



跆拳道训练对学龄儿童静态平衡能力的影响

庞尔江,张秋霞,程丽茹

摘要: 研究目的:通过对比正常学龄儿童与跆拳道训练的学龄儿童平衡能力,以探索跆拳道训练对学龄儿童静态平衡能力的影响。研究方法:选取参加跆拳道训练的学龄儿童 10 名作为实验组,匹配 10 名无跆拳道训练、武术及其他专项练习的学龄儿童作为对照组。采用 win-pod 平衡功能检测系统对受试者进行单足和双足平衡能力测试。研究结果:双足睁眼或闭眼测试时,有跆拳道训练的学龄儿童与无跆拳道训练、武术及其他静力练习的学龄儿童相比静态平衡能力差异有统计学意义($P<0.05$);在睁眼左足测试时,实验组与对照组差异有统计学意义($P<0.05$)主要体现在重心动摇轨迹长、重心平均动摇速度、Y 轴动摇速度这些指标上;而在睁眼右足测试时,实验组与对照组各项指标中除了 Y 轴平均摆幅这项指标,其他指标在两组之间差异都有统计学意义($P<0.05$);闭眼单足测试时,从左右足依次来看,实验组与对照组分别在 Y 轴动摇速度和 Y 轴平均摆幅差异有统计学意义($P<0.05$)。研究结论:跆拳道训练能够有效增强学龄儿童在双足和右足站立静态站立的静态平衡能力,提高站立的姿势稳定性。

关键词: 跆拳道训练;学龄儿童;静态平衡能力

中图分类号: G804.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2015)05-0080-05

Effect of Taekwondo Training on the Static Balance Ability of School Children

PANG Erjiang, ZHANG Qiuxia, CHENG Liru

(School of PE, Suzhou University, Suzhou 215021, China)

Abstract: Objective: Balance ability was compared between the normal school-age children and the school children with taekwondo training in order to explore the effect of taekwondo training on the static balance ability of school children. Method: Ten school children with taekwondo training were selected as the subjects of the experimental group, and 10 other school children without the training of taekwondo, martial arts and other special practice as the subjects of the control group. Single or double feet balance ability were tested with Win-pod Balance Function Test System. Result: There was statistical significance of the static balance difference between the two groups during double-feet standing test with eyes open or closed($P<0.05$); The difference between the two groups have statistical significance during the left-foot standing test with eyes open ($P<0.05$). This can be seen in the indicators of the postural sway path length, the gravity average shake speed and the Y axis sway velocity. While in the test of right-foot standing with eyes open, the difference of the indexes of the two groups have statistical significance except Y axis average swing ($P<0.05$). During the single-foot standing with eyes closed, the difference of Y axis shaking speed and Y axis average swing has statistical significance ($P<0.05$). Conclusion: Taekwondo training may effectively improve the static balance ability of school children in the posture of double-feet standing and right-foot standing and improve posture stability in standing.

Key Words: taekwondo training; school age children; static balance ability

目前,大约有 6%的学龄儿童有发展性协调障碍[1],即平衡功能发生严重失调,存在静态站立姿势控制和运动障碍,甚至还会增加他们在社会适应能力方面的心理负担,而跆拳道多种技击动作的练习可以对儿童的前庭中枢系统的功能产生一定影响。本研究通过对比正常学龄儿童与跆拳道训练的学龄儿童平衡能力,以探索跆拳道训练对学龄儿童静态姿势控制能力的影响。

1 研究对象与方法

1.1 实验对象

选取苏州大学东方跆拳道馆 10 名学龄儿童,根据实验组受试者年龄、形态学指标等从苏州大学实验小学匹配 10 名无跆拳道及其他武术、散打类练习的儿童,基本情况见表 1。受试者筛选原则:(1)下肢无先天性畸形;(2)无可

收稿日期: 2015-03-20

基金项目: 江苏省哲学社会科学规划资助项目(2013SJB890016);国家体育总局一般项目(2064SS14095)

第一作者简介: 庞尔江,男,在读硕士研究生。主要研究方向:运动生物力学。

* 通讯作者: 张秋霞,女,江苏泰兴人,教授,博士,研究方向:运动生物力学。

作者单位: 苏州大学体育学院,江苏 苏州 215021

能影响下肢或足姿势异常的全身性疾病;(3) 下肢、足无创伤性疼痛等症状;(4) 测试时身体机能良好,没有受到外界其他因素影响,能够紧密配合完成实验。

表 1 受试者基本情况 ($\bar{x} \pm S$)

