

# 不同水平篮球运动员跳投核心区肌电与足底压力的比较

王来东, 齐春燕

**摘要:**以辽宁青年男篮和沈阳体育学院男篮为研究对象,采用8通道ME6000型肌电测量仪、Footscan insole足底压力测量仪,对不同水平运动员跳投时核心区肌肉的IEMG、肌肉做功负荷百分比、肌肉的激活顺序以及足底压力参数进行对比分析,研究结果显示:IEMG随着运动员水平的升高而降低,这是长期运动训练使机能节省化的表现。省队运动员肌肉的做功/负荷百分比具有一定的均衡性,是注重核心区肌肉训练的结果。不同水平运动员跳投时肌肉激活顺序不同,运动水平越高的运动员其神经调节肌肉运动的模式越成熟,核心区肌肉可以将下肢蹬地、伸髋的力量有效的传递到上肢。省队的足底压力波形是一个光滑的波峰曲线,说明省队控制身体稳定性的能力比院队运动员的能力强。不同水平运动员垂直方向受力值与体重值的比值具有显著性差异,说明核心区良好的肌肉力量可以使中枢神经系统得到良好的适应,提高对肌肉的控制能力。因此,教练员在训练中应重视核心区肌肉的力量训练,以此来加强跳投时身体各部位的协调用力,增加腾空稳定性,以此提高投篮的命中率。

**关键词:** 篮球运动员;跳投;核心区;肌电;足底压力

中图分类号: G804.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2011)05-0067-04

Comparison between the Core Area IEMG and Insole Pressure of the Different-Level Basketball Players in Jump Shot

WANG Lai-dong, QI Chun-yan

(Physical Education Department, Naikai University, Tianjin 300071, China)

**Abstract:** Taking the basketball players of Liaoning Junior Men's Basketball Team and Shenyang Physical Education Institute as the sybjects and using the instruments of ME6000 IEMG Meter and Footscan Insole Pressure Meter, the authors made an analysis of the IEMG of the core area muscles of the different-level players in jump shot, percentage of the muscle power load, muscle activation order and insole pressure parameters. The result shows that IEMG reduces as the level of player improves. This is function saving due to long-term training. Stability of the muscle power load of the provincial team players are observed. This is the result of paying attention to core area muscle training. Muscle activation order of the different-level players is different. Higher the level of the player is, more mature is the mode of his nerve adjusting muscle movements. Core area muscles may pass the power of hip extension and tread of the lower extremities to the upper extremities. The insole pressure wave form of the provincial team players is a smooth crest curve, which shows that the provincial team players possess better ability of contolling body balance than that of the institute team players. Significant difference of the ratio of vertical force value and weight value exists and this means that good core area muscle strength may make central nervous system adaptable so as to improve its muscle control ability. Therefore, coaches should pay attention to the strength training of core area muscles so as to improve the coordinated force of the different parts of the body in jump shot, enhance the stability in jump-up and improve shot percentage.

**Key words:** basketball player; jump shot; core area; IEMG; insole pressure

随着篮球运动的迅速发展, 攻守技术日趋平衡, 防守的积极性与攻击性不断加强, 迫使进攻队员不断采取有效技术来摆脱防守完成进攻。跳投是进攻队员在快速移动中接球或运球突破时利用急停的突然性, 快速起跳增加出手高度来摆脱防守队员封阻的一种投篮方法。从目前世界强队的比赛中可以看出, 跳投在每场比赛中都被广泛使用并保持着较高

的命中率<sup>[1]</sup>。跳投是在身体姿势不平衡和不稳定的状态下进行的, 只有在核心区与足弓协调用力的保障下才能使躯干得到稳固的支持, 由此手臂才能够游刃有余地进行协调的投篮动作。强健有力的腰腹力量是衔接上下肢的中枢力量, 关系到身体的协调性、灵活性和柔韧性, 在跳投时的作用体

收稿日期: 2011-08-03

第一作者简介: 王来东, 男, 硕士, 讲师. 主要研究方向: 体育教育与运动训练.

