

•竞赛与训练•

## 国家优秀射击运动员平衡稳定性特点及评价指标

张秀丽<sup>1,2</sup>, 王向东<sup>3</sup>, 刘学贞<sup>4</sup>

(1.华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510631; 2.北京体育大学 研究生院, 北京 100084;  
3.国家体育科学研究所, 北京 100081; 4.北京体育大学 运动生物力学教研室, 北京 100084)

**摘 要:** 运用 footscan balance 测试系统对国家高水平手枪、步枪射击运动员进行了平衡稳定性的测试,通过分析得出以下主要结论:第一,所有射击运动员中男子手枪运动员身体姿态的平衡稳定性及调节能力最差;第二,射击训练只能使睁眼状态下身体晃动面积和前后晃动幅度减小;第三,一般平衡稳定性指标(身体重心前后、左右晃动幅度、轨迹长度、晃动面积)不能准确地反映高水平射击运动员平衡稳定性的特点,而派生指标——单位面积的轨迹长度(轨迹总长度与晃动面积的比值),既显示平衡稳定性,又能体现姿态调节能力,在晃动面积一定的情况下,其值越大,表明调节能力越强,晃动的频率越快,身体平衡稳定性越好,在实射时对枪支的影响越小,可作为射击运动员的评价和选材指标。

**关 键 词:** 射击运动员; 平衡稳定性; 足底压力中心; 姿态调节

中图分类号: G871 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2007)02-0099-04

### Characteristics of and indexes for evaluating the balancing stability of excellent shooting athletes in China

ZHANG Xiu-li<sup>1,2</sup>, WANG Xiang-dong<sup>3</sup>, LIU Xue-zhen<sup>4</sup>

(1.College of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 2.Graduate School, Beijing Sport University, Beijing 100084, China; 3.China Institute of Sport Science, Beijing 100081, China;  
4. Department of Sport Biomechanics, Beijing Sport University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** The authors used the foot-scan balance test system to test the balancing stability of high performance pistol and rifle shooting athletes in China, and drew the following main conclusions by analyzing the results: 1) among all the shooting athletes, male pistol shooting athletes have the poorest body posture balancing stability and adjusting ability; 2) shooting training can only reduce the body shaking area as well as back and forth shaking amplitude in the eye-opening condition; 3) common balancing stability indexes (back and forth shaking amplitude, left and right shaking amplitude, track length and shaking area of body center of gravity) cannot accurately reflect the characteristics of balancing stability of high performance shooting athletes, while the track length per unit area (the ratio of total track length to shaking area), a derivative index, can not only show the balancing stability, but also reflect the posture adjusting ability. When the shaking area is fixed, larger track length per unit area indicates stronger adjusting ability, faster shaking frequency, better body balancing stability, and lesser effect on the guns at actual shooting. This index can be used as an index for evaluating and selecting shooting athletes.

**Key words:** shooting athlete; balancing stability; sole pressure center; posture adjustment

射击运动虽然早在 1896 年即被列入奥运会, 但在中国还是一个年轻的体育运动项目, 自 1984 年第 23 届奥运会上, 许海峰实现“零”的突破, 我国运动员获得 3 枚金牌后, 人们对射击运动的研究越来越多。在项群训练理论中, 射击属

技能类表现准确性运动项目, 由于其“重里不重表”的特点使射击运动的选材难度之大可谓“众项”之首。身材的高矮、胖瘦及体质的强弱与运动成绩关系不大, 与运动员身体的平衡调节能力密切相关<sup>[1]</sup>。

由于训练和比赛科研程度的不断加大,对射击项目的认识也不断深入。邓廷楠<sup>[2]</sup>教练对步枪训练特点的总结从某种程度上概括了整个射击项目的特点。早期突出“准”字,注重结果,后以“平稳中响”把注意引向枪口,强调弹丸脱离枪口瞬间人枪系统平稳状态的保持质量,现在则强调击发瞬间各种竞技能力的优化组合,即“瞬间优组”是目前认识到的射击项目的基本特点,而良好的身体姿态平衡调节能力是“瞬间优组”的基本保证。

稳固的下支撑是射击正确动作的重要保障,射击项目站立的姿势较多,在立姿情况下,稳固的支撑是运动员通过自身的神经系统、骨骼系统、肌肉系统调节获得的。如果整体支撑的稳定程度不够高,在射击过程中就需要对上肢肌力进行调节。这样会有几个方面的不利。第一,延长了瞄准时间不利于命中率的提高;第二,人的姿态平衡由于生物因素的影响不可能是绝对的,射击要求在“动中求稳”,把握击发时机,每个运动员都有其“动”的规律,整体平衡程度不够高会使“动”的规律难以把握或遭到破坏,从而使命中率降低<sup>[3]</sup>。因此,应重视身体姿势平衡稳定性研究和训练。

