

非精英篮球运动员 Yo-Yo 间歇耐力跑和运球 Yo-Yo 跑与最大摄氧量的关系

亓丰学, 孔兆伟

(澳门大学教育学院, 澳门)

摘要: 探讨了非精英男子篮球运动员 Yo-Yo 间歇耐力跑测试成绩、运球 Yo-Yo 间歇耐力跑测试成绩的再测信度, 以及与最大摄氧量的关系。受试者为 31 名年龄 13—18 岁的非精英篮球运动员。结果显示 Yo-Yo 跑测试速度、运球 Yo-Yo 跑测试速度的再测信度和典型误分别为 $ICC = 0.76$ ($p=0.012$), $TE=0.31$, $ICC = 0.90$ ($p=0.0001$), $TE=0.23$ 。最大摄氧量与 Yo-Yo 跑测试速度、运球 Yo-Yo 跑测试速度相关度分别为 $r=0.54$ ($p=0.01$), $r=0.60$ ($p=0.002$)。运球 Yo-Yo 跑速度与 Yo-Yo 跑速度相关度为 $r=0.72$ ($p=0.0001$), 第二次运球 Yo-Yo 跑和 Yo-Yo 跑测试成绩的一致性界限范围是 $(-2.50, -0.93)$ 。结果说明 Yo-Yo 跑测试成绩、运球 Yo-Yo 跑测试成绩 1 周内进行重测, 具有较高的再现性, 且 Yo-Yo 跑测试成绩和运球 Yo-Yo 跑测试成绩与最大摄氧量都具有中度相关, Yo-Yo 跑测试成绩与运球 Yo-Yo 跑测试成绩高度显著相关。

关键词: 最大摄氧量; Yo-Yo 跑测试成绩; 运球 Yo-Yo 跑测试成绩; 速度; 篮球

中图分类号: G808.16

文献标志码: A

文章编号: 1008-3596 (2015) 02-0056-05

Yo-Yo 间歇耐力跑测试是一种不断递增跑步速度直至疲劳的折返跑, 主要用来评价足球运动员重复间歇性负荷能力的有效指标^[1]。近年有些关于 Yo-Yo 间歇耐力测试法推算最大摄氧量的研究, 研究结果显示 Yo-Yo 间歇耐力测试与最大摄氧量之间有较高的相关度。Yo-Yo 跑作为一种间歇训练的方法, 其在相同时间内较持续跑的运动量大、对机体有效刺激更大, 耐力训练效果较佳。但是 Yo-Yo 跑单一的纯体能训练方式、缺乏结合球类运动特点等问题, 使得这种训练方法不能脱离枯燥、易产生抗拒心理的缺点, 亦较难被球类运动员接受。

篮球运动与足球运动在如转身、抢断、防抢断、急停、快启等动作方面和瞬时性、对抗性、多变性等特征方面相似, 近期有学者开始将 Yo-Yo 间歇耐力测试法用于测试篮球运动员^[2]。

结合篮球运动的 Yo-Yo 运球跑, 更接近篮球运动状态, 利于提升运动员特别是非精英篮球运动员的参与热情。因此, 有必要探讨 Yo-Yo 运球跑测试与重测试成绩的再现性, 以及与篮球运动员最大摄氧量的相关性, 从而更好地了解篮球运动员的最大摄氧量, 以便在选拔队员和制定训练处方时发挥较强的实际利用价值。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究以澳门某中学男子篮球队 31 名运动员为研究对

象, 测试过程中有的受试者因为伤病原因, 未完成所有测试。本研究开始前, 受试者有 Yo-Yo 跑训练的经历。每位受试者及监护人均了解本实验的目的和过程, 并填写受试者须知、自愿同意书和健康状况调查表。受试者基本状况见表 1。

表 1 整体受试者基本数据

变项	Mean	SD	Min	Max
年龄/岁	15.1	1.4	13.0	18.0
身高/cm	170.7	6.1	154.0	189.0
体重/kg	62.7	10.8	42.2	87.2
训练年限/年	2.9	1.3	1.0	6.0
脂肪百分比/%	16.6	6.3	7.0	35.0