作者单位: 南开大学 体育教学部, 天津 300071



现得很明显。此外,足弓是跳投的重要支点,跳投较高的命中率是靠出色的足弓的弹性力量来维持的。因此,本文利用目前国内较先进的同步测量技术对不同水平篮球运动员跳投时核心区的肌电以及足底压力进行比较,以此探讨核心区以及足底的协调用力对跳投命中率的影响。本研究的主要目的是加深教练员对跳投时核心区以及足底支撑力作用的认识,为教练员合理的安排篮球运动员的力量训练提供参考。

表1 研究对象的基本情况(N=16)

Table 1 Basic Information of the Subjects (N=16)

队名	年龄/岁	身高/cm	体重/kg	训练年限/年
辽宁省青年男篮(N=8)	18.67 ± 2.35	194.75 ± 4.68	80.50 ± 5.76	3.63 ± 0.95
沈阳体育学院男篮(N=8)	18.24 ± 1.54	186.86 ± 4.61	74.25 ± 8.85	2.75 ± 0.85

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 测量法

#### 1.2.1.1 肌电测量

本试验选用8通道ME6000型肌电测量仪进行肌电的测量,并使用其仪器的配套软件MegaWin进行分析。ME6000型肌电仪原始数据采集频率为1 000 Hz,使用SOLAR一次性表面电极。

#### 1.2.1.2 足底压力测量

Foot-scan insole足底压力测试仪信号采样频率为500 Hz,压强范围0.7~155 N/cm<sup>2</sup>,重复性误差小于1%。

#### 1.2.1.3 录像法

采用SONY DCR TRV-940E数码摄像机对跳投动作实行同步录像。

#### 1.2.1.4 测量过程

由于国内对核心区的肌肉名称以及数量等有不同分类,根据篮球的项目特点以及跳投中肌肉的参与情况,选用Ian Hasegawa的划分方法,他认为,核心肌群由腹直肌、腹横肌、背肌、腹斜肌、下背肌和竖脊肌组成,并且髋关节周围的肌肉——臀肌、旋髋肌、股后肌群也属于人体的核心肌群<sup>[2]</sup>。根据实验设备的情况,本研究选取左右对称的腹直肌、股直肌、臀大肌和竖脊肌8块肌肉作为肌电测量部位,电极安放前用酒精对相应部位进行消毒、清洁处理,晾干后,将透气电极片粘到每块肌肉收缩时肌腹最隆起的部位,测量电极沿肌纤维方向安放,参考电极与其呈等腰三角形,电极间相距20 mm。足底压力鞋垫放在运动员的鞋内。同时将自行研制的信号转换器固定在运动员的背后,此信号转换器可以实现肌电测量仪和足底压力测量仪的同步工作。

#### 1.2.2 数理统计法

MegaWin信号和Foot-scan insole信号在各自相应的统计软件中进行处理,导出到Excel和SPSS12.0中进行图形分析和显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同水平篮球运动员跳投命中率测试结果与分析

辽宁青年男篮(简称省队)接球跳投的命中率为73.7% ± 10.6%,沈阳体育学院院队男篮(简称院队)为62.5% ±

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

研究对象为辽宁省青年男子篮球队队员(都是一级以上水平运动员),沈阳体育学院男子篮球队队员(都是二级运动员),共16名,其中前锋和后卫各6名,中锋4名,且都是球队中的主力队员,所有研究对象均身体健康、发育良好,并受过系统的专业训练(见表1)。

8.7%,辽宁青年男篮投篮命中率明显优于沈阳体育学院男篮(简称院队)且差异非常显著(表2)。由于不同水平篮球运动员跳投命中率存在明显不同,可以确定影响跳投命中率的因素不同。运动员由于训练年限、训练水平、训练量及强度等的不同,在身体素质以及身体的内在功能方面存在着差异,这种差异表现在运动员技战术的任何一个方面,从篮球运动员核心区肌电状况以及足底压力方面对跳投进行研究是很有必要的。

表2 不同水平篮球运动员跳投命中率卡方检验

Table 2 Chi-Square Test of Shot Percentage of the Different-Level Players

队名	投篮数	总投篮数	总进球数	X <sup>2</sup>	P
辽宁省青年男篮(N=8)	10	80	59	11.35	0.00*
沈阳体育学院男篮(N=8)	10	80	50		

