据和参考意见。

## 1 研究方法

### 1.1 研究对象

本研究排除了 1 个月内有急性运动损伤和因患有慢性疾病无法参加正常训练的运动员。共有测试对象 56 名, 均为中国游泳队运动员, 其中男运动员 28 人, 女运动员 28 名, 为国家级健将或国际级健将。运动员体

收稿日期: 2018-12-11; 修回日期: 2019-01-11.

基金项目: 国家体育总局游泳运动管理中心项目(1308042)

作者简介: 赵海波(1989-), 男, 宁夏固原人, 北京体育大学博士研究生, 研究方向为体能训练, E-mail: zhb1021023@sina.com.

通信作者: 周爱国, 北京体育大学教授, 博士生导师, E-mail: 15117926749@163.com.

征基本情况见表1.

表1 研究对象基本信息

Tab.1 Basic information of tested athletes

性别	人数	身高/cm	体质量/kg	年龄/岁
男	28	184.9±5.1	73.56±9.67	18.5±2.7
女	28	174.4±4.8	62.43±7.89	18.3±3.7

## 1.2 测试方法

在测试爆发力和核心稳定性之前,为能够准确反应运动员真实水平和避免受伤,安排5~10 min准备活动,其主要内容是中等强度有氧练习、以髋关节和膝关节为主导的动态拉伸、低强度跳跃练习.

### 1.2.1 FMS测试

依照FMS测试标准程序进行.测试者测试前已经过FMS测试培训,能够确保测试的可靠性和可信性.本次测试是国家游泳队集训测试,已提前告知运动员测试内容,并要求运动员做好测试准备,包括测试流程、测试着装等.测试仪器:FMS测试组件.

所有运动员按照测试人员要求分别完成7个基本测试和3个排除性筛查,基本测试包括过顶深蹲(Overhead Deep Squat, ODS)、跨栏步(Hurdle Step, HS)、直线弓箭步(In-Line Lunge, ILL)、肩关节灵活性(Shoulder Mobility, SM)、主动直膝抬腿(Active Straight-Leg Raise, ASLR)、躯干俯卧撑(Trunk Stability Push-up, TSP)、旋转稳定性(Rotary Stability, RS).测试现场由一名测试员进行评分.测试内容、评分标准及测试目的见表2.每项测试共有4个评分等级,分数从低到高分别为0分、1分、2分、3分,测试总分区间为0~21分.HS, ILL, SM, ASLR, RS需要左右两侧分别进行测试,每侧各自评分,最后得分取两侧中较低评分.

表2 FMS测试内容

Tab.2 FMS test content

动作	主要测试目的	测试性质	FMS评分标准
ODS	髋、膝、踝、胸椎灵活性,以及躯干稳定性	对称性	0分:测试中出现疼痛; 1分:无法完成整个动作或无法保持起始姿势; 2分:运动员能够完成动作,但动作出现代偿; 3分:高质量完成动作.
HS	髋关节、膝关节、踝关节灵活性和稳定,以及躯干稳定性.	非对称性	
ILL	髋关节和踝关节的灵活性、膝关节稳定性,以及躯干稳定性	非对称性	
SM	肩关节灵活性和肩胛骨稳定性	非对称性	
ASLR	髋关节灵活性、后群柔韧性	非对称性	
TSP	上肢闭链动作中核心稳定性	对称性	
RS	主要评价运动员躯干稳定性	非对称性	

### 1.2.2 下肢爆发力测试

#### 1.2.2.1 (反向纵跳 Countermovement jump, CMJ)测试<sup>[11]</sup>

测试方法:选择便携式测力台(KISTLER GYMMY JUMP),听到测试指令后,进行反向纵跳测试.每位运动员试跳3次,取最好成绩,每次测试间隔2 min.

#### 1.2.2.2 立定跳远(Standing Long Jump, SLJ)测试<sup>[11]</sup>

测试方法:运动员听到测试指令后,开始立定跳远测试,测试人员测量并记录跳跃距离.每位运动员测试3次,取最好成绩.

### 1.2.3 核心稳定性测试

八级腹桥测试用来评价不同人群的核心稳定性,其对评价运动员群体核心稳定性的有效性和可靠性已经被多次证明<sup>[12]</sup>.此测试一共包括8个测试动作,简便易行,且不需要复杂的测试仪器.八级腹桥测试方法及评分参考标准<sup>[13]</sup>见表3.

