



# 国家艺术体操队运动员功能动作筛查结果分析与纠正性训练

张鹏,李春雷\*,刘杰

**摘要:**目的:对国家艺术体操队22名运动员进行功能动作筛查并分析,了解该项目运动员的功能动作特征,并针对存在问题的功能动作提出纠正性训练方法,以期达到改善功能动作质量、减少损伤发生、提高专项训练水平的目的。方法:文献资料法、实验法、数理统计法、逻辑分析法。结果:(1)队员的FMS得分为 $13.0\pm 2.5$ 分,存在较大的损伤风险;(2)主动直膝抬腿、肩部灵活性、躯干稳定俯卧撑得分与其他动作相比具有显著性差异;(3)共有23人次在测试中存在疼痛,7人次存在不对称现象。结论:国家艺术体操运动员:(1)髋、肩关节灵活性较好而踝关节则较差,部分运动员腰椎灵活性过度而胸椎灵活性受限;(2)髋关节、肩胛区及核心区稳定性较差;(3)小腿三头肌柔韧性差,踝关节和髋关节外展、内收肌力失衡,部分运动员下肢不对称。纠正性训练应首先根据排序原则进行排序,其次从灵活性、稳定性、功能性力量、动作模式重建这4个方面开展针对性的训练。最后,8周的纠正性训练显著地提高了FMS得分,功能动作质量得到改善。

**关键词:**艺术体操;功能动作筛查;纠正性训练

中图分类号:G804.53 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2018)04-0094-08

DOI:10.12064/ssr.20180416

## Analysis of the Functional Movement Screen and Corrective Training for National Rhythmic Gymnastics Athletes

ZHANG Peng, LI Chunlei\*, LIU Jie

(Beijing Sports University Sports Medicine and Rehabilitation academy, Beijing 100084)

**Abstract:** Objective: Using the Functional Movement Screen to test 22 athletes of the National Rhythmic Gymnastics Team. And through the analysis of the test results, the paper tries to learn the characteristics of the rhythmic gymnastics athlete's functional movement. The corrective training methods are put forward in order to improve the quality of functional movement, reduce injury and improve the level of specific training. Method: literature study, test, mathematical statistics and logical analysis. Result: (1) The FMS score of the athletes was  $13.0\pm 2.5$  points, which indicates a great risk of injury. (2) There was a significant difference between the scores of the active straight leg raising, shoulder flexibility and trunk stability push-up and those of the other movements. (3) The subjects of the 23 person times felt pain in the test, and asymmetry was found in 7 person times. Conclusion: (1) The flexibility of the hip joint and shoulder joint of the subjects are good, but the flexibility of the ankles is poor. Some athletes have excessive flexibility of the lumbar vertebra, but limited flexibility of the thoracic vertebra. (2) The stability of the hip joint, shoulder region and core area is poor. (3) The triceps surae has poor flexibility. There is abduction of ankle and hip and the imbalance of adduction muscle strength. The lower limbs of some athletes are asymmetrical. Corrective training should be arranged according to the principle of order and the following four aspects should be taken into account: flexibility, stability, functional strength and the reconstruction of movement mode. 8-week corrective training can improve the FMS scores and enhance the quality of functional movement.

**Key Words:** rhythmic gymnastics; functional movement screen; corrective training

收稿日期:2018-04-21

基金项目:国家体育总局课题(2017HT005)

第一作者简介:张鹏,男,研究生在读。主要研究方向:体能训练。E-mail:809142543@qq.com。

\* 通讯作者简介:李春雷,男,教授。主要研究方向:体能训练。E-mail:332648967@qq.com。

作者单位:北京体育大学运动医学与康复学院,北京 100084。



艺术体操是一项技能主导类表现难美性项目<sup>[1]</sup>,随着竞赛规则的不断修改,其对难度动作的要求也越来越高,运动员在比赛中要完成各种连接、跳步、转体、旋转及平衡类等高难度动作,而这些动作的完成则建立在良好的身体功能动作基础之上<sup>[2]</sup>。功能动作筛查(Functional Movement Screen, FMS)是由美国矫形训练专家 Gray Cook 和体能训练专家 Lee Burton 等人于 20 世纪 90 年代设计的一个基于人体基本动作模式来预测损伤风险的筛查系统,并具有较高的信度和效度<sup>[3,4]</sup>。其主要用来筛查人体功能动作中存在的灵活性、稳定性及不对称性问题,并根据筛查结果进行纠正性训练,以达到预防运动损伤、改善功能动作质量的目的<sup>[5-7]</sup>。而纠正性训练最早起源于物理治疗,是指通过系统的步骤来识别神经肌肉骨骼功能障碍,然后制定针对性的训练计划,并实施综合的纠正性策略的一种训练方法<sup>[8]</sup>,其目的在于帮助病人提升或者恢复自身的动作功能。后来 Cook 把这个理念带入到了运动训练领域,并将纠正性训练定义为专门的灵活性和稳定性练习,用于改善基本的功能动作模式的质量<sup>[9]</sup>,其中包括灵活性训练、稳定性训练、功能性力量训练、动作模式重建训练<sup>[9]</sup>。