注: \*表示P < 0.05; \*\*表示P < 0.01。

### 2.2 不同水平篮球运动员跳投核心区肌电参数的比较与分析

#### 2.2.1 不同水平篮球运动员跳投核心区肌肉IEGM的比较与分析

积分肌电(IEGM)是肌电信号经整流滤波后单位时间内曲线下面积的总和,反映肌电信号随时间的强弱变化,同时反映肌肉在运动中单位募集数量和同步化程度。对不同级别篮球运动员的核心区的IEGM进行统计分析,从表3中可以看出除左侧股直肌和臀大肌外,其他6块肌肉都存在着明显的差异,并且左右侧竖脊肌和左右侧腹直肌存在着非常明显的差异,8块肌肉IEGM的变化趋势是随着运动员水平的升高而降低。省队运动员IEGM低于院队,这种现象视为优秀运动员接受长期训练的良好结果。优秀运动员在长期训练过程中发展的某些力量,在很大程度上得到数量相对变化不大的运动单位的支持,这表现在完成同一动作时,省队运动员8块肌肉的IEGM的值小于或低于院队运动员,说明参与兴奋的运动单位少,每个运动单位的兴奋程度小,同步化程度较高。这与那兰等<sup>[3-5]</sup>对优秀运动员肌电图分析的结果一致。另一个原因可能是神经对肌肉的控制能力得到加强,提高了神经-肌肉本体感受功能。对核心区肌肉的训练可以充分调动神经肌肉控制系统,提高核心肌群的力量,



改善神经肌肉控制的效率，使肌肉在运动中募集的数量和同步化程度提高，可以顺利完成对运动的控制。

表3 不同水平篮球运动员接球跳投 I E G M 比较 (单位: m v · s )

Table III Comparison between the IEMG of the Different-Level Players in Ball-Receiving Jump Shot (mv@ s)

IEMG 比较	省队	院队	P
股直肌右	0.88 ± 0.019	1.346 ± 0.418	0.039*
股直肌左	1.105 ± 1.046	1.276 ± 0.235	0.155
臀大肌右	0.741 ± 0.501	1.238 ± 0.589	0.016*
臀大肌左	0.756 ± 0.758	1.151 ± 0.426	0.071
竖脊肌右	0.636 ± 0.501	1.208 ± 0.911	0.000**
竖脊肌左	0.641 ± 0.613	1.713 ± 0.004	0.000**
腹直肌右	0.743 ± 0.660	1.155 ± 0.966	0.000**
腹直肌左	0.454 ± 0.332	1.042 ± 0.048	0.000**

注: \* 表示 P < 0.05; \*\* 表示 P < 0.01。

### 2.2.2 不同水平篮球运动员跳投核心区肌肉做功百分比的比较与分析

对不同水平篮球运动员在做跳投时核心区肌肉做功 / 负荷百分比进行比较, 从图 1 可以看出, 院队运动员与省队运动员的做功 / 负荷百分比存在着差异, 院队运动员在跳投时股直肌的做功 / 负荷百分比占有所有肌肉做功的 54%, 而省队运动员股直肌的做功百分比为 37%, 表现出省队运动员股直肌不像院队的股直肌做功 / 负荷百分比那样达到所有肌肉做功的一半以上的水平。院队运动员其他 6 块肌肉的做功 / 负荷百分比出现从 4% 到 13% 较大幅度的变化, 而省队运动员其他 6 块肌肉的做功 / 负荷百分比都保持在 10% 左右, 具有一定的均衡性。产生这种情况的原因可能是水平高的运动员除了重视股直肌等主动肌的训练外, 还注重臀大肌、竖脊肌以及腹直肌等核心区肌肉力量的训练。跳投需要腰腹以及下肢肌的协同用力, 使身体在空中保持一定的稳定性, 这样才能提高投篮的命中率。有关资料表明, 传统的篮球力量训练只重视股四头肌和小腿三头肌等主动肌的训练, 而忽视核心区肌肉的训练, 认为只要下肢的股四头肌和小腿三头肌的力量上去了就能提高弹跳完成跳投动作, 但是篮球中的许多动作都是需要全身的肌肉协同用力, 保持身体平衡才能完成的。因此在加强下肢力量训练提高弹跳的同时, 应该加强腹肌等核心区肌肉的力量训练。