1.2 实验方法

测试指标有运球 Yo-Yo 间歇耐力跑测试速度、Yo-Yo 间歇耐力跑测试速度、最大摄氧量 ($VO_2 \max$)、心率 (HR) 和 Borg 设计的等级为 6—20 的主观体力感觉等级表 (RPE)。各测试具体参与人数详见图 1。

1.2.1 $VO_2 \max$ 测定

在实验室环境下 (温度 $22 \pm 2^\circ C$, 湿度 40%—60%), 以运动跑台上 (h/p/Cosmos 5.0, Germany) 的递增负荷测定 $VO_2 \max$, 德国产 Meta-Max 3X, Cortex 气体分析仪实时记录 VO_2 。测试前受试者在跑步机上以 5 km/h 的速度进行 3 min 热身, 测验起始速度为 6.3 km/h, 坡度为 0%, 每 2

收稿日期: 2014-10-22

作者简介: 亓丰学 (1985—), 男, 山东莱芜人, 在读博士, 研究方向为运动生理学。

min 为一个阶段, 每阶段速度增加 2 km/h, 当速度增加到 12.3 km/h 时维持此速度, 每阶段增加 2% 坡度直到不能坚持; 测试后, 以 5 km/h 的速度进行 3 min 恢复性运动。运动过程中受试者若达到以下 4 项中的 3 项, 即判定达到最大摄氧量^[3]: ①呼吸交换率 (RER) ≥ 1.0 ; ②心跳率 (HR) 达 $(220 - \text{年龄}) \pm 10$ bpm; ③主观疲劳感觉表 (RPE) 达到 18—20; ④再继续运动耗氧量出现下降。本次测试 RER = 1.09 ± 0.11 , HR = 193 ± 9 次/分, RPE = 19 ± 1 。

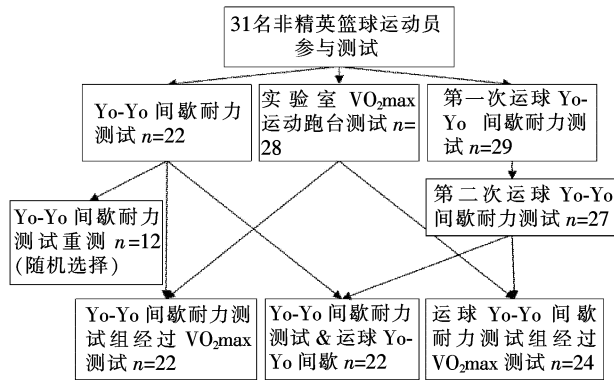


图 1 受试者参与测试的流程图

1.2.2 Yo-Yo 间歇耐力跑测试 (Level 2)

为了监测运球 Yo-Yo 跑测试的稳定性, 每位受试者 1 周内进行 2 次成绩测试。因为受试者有 Yo-Yo 跑训练经历, 所以本研究只是随机选择 12 名受试者 1 周内进行了 2 次 Yo-Yo 跑测试, 掌握 Yo-Yo 跑的稳定性。预实验时, 受试者进行 Yo-Yo 间歇耐力跑 Level 1 测试, 测试成绩达到第 9 阶段, 所以本研究采用 Yo-Yo 间歇耐力跑 Level 2 进行测试。

测试前进行 15 min 热身活动。每组 3—5 名测试者, 佩戴 Zephyr, 当心率降到 80 ± 10 bpm 时, 进行测试。测试中, 队员在距离为 20 m 的两个标志线之间, 以不断增加的速度进行间歇性的往返跑, 队员在完成每个 2×20 m 后有 5 s 的恢复时间, 不断增加的跑速由预先录制在光盘上的声音信号来控制。队员首次未能跟上既定速度时, 将被警告一次, 第二次未能跟上既定速度, 测试将被终止^[4]。测试时, 队员从起点线出发, 到达 20 m 标志线后必须一脚踩线或过线才能返回。研究者口头鼓励受试者尽最大努力运动, 并提醒每次折返后有 5 s 动态休息时间。