目前对射击运动员身体平衡能力的研究多数只限于定性的分析,鉴于以上所述身体平衡能力在射击运动中的重要性,笔者认为传统评价人体平衡稳定性的方法(采用睁眼和闭眼状态下人能维持站立的时间,或非站立足点地的次数等)远不能满足射击运动员评价和选材的需要,用足底压力测试系统测量所得指标评价射击运动员身体平衡稳定性更具体、更深入、更有实用价值。而这方面的研究尚未见报道。

## 1 研究对象与方法

(1)研究对象:国家优秀射击运动员,其中男子步枪10人,手枪8人;女子步枪8人,手枪9人。

(2)测试器材:测试仪器为比利时生产的 footscan balance 7.6 测试操作系统。

(3)测试时间:2006年4月24日~5月6日,运动员下午射击训练结束后的身体锻炼时间,16:10~17:10。

(4)测试地点:上海射击射箭中心25m靶场地。

(5)测试方法:1)平衡稳定性测试姿势:运动员以优势腿单足站立在 footscan 测力板上,另一腿的脚背扣于站立腿膝关节处,上肢自然垂于体侧(睁眼和闭眼各测试1次)。2)数据采集方法:测试时间为1min,采集的数据每10s采1次,采集前5个10s,记录每个10s中后3s的平衡测试数据,取5个3s的平均值作为衡量平衡稳定性的数值。3)平衡测试指标:睁眼和闭眼状态下时足底压力中心前后方向晃动幅度(OAP和CAP)、左右方向晃动的幅度(OML和CML)、压力中心晃动的轨迹总长度(OSL和CSL)和压力中心晃动的椭圆面积(OSA和CSA)。O开头的为睁眼时指标,C开头的为闭眼时指标。晃动幅度或范围大说明平衡稳定性差,

而轨迹总长度与轨迹包络面积的比值则表示身体平衡的调节能力,比值大则调节能力强。

(6)统计方法:运用 SPSS11.5 统计软件进行数理统计。

## 2 结果与分析

与刚体的平衡不同,人体姿态的平衡是一种动态的平衡,不仅与身高、体重、接触面积的大小有关,而且与人的生理因素、心理因素有关,尤其是射击运动员,要求运动员具有持久的调节稳定平衡的能力,其呼吸幅度、心跳频率的影响都是不可忽视的。而所有这些因素的综合都可以通过足底压力中心的轨迹反映出来。

### 2.1 两种状态下总体平衡稳定性

人体姿态平衡的调节主要依赖于中枢系统对视觉、前庭觉和本体觉信息的协调和对运动效应器的控制。小脑是维持身体平衡、保持和调节肌张力、调整肌肉协同运动的中枢,小脑及其纤维束机能水平的高低对肌张力的调整和身体姿态运动有非常重要的影响。位于骨骼肌、肌腱、关节囊、韧带里的感受器,能把运动刺激传导到大脑皮质,人体借助本体感受器,能感受到身体在空间的位置,姿势和主动、被动的运动状态,并及时地对这种运动的精细运动进行感知、分析和及时准确的调节<sup>[4]</sup>。测试结果显示:

在闭眼状态下,射击运动员的平衡稳定性普遍下降,左右、前后方向的晃动幅度增大,晃动面积的增大幅度尤其明显。左右方向的晃动幅度最大值由睁眼时14.33mm增长到闭眼时30.00mm,总体平均值则由7.20mm增长到17.56mm;前后方向晃动幅度最大值由睁眼时的12.67mm增长到闭眼时的33.67mm,总体平均值则由7.53mm增长到17.01mm;包络面积在睁眼状态下全部在15mm<sup>2</sup>以下,但在闭眼状态下,最小包络面积也在10.88mm<sup>2</sup>以上,最大的包络面积过百,总体平均值从10.07mm<sup>2</sup>增长到64.42mm<sup>2</sup>。

由表1可知,几个测量指标的标准差在闭眼状态下普遍增加,稳定指标的离散程度加大,说明身体调节的不稳定的程度增加,而且对两种状态下的4个指标分别按性别、项目、总体进行配对T检验,结果显示两种状态下的所有指标差异都呈极度显著性( $P=0.000$ )。临床上常用 Romberg 比评定视觉对姿态稳定性的作用,Romberg 比率高,视觉对姿态稳定性作用强,同样,进行T检验,差异也呈显著性。