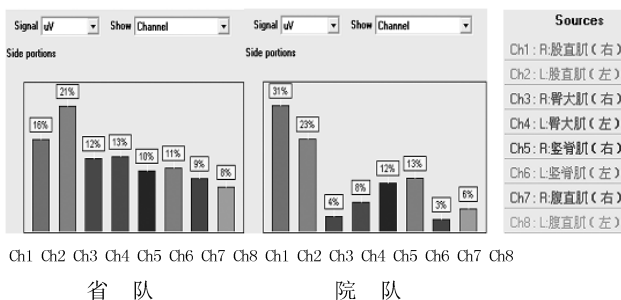


图1 不同级别篮球运动员跳投核心区肌肉做功 / 负荷百分比  
Figure 1 Core Area Muscle Load Percentage of the Different-Level Players in Jump Shot

### 2.2.3 不同水平篮球运动员跳投核心区肌肉激活顺序的比较与分析

对省队运动员与院队运动员做接球跳投时肌肉激活顺序进行比较发现, 不同级别的运动员跳投时肌肉激活顺序不同, 在同一级别中不同个体做同一动作的肌肉激活顺序也不同, 而同一运动员反复做同一动作时的肌肉激活顺序差别不明显。这与个人的用力习惯、训练程度以及肌肉的协调模式有关。这就要求教练员对运动员进行力量训练时要区别对待, 利用科学的方法掌握运动员的骨骼肌的个体特征, 有针对性地进行训练。通过对不同级别优秀篮球运动员做跳投时的激活时间 (见表 4) 以及录像的对照分析发现, 省队运动员跳投时与院队运动员各肌肉激活的时间相比较短, 并且被激活的振幅较小, 在跳投的各个阶段, 省队运动员肌肉激活的时间相对于院队也较短, 运动水平越高的运动员其神经调节肌肉运动的模式越成熟, 核心区肌肉可以将下肢蹬地、伸髋的力量有效地传递到上肢, 最后完成投篮。

表4 不同级别篮球运动员跳投核心区肌肉激活时间表 (单位: s)

Table IV Core Area Muscle Activation Time of the Different-Level Players in Jump Shot

肌肉名称	股直肌		臀大肌		竖脊肌		腹直肌	
	右	左	右	左	右	左	右	左
省队激活时间	0.08	0.05	0.10	0.15	0.44	0.07	0.08	0.10
院队激活时间	0.14	0.09	0.13	0.18	0.46	0.09	0.10	0.27

### 2.3 不同水平篮球运动员跳投足底压力参数的比较与分析

#### 2.3.1 不同水平篮球运动员跳投足底压力中心轨迹比较与分析

对省队与院队篮球运动员跳投蹬地阶段足底压力中心在双脚上的轨迹图进行分析研究发现, 跳投蹬地阶段左脚作为中枢脚, 省队的足底压力中心基本在一条直线上移动, 且变化比较均匀, 波动比较小。而院队运动员左脚的运动轨迹左右移动幅度比较大, 没有规律可循, 杂乱无序。足底压力中心一定程度上反映出身体重心的变化水平, 分析结果充分说明了省队运动员经过科学系统的训练, 控制身体稳定性的能力比院队运动员的能力强, 维持自身平衡能力的水平也高。因此核心区的稳定性对跳投各关节的协调有力起到关键的作用。从右脚的轨迹图可以看出, 右脚前掌着地后, 与左脚同时蹬地, 足底压力中心在右脚上的变化范围不大。省队运动员的右脚足底压力中心变化比院队运动员的变化有规律, 但是区别不明显 (见图 2)。

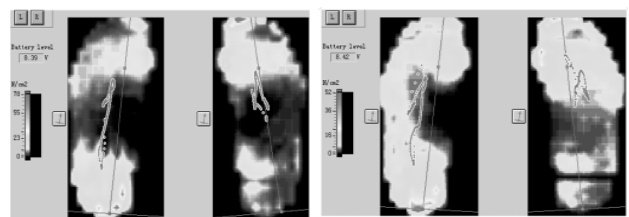


图2 省队与院队篮球运动员压力中心轨迹图  
Figure 2 Center of Pressure Trajectories of the Provincial and Institute Team Players