## 1.3 统计学处理

通过SPSS22.0对运动员的身高、年龄、FMS测试得分、八级腹桥测试得分、CMJ测试得分和SLJ测试得分进行描述性统计;男运动员、女运动员、所有运动员的数据最小界限值是“最小观测检验值减1”,最大界限

值是最大观测检验值加1,其他所有界限值都是相邻两个观测检验值的平均数;分析中国游泳队运动员核心稳定、下肢爆发力与功能动作之间的斯皮尔曼(Spearman)相关性;采用接受者操作特性曲线(Receiver Operating Characteristic Curve, ROC)评价中国游泳队运动员 FMS 总分运动损伤风险诊断值;以最大约登指数(Youden index, YI)对应的 FMS 总分为最佳截断点。

表3 八级腹桥测试评分参考标准

Tab.3 Eight-level abdominal bridge test score reference standard

动作等级	评分	等级标准	各级动作时长	动作顺序	动作评价等级	负荷
一级	1	较差	30 s	起始姿势 30 s	基础动作	低
二级	3	一般	15 s	抬起右臂 15 s, 还原	初级动作	中低
三级	5	一般	15 s	抬起左臂 15 s, 还原	初级动作	中低
四级	6	中等	15 s	抬起右腿 15 s, 还原	中级动作	中
五级	10	中等	15 s	抬起左臂 15 s, 还原	中级动作	中
六级	15	良好	15 s	抬起右臂、左腿 15 s, 还原	高级动作	高
七级	25	良好	15 s	抬起左臂、右腿 15 s, 还原	高级动作	高
八级	35	优秀	30 s	起始姿势 30 s	基础动作	较高

## 2 研究结果

### 2.1 中国游泳队运动员 FMS 测试结果

从表4可知,中国游泳队运动员 FMS 测试总分的平均数是 16.55,经统计分析,中国游泳队男运动员和女运动员 FMS 总分的平均分无显著性差异( $p>0.05$ ),即中国游泳队运动员 FMS 总分不存在性别差异。在7个基本动作模式测试中,ODS 动作模式测试平均分最高;HS 动作模式质量整体较好,个别运动员出现代偿动作;ILL 动作模式质量较好,女运动员评分略高于男运动员,但无显著性差异;SM 动作模式评估略差,平均分低于2分,在排除性筛查中,男运动员有4人出现疼痛,女运动员有7人出现疼痛;ASLR 动作模式动作质量较好;TSP 动作模式动作质量较好,进行排除性筛查时,1名男运动员出现疼痛,3名女运动员出现疼痛;在RS 动作模式中,男运动员得分都是2分,女运动员在排除性筛查时,有1名女运动员出现疼痛。当运动员在 FMS 测试中出现任何疼痛,则该动作模式得分为0分,本研究结果显示 SM 动作模式将是中国游泳队运动员重点关注功能动作。

表4 中国游泳队运动员 FMS 测试结果

Tab.4 FMS test results of Chinese swimming team athletes

动作模式	$\bar{x} \pm s$		
	所有运动员	男运动员	女运动员
ODS	2.71±0.49	2.79±0.42	2.64±0.56
HS	2.19±0.40	2.18±0.39	2.21±0.42
ILL	2.46±0.54	2.43±0.57	2.50±0.51
SM	2.05±1.12	2.14±1.01	1.96±1.23
ASLR	2.57±0.53	2.36±0.56	2.79±0.42
TSP	2.69±0.81	2.82±0.61	2.57±0.96
RS	1.96±0.27	2.00±0.00	1.93±0.38
总分	16.55±2.17	16.54±2.38	16.57±1.97

### 2.2 中国游泳队运动员 FMS 总分与运动损伤风险

#### 2.2.1 中国游泳队运动员 FMS 总分与 ROC

ROC 以真阳性率为纵坐标,以假阳性率为横坐标绘制而成。中国游泳队运动员的 ROC 下面积(Area

under Curve, AUC)和  $p$  见表 5 和图 1. 与 AUC 为 0.5 的假设具有显著性差异. ROC 图分析不同截断点, 判断中国游泳队运动员非接触性运动损伤的灵敏度、误判率(1-特异性)和 YI.