### 2.2 性别的平衡稳定性

无论是睁眼状态下还是闭眼状态下,女子射击运动员的平衡稳定性的每个指标都小于男子,因此,女子射击运动员的平衡稳定性普遍好于男子,说明女子射击运动员无论是单依赖内耳前庭器官还是综合利用视觉和内耳前庭器官调节身体平衡的能力都强于男子,但T检验结果差异没有达到显著性水平,只有闭眼状态下晃动的前后幅度一个指标差异接近显著性(见表1)。

### 2.3 项目的平衡稳定性

从步枪和手枪方面分析,在睁眼状态下,平衡稳定性没有项目差异,4个指标都有大有小,而在闭眼状态下,表现出步枪运动员的平衡稳定性好于手枪运动员,但  $T$  检验结果显示没有一项指标差异达到显著性。分析原因可能是,射击训练后会引视觉疲劳,使视神经中枢兴奋性下降,而相对来说,步枪项目引起视觉疲劳的程度大于手枪<sup>[5]</sup>,此测试是运动员训练后进行的,因此表现睁眼和闭眼状态下的结果

一致性不强;由此可见目前步枪运动员对身体平衡稳定性的调节主要靠内耳前庭觉和本体觉,相对来说,视觉的作用小些。分析有以下两个因素:一是选材的原因;二是步枪项目训练特点。步枪要求运动员整个身体的平衡调节能力较强,尤其是步枪立射,而手枪则对肩带平衡的调节能力有较高的要求,长期训练致使步枪运动员平衡稳定性较好。究竟哪个原因为主,还有待于进一步研究。

表 1 受试者睁眼和闭眼状态下平衡指标 ( $\bar{x} \pm s$ ) 测试结果<sup>1)</sup>

类别	N	OAP	OML	OSL	OSA	CAP	CML	CSL	CSA	OR <sup>2)</sup>	CR <sup>1)</sup>
男步	10	7.80±2.90	7.93±2.27	55.77±7.38	8.90±4.56	16.77±5.27	16.73±5.24	100.6±21.46	58.4±35.11	6.27	1.71
男手	8	8.08±2.16	8.00±3.15	56.13±13.15	17.67±23.46	22.13±8.49	20.46±6.06	128.58±42.51	92.67±64.01	3.18	1.39
男子	18	7.93±2.53	7.96±2.61	55.93±10.00	12.80±16.06	19.15±7.20	18.37±5.78	113.05±34.53	73.64±51.44	4.37	1.54
女步	8	7.33±2.19	6.79±2.06	50.21±8.64	7.99±4.53	14.12±6.87	16.67±6.09	96.04±38.34	57.46±44.139	6.28	1.67
女手	9	6.92±3.16	6.04±2.58	53.33±14.75	6.47±5.04	15.29±4.56	16.74±5.84	102.85±27.53	52.16±38.65	8.24	1.96
女子	17	7.12±2.67	6.39±2.31	51.86±12.00	7.19±4.72	14.74±5.60	16.71±5.77	99.65±32.16	54.66±40.08	7.21	1.82
步枪	18	7.59±2.55	7.43±2.20	53.3±8.22	8.50±4.43	15.59±5.99	16.68±5.46	98.59±29.23	57.99±38.14	6.27	1.70
手枪	17	7.47±2.72	6.96±2.95	54.64±13.66	11.74±16.93	18.51±7.36	18.49±6.06	114.00±36.67	71.22±54.53	3.10	1.60
10	24	7.47±2.61	7.33±2.74	55.90±11.10	7.96±4.54	17.04±7.62	18.57±5.96	108.93±37.71	69.20±51.95	7.00	1.57
<10	11	7.66±2.69	6.91±2.18	49.69±10.11	14.68±20.49	16.54±4.92	15.73±4.97	97.18±24.49	56.29±30.75	3.38	1.73
际健	21	7.54±2.60	7.41±2.20	54.68±11.25	11.47±15.14	17.71±7.53	17.19±5.61	108.05±36.69	64.22±51.07	4.80	1.68
非际	14	7.53±2.59	7.20±2.56	53.95±11.05	10.07±12.14	16.88±6.82	17.68±5.75	105.24±34.20	65.14±46.27	5.34	1.62
25	18	7.52±2.66	7.04±2.09	54.63±11.86	11.60±16.32	19.96±7.14	20.39±5.38	119.30±36.62	86.19±51.98	4.70	1.38
<25	17	7.54±2.61	7.37±3.03	53.24±10.43	8.46±4.99	13.63±4.76	14.80±4.74	90.35±24.56	42.86±25.55	6.26	2.10
总体	35	7.53±2.59	7.20±2.56	53.95±11.05	10.07±12.14	17.01±6.76	17.56±5.75	106.54±33.60	64.42±46.60	5.34	1.62