本研究旨在通过对国家艺术体操队运动员进行功能动作筛查,分析该项目运动员功能动作中存在的灵活性、稳定性及对称性问题,并据此提出纠正性训练方法,以期达到改善功能动作质量、减少损伤发生、提高专项训练水平的目的。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

选取国家艺术体操队 22 名运动员为研究对象。运动员均无严重上肢、下肢、脊柱损伤史。运动员基本情况见表 1。

表 1 运动员基本情况 ( $\bar{x}\pm SD$ )

Table I Basic Information of the Athletes ( $\bar{x}\pm SD$ )

人数	运动等级			年龄 (年)	身高 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
	国家 级	国际 健将	国际 健将				
22	8	10	4	18.0±3.2	166.8±4.8	46.0±5.5	16.5±1.4

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 文献资料法

查阅了与功能动作筛查、纠正性训练、艺术体操相关的文献与书籍,掌握了与本研究相关的内容与方法,明确了研究的目的与意义。

### 1.2.2 实验法

#### 1.2.2.1 实验对象

在国家艺术体操队备战第 35 届艺术体操世界锦标赛的集训期间,于北京体育大学国家训练基地对 22 名运动员进行 FMS 测试

#### 1.2.2.2 实验方法

所有运动员均在同一天内完成测试,且测试前不进行任何准备活动<sup>[10]</sup>。测试人员为拥有 FMS 高级认证的专家,测试器材为 FMS 专用测试器材(Perform Better, 美国)。FMS 测试的 7 个基本动作为深蹲、跨栏架步、直线弓箭步、肩部灵活性、主动直膝抬腿、躯干稳定俯卧撑、躯干旋转稳定性。得分标准为:能准确地完成基本动作得 3 分,能完成基本动作但有代偿得 2 分,不能完成基本动作得 1 分,在完成动作时或随后的排除性测试中存在疼痛得 0 分。此外,FMS 测试还包括 3 个排除性动作:肩部撞击、伏地起身、跪姿下腰伸展排除性测试,在该类动作中,存在疼痛即为“阳性”,同时被排除的动作得分为 0 分,而无疼痛则为“阴性”,被排除的动作得分不变<sup>[5-7]</sup>。测试人员按照讲解标准对运动员进行每一个动作的讲解。每个动作可以做 3 次,并取 3 次测试中的最高得分作为该动作的最终得分<sup>[10]</sup>,对于双侧动作,最终得分为其中得分较低一侧的分数。具体测试方法及评分标准见文献<sup>[5,6]</sup>。

#### 1.2.3 逻辑分析法

根据功能动作筛查的基本原理,结合艺术体操的项目特征,深入分析运动员存在的灵活性、稳定性、对称性问题及其原因,并根据纠正性训练的基本原则,提出适合该项目运动员的纠正性训练计划。

#### 1.2.4 数理统计法

采用 SPSS22.0 对各项数据进行统计分析,数据结果以( $\bar{x}\pm SD$ )的方式表示,FMS 测试各动作得分采用单因素方差分析(ANOVA),纠正性训练前后各动作得分采用配对样本 t 检验,显著性水平为  $P < 0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 功能动作筛查结果

国家艺术体操队 FMS 总体平均得分为 (13.0±2.5) 分,其中最高分为 18 分,最低分为 8 分。与其它动作相比,主动直膝抬腿得分最高、躯干稳定俯卧撑得分最低( $P < 0.01$ )。肩部灵活性得分与其它动作同样具有显著性差异( $P < 0.01$ ,跨栏架步除外),而其他几个动作得分之间无显著性差异。此外,有 44 人次得 3 分,占总人次(154 人次)的 28.6%,而得 2 分、1 分、0 分的人次依次为 68、19、23 人次,各占总人次



的44.2%、12.3%、14.9%。就0分而言, 分别有3人在深蹲动作中、1人在直线弓箭步动作中、4人在肩部碰撞动作中、11人在伏地起身动作中、4人在跪姿下腰伸展动作中存在疼痛。详见表2。