表 5 中国游泳队运动员 FMS 总分 ROC 的 AUC 计算结果

Tab.5 AUC calculation results of the ROC curve of the FMS total score of Chinese swimming team athletes

对象	AUC	$p$	渐进 95% 置信区间	
			下限	上限
男运动员	0.920	0.002 **	0.816	1.000
女运动员	0.956	0.000 **	0.888	1.000
所有运动员	0.961	0.000 **	0.916	1.000

注:  $p$  与 AUC 为 0.5 的假设比较显著性, \*\* 表示  $p < 0.01$ , 具有非常显著性差异.

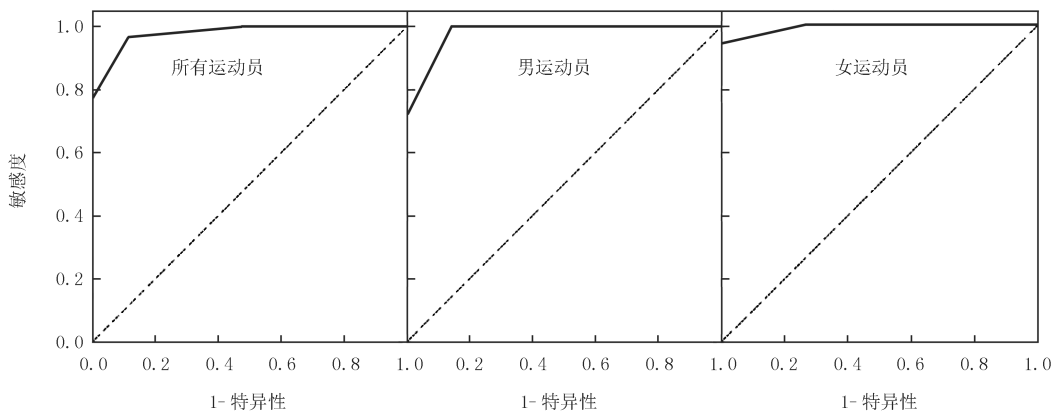


图 1 中国游泳队运动员 FMSO 总分的 ROC 图

Fig.1 ROC curves of the FMS total scores of Chinese swimming team athletes

### 2.2.2 中国游泳队运动员 FMS 总分与灵敏度、误判率

中国游泳队所有运动员, 男运动员, 女运动员 FMS 总分最佳截断点均选为 16.5 分. 它们对应的敏感度分别是 0.786、0.727 和 0.800, 误判率都为 0.000, 特异性都为 1.000, YI 分别为 0.786、0.727 和 0.800(见表 6). 因此, 本研究认为 16.5 分是中国游泳队运动员非接触性运动损伤预测的 FMS 总分临界值. 在本研究的 56 名运动员, 男、女运动员各有 16 名 FMS 总分超过 16.5, 共计 32 名, 占 59.3%.

### 2.3 中国游泳队运动员核心稳定性和下肢爆发力测试结果

通过查阅文献发现目前没有中国游泳队运动员八级腹桥测试评级标准, 因此本研究对运动员的八级腹桥测试成绩不做直接评价. 通过表 7 可知, 中国游泳队运动员在八级腹桥测试的平均分基本相等, 经过统计分析显示中国游泳队运动员核心稳定性无性别差异 ( $p > 0.05$ ). 同样, 也没有游泳队运动员 CMJ 和 SLJ 的评级标准, 因此不对这两项成绩进行直接评价.

### 2.4 中国游泳队运动员 FMS 测试各动作模式与核心稳定性、下肢爆发力的相关性结果

研究显示(见表 8), 中国游泳队运动员功能动作筛查的 ODS 动作模式 ( $r = 0.274, p < 0.05$ ) 和 ASLR 动作模式 ( $r = -0.273, p < 0.05$ ) 与 CMJ 呈显著性相关; ASLR 动作模式与 SLJ ( $r = -0.400, p < 0.01$ ) 呈显著性相关; ODS 动作模式 ( $r = 0.318, p < 0.05$ )、SM 动作模式 ( $r = 0.315, p < 0.05$ )、ASLR 动作模式 ( $r = 0.298, p < 0.05$ )、TSP 动作模式 ( $r = 0.440, p < 0.01$ )、RS 动作模式 ( $r = 0.281, p < 0.05$ ) 与八级腹桥呈显著性相关.

### 2.5 中国游泳队运动员核心稳定性、下肢爆发力与 FMS 总分的相关性

中国游泳队运动员 FMS 测试总分与 CMJ、SLJ 测试均无显著性相关; FMS 测试总分与八级腹桥测试有非常显著性相关 ( $r = 0.532, p < 0.01$ ) (见表 9).