Table I Basic Information of the Subjects ($\bar{x} \pm S$)

组别	人数/人	年龄/岁	身高/cm	体重/kg	训练年限/年
实验组	10	8.40±1.43	152.56±6.39	38.46±3.18	—
对照组	10	8.30±1.25	153.76±5.56	38.90±3.42	2.30±0.89

1.2 实验仪器

实验所采用的仪器为法国生产的 win-pod 平衡功能检测系统(图 1)。该系统主要包括 3 个模块,第一个模块是实验测试平台,它由 48×48 个传感器组成;第二个模块是 USB 模块,它的作用是可以将力学信号转变为数字信号;第三个模块是由数据处理、数据存储、图像显示和报告打印共同组成的平衡分析软件。该系统可以测试出反映受试者静态平衡能力的各项指标。



图 1 win-pod 平衡功能检测平台

Figure 1 Win-pod Balance Function Test Platform

1.3 实验测试流程

测试是在睁眼和闭眼两个不同条件下完成的动作,这些动作依次是:睁眼双足站立 30 s;闭眼双足站立 30 s;睁眼左足站立 10 s;闭眼左足站立 10 s;睁眼右足站立 10 s;闭眼右足站立 10 s。所有动作测试时,中间每两个动作的时间间隔为 1 min,是为了防止其他因素对受试者静态平衡能力造成干扰。测试时,双足要求两臂自然下垂,睁眼时两眼要平视前方,两足开立约 60°。单足时,测试足站立正中线上,抬起另一只足,离测试板约 15~20 cm 高度,双手插腰(见图 2,3)。所有的动作在测试时均不能出现足部在原来位置发生偏离,如果有偏离现象发生,将视为实验失败。在单足测试过程中,除了不能出现足部在原来位置发生偏离外,另一只足也不允许发生触碰测试板。

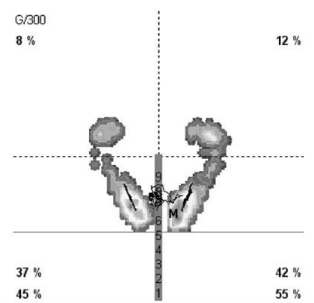


图 2 双足测试

Figure 2 Double-feet Test

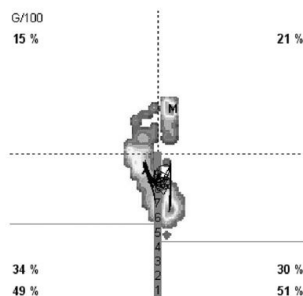


图 3 单足测试

Figure 3 Single-foot Test

1.4 实验测试指标

该实验主要的测试指标有:重心动摇轨迹长(Length);外周面积(Area);重心平均动摇速度(Avg.v);X 轴动摇速度(X speed);Y 轴动摇速度(Y speed);X 轴平均摆幅(X dev.);Y 轴平均摆幅(Y dev.)。它们各自代表的意义是:测试时间内重心曲线的总长度;测试时间内重心曲线的最大闭合面积;测试时间内重心偏移的快慢程度;测试时间内重心左右方向偏移的快慢程度;测试时间内重心前后方向偏移的快慢程度;左右方向位移坐标相对于重心平均位置的偏移;前后方向位移坐标相对于重心平均位置的偏移。

1.5 统计学分析

实验数据采用 SPSS 17.0 统计软件进行统计和分析。其中,实验数据均用平均值±标准差($\bar{x} \pm S$)的形式表示;各指标在两组之间差异的比较采用独立样本 T 检验进行分析,检验水准选 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 双足睁眼闭眼条件下平衡能力

对照组和实验组在重心动摇轨迹长(Length)、外周面积(Area)、重心平均动摇速度(Avg.v)、X 轴动摇速度(X speed)、Y 轴动摇速度(Y speed)这些指标的差异有统计学意义($P < 0.05$,表 2)。双足闭眼站立的各项指标中,重心动摇轨迹长(Length)、重心平均动摇速度(Avg.v)、X 轴动摇速度(X speed)、Y 轴动摇速度(Y speed)这些指标在两组之间的差异有统计学意义($P < 0.05$,表 3)。X 轴平均摆幅(X dev.)和 Y 轴平均摆幅(Y dev.)在两组之间的差异无统计学意义($P > 0.05$,表 2 和表 3)。