表2 国家艺术体操队运动员 FMS 测试结果统计表

Table II FMS Test Results of the National Rhythmic Gymnastics Athletes

	X±SD	3分		2分		1分		0分	
		人数/人	百分比%	人数/人	百分比%	人数/人	百分比%	人数/人	百分比%
深蹲	1.5±0.7	0	0	14	63.6	5	22.7	3	13.7
跨栏架步	2.0±0.2	0	0	22	100.0	0	0	0	0
直线弓箭步	1.7±0.6	1	4.5	15	68.3	5	22.7	1	4.5
肩部灵活性	2.4±1.2#	18	82.0	0	0	0	0	4	18.0
主动直膝抬腿	3.0±0.0*	22	100.0	0	0	0	0	0	0
躯干稳定俯卧撑	0.7±0.9*	2	9.1	0	0	9	40.9	11	50.0
躯干旋转稳定性	1.7±0.8	1	4.5	17	77.5	0	0	4	18.0
合计	13.0±2.5	44	28.6	68	44.2	19	12.3	23	14.9

注:\*表示该动作与其它动作的得分具有非常显著性差异, P<0.01; #表示该动作与除跨栏架步之外的其它动作的得分具有非常显著性差异, P<0.01。

在3个排除性测试中共有19人次出现“阳性”结果,即在排除性测试中存在疼痛。详见表3。

表3 排除性测试“阳性”结果统计表(N=19)

Table III “Positive” Results of the Exclusionary Test

排除性测试	肩部碰撞	伏地起身	跪姿下腰伸展
阳性人数	4	11	4

对于需要进行左右两侧测试的动作(如表4)而言,共有7人次存在不对称现象,且主要集中在跨栏架步及直线弓箭步动作中,分别为3人、4人。

表4 双侧动作不对称结果统计表(N=7)

Table IV Results of the Asymmetry of the Bilateral Movements(N=7)

双侧动作	跨栏架步	直线弓箭步	肩部灵活性	主动直膝抬腿	躯干旋转稳定性
不对称人数	3	4	0	0	0

## 2.2 功能动作筛查结果分析

Kiesel等人首先通过研究指出FMS得分低于14分就会有较大的损伤风险<sup>[11]</sup>,而Bonazza等人通过系统回顾前人研究,并最终认为FMS损伤预测临界值为14分。而国家艺术体操队FMS平均得分为(13.0±2.5)分,表明该队运动员存在较大的损伤风险<sup>[12]</sup>。对于各基本动作而言,由于柔韧素质是该项目的首要素质<sup>[13]</sup>,所以肩部灵活性、主动直膝抬腿等表现灵活性动作的得分显著高于其他动作(见表2)。而由于力量素质的缺乏、各环节稳定性的不足及疼痛问题,使得躯干稳定俯卧撑得分显著低于其他动作(P<0.01)。此外,Knapik等人通过研究表明某些特定的肌力及柔韧性的失衡与下肢损伤有关<sup>[14]</sup>,而不对称或基本动作得分≤1分的损伤概率将会是得

分>1分的2.73倍<sup>[15]</sup>,提示部分运动员在深蹲、跨栏架步、直线弓箭步、旋转稳定性等功能动作中存在较大的损伤风险。因此,对各个动作的具体分析显得尤为重要。

### 2.2.1 深蹲结果分析

该测试主要评价运动员髌、膝、踝的灵活性,胸椎及肩关节的灵活性,核心稳定性及姿势控制能力<sup>[9,16,17]</sup>。表2中,运动员得2分、1分、0分的频率分别为63.6%、22.7%、13.7%。(1)2分动作表现为:需脚后跟垫板才能完成深蹲动作,原因在于该项目的大部分动作需在立踵的情况下完成,小腿三头肌长期静力性收缩,使得踝关节灵活性受限,背屈不足,无法下蹲<sup>[2,18]</sup>;(2)1分动作表现为:即使脚后跟垫板,横杆也不在脚面正上方,原因在于运动员躯干后伸时倾向于先伸展腰椎,代偿了胸椎的伸展,使其伸展灵活性欠缺,因而横杆不在脚面上方;(3)0分动作表现为:深蹲时膝关节疼痛,根据区域相互依赖原理,踝关节灵活性不足,导致作为稳定性关节的膝关节发生代偿,最终使得膝关节产生疼痛<sup>[5,19,20]</sup>。

### 2.2.2 跨栏架步结果分析

该测试主要评价运动员支撑腿髌、膝、踝关节及核心区域的稳定性,动作执行腿髌、膝、踝的灵活性,以及协调性、姿势控制能力<sup>[6,7,16,17]</sup>。表2中,运动员全部得2分,主要问题为在跨栏架时:(1)躯干存在晃动;(2)横杆向支撑腿一侧倾斜。原因在于支撑腿及核心区的稳定性不足,跨越栏架时产生代偿动作。(3)动作执行腿存在踝、髌关节外展的现象,原因为艺术体操运动员长期的外八字站姿练习及左右分腿跳、侧踢腿、侧平衡等练习导致了踝、髌关节内收与