表 6 中国游泳队运动员 FMS 总分各分界点对应的灵敏度和误判率

Tab.6 Sensitivity and false positive rate corresponding to the demarcation points of the FMS total scores of Chinese swimming team athletes

FMS 总分	所有运动员			男运动员			女运动员		
	灵敏度	1-特异性	YI	灵敏度	1-特异性	YI	灵敏度	1-特异性	YI
10.0	1.000	1.000	0.000	—	—	—	1.000	1.000	0.000
11.0	—	—	—	1.000	1.000	0.000	—	—	—
11.5	1.000	0.929	0.071	—	—	—	1.000	0.875	0.125
12.5	1.000	0.786	0.214	—	—	—	1.000	0.750	0.250
13.0	—	—	—	0.955	0.833	0.122	—	—	—
13.5	1.000	0.571	0.429	—	—	—	—	—	—
14.0	—	—	—	—	—	—	1.000	0.375	0.625
14.5	1.000	0.357	0.643	—	—	—	—	—	—
15.0	—	—	—	0.955	0.333	0.622	—	—	—
15.5	0.952	0.286	0.666	—	—	—	0.900	0.250	0.650
16.5	0.786	0.000	0.786	0.727	0.000	0.727	0.800	0.000	0.800
17.5	0.548	0.000	0.548	0.455	0.000	0.455	0.650	0.000	0.650
18.5	0.214	0.000	0.214	0.091	0.000	0.091	0.350	0.000	0.350
19.5	0.024	0.000	0.024	0.045	0.000	0.045	—	—	—
20.0	—	—	—	—	—	—	0.000	0.000	0.000
21.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	—	—	—

表 7 中国游泳队运动员核心稳定性和下肢爆发力测试结果

Tab.7 The results of core stability and lower limb explosive strength of Chinese swimming team athletes

项 目	$\bar{x} \pm s$		
	所有运动员	男运动员	女运动员
八级腹桥分数	23.77±8.61	23.75±7.65	23.79±9.61
CMJ/cm	45.79±7.97	52.01±5.94	39.56±3.67
SLJ/cm	228.59±29.09	253.32±16.19	203.86±13.89

表 8 FMS 测试各动作模式与核心稳定性、下肢爆发力的相关性(相关系数  $r$ )Tab.8 Correlation between the movement modes of FMS and core stability, lower limb explosive strength (correlation coefficient  $r$ )

项目	ODS	HS	ILL	SM	ASLR	TSP	RS
CMJ	0.274*	-0.077	-0.019	0.102	0.273*	0.189	0.162
SLJ	0.209	0.030	-0.036	0.014	0.400**	0.107	0.171
八级腹桥	0.318*	-0.034	0.130	0.315*	0.298*	0.440**	0.281*

注: \* 表示  $p < 0.05$ ; \*\* 表示  $p < 0.01$ .

### 3 讨论与分析

本研究结果显示中国游泳队运动员 FMS 总分最佳截断点都是 16.5,中国游泳队运动员灵敏度和 YI 是 0.786,以 14 分为截断点的敏感性为 1.000,误判率为 0.325,YI 为 0.625,虽然灵敏度比较高,但有高达 32.5% 的误判率;以 16.5 分为截断点时,虽然有 20% 的漏诊率,但误判率为 0,且 YI 为 0.800,大于 0.625.因此,将



16.5分作为预估中国游泳队运动员非接触性运动损伤风险的FMS总分阈值。

Kiesel等人研究表明<sup>[2]</sup>,当橄榄球运动员FMS总分低于14分时,其受伤的可能性显著增加,该作者认为14分可以用于橄榄球运动员非接触性运动损伤的风险评估;王骏昇等人研究表明,中国射击队运动员运动损伤风险的FMS临界值为15分,当射击运动员FMS总分小于15分时,其发生运动损伤的可能性会显著增加<sup>[14]</sup>;周龙峰等人认为中国优秀击剑运动员FMS总分低于15分时,运动员发生运动损伤的可能性成倍增加<sup>[15]</sup>;周亢亢等人认为中国高水平乒乓球运动员发生运动损伤的FMS总分阈值为12.5分<sup>[16]</sup>;徐建武等人认为我国优秀运动员FMS总分小于或等于17分时,能够很好预测运动损伤风险<sup>[17]</sup>.由此可见,不同运动项目运动员FMS总分评价损伤风险的最佳截断点不同,以上研究对象分别是职业橄榄球运动员、中国射击队运动员、中国击剑队运动员、中国高水平乒乓球运动员等.这些项目与中国游泳队运动员的动作模式存在较大差异,这可能是导致运动损伤风险阈值出现差异的原因。