1)除晃动面积的单位是 mm<sup>2</sup>外,长度单位都是 mm; 2) OR、CR 分别代表睁眼闭眼轨迹总长度与晃动面积的比值(单位面积轨迹长度)

### 2.4 性别、项目综合平衡稳定性

综合考虑性别和项目的因素,在睁眼状态下,各项目平衡稳定性的排序无论按哪个指标结果都是一样的,即女子手枪>女子步枪>男子步枪>男子手枪,而在闭眼状态下,只有晃动面积的排序与睁眼状态下一致。无论按哪种状态的哪个指标排序,男子手枪运动员的平衡稳定性都是最差的。

### 2.5 训练年限、运动级别、年龄的平衡稳定性

此研究中运动级别、训练年限、年龄均分为两个组,运动级别分为国际健将和非国际健将两个组,训练年限分为 10 年以上及少于 10 年;由于所测国家队射击运动员年龄都在 20 岁以上,且从发育程度来讲,25 岁左右是分界年龄,因此,年龄分组选择 25 岁以上和小于 25 岁两组。从表 1 中可看出两个出人意料的结果。第一,运动级别为国际健将和非国际健将的指标虽然差异没有显著性,但还是能看出除闭眼时的左右晃动幅度和晃动面积是国际健将好以外,其他多数都是非国际健将的好;第二,训练年限在 10 年以上和少于 10 年的相比,除睁眼时的前后晃动幅度和晃动面积,训练时间长的明显高于训练时间短的外,两种状态下的其他指标则相反,但  $T$  检验结果差异没有显著性。年龄组别的数据显示小于 25 岁年龄组在闭眼状态下的指标都是优于 25

岁以上年龄组,且  $T$  检验结果,除轨迹总长度外其他差异均达到显著性水平,前后、左右晃动幅度及晃动面积显著性系数分别为 0.03、0.04、0.04,睁眼状态下的指标轨迹总长度和晃动面积小于 25 岁以上年龄组,前后、左右晃动幅度则稍大。

## 3 讨论

平衡稳定性是指维持身体姿势的能力,特别是在较小的支撑面上,控制身体重心的能力。从静力学角度来说,影响人体平衡的主要因素有支撑面的大小及重心的高低,支撑面越小,重心越高,维持平衡就越困难;从生理的角度来说,它反映了身体对来自前庭器官、肌肉、肌腱、关节内的本体感受器以及视觉等各方面刺激的协调能力。人体平衡是一个错综复杂的过程,首先形成平衡感觉。平衡感觉传导路传导内耳前庭器官在身体,特别是头部位置变化时所感受的刺激,与深部感觉、视觉一起参与身体平衡感觉的调节活动。人体的平衡一般分为静力性平衡与动力性平衡。静力性平衡是指处于相对静止状态下,控制身体重心的能力,由平衡感觉传入中枢神经系统,经中枢神经综合分析后经由锥体束下达神经冲动,调节肌肉、骨骼系统来随时纠正身体的偏移以稳定平衡;

动力性平衡是指运动过程中控制身体重心和调整姿势的能力<sup>[6]</sup>。目前,多数用足底压力足心的前后、左右晃动幅度,晃动的轨迹总长度及晃动的面积 4 个指标来评价静力性平衡,其他一些指标虽也有提及,但很少应用。射击运动员的平衡属于静力性平衡,高水平运动员的平衡稳定性都达到了一定的水平,射击动作强调静中有动,在有规律的晃动中击发,因此其成绩与晃动的幅度指标没有相关性,因此,凭以上 4 个平衡稳定指标的绝对值进行评价已不满足要求。