表 2 对照组和实验组睁眼双足站立时的静态平衡能力($\bar{x} \pm S$)
Table II Static Balance Ability of the Control and Experiment Groups in Double-feet Standing with Eyes Open ($\bar{x} \pm S$)

指标	实验组	对照组	T	P
重心动摇轨迹长/mm	197.93±24.66	273.85±27.58	6.490	0.000
外周面积/mm ²	176.74±72.67	288.57±148.37	2.140	0.046
重心平均动摇速度/(mm/s)	6.00±0.75	8.32±0.80	6.668	0.000
X 轴动摇速度/(mm/s)	4.19±0.55	5.32±0.94	3.283	0.004
Y 轴动摇速度/(mm/s)	4.29±0.59	6.33±0.69	7.081	0.000
X 轴平均摆幅/mm	3.04±0.94	3.62±1.58	0.998	0.332
Y 轴平均摆幅/mm	3.40±0.95	4.76±2.11	1.852	0.088



表 3 实验组和对照组闭眼双足站立时的静态平衡能力($\bar{x}\pm S$)
Table III Static Balance Ability of the Two Groups in Double-foot Standing with Eyes Closed($\bar{x}\pm S$)

指标	实验组	对照组	T	P
重心动摇轨迹长/mm	236.24±48.98	359.71±100.18	3.501	0.004
外周面积/mm ²	230.19±105.89	439.34±312.79	2.003	0.070
重心平均动摇速度/(mm/s)	7.21±1.49	10.98±3.04	3.519	0.004
X 轴动摇速度/(mm/s)	4.68±0.84	6.94±1.69	3.796	0.001
Y 轴动摇速度/(mm/s)	5.46±1.30	8.43±2.73	3.105	0.008
X 轴平均摆幅/mm	3.17±1.04	4.31±2.01	1.593	0.134
Y 轴平均摆幅/mm	4.43±1.10	5.14±1.88	1.030	0.317

2.2 单足睁眼条件下平衡能力

实验组和对照组在重心动摇轨迹长(Length)、重心平均动摇速度(Avg.v)、Y 轴动摇速度(Y speed)这 3 项指标在两组之间的差异均有统计学意义($P<0.05$,表 4)。在表 5 中可以看到,除了 Y 轴平均摆幅(Y dev.)的 P 值 <0.05 以外,其他各项指标的 P 值均为 $P<0.05$ 。说明实验组和对照组在睁眼右足站立时,Y 轴平均摆幅(Y dev.)这一指标之间没有统计学意义。

表 4 睁眼左足站立时对照组和实验组受试者静态平衡能力($\bar{x}\pm S$)

Table IV Static Balance Ability of the Two Groups in Left-foot Standing with Eyes Open($\bar{x}\pm S$)

指标	实验组	对照组	T	P
重心动摇轨迹长/mm	316.73±62.08	477.49±164.86	2.886	0.014
外周面积/mm ²	595.80±224.54	759.71±352.18	1.241	0.231
重心平均动摇速度/(mm/s)	29.36±6.09	43.62±15.29	2.740	0.018
X 轴动摇速度/(mm/s)	22.21±5.13	29.88±10.41	2.089	0.057
Y 轴动摇速度/(mm/s)	19.17±3.57	31.72±11.38	3.327	0.007
X 轴平均摆幅/mm	5.68±1.38	6.58±1.95	1.192	0.249
Y 轴平均摆幅/mm	6.74±2.44	7.63±2.56	0.797	0.436

表 5 睁眼右足站立时对照组和实验组受试者静态平衡能力($\bar{x}\pm S$)

Table V Static Balance Ability of the Two Groups in Right-foot Standing with Eyes Open($\bar{x}\pm S$)

指标	实验组	对照组	T	P
重心动摇轨迹长/mm	266.56±67.13	415.68±128.58	3.251	0.006
外周面积/mm ²	407.29±134.88	797.35±513.60	2.323	0.032
重心平均动摇速度/(mm/s)	25.13±5.51	37.96±11.68	3.141	0.008
X 轴动摇速度/(mm/s)	18.27±5.11	28.90±9.76	3.052	0.009
Y 轴动摇速度/(mm/s)	16.77±4.72	24.45±7.13	2.841	0.011
X 轴平均摆幅/mm	4.54±1.11	6.54±1.85	2.926	0.009
Y 轴平均摆幅/mm	5.42±1.63	7.63±3.87	1.665	0.121