表9 FMS总分与核心稳定性、下肢爆发力的相关性(相关系数 $r$ )

Tab.9 Correlation between FMS total score and core stability, lower extremity explosive strength (correlation coefficient  $r$ )

项目	CMJ	SLJ	八级腹桥
FMS测试总分	0.061	-0.066	0.532**

注:\*\*表示 $p < 0.01$

游泳运动用力是一个能量传递的过程,而核心稳定性是控制动力的能力<sup>[18]</sup>,较强的核心稳定性能够使运动员形成正确技术动作;能够提高运动员打腿的效果;能够增强自由泳和仰泳中身体的转动;能够增强蝶泳和蛙泳身体起伏的幅度;能够控制身体的侧向移动<sup>[19]</sup>。

在中国游泳队运动员的7个基本动作测试中,ODS动作模式测试平均分是最高的.运动员为高质量完成ODS动作模式,运动员除了具有较好“三重屈曲”动作,还需要较好的核心稳定性,避免运动员在下蹲时躯干过度前倾.游泳项目对运动员肩关节灵活性、躯干稳定性和踝关节灵活性有较高的要求,较好的肩关节灵活性能够增加运动员划水幅度;较强的核心稳定性能够保持身体姿态的“流线型”,减小阻力;较好的踝关节灵活性能够提高运动员打水效率.中国游泳队运动员髋、膝、踝关节较好的功能灵活性,为CMJ充分下蹲提供有利条件,能够使运动员在下蹲时充分屈曲。

ILL是各种减速、变向动作的重要组成部分,对运动员髋关节灵活性、踝关节灵活性和躯干稳定性要求较高.ILL动作模式与游泳运动员“蹲踞式”出发和转身动作比较相似,在转身旋转阶段需要运动员保持较好的躯干稳定性;在出发和蹬伸动作阶段需要较好的踝关节灵活性。

SM动作模式主要是评估运动员双侧肩关节灵活性、肩胛骨稳定性和胸椎灵活性.根据本研究测试结果,中国游泳队女运动员SM动作模式评估略差,平均分不到2分.在排除性筛查中,男运动员有4人出现疼痛,女运动员有7人出现疼痛,在FMS3个排除性筛查动作中比例最高,其可能原因跟中国游泳队运动员技术特征相关.根据Michael Boyle“相邻关节理论”,人体的主要关节可分为以稳定性为主导和以灵活性为主导两种,认为人体的足、膝关节、腰椎、肩胛骨、肘关节等主要是以稳定性为主;踝关节、髋关节、胸椎、颈椎、肩关节、腕关节等是以灵活性为主<sup>[20]</sup>,根据动力链原理,以上各环节某一个环节出现问题,将会影响整个动力链的效果.因此,较强的核心稳定性,促进了腰椎稳定性、胸椎灵活性以及肩胛骨稳定性,从而保证了肩关节有较好的灵活性。

ASLR主要是评估运动员双侧髋关节灵活性问题,在筛查本侧髋关节屈曲能力的同时,也需要评估对侧髋关节伸展能力和躯干稳定性.髋关节屈曲功能动作受限,其原因可能是由于大腿后群肌肉紧张;髋关节伸展功能动作受限,其可能原因是髂腰肌、股直肌等肌群紧张.Janda认为当运动员骨盆前倾或臀大肌受到抑制时会引起腘绳肌代偿性紧张,同时这种代偿引发了链式反应以保持身体平衡,即增加骨盆倾斜角度、增加胸椎和颈椎的曲度.优秀游泳运动为保持身体流线型须有较好的核心稳定性,同时像自由泳运动员翻滚转身动作需要较好的屈髋能力,因此中国游泳队运动员在此动作模式中评估分数较高.CMJ和SLJ测试时,都有反向下蹲动作,随后以爆发式向前或者向上跳跃,这需要运动员在保持躯干稳定的同时,髋关节具备一定的灵活性(为反向动作准备)和下肢后侧群肌肉具有较好柔韧性。