外展肌群的肌力失衡,且外展大于内收的肌力。(4)3名队员存在不对称问题(表4;双侧测试,最后得分为其中最低分),表现为优势腿的稳定性优于劣势腿,这与优势腿长期做单腿支撑动作有关。

### 2.2.3 直线弓箭步结果分析

该测试主要评价运动员在不对称姿势下维持躯干稳定性的能力,保持骨盆在非对称姿势下均匀受力的能力,髋、膝、踝灵活性及稳定性,以及股四头肌和背阔肌的柔韧性<sup>[6,7,16,17]</sup>。表2中,运动员的3分、2分、1分、0分的频率分别为4.5%、68.3%、22.7%、4.5%。(1)2分动作表现为:下蹲时后脚外展、躯干晃动,原因与上述动作中的一致。此外,部分队员在下蹲时长杆不能紧贴骶骨,其原因可能在于做动作时协调主动肌收缩、对抗肌放松的神经调节能力差,造成躯干背部的竖脊肌、背阔肌僵硬,使躯干呈现弧形,最终使得长杆不能紧贴骶骨<sup>[21]</sup>;(2)1分动作表现为:蹲不下去,后腿膝盖无法紧贴测试板,原因在于踝背屈不足;(3)0分动作表现为:1名队员左腿在前下蹲时膝关节存在疼痛,原因为左侧踝关节灵活性较差,且股四头肌内侧头力量差,前者使膝关节发生代偿,后者使膝关节不稳定,最终左膝在承重下蹲时产生疼痛;(4)有4名队员存在不对称的问题,表现为优势腿在前时身体无晃动,这与优势腿的力量、主动控制较好有关。

### 2.2.4 肩部灵活性结果分析

该测试主要用来评价肩关节内旋、后伸、内收、外旋的能力,以及上方手臂前屈与外旋能力、下方手臂后伸与内旋的能力<sup>[6,7,16,17]</sup>。表2中,得3分、0分的频率为82%、18%。(1)由于项目特征,运动员需要有良好的肩关节灵活性来完成球、圈、棒和带等高难度的动作,并十分注重肩关节灵活性的训练<sup>[2,18]</sup>,因而队员普遍得3分。(2)0分:4名队员在肩部碰撞测试中存在疼痛(表3),原因在于艺术体操抛接器械的专项动作中大部分为前抛动作,长期的前抛练习使得三角肌前束较发达,而三角肌后束、冈下肌、小圆肌力量较弱,导致肩胛骨前移,肱骨与肩峰之间的空隙减少,此时再做伸肩加外展肩等动作时,穿过肱骨与肩峰之间空隙的肌腱、软组织就会与肱骨头产生摩擦,从而产生疼痛<sup>[22]</sup>。

### 2.2.5 主动直膝抬腿结果分析

该测试主要用来评价运动员髋关节屈曲的主动灵活性及核心的初始稳定性、持续稳定性,以及双侧腿的腘绳肌、臀大肌、髂胫束的柔韧性<sup>[6,7,16,17]</sup>。表2中,队员全部得3分,表明艺术体操运动员髋关节的

灵活性及其周围肌群的柔韧性较好。这与艺术体操的专项特征有关,由于侧平衡、俯平衡及结环跳等动作对髋部的灵活性及柔韧性具有较高的要求,这就使得运动员在平常的训练中十分注重该部位的练习,如各种压腿练习,因此该测试中所有队员均得3分。

### 2.2.6 躯干稳定俯卧撑结果分析

该测试主要评价运动员身体核心的反射性稳定性,上下肢力量是否能够有效传递以及上肢力量大小<sup>[6,7,16,17]</sup>。表2中,运动员得3分、1分、0分的频率分别为9.1%、40.9%、50%。(1)0分的主要问题为:11名运动员(占总人数的50.0%,表3)在伏地起身测试中腰椎存在疼痛,这是由于艺术体操的许多专项动作对腰椎的灵活性要求较高,比如结环跳、反跨跳、下腰等动作,而腰椎本身属于稳定性关节<sup>[5]</sup>,过度的灵活性及长期的技术训练使腰椎损伤风险增加;(2)1分的主要问题为:不能将身体推起、推起时躯干和下肢不同步,其原因在于运动员上肢力量不足、核心区稳定性不足。此外,原动肌群先于稳定肌群被动员,即四肢肌群先于核心肌群被动员,核心区不能发挥枢纽协调的作用,无法有效减少和缓冲末端肢体和关节的负荷,这也导致腰椎损伤风险的增加<sup>[23]</sup>。