2.3 单足闭眼条件下平衡能力

在闭眼左足站立(表 6)和闭眼右足站立(表 7)中,只有 Y 轴动摇速度(Y speed)在两组之间的差异有统计学意义($P<0.05$),其他指标在两组之间的差异均无统计学意义($P>0.05$,表 6)。

表 6 实验组和对照组闭眼左足站立时的静态平衡能力($\bar{x}\pm S$)
Table VI Static Balance Ability of the Two Groups in Left-foot Standing with Eyes Closed($\bar{x}\pm S$)

指标	实验组	对照组	T	P
重心动摇轨迹长/mm	530.34±159.60	652.29±178.12	1.612	0.124
外周面积/mm ²	1241.07±491.63	1358.21±588.59	0.483	0.635
重心平均动摇速度/(mm/s)	48.39±14.46	59.35±16.16	1.599	0.127
X 轴动摇速度/(mm/s)	37.07±12.41	40.66±11.27	0.677	0.507
Y 轴动摇速度/(mm/s)	30.76±8.95	42.70±13.63	2.315	0.033
X 轴平均摆幅/(mm)	9.62±2.47	9.46±2.33	-0.149	0.883
Y 轴平均摆幅/(mm)	9.73±3.20	10.44±3.16	0.500	0.623

表 7 实验组和对照组闭眼右足站立时的静态平衡能力($\bar{x}\pm S$)

Table VII Static Balance Ability of the Two Groups in Right-foot Standing with Eyes Closed($\bar{x}\pm S$)

指标	实验组	对照组	T	P
重心动摇轨迹长/mm	539.20±184.85	663.86±162.90	1.600	0.127
外周面积/mm ²	1315.51±775.23	1984.24±785.79	1.916	0.071
重心平均动摇速度/(mm/s)	48.38±16.29	62.36±14.73	1.869	0.078
X 轴动摇速度/(mm/s)	34.30±11.63	41.98±12.28	1.436	0.168
Y 轴动摇速度/(mm/s)	34.83±13.53	45.50±11.25	1.918	0.071
X 轴平均摆幅/(mm)	8.31±1.56	9.87±2.16	1.853	0.080
Y 轴平均摆幅/(mm)	8.95±2.89	12.65±3.74	2.475	0.023

3 讨论

本次实验测试的各项指标中,重心动摇轨迹长(Length)、外周面积(Area)、重心平均动摇速度(Avg.v)、X 轴动摇速度(X speed)、Y 轴动摇速度(Y speed)、X 轴平均摆幅(X dev.)、Y 轴平均摆幅(Y dev.)这些指标测得的价值越低,表明人体平衡能力越强。在睁眼闭眼双足站立测试静态平衡能力时,实验组和对照组之间的差异有统计学意义($P<0.05$,表 1 和表 2),这种差异就是跟跆拳道训练中的基本动作如静态站立、提腿、原地侧踢有密切关系。人体静态平衡能力,它的强弱必须依赖于机体各功能器官的整合,也就是说,前庭、本体感觉、视觉和小脑共同发挥作用的结果。其中,能够感知头部角速度和线加速度,而且能够把人体周围相关感觉作为信号传向神经中枢的是前庭器官,然后通过中枢神经再去控制和调节相关动作骨骼肌张力大小的变化,从而保证动作发生的准确性。而本体感觉,主要接受来自本体感觉器官感知人体各环节的空间位置、运动方向以及肌肉收缩情况等信息。它主要传递方式是通过感觉传导通路上传递,从而为脑部神经元对动作的分析奠定基础。视觉的作用,主要是对周围环境信息的摄入,以及感知正确的运动方向。小脑也是维系平衡的重要器官,它通过与大脑、脑干和脊髓之间丰富的传入和传出联系,参与躯体平衡和肌紧张调节,以及随意运动的协调^[2]。

在跆拳道训练过程中,人体视觉系统将周围信息捕捉并收集起来,通过视觉通路传递到视觉中枢,从而为人体提供了周围环境及身体运动方向的信息。长期的训练环境下,使视觉系统捕捉功能越来越强,信息的获得更加准确。前庭觉是维持平衡、感知机体与周围环境相关的主要结构,包括 3 个半规管感知人体角加速度运动和椭圆囊、球