TSP 动作模式主要是评估运动员上肢进行闭合运动时,控制躯干的能力.游泳运动员上下肢力量需要通过躯干传递,因此对躯干稳定性要求较高.本研究结果显示,中国游泳队运动员 TSP 动作模式质量较高.RS 动作模式需要运动员具有良好的神经肌肉协调能力,能够将力量从身体的某一部分转移到另一部分,在功能动作筛查的 7 个动作模式中,中国游泳队运动员的 RS 动作模式评估分数较低.这一动作模式是在上下肢体联动情况下,评估运动员动态稳定性,其 3 分动作是“同侧支撑”,对运动员核心稳定性要求较高.因此,需要运动员极强的身体协调能力和控制能力.TSP 和 RS 基本动作模式与八级腹桥测试具有较高的相似性,八级腹桥动作中的一级、八级动作和与 TSP 动作模式最后阶段是相似的,唯一的区别是手臂支撑方式不同;八级腹桥中六级和七级动作与 RS 动作模式的 2 分评价动作比较相似,最主要的区别是前者是静态测试,后者是动态测试.中国游泳队运动员在水中既要保持躯干稳定,还需双脚、躯干、双腿协调发力,使力量传递最佳化,因此对运动员的核心稳定性要求较高,尤其是动态稳定性.

通过测试下肢爆发力,能够给教练员提供该运动员竞技水平和训练的有效性.CMJ 和 SLJ 成绩是分别评价游泳运动员垂直方向和水平方向的下肢爆发力.下肢爆发力较好,有助于游泳运动员出发和转身,尤其是“蹲踞式”出发技术,这一技术充分利用了髋关节、膝关节、踝关节的功能稳定性和灵活性,为完成爆发式伸髋和蹬伸用力提供了有利条件.

本研究结果显示,中国游泳队运动员功能动能能力与下肢爆发力不存在相关关系,与前人研究结果基本一致,不能用 FMS 总分评估和预测游泳运动员下肢爆发力水平,同时下肢爆发力水平也不能反应 FMS 分数<sup>[21]</sup>.FMS 测试总分与中国游泳队运动员的核心稳定性呈显著性相关,本实验结果与前人的研究结果一致,即核心稳定性与 FMS 测试总分存在相关关系<sup>[22]</sup>,其原因是功能动作评估和核心稳定性测试都对运动员的全身协调性、神经系统功能有着较高要求,FMS 测试是动态测试,要求运动员具有较好的动态核心稳定性.本研究所采用的八级腹桥测试是动静结合的综合测试.

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

通过对中国游泳队运动员进行功能动作筛查、核心稳定性和下肢爆发力测试,经统计分析发现,中国游泳运动员功能动作能力与核心稳定性呈显著性相关;中国游泳运动员功能动作能力与下肢爆发力不存在相关关系.

以 FMS 总分 16.5 分为截断点,对预测中国游泳队运动员非接触性运动损伤有很好的敏感度和特异性.当中国游泳队运动员 FMS 测试总分低于 16.5 时,表明运动员发生非接触性运动损伤的可能性大于 FMS 测试总分高于 16.5 分的运动员,同时需要重点关注 SM 动作模式测试得分.

FMS 通过筛查游泳运动员稳定性和灵活性等方面功能性问题,同时结合其他诊断和测试结果,提高游泳运动员核心稳定性,能够有效减少和预防运动损伤,有利于游泳运动员保持身体健康,最终为提高运动表现提供基础保障.

### 4.2 建议

不同项目、不同水平运动员预防非接触性运动损伤风险 FMS 总分阈值各不相同,因此在实际操作中,要根据项目、运动员具体情况进行操作,不可直接套用其他项目结果.

## 参 考 文 献

- [1] Cook G, Burton L, Kiesel K. Movement: functional movement systems; screening, assessment and corrective strategies[M]. On Target, 2012; 87-106.
- [2] Kiesel K, Plisky P J, Voight M L. Can Serious Injury in Professional Football Be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? [J]. N Am J Sports Phys Ther, 2007, 2(3): 147-158.
- [3] Fox D, O'Malley E, Blake C. Normative Data for the Functional Movement Screen? in Male Gaelic Field Sport[J]. British Journal of Sports Medicine, 2014, 15(3): 194-199.
- [4] Dorrel B, Long T, Shaffer S, et al. The Functional Movement Screen as a Predictor of Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes[J]. J Athl Train, 2018, 53(1): 29-34.