1.2.3 运球 Yo-Yo 间歇耐力跑测试

从 31 名队员中分别选出体能最好的 3 名队员和体能最差的 3 名队员进行预测试, 并根据 Yo-Yo 间歇耐力跑测试成绩, 选取 17.5 m 作为折返距离。经过 2 次模拟测试熟悉测试过程后再进行运球 Yo-Yo 测试。第二次 Yo-Yo 测试结束后 1 周, 31 名受试者分组 1 周内测试完第一次和第二次运球 Yo-Yo 测试。运球 Yo-Yo 间歇耐力测试过程及要求同上述 Yo-Yo 间歇耐力测试。但当受试者篮球脱手时, 测试员即刻把另一个备用篮球传给受试者继续进行测试。正式测试过程中仅有两名队员各出现一次篮球脱手。具体测试方案

见表 2。

表 2 原始 Yo-Yo 间歇耐力跑测试和修改的 Yo-Yo 间歇耐力跑测试方案

阶段	速度/ (km/h)	往返次数 (2×20 m/17.5 m)	往返距 离/m	累积距 离/m
1	11.5/10.1	2	80/70	80/70
2	12.5/10.9	2	80/70	160/140
3	13.5/11.8	2	80/70	240/210
4	14.0/12.3	8	320/280	560/490
5	14.25/12.5	8	320/280	880/770
6	14.5/12.7	8	320/280	1 200/1 050
7	14.75/12.9	3	120/105	1 320/1 155
8	15.0/13.1	3	120/105	1 440/1 260
9	15.25/13.3	6	240/210	1 680/1 470
10	15.5/13.6	6	240/210	1 920/1 680
11	15.75/13.8	6	240/210	2 160/1 890
12	16.0/14.0	6	240/210	2 400/2 100
13	16.25/14.2	6	240/210	2 640/2 310

1.2.4 测试速度

采用 WaveCN 2.0.0.5 对 Yo-Yo LEVEL 2 音频信号进行处理, 得到时间, 根据“速度 = 位移/时间”得到每节的测试速度。

1.2.5 资料统计

研究者以 SPSS 20.0 和 MedCalc13.0 软件进行数据处理。数据以平均数和标准差显示。所有数据用 Shapiro-Wilk 法进行正态分布检验, 用配对 T 检验法检验 2 次 Yo-Yo 测试、运球 Yo-Yo 测试是否有显著性差异, 用组内相关系数 (intra-class correlation coefficient, ICC) 法检验 2 次 Yo-Yo 测试、运球 Yo-Yo 测试的再测信度系数, 用 Bland-Altman plot 的一致性 (LOA)^[5]和典型误 (TE)^[6]检验 Yo-Yo 测试、运球 Yo-Yo 测试的绝对可靠性。用皮尔逊积差相关法检验 Yo-Yo 测试速度、运球 Yo-Yo 测试速度与最大摄氧量的相关性。本研究显著性水平为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 Yo-Yo 跑和运球 Yo-Yo 跑再测信度

Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试的测试成绩分别为 14.73 ± 0.47 、 14.92 ± 0.54 ($n = 12$); 运球 Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试的测试成绩分别为 13.11 ± 0.53 、 13.24 ± 0.56 ($n = 27$)。Yo-Yo 跑第一次测试和第二次测试的测试成绩没有显著性差异, 再测信度和典型误分别为 ICC = 0.76 ($p = 0.012$), TE = 0.31; 运球 Yo-Yo 跑第一次测试和第二次测试的测试成绩没有显著性差异, 再测信度和典型误分别为 ICC = 0.90 ($p = 0.000 1$), TE = 0.23。Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试的一致性界限范围是 (-1.05, 0.68), 落在一致性界限外的点有 1 个, 占 8.3%, 见图 2。运球 Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试的一致性界限范围是 (-0.76, 0.51), 落在一致性界限外的异常值点有 1 个, 占 3.7%, 见图 3。