### 2.2.7 躯干旋转稳定性结果分析

该测试主要评价运动员髋关节、核心区、肩带的稳定性,并反映运动员躯干能量的传递效率及神经肌肉的控制能力<sup>[6,7,16,17]</sup>。表2中,运动员得3分、2分、0分的频率为4.5%、77.5%、18%。(1)2分动作表现为:无法做起同侧而只能做起对侧的动作,表明艺术体操运动员上下肢具有良好的协调能力,但核心区在矢状面上的稳定性却较差,躯干能量传递效率低,身体重心无法有效转移;(2)0分动作表现为:有4人在跪姿下腰伸展测试中腰椎存在疼痛,这同样是由于腰椎过度的灵活性而缺乏稳定性所致。值得注意的是,“转体”作为艺术体操项目中的难度动作之一<sup>[2]</sup>,需要运动员具有较高的旋转稳定性,以提高转体动作的效率,因此应加强与旋转有关的功能动作的练习。

## 2.3 纠正性训练

### 2.3.1 纠正性训练的排序原则

根据FMS测试结果,首先应对运动员的筛查分数进行排序,以确定存在障碍的功能动作的纠正性训练顺序,排序原则包括“评分排序原则”和“动作排序原则”<sup>[20,24,25]</sup>:



评分排序原则:(1)先解决0分动作,并依次解决得分为0-3(即一侧得0分,一侧得3分)、0-2、0-1、0-0分的动作(排序在前者优先解决),应注意,存在疼痛的动作应由医生或物理治疗师来解决;(2)其次解决1分动作,并依次解决得分为1-3、1-2、1-1分的动作;(3)最后解决2分动作,依次解决得分为2-3、2-2分的动作。

动作排序原则:按照灵活性优先,稳定性其次,综合动作模式最后的原则来进行排序,并依次解决主动直膝抬腿、肩部灵活性、旋转稳定性、躯干稳定俯卧撑、直线弓箭步、跨栏架步、深蹲等动作中存在的问题。

一般而言,先按照评分排序原则进行排序,再通过动作排序原则进行补充,例如除0分外,得分为1-3分的动作首先应该得到解决,如果主动直膝抬腿和肩部灵活性得分均为1-3分,那么仅仅按照评分排序原则就无法确定首先应该解决哪个动作中的问题,因此参考动作排序原则,就可确定先解决主动直膝抬腿中的问题,再解决肩部灵活性中的问题。

### 2.3.2 纠正性训练的具体内容

纠正性训练强调身体对运动的控制,要求在运动过程中始终保持正确的动作姿势<sup>[26]</sup>,其具体内容包括:(1)灵活性训练:通过肌筋膜松解及静态拉伸的方式提高关节活动度、肌肉柔韧性;(2)稳定性训练:通过静态稳定性及动态稳定性练习提高各环节的稳定性;(3)功能性力量训练:减少肌力失衡与不对称;(4)动作模式重建:把基本的灵活性和稳定性的使用融合到特定的动作模式中,以此来加强身体的协调性<sup>[20]</sup>。

对于国家艺术体操队运动员而言,根据纠正性训练的“评分排序原则”,首先对得0分的队员进行医学治疗,使其在接下来的训练中不出现疼痛,这些动作包括肩部灵活性、躯干旋转稳定性、躯干稳定俯卧撑、直线弓箭步、深蹲。但是,由于运动员个人得分情况不同,因此本研究中的纠正训练按照“动作排序原则”进行排序,具体顺序为:肩部灵活性、旋转稳定性、躯干稳定俯卧撑、直线弓箭步、跨栏架步、深蹲。

(1)针对肩部灵活性测试中出现的肩部肌群前后肌力失衡的问题,采取的纠正性训练计划见表5。

表5 肩部灵活性纠正性训练计划表

Table V Corrective Training Plan for Shoulder Flexibility

练习动作名称	目的	组数	次数	间歇时间
按摩球滚动松解胸肌、三角肌前束 <sup>[27]</sup>	松解肩部前侧肌群	1组	2分钟/侧	
弹力带扩胸	提高肩部后侧肌群的力量,增加肩胛区的稳定性	3组	15次/组	30s

(2)针对躯干旋转稳定性测试中存在的旋转稳定性差的问题,采取同侧单腿单臂哑铃硬拉练习,以达到提高旋转稳定性的目的。练习时,采用5kg重量的哑铃,优势侧15次每组,劣势侧20次每组,共

3组,组间间歇30s。

(3)针对躯干稳定俯卧撑测试中出现的核心区反射性稳定性差、上肢力量不足问题,采取的纠正性训练计划见表6。

表6 躯干稳定俯卧撑纠正性训练计划表

Table VI Corrective Training Plan for the Trunk Stability Push-Up

练习动作名称	目的	组数	次数	间歇时间
平板支撑 <sup>[20]</sup>	提高核心区及整个身体前侧链的反射性稳定性	2组	1.5min	1min
半跪俯卧撑 <sup>[20]</sup>	提高上肢力量及躯干稳定性	3组	15次/组	30s