囊(耳石器)感知瞬时直线加速运动。它向中枢传递加速度信息,感觉头部在空间的位置,再由前庭运动系统调节眼位保持清晰的视觉,调节有关骨骼肌张力,保持头位及正确姿势。3 种感觉信息在包括脊髓、前庭核、内侧纵束、脑干网状结构、小脑及大脑皮层等多级平衡觉神经中枢中进行整合加工,经 C 运动纤维传出的冲动调整梭内肌纤维的紧张性。跆拳道运动中单脚击打强调的是整个机体在平衡的基础上迅速出击,此时经 A 运动纤维发放的冲动调整腿部骨骼肌的收缩或放松,这种调整的准确性是随着训练的熟练程度而逐渐加强的。同时,相关文献中指出下肢肌力的大小也是影响学龄儿童平衡能力的一个重要因素。戴昕在相关研究中指出,下肢肌肉力量的大小对青少年的动态平衡能力有影响,二者存在着高度相关性,但是对其静态平衡能力没有显著的影响^[17]。本文主要研究跆拳道训练对学龄儿童静态平衡能力的影响,所以没有将下肢肌力作为其中的一个影响因素考虑。

在睁眼单足站立测试静态平衡能力指标的比较中,睁眼右足站立的各项指标除了 Y 轴平均摆幅以外,其它各项指标在实验组与对照组之间的差异均有统计学意义($P < 0.05$)。而睁眼左足站立时,只有重心动摇轨迹长、X 轴动摇速度和 X 轴平均摆幅这 3 项指标在两组之间的差异有统计学意义($P < 0.05$),这说明通过跆拳道训练对右足的站立平衡能力提高比左足的站立平衡能力多些。因为学龄儿童前庭器官功能正处于一个不断发展、不断成熟的时期,而跆拳道训练正是加速发展前庭器官功能的助推剂。在跆拳道训练中出现的频繁跳跃、旋转和击打不断刺激前庭器官,使得前庭器官长期处于这一环境中,有了一定的适应能力,从而增强了前庭器官的稳定性功能,单足静态平衡能力得到改善。由于跆拳道是单足击打出去,这使得经常击打的腿的小腿三头肌肌纤维增粗,肌肉横断面积加大,进一步增大了这一侧足的站立能力。这也是睁眼条件下,左右足站立不同指标出现差异性的原因^[4]。

在闭眼单足站立测试静态平衡能力指标时,闭眼左右足的各项指标中,分别只有 Y 轴动摇速度和 Y 轴平均摆幅这两个指标在实验组与对照组之间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。因为跆拳道训练是在睁眼条件下进行的,它不需要练习者在闭眼条件下完成动作。也就是说,跆拳道训练在闭眼单足站立时的静态平衡能力优势不是那么明显。而且实验中选取的 6 种不同测试方案中,除了闭眼右足站立时 Y 轴动摇速度这一指标没有显著性差异。其他 5 种测试方案中,Y 轴动摇速度均有显著性差异。Y 轴动摇速度表示测试时间内重心前后方向偏移的快慢程度,而在闭眼右足站立时 Y 轴平均摆幅却有显著性差异,所以人体重心发生晃动主要是前后方向的。这也符合学龄儿童发生摔倒、损伤事件中,前后方向概率大的原因。

在这项研究中也需要考虑一些因素对实验结果的局限性:首先在实验方案设计上没有把受试者下肢肌力测试作为一个影响因素进行考虑;其次在测试时,没有按照统一实验标准去执行,主要是单足站立抬脚高度不一致;测试过程中,脚部与仪器接触面发生轻微挪动。以上出现的失误都进行了反复实验来校正。而且每两个动作之间均有

休息时间,这一安排可以消除实验过程中不同动作之间的相互干扰,从而减小实验误差。

4 结论

跆拳道训练能够有效提高学龄儿童的静态平衡能力,尤其是双足在静态站立时,能够使学龄儿童提高站立的姿势稳定性;在单足站立时,跆拳道训练对学龄儿童右足静态站立的稳定性提高最为明显;跆拳道训练还能减少静态站立时前后方向摇摆的幅度和速度,从而预防了学龄儿童在日常生活中在前后方向发生的摔倒和损伤。

参考文献:

- [1] Hrysomallis C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*;41(3):221-232.
- [2] Perrin P, Deviterne D, Hugel F, Perrot C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*;15(2):187-194.
- [3] 张阳,张秋霞.功能性踝关节不稳者的静态平衡能力[J].中国组织工程研究,2013,17(35):6287-6292.
- [4] 李祥晨,李晓辉,肖书明等.人体重心平衡能力测量分析与虚拟训练系统 BestPoise v1.0 的开发[J].首都体育学院学报,2005,17(1):22-24.
- [5] 张建国,毛文慧.中老年人静止站立时平衡机能研究[J].中国运动医学杂志,2008,27(5):604-607.
- [6] Herpin G, Gauchard GC, Lion A, Collet P, Keller D, Perrin PP. (2010). Sensorimotor specificities in balance control of expert fencers and pistol shooters. *Journal of Electromyography and Kinesiology*;20(1):162-169.
- [7] Lion A, Gauchard GC, Deviterne D, Perrin PP. (2009). Differentiated influence of offroad and on-road cycling practice on balance control and the related-neurosensory organization. *Journal of Electromyography and Kinesiology*;19(4):623-630.
- [8] 单信海,杜英杰,王伟霞等.站高时的人体平衡特征研究[J].西安体育学院学报,2007,24(1):60-62.
- [9] Asseman F, Caron O, Cremieux J. (2004). Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnasts? *Neuroscience Letters*;358(2):83-86.
- [10] 山神真一,创造高位者立位姿势时的重心移动[J].(日)香川大学教育学部研究报告,1991,(82):203-212.
- [11] Era P, Kontinen N, Mehto P, Saarela P, Lyytinen H. (1996). Postural stability and skilled performance—a study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics*;29(3):301-306.
- [12] Kontinen N, Lyytinen H, Era P. (1999). Brain slow potentials and postural sway behavior during sharpshooting performance. *Journal of Motor Behavior*;31(1):11-20.
- [13] Fong SS, Fu SN, Ng GY. (2012). Taekwondo training speeds up the development of balance and sensory functions in young adolescents. *Journal of Science and Medicine in Sport*;15(1):64-8.
- [14] Leong HT, Fu SN, Ng GY, Tsang WW. (2011). Low-level Taekwondo practitioners have better somatosensory organisation in standing balance than sedentary people. *European Journal of*



- Applied Physiology*;111(8):1787-1793.
- [15] 李文彬,门高利,王德明.人体平衡功能测试系统研究进展[J]. 人类功效学,2000,6(3):46-50.
- [16] 《人体测量与评价》编写组.人体测量与评价[M].北京:高教出版社.2009:232-238.
- [17] 戴昕.智障儿童下肢肌力与平衡能力的关系[J].首都体育学院学报,2008,20(6):74-76.
- [18] Vuillerme N, Nougier V. (2004). Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Research Bulletin*;63(2):161-165.
- [19] Kuczynski M, Szymanska M, Biec E. (2011). Dual-task effect on postural control in high-level competitive dancers. *Journal of Sports Sciences*;29(5):539-545.
- [20] Fraizer EV, Mitra S. (2008). Methodological and interpretive issues in posture - cognition dual-tasking in upright stance. *Gait & Posture*;27(2):271-279.
- [21] Dault MC, Geurts AC, Mulder TW, Duysens J. (2001). Postural control and cognitive task performance in healthy participants while balancing on different support-surface configurations. *Gait & Posture*;14(3):248-255.
- [22] Gabbett T, Wake M, Abernethy B. (2011). Use of dual-task methodology for skill assessment and development: examples from rugby league. *Journal of Sports Sciences*;29(1):7-18.
- [23] Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, et al. (2009). Test - retest reliability [corrected] of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait & Posture*;29(3):460-464.
- [24] Raymakers JA, Samson MM, Verhaar HJ. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait & Posture*;21(1):48-58.
- [25] Andersson G, Hagman J, Talianzadeh R, Svedberg A, Larsen HC.(2002). Effect of cognitive load on postural control. *Brain Research Bulletin* ;58(1):135-139.
- [26] Dault MC. (2001). Cognitive processing influences postural control during quiet standing. PhD dissertation. Waterloo: University of Waterloo.
- [27] Mononen K, Kontinen N, Viitasalo J, Era P. (2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*;17(2):180-185.
- [28] Chapman DW, Needham KJ, Allison GT, Lay B, Edwards DJ. (2008). Effects of experience in a dynamic environment on postural control. *British Journal of Sports Medicine*;42(1):16-21.
- [29] Schmit JM, Regis DI, Riley MA. (2005). Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes. *Experimental Brain Research*;163(3):370-378.

(责任编辑:何聪)