单位面积的轨迹长度(晃动的轨迹总长度与晃动椭圆面积的比值)既体现了身体的平衡稳定性,又反映了身体姿态的调节能力,更能有效地体现人体平衡稳定性的特点(生物学因素),尤其是对要求准确性较高的射击运动员进行评价更为合理。但对这一指标的理解目前还存在争议,有的认为,单位面积轨迹长度值大说明稳定性较差。但在射击项目中,有研究表明:随着射手水平的提高,身体颤动频率随之提高,振幅减小,当频率高到相当程度时,身体的颤动对枪支的稳定性的影响就微乎其微了<sup>[7]</sup>。因此,笔者认为:在晃动面积一定的情况下,晃动的轨迹越长,说明其综合反应时间短,调节快,晃动的频率快,在实射时对枪支的稳定性影响小,是身体稳定性较好的表现。而且,按表 1 最后两列睁眼和闭眼状态下所有组别的单位面积轨迹长度进行比较,无论在睁眼状态还是闭眼状态下的结果与以上 4 个常用指标评价结果基本一致,且较合理。按性别比较,女子优于男子;按项目比较,步枪优于手枪;综合性别与项目则有:女子手枪>男、女子步枪>男子手枪(男、女子步枪非常接近);从训练时间看,训练年限长的组优于训练年限短的组;而按年龄比较,年龄在 25 岁以下组优于 25 岁以上组;出人意料的是级别的比较结果,睁眼状态下,非国际健将组优于国际健将组;而在闭眼状态下,结果相反。但这反而验证另一观点:射击成绩的好坏主要取决于无视觉辅助作用的平衡稳定性的调节能力,相对来说本体感觉的作用更重要。因此,射击运动员对视力的要求不高也是自然的。而且,从这个角度来分析,在训练中有的视力特别好的运动员故意配戴老花镜降低看靶的清晰度,既达到了瞄区不瞄点的目的,也不会影响身体的平衡稳定性。

#### 4 结论

(1)与普通人的规律一样,射击运动员睁眼时,由视觉和内耳前庭器官共同作用调节身体平衡稳定性强于闭眼时只有内耳前庭器官调节的效果,差异具有非常显著性。

(2)从性别角度来讲,女子射击运动员的平衡稳定性及其调节能力普遍强于男子,但差异不具有显著性。

(3)对项目的分析表明,步枪运动员闭眼时的平衡稳定性和调节能力比手枪运动员强,说明对于步枪运动员来说,无论男女,其内耳前庭器官感受和调节身体平衡的能力好于其

他人。

(4)综合性别和项目的分析说明,相对来说,男子手枪运动员的身体平衡稳定性及其调节能力最差。

(5)长时期的射击训练改善的主要是运动员身体重心晃动面积,对前后晃动幅度(在实射时则是左右方向)也稍有提高,高水平射击运动员随着年龄的增加,其平衡稳定性呈下降趋势,闭眼状态下就更加明显,而睁眼时,由于训练的结果,下降不明显且有的指标还好于年龄小的组别。

(6)从运动级别方面的结果显示,睁眼状态下,非国际健将组优于国际健将组;而在闭眼状态下,结果相反。由此可知,目前我国高水平射击运动员成绩的好坏主要取决于无视觉辅助作用的平衡稳定性的调节能力,即运动员水平级别越高,视觉在身体平衡稳定性中的作用越小,相对来说,本体感觉能力更重要。

(7)单位面积的轨迹长度,既反映了平衡稳定性的水平,又体现了姿势调节的能力强弱。一般的平衡稳定性指标(身体重心前后、左右晃动幅度,轨迹长度、面积)对普通人的平衡稳定性进行评价是有效的,明显的,但对高水平射击运动员来说区分度不高,它们不能作为射击运动员的平衡能力的评价指标。笔者认为主要原因是射击运动员与普通人的比较,本身已具有了较高水平的稳定性,本就属于同一水平,因此,一般的指标无法区分;而派生指标——单位面积的轨迹长度,能更有效地反映射击运动员的平衡稳定性,既可作为评价射击运动员平衡稳定性及姿态调节能力的主要指标,亦可作为射击运动员选材的一个参考指标。

#### 参考文献:

- [1] 李 锋.关于射击项目选材问题的探讨[J].中国射击射箭,2003(6):12-13.
- [2] 邓廷楠.步枪项目高水平运动员的训练[J].中国射击射箭,2006(2):17-19.
- [3] 张 恒.对手枪慢射“第一稳定期规律击发”的探讨[J].射击射箭参考资料,1984(2):1-2.
- [4] 周家颖.田径运动技术与平衡[J].武汉体育学院学报,2003,37(1):78-79.
- [5] 陈伟庆,田时佳.对射击运动员肩带平衡能力、手指本体感觉能力的探讨[J].射击射箭参考资料,1984(1):10-11.
- [6] 赵 芳,周兴龙.老年人站立及行走稳定性的生物力学研究[J].北京体育大学学报,2003,26(2):188-191.
- [7] 毕龙树.射手身体的稳定性是评价其技术状况的指标[J].中国射击射箭.1987(1):28-30.

[编辑:周威]