(4)针对直线弓箭步动作中存在的髋关节及核心区稳定性不足问题,采取的纠正性训练计划见表7。

表7 直线弓箭步纠正训练计划表

Table VII Corrective Training Plan for Straight Lunge

练习动作名称	目的	组数	次数	间歇时间
抱单腿背桥 <sup>[28]</sup>	支撑侧髋关节灵活性及大腿后群力量	3组	左20次 右15次	30s
双手持药球上举弓箭步练习(药球:2kg)	负重条件下形成正确的弓箭步动作模式	3组	左20次 右15次	30s

(5)针对跨栏架步动作中存在的髋关节及核心区稳定性不足问题,踝关节和髋关节内收、

外展肌力失衡问题,采取的纠正性训练计划见表8。



表 8 跨栏架步纠正性训练计划表

Table VIII Corrective Training Plan for Hurdle Step

练习动作名称	目的	组数	次数	间歇时间
泡沫轴滚动松懈胫骨前肌 <sup>[9]</sup>	缓解踝关节外展肌群紧张	1 组	2 分钟/侧	
泡沫轴滚动松懈髂胫束 <sup>[27]</sup>	缓解髋关节外展肌群紧张	1 组	2 分钟/侧	
平衡垫上单膝支撑阿拉贝斯	提高髋关节及核心区稳定性	2 组	左 1.5 min 右 1 min	1 min
踝关节内收练习, 结合弹力带	提高踝关节内收肌群力量	3 组	15 次/侧	30 s
夹膝练习	提高大腿内收肌群力量	3 组	12 次/组	30 s
双手持药球上举跨栏架练习	负重条件下形成正确的跨栏架步动作模式	3 组	左 20 次 右 15 次	30 s

(6) 针对深蹲测试中存在的踝关节及胸椎灵活性不足问题, 采取的纠正性训练计划见表 9:

表 9 深蹲纠正性训练计划表

Table IX Corrective Training Plan for Deep Squat

练习动作名称	目的	组数	次数	间歇时间
泡沫轴滚动松懈小腿三头肌 <sup>[27]</sup>	提高踝关节灵活性	1 组	2 分钟/侧	
单膝跪地踝背屈 <sup>[29]</sup>		1 组	2 分钟/侧	
跪姿胸椎旋转 <sup>[9]</sup>	提高胸椎灵活性	3 组	12 次/侧	30 s
骆驼式呼吸		3 组	12 次/侧	30 s

根据功能动作筛查的结果以及纠正性训练原则, 并结合上述具体的训练方法, 对国家艺术体操运动员开展为期 8 周的纠正性训练, 每次 30 min, 每周 3 次。每次纠正性训练均在上午技术训练之前进行, 并且按照肩部灵活性、旋转稳定性、躯干稳定俯卧撑、直线弓箭步、跨栏架步、深蹲的顺序进行, 如前 4 周着重进行肩部灵活性、旋转稳定性、躯干稳定俯卧撑的纠正性练习, 后 4 周着重进行直线弓箭步、跨栏架步、深蹲的纠正性练习。此外, 对于各个动作模式

的纠正性练习, 也应按照灵活性、稳定性、功能性力量训练的顺序进行, 每次选取 2~3 个动作进行练习。

2.3.3 纠正性训练结果

由表 10 可知, 通过对艺术体操运动员进行为期 8 周的纠正性训练后, 除躯干旋转稳定性外, 其他动作得分均有不同程度的提高, 其中直线弓箭步得分具有显著性差异 ( $P < 0.05$ ), 而跨栏架步、躯干稳定俯卧撑得分以及总分具有显著性差异 ( $P < 0.01$ )。而得 0 分的人数无显著性降低 (表 11)。

表 10 纠正性训练前后 FMS 测试结果对比表 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table X Comparison between the FMS Test Results before and after the Corrective Training ( $\bar{x} \pm s$ )

	深蹲	跨栏架步	直线弓箭步	肩部灵活性	躯干稳定俯卧撑	躯干旋转稳定性	总分
训练前	1.5±0.7	2.0±0.2	1.7±0.6	2.4±1.2	0.7±0.9	1.7±0.8	13.0±2.5
训练后	1.6±0.7	2.4±0.5**	2.0±0.7*	2.6±1.1	1.1±1.2**	1.7±0.8	14.3±2.7**