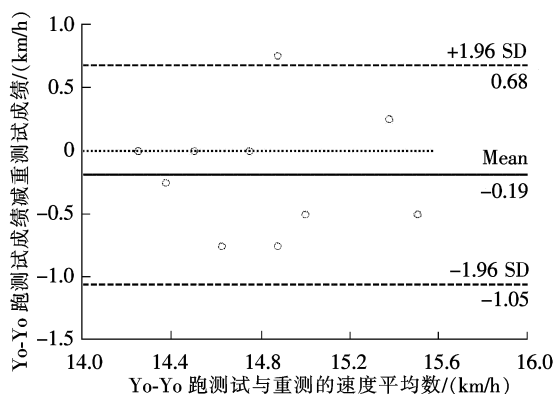


图2 Yo-Yo跑第一次测试与第二次测试速度的一致性 Bland-Altman 图

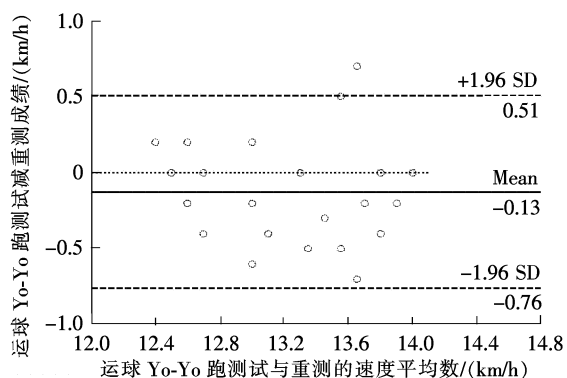


图3 运球 Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试速度的一致性 Bland-Altman 图

2.2 Yo-Yo 跑、运球 Yo-Yo 跑成绩与最大摄氧量的关系

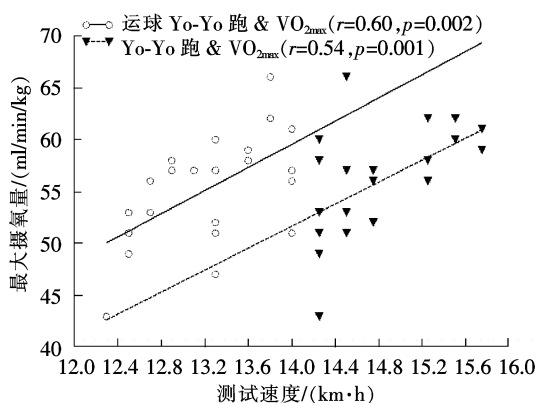


图4 Yo-Yo 跑、运球 Yo-Yo 跑测试速度与最大摄氧量的相关性

Yo-Yo 跑组最大摄氧量测试平均值为 55.95 ± 5.23 ml/min/kg ($n=22$), 运球 Yo-Yo 跑组最大摄氧量测试平均值为 55.29 ± 5.34 ml/min/kg ($n=24$)。Yo-Yo 跑测试速度为 14.81 ± 0.53 (HR: 190 ± 9 , $n=22$), 第二次运球 Yo-Yo 跑测试速度为 13.24 ± 0.57 (HR: 190 ± 11 , $n=24$)。最大摄氧量与 Yo-Yo 跑、运球 Yo-Yo 跑测试速度相关度为 $r=0.54$ ($p=0.01$, $n=22$), $r=0.60$ ($p=0.002$, $n=24$), 见图 4。

运球 Yo-Yo 跑速度与 Yo-Yo 跑速度相关度为 $r=0.72$ ($p=0.0001$, $n=22$)。第二次运球 Yo-Yo 跑与 Yo-Yo 跑测试速度的一致性界限范围是 $(-2.50, -0.93)$, 落在一致性界限外的异常值点有 1 个, 占 4.6%, 见图 5。