- [5] 黎涌明, 资薇, 陈小平. 功能性动作测试(FMS)应用现状[J]. 中国体育科技, 2013, 49(06): 105-111.
- [6] 游泳运动教程编写组. 游泳运动教程[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2013: 102-130.
- [7] 陆一帆. 游泳训练理论创新与实践[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2013: 84-85.
- [8] Vern Gambetta. 竞技能力的全面发展-身体功能训练的艺术和科学[M]. 刘宇, 孙明运, 译. 北京: 北京体育大学出版社, 2011: 102-104.
- [9] Nesser T W, Huxel K C, Tincher J L, et al. The Relationship Between Core Stability and Performance in Division I Football Players[J]. Journal of Strength & Conditioning Research, 2008, 22(6): 1750-1754.
- [10] Pfile K R, Hart J M, Herman D C, et al. Different Exercise Training Interventions and Drop-Landing Biomechanics in High School Female Athletes[J]. J Athl Train, 2013, 48(4): 450-462.
- [11] Miller T A. National Strength and Conditioning Association (NSCA)'s Guide to Tests and Assessments[M]. Champaign IL: Human Kinetics, 2012: 229-252.
- [12] Tong T K, Wu S, Nie J. Sport-specific Endurance Plank Test for Evaluation of Global Core Muscle Function[J]. Physical Therapy in Sport Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine, 2013, 15(1): 58-63.
- [13] 王卫星. 高水平运动员体能训练的新方法[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2013: 69-93.
- [14] 王骏昇, 罗小兵, 严海龙. 国家射击队运动员伤病与功能动作筛查的相关性分析[J]. 首都体育学院学报, 2016, 28(4): 352-355.
- [15] 周龙峰, 王守恒, 吴志敏, 等. 我国优秀击剑运动员身体运动功能与伤病发生概率研究[J]. 首都体育学院学报, 2016, 28(4): 344-347.
- [16] 周亢亢, 黄竹杭, 张璐, 等. 对中国高水平乒乓球运动员功能性动作筛查测试损伤风险阈值的应用研究[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(7): 112-119.
- [17] 徐建武, 刘道满, 赵凡, 等. 功能性动作测试(FMS)在优秀运动员损伤风险评估中的应用研究[J]. 中国运动医学杂志, 2014, 33(9): 855-859.
- [18] 闫琪. 游泳专项体能训练[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2010: 63-80.
- [19] Gray Cook. Athletic in Body Balance[M]. Champaign IL: Human Kinetics, 2005: 26-38.
- [20] Boyle M. Advances in Functional Training: Training Techniques for Coaches, Personal Trainers and Athletes[M]. Aptos, CA: On Target Publications, 2010.
- [21] Parchmann C J, McBride J M. Relationship between functional movement screen and athletic performance. [J]. Journal of Strength & Conditioning Research, 2011, 25(12): 3378-3384.
- [22] Bagherian S, Ghasempoor K, Rahnama N, et al. The Effect of Core Stability Training on Functional Movement Patterns in Collegiate Athletes[J]. Journal of Sport Rehabilitation, 2018(02): 1-22.

## A correlation study on core stability, lower limb explosive strength and functional movement of swimmer

Zhao Haibo<sup>a</sup>, Zhou Aiguo<sup>b</sup>

(a. Competitive Sports College; b. Strength and Conditioning Training College, Beijing Sport University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Functional movement screen (FMS), core stability and lower limb Explosive Strength were performed on 56 Chinese national swimming team athletes, and the correlations analysis was conducted. To explore the relationship between functional movements, core stability and lower limb Explosive Strength of Chinese swimmers, and provide reference for swimmers scientific and efficient training. The main results are as follows: 1) The average score of FMS scores of Chinese swimming team athletes is 16.55; 2) There is no significant correlation between FMS total scores of Chinese swimming team athletes and CMJ and SJ, and there is significant correlation with the eighth-grade abdominal bridges ( $r = 0.532, p < 0.01$ ) Results 1) The FMS total score for predicting non-contact sports injuries of Chinese swimmers is 16.5 points. When the FMS total score of Chinese swimming team athletes is lower than 16.5, the probability of injury is greater than that of athletes with FMS total score higher than 16.5 points; 2) The FMS total score of Chinese swimming team athletes is significantly correlated with core stability and has no significant correlation with the explosive strength of lower limbs.

**Keywords:** swimmer; FMS; core stability; lower limb explosive strength

[责任编辑 杨浦 王凤产]