### 2.3.2 不同级别篮球运动员跳投足底受力情况的比较与分析

利用Foot-scan足底压力测试鞋垫对省队运动员和院队运动员的垂直方向的足-地接触力进行统计,并对其力的峰值和谷值进行了统计学分析。为了便于比较,力值以受试者体重的倍数(B. W.)为单位进行统计,以消除体重差异对统计结果的影响。

通过对省队和院队运动员垂直方向的受力值与体重比值进行比较,发现省队运动员与院队运动员之间各自的比值具有显著性差异( $P < 0.05$ ),从统计的结果可以看出,在蹬地起跳阶段,垂直方向上的足-地接触力的峰值变化情况

为运动员的运动水平越高,峰值越小。这种差异表现的主要原因是跳投的过程中要求运动员不仅要跳起迅速及时,还要控制身体的平衡,身体的重心变化要稳定,这样才能提高投篮命中率。因此在蹬地起跳的瞬间,水平高的运动员可以迅速借助蹬地的力量使自己弹起在空中,此时不一定给地面一个极大的冲力就能跳起和控制身体在空中的平衡的能力,这与省队运动员在长期的训练中形成了良好的中枢神经系统对肌肉等运动系统的内在控制有关。核心区良好的肌肉力量可以使中枢神经系统得到良好的适应,提高对肌肉的控制能力(见表5)。

表5 院队和省队运动员足底压力与体重比值表(单位:N)  
Table V Ratio of the Insole Pressure and Weight of the Provincial and Institute Team Players (N)

	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
院队压力	917.3	815.0	519.9	585.7	838.0	565.7	784.8	626.6	814.9	636.5
比值	1.17	1.04	0.62	0.70	1.07	0.72	0.94	0.75	1.19	0.93
省队压力	879.3	832.0	786.5	753.2	898.0	785.6	964.3	812.4	933.7	759.0
比值	0.91	0.84	0.86	0.82	0.88	0.77	1.02	0.86	0.94	0.76

### 3 结论和建议

不同水平篮球运动员的跳投命中率存在着明显的差异,反映在运动员跳投时肌电和足底压力参数的不同变化特点上。省队运动员 IEGM 低于院队,视为优秀运动员接受长期训练的良好结果;省队运动员股直肌不像院队的股直肌做功/负荷百分比那样达到所有肌肉做功的一半以上的水平,院队运动员其他6块肌肉的做功/负荷百分比出现从4%到13%较大幅度的变化,而省队运动员其他6块肌肉的做功/负荷百分比都保持在10%左右,具有一定的均衡性;跳投蹬地阶段左脚作为中枢脚,省队的足底压力中心基本在一条直线上移动,且变化比较均匀,波动比较小。而院队运动员左脚的运动轨迹左右移动幅度比较大,没有规律可循,杂乱无序;省队和垂直方向的受力值与体重比值小于院队运动员。跳投时身体的稳定性对投篮命中率的提高有很大的作用,因此教练员在训练中应重视核心区肌肉的力量训练,以此来加强跳投时身体各部位的协调用力,增加腾空的稳定性,以此提高投篮的命中率。

### 参考文献:

- [1] 孙传波, 关辉. 对决定篮球投篮命中率因素的探讨[J]. 哈尔滨体育学院学报, 2006, (26) 2: 85-86
- [2] Ian Hasegawa. (2004). NSCA'S Performance[J]. Training Journal, 11:5.
- [3] 那兰. 优秀速度滑冰运动员肌电图分析[J]. 冰雪运动. 1998, (2): 44-46
- [4] 陆爱云. 不同重量下男子抓举动作的生物力学特征[J]. 上海体育学院学报. 2000, (24) 3: 58-61
- [5] 刘亚军. 乒乓球基本技术的肌电研究[J]. 天津体育学院学报. 1995, (10) 3: 18-21
- [6] 周兴龙, 赵芳. 篮球急停跳投的运动生物力学分析[J]. 北京体育大学, 1999, (22): 30-33
- [7] 王健. 表面肌电信号分析及其应用研究[J]. 中国体育科技, 2000, (36) 8: 26-28
- [8] 林嘉. 肌电与足底压力同步测量在对我国优秀速滑运动员蹬冰单步周期研究中的应用[J]. 天津体育学院学报, 2000, (21) 3: 201-204

(责任编辑: 何聪)