注: \* 表示具有显著性差异,  $P < 0.05$ ; \*\* 表示具有非常显著性差异,  $P < 0.01$ 。

表 11 0 分运动员纠正性训练前后 FMS 测试结果对比表

Table XI Comparison between the FMS Test Results of the Zero-point Athletes before and after the Corrective Training

	深蹲	跨栏架步	直线弓箭步	肩部灵活性	躯干稳定俯卧撑	躯干旋转稳定性	总分
0 分 (训练前)	3	0	1	4	11	4	
0 分 (训练后)	3	0	1	3	10	4	

由以上结果可知, 深蹲纠正性训练的效果并不明显, 这与艺术体操训练需要运动员长时间保持立踵站姿以及纠正性训练时间较短有关。而由于膝、髋、肩关节以及核心区稳定性的提高, 上肢力量以及肌力失衡的改善, 使得跨栏架步、直线弓箭步、躯干

稳定俯卧撑得分显著性提高。对于肩部灵活性、躯干旋转稳定性动作而言, 尽管肌力失衡现象得到改善, 核心区稳定性得到提高, 但仍有部分运动员在排除性测试中存在疼痛, 因此这两个动作得分并没有显著性提高。就总分而言, 训练后 FMS 总分得到了显



著性提高,为(14.3±2.7)分(高于平均分14分),说明纠正性训练能够有效提高功能动作的质量。

尽管纠正性训练使得部分运动员的疼痛得到了缓解,但是得0分的人数并没有显著性降低,表明8周的纠正性训练并没有从根本上解决艺术体操运动员的损伤问题,需要说明的是,根据纠正性训练原则,对于存在疼痛的动作应由医生或物理治疗师来解决。

### 3 结论

**3.1** 国家艺术体操队运动员 FMS 得分为(13.0±2.5)分,低于平均分14分,存在较大的损伤风险,7个基本动作中,主动直膝抬腿得分最高,而躯干稳定俯卧撑得分最低,且均具有显著性差异( $P < 0.01$ )。此外,共有23人次在测试中存在疼痛,7人次存在不对称现象。

**3.2** 国家艺术体操运动员:(1)髋、肩关节灵活性较好而踝关节则较差,部分运动员腰椎灵活性过度而胸椎灵活性受限;(2)髋关节、肩胛区及核心区稳定性较差;(3)小腿三头肌柔韧性差以及踝关节和髋关节外展、内收肌力失衡,部分运动员下肢不对称。

**3.3** 对于国家艺术体操队运动员而言,纠正性训练应在消除疼痛的前提下,着重改善踝关节、胸椎的灵活性,提高髋关节与膝关节、核心区、肩胛区的稳定性,加强上肢力量,消除不对称及肌力失衡现象,必要时进行动作模式重建,同时注意根据运动员的具体问题采取针对性的训练。

**3.4** 为期8周的纠正性训练能够显著地提高 FMS 得分,有效改善功能动作的质量,表现为运动员各环节稳定性得到提高,上肢力量及肌力失衡现象得到改善。但踝关节仍存在灵活性不足,需继续采取纠正性训练。对于膝关节、腰椎、肩关节仍存在的疼痛,应进行相关的医学治疗。

### 参考文献:

[1] 田麦久,刘建和,延烽,等.运动训练学[M].北京:人民教育出版社,2000:184-185.

[2] 李春雷,红英日,周开祥.国家艺术体操队功能性动作质量现状及矫正改善措施[J].运动,2015(105):1-3,19.

[3] Moran R. W., Schneiders A. G., Major K. M., et al. How Reliable Are Functional Movement Screening Scores? A Systematic Review of Rater Reliability [J]. Br. J. Sports Med., 2016, 50(9): 527-536.

[4] 焦广发,刘徽,王海英,等.功能性运动筛查应用研究进

展:评价方法、信度、标准[J].成都体育学院学报,2015,41(1):18-22.

[5] Gray Cook.动作—功能动作训练体系[M].张英波,梁林,赵洪波,译.北京:北京体育大学出版社,2011:3-16,84-106,270.

[6] 王雄,沈兆喆.身体功能训练动作手册[M].北京:人民体育出版社,2014,318-333.

[7] 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(6): 105-111.

[8] Micheal A. C., Scott C. L. NASM Essentials of Corrective Exercise Training [M]. Wolters Kluwer Health, 2011:4.

[9] 于成.关于FMS中深蹲动作纠正性训练的研究[D].石家庄:河北师范大学,2017.

[10] Vanessa B. M., Thales M. M., Bruno M. B. The Functional Movement Screen (FMSTM) in Elite Young Soccer Players between 14 and 20 Years: Composite Score, Individual-Test Scores and Asymmetries[J]. The International Journal of Sports Physical Therapy, 2017, 12(6): 977-985.