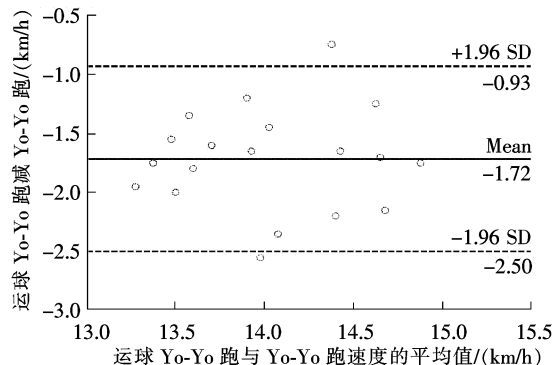


图5 Yo-Yo 跑与运球 Yo-Yo 跑第二次测试速度的一致性 Bland-Altman 图

3 分析与讨论

3.1 两次 Yo-Yo 跑、运球 Yo-Yo 跑测试成绩再测信度

Yo-Yo 跑和运球 Yo-Yo 跑第一次测试和第二次测试速度的再测信度分别为 $ICC=0.76$ ($p=0.012$), 0.90 ($p=0.0001$), 高于谢廷凯以 14 名高中男子足球运动员为研究对象的研究 ($ICC=0.69$)^[7], 但略低于 Thomas 等以业余曲棍球、板球和团体运动者为研究对象进行的 Yo-Yo 间歇恢复 1 级测试 ($ICC=0.86$) 和以精英足球运动员为研究对象进行的 Yo-Yo 间歇恢复 2 级测试 ($ICC=0.95$)^[8]。精英运动员的测试信度较高可能与他们的运动水平较高、成绩较接近, 且抗干扰能力较强等原因有关。运球 Yo-Yo 跑测试的再测信度高于 Yo-Yo 跑测试的原因是一些因素 (如篮球) 影响了参与者的参与热情, 从而更加努力地参加测试。

Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试速度的一致性界限范围是 $(-1.05, 0.68)$, 落在一致性界限外的点有 1 个, 占 8.3%, 在可接受的范围内, 其余的点均匀地分布在一致性界限范围内, 平均水平线接近 0 点线 (图 2), 说明 Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试速度有较好的一致性。运球 Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试的一致性界限范围是 $(-0.76, 0.51)$, 落在一致性界限外的异常值点有 1 个, 占 3.7%, 在可接受的范围内, 其余的点均匀分布在一致性界限范围内, 平均水平线接近 0 点线 (图 3), 说明运球 Yo-Yo 跑第一次测试与第二次测试速度有较好的一致性。同时 Yo-Yo 跑 ($TE=0.31$) 和运球 Yo-Yo 跑 ($TE=0.23$) 拥有较低的典型误, 且低于 Deprez 等关于年轻足球队员的相似研究^[9]。这说明 Yo-Yo 跑测试和运球 Yo-Yo 跑测试受身体状态、精神状态、测试仪器和周围环境的影响相对较小, 拥有绝对可靠性。

透过以上研究可以看出, 在短时间内进行两次 Yo-Yo 跑和运球 Yo-Yo 跑间歇耐力测试, 具有较高的再现性, 说明随机选择 12 人进行 Yo-Yo 跑重测的数据具有可信性,

Yo-Yo 跑的测试成绩具有稳定性。因为运球 Yo-Yo 跑测试的第二次平均测试成绩高于第一次,所以本研究采用第 2 次测试成绩进行与最大摄氧量关系的研究。

3.2 Yo-Yo 跑、运球 Yo-Yo 跑速度与最大摄氧量的关系

最大摄氧量与 Yo-Yo 跑、运球 Yo-Yo 跑测试速度相关度为 $r=0.54$ ($p=0.01$), $r=0.60$ ($p=0.002$) (图 4), 略高于以足球专项男生为研究对象的 Yo-Yo 2 级间歇耐力测试结束时的跑速与最大摄氧量的关系 ($r=0.49$)^[10] 和对非精英足球队员进行 Yo-Yo 1 级间歇耐力测试时的距离与最大摄氧量的关系 ($r=0.49$)^[11]。但略低于对精英女子足球队员进行 Yo-Yo 2 级间歇耐力测试时的距离与最大摄氧量的关系 ($r=0.68$)^[12] 和对非精英足球队员进行 Yo-Yo 1 级间歇耐力测试时的距离与最大摄氧量的关系 ($r=0.63$)^[13]。