[11] Kyle B. K., Phillip J. P., Michael L. V. Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by A Preseason Functional Movement Screen? [J]. North American Journal of Sports Physical Therapy, 2007, 2(3):147-159.

[12] Bonazza N. A., Smuin D., Onks C. A., et al. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. The American Journal of Sports Medicine, 2016, 45(3):725-732.

[13] 高焯.艺术体操初级组初级训练阶段柔韧素质模型的构建研究[D].河北师范大学,2013.

[14] Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, et al. Preseason Strength and Flexibility Imbalances Associated with Athletic Injuries in Female Collegiate Athletes [J]. American Journal of Sports Medicine, 1991, 19(1):76.

[15] Mokha M., Sprague P. A., Gatens D. R. Predicting Musculoskeletal Injury in National Collegiate Athletic Association Division II Athletes from Asymmetries and Individual-test Versus Composite Functional Movement Screen Scores[J]. Journal of Athletic Training, 2016, 51(4): 276-282.

[16] 周龙峰,王守恒,尹军.中国击剑优秀运动员动能动作的筛查方法与数据分析[J].首都体育学院学报,2015,27(3):276-281.

[17] 李雷,吕晓梅,刘彦,等.河北省职业赛艇运动员功能动作筛查结果与分析[J].河北体育学院学报,2015,29(1): 70-73.

[18] 赵修精,李春雷.功能动作筛查(FMS)在国家艺术体操队体能训练中的应用研究[J].运动,2015(124): 30-31.



- [19] Phil P., Clark F., Robert L.肌肉失衡的评估与治疗——杨达治疗法[M]. 焦颖,李阳,王松,译.北京:人民体育出版社,2016:26-27.
- [20] 袁铮,尹军.功能动作筛查的应用研究[J].山东体育科技,2015,37(6):75-79.
- [21] 周喆啸.对云南省短跑一级运动员进行 FMS 测试的研究分析[J].业余训练,2012(5):50-53.
- [22] 王雄,刘爱杰.身体功能训练团队的实践探索及发展反思[J].体育科学,2014,34(2):79-86.
- [23] 徐建武,刘道满,赵凡,等.功能动作测试(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.
- [24] 朱海明,尹军,木志友,等.功能性动作筛查在特警队员身体训练中的应用研究[J].北京体育大学学报,2013,36(9):140-144.
- [25] Cook G., Burton L., Barbara J., et al. Functional Movement Screening: The Use of Functional Movements as an Assessment of Functional Part 1 [J]. The International Journal of Sports Physical Therapy, 2014, 3(9):396-409.
- [26] 石磊.陕西省艺术体操运动员动作模式筛查与纠正训练[J].体育世界(学术), 2016,4:74-75,81.
- [27] Sage Rountree.运动员恢复指南——休息、放松、储备能量达到最佳竞技状态[M]. 毕学翠,译.北京:北京体育大学出版社,2015:89-93.
- [28] 林思琦.北京青年女篮功能性动作筛查(FMS)及身体功能训练的研究[D].北京体育大学,2016.
- [29] 刘畅.功能性动作筛查在网球体能训练中的应用研究[D].北京体育大学,2016.

(责任编辑:刘畅)

(上接第93页)

### 参考文献:

- [1] 河北体育学院科研处.我院成功举办第十九届全国运动生物力学学术交流大会[J].河北体育学院学报,2017,31(6):2.
- [2] 仰红慧,戚雅茜.第17届全国运动生物力学学术交流大会述评[J].体育科研,2015,36(2):1-3,22.
- [3] 仰红慧,蒋川.第十六届全国运动生物力学学术交流大会述评[J].体育科研,2014,35(1):28-30.
- [4] 肖丹丹.备战2016年里约奥运国家乒乓球队的技术分析与诊断[A].2017年全国竞技体育科学论文报告会论文摘要汇编[C].中国体育科学学会,2017:2.
- [5] 王清,郝卫亚,刘卉,等.运动生物力学学科发展现状及前景[J].体育科研,2016,37(3):91-95.
- [6] 刘园园,宋雅伟.我国运动生物力学的研究现状及发展趋势——第十五届全国运动生物力学大会评述[J].南京体育学院学报(自然科学版),2012,11(5):146-148.
- [7] 刘卉,于冰.生物力学在确定膝关节前交叉韧带损伤危险因素中的应用[J].体育科研,2010,31(6):15-16.
- [8] 李建设,顾耀东,陆毅琛,等.运动鞋核心技术的生物力学研究[J].体育科学,2009,29(5):40-49,75.
- [9] 葛新发,郑伟涛,王德恂,等.流体力学在体育运动中的研究进展[J].山东体育学院学报,2011,27(6):45-50.

(责任编辑:刘畅)