以上研究可以看出 Yo-Yo 跑和运球 Yo-Yo 跑测试最后结束时的跑速与最大摄氧量有中度相关。但运球 Yo-Yo 跑测试结果相关系数高于 Yo-Yo 跑测试结果的相关度,分析认为可能与运球 Yo-Yo 跑测试受试者要带球进行运动,具有一定的趣味性,激发了受试者的参与热情,受试者能够更加努力地进行测试,因此运球 Yo-Yo 跑运动距离大于 Yo-Yo 跑测试距离,与最大摄氧量的相关程度也相对高些。

运球 Yo-Yo 跑速度与 Yo-Yo 跑速度相关度为 $r=0.72$ ($p=0.0001$)。运球 Yo-Yo 跑与 Yo-Yo 跑第二次测试速度的一致性界限范围是 $(-2.50, -0.93)$, 落在一致性界限外的异常值点有 1 个,占 4.6%,其余各点均匀分布在一致性界线内(图 5),说明 Yo-Yo 跑和运球 Yo-Yo 跑具有较好的一致性,这两类运动方式都可作为篮球运动员有氧耐力测试和训练的方法。但是运球 Yo-Yo 跑更接近篮球运动的真实状态,具有一定的趣味性,不但提高了受试者的比赛积极性,也为篮球运动员有氧耐力的测试与训练提供了新的可供选择的方法。

4 结论与建议

4.1 结论

Yo-Yo 跑测试成绩、运球 Yo-Yo 跑测试成绩 1 周内进行重测,具有较高的再现性,且与最大摄氧量显著中度相关。同时 Yo-Yo 跑测试成绩与运球 Yo-Yo 跑测试成绩具有显著高度相关,运球 Yo-Yo 跑可以有效地测试出运动员运动水平。

4.2 建议

(1) 后续研究中研究者可以让受试者携带 CORTEX, 在运动场地上用 Yo-Yo 跑耐力测试法测试直接最大摄氧量,然后去探讨与 Yo-Yo 跑测试成绩、运球 Yo-Yo 跑测试成绩的关系。

(2) 本研究的受试者为中学男子业余水平选手,研究结果仅适用于本年龄阶段的业余水平男性,建议后续的研究可以针对不同年龄层、不同性别、不同运动能力的受试者展开研究。

(3) 运球 Yo-Yo 跑与 Yo-Yo 跑相比,利于提升运动员

的参与热情,教练员可以用于训练队员,来提高运动员的有氧耐力。

参考文献:

- [1] Bangsbo J, Mohr M, Poulsen A, et al. Training and testing the elite athlete [J]. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 2006, 4(1): 1-14.
- [2] Castagna C, Impellizzeri F M, Rampinini E, et al. The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players [J]. *J Sci Med Sport*, 2008, 11(2): 202-208.
- [3] 胡薇均. 1600 公尺跑走与快走对预测国中生最大摄氧量之比较及其与身体组成关系[D]. 桃园: 国立体育学院, 2005.
- [4] Aziz A R, Tan F H, Teh K C. A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players [J]. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2005, 4(2): 105-112.
- [5] Bland J M, Altman D G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement [J]. *International Journal of Nursing Studies*, 2010, 47(8): 931-936.
- [6] Hopkins W G. Measures of reliability in sports medicine and science [J]. *Sports Medicine*, 2000, 30(1): 1-15.
- [7] 谢廷凯. 青少年足球运动员不同有氧能力测验成绩与最大摄氧量之相关研究[D]. 台北: 中国文化大学, 2010.
- [8] Thomas A, Dawson B, Goodman C. The Yo-Yo Test: Reliability and Association with a 20-m Shuttle Run and VO_2 max [J]. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2006, 1(2): 137-149.
- [9] Deprez D, Coutts A J, Lenoir M, et al. Reliability and validity of the Yo-Yo intermittent recovery test level 1 in young soccer Players [J]. *Journal Of Sports Sciences*, 2014, 32(10): 903-910.
- [10] 梁洪波, 孔兆伟, 时庆德. 足球专业大学生 Yo-Yo 间歇耐力测试与有氧耐力关系探讨[J]. *北京体育大学学报*, 2005, 28(8): 1078-1081.
- [11] Castagna C, Impellizzeri F M, Belardinelli R, et al. Cardiorespiratory responses to yo-yo intermittent endurance test in nonelite youth soccer Players [J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, 20(2): 326-330.
- [12] Bradley P S, Bendiksen M, Dellal A, et al. The application of the Yo-Yo intermittent endurance level 2 test to elite female soccer populations [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2014, 24(1): 43-54.
- [13] Wong P L, Chaouachi A, Castagna C, et al. Validity of the Yo-Yo intermittent endurance test in young soccer players [J]. *European Journal of Sport Science*, 2011, 11(5): 309-315.

Correlations among Yo-Yo Intermittent Endurance Test Performance, Yo-Yo Dribbling Test Performance and Maximal Oxygen Uptake of Non-elite Basketball Players

QI Feng-xue, KONG Zhao-wei

(Faculty of Education, University of Macau, Macau, China)

Abstract: This paper studies the retest reliability of the performance of Yo-Yo intermittent endurance running test (VYO-YO) of non-elite men's basketball player, and Yo-Yo intermittent endurance dribbling test (dVYO-YO,) as well as their relationship with maximal oxygen uptake. Thirty-one male basketball players, aged 13 to 18, were invited to participate in this study. The results show that test-retest reliability and typical error of VYO-YO and dVYO-YO were $ICC = 0.76$ ($p = 0.012$), $TE = 0.31$ and $ICC = 0.90$ ($p = 0.0001$), $TE = 0.23$ respectively. Correlations of VO_{2max} with VYO-YO and dVYO-YO were $r = 0.54$, ($p = 0.001$) and $r = 0.60$, ($p = 0.002$) respectively. dVYO-YO had high correlations with VYO-YO ($r = 0.72$, $p = 0.0001$) and the consistency range boundaries between second dribbling dVYO-YO and VYO-YO are $(-2.50, -0.93)$. The results illustrate the results of one week afterwards test of Yo-Yo running test and Yo-Yo dribbling test has high reproducibility, and both of VYO-YO and dVYO-YO has a moderate correlation with VO_{2max} , and test scores of VYO-YO and dVYO-YO have highly significant correlation.

Key words: VO_{2max} ; Yo-Yo test performance; Yo-Yo dribbling test performance; speed; basketball

(上接第55页)

Some Thoughts on Constructing the Campus Culture Integrating the Culture of Innovation and Entrepreneurship in Sports Universities

ZHOU Jing¹, LIU Zhen-zhong², KANG Jian-min¹

(1. Hebei University of Economics and Business, Shijiazhuang 050041, China;

2. Hebei Institute of Physical Education, Shijiazhuang 050041, China)

Abstract: Starting from the requirements of development of the times, this thesis probes into the necessity and significance of integrating innovation and entrepreneurship education into the culture system of sports campus, and it proposes that integrating innovation and entrepreneurship education into the culture system of sports campus is helpful to establish unique campus culture, enrich ex-curricular activities, improve on-campus and off-campus practical training activities. It puts forward some constructive suggestions, including establishing the operational system of multi-sectoral coordination, building an activity system of the sports culture from inside and outside classroom, carrying out the sports cultural activities containing innovation and entrepreneurship elements, with a view to providing ideas and aids for the construction of campus culture system with distinctive and epochal styles in sport universities.

Key words: sport universities; innovation and entrepreneurship; sports culture; campus culture; activity system