



青年篮球运动员变向能力与直线速度、力量、爆发力的相关研究

陈伟¹,袁鹏^{1,2},许贻林¹,王然^{2*}

摘要: 本文旨在研究青年篮球运动员变向能力与直线速度、力量和爆发力之间的相关性以及性别差异。**方法:** 本研究对31名青年篮球运动员(男子17名,女子14名)进行传统5-0-5变向测试和20 m冲刺、深蹲最大力量、垂直纵跳、助跑摸高等测试,并计算变向赤字。**结果:** 男子篮球运动员变向赤字占比显著高于女子篮球运动员;男子、女子篮球运动员5-0-5测试时间与变向赤字均呈正相关;男子篮球运动员5-0-5测试时间、变向赤字与体重呈正相关,与深蹲体重比、垂直纵跳及助跑摸高净高度呈负相关;女子篮球运动员5-0-5左侧测试时间与垂直纵跳及助跑摸高净高度呈负相关,5-0-5左侧变向赤字与助跑摸高净高度呈负相关。**结论:** 青年男子篮球运动员变向能力与体重呈正相关,与下肢相对力量、下肢爆发力呈负相关,而青年女子篮球运动员变向能力仅与下肢爆发力呈负相关,且呈现出左右侧肢体差异。此外,对于青年男子篮球运动员来说,仅用5-0-5测试可能无法准确评价其变向能力,推荐使用变向赤字作为其变向能力的评价方法;对青年女子篮球运动员来说,5-0-5测试与变向赤字均可以作为其变向能力的评价方法。

关键词: 青年篮球运动员;变向赤字;速度;力量;爆发力

中图分类号:G808 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2021)06-0078-08

DOI:10.12064/ssr.20210610

Correlation between Change-of-direction Performance and Linear Speed, Strength and Power in Youth Basketball Players

CHEN Wei¹, YUAN Peng^{1,2}, XU Yilin¹, WANG Ran^{2*}

(1.Jiangsu Research Institute of Sports Science, Nanjing 210033, China; 2. Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China)

Abstract: The purpose of this study was to examine the correlation between change-of-direction (COD) performance and linear speed, strength and power in youth basketball players and gender differences. **Methods:** In the current study, 31 youth basketball players (17 males and 14 females) were recruited and completed the 5-0-5 test and 20-meter sprint, one-repetition maximum (1RM) back squat, vertical jump, and approach jump tests. The COD deficit was also calculated. **Results:** The youth male basketball players' ratio between COD deficit and 5-0-5 completion time was significantly higher than that of the youth female basketball players; the 5-0-5 completion time of youth male and female basketball players were correlated with the COD deficit; Youth male basketball players' 5-0-5 completion time and COD deficit were positively correlated with body mass, and negatively correlated with relative 1RM back squat, vertical jump and approach jump height; the 5-0-5L test of female basketball players is negatively correlated with the vertical jump and approach jump height, 5-0-5 left COD deficit was negatively correlated with the approach jump height. **Conclusion:** Youth male basketball players' COD performance was positively correlated with body mass and negatively correlated

收稿日期:2020-10-24

基金项目:江苏省体育局重大体育科研课题(ST191104);上海市科委扬帆计划项目(19YF1445800);上海市科委地方院校能力建设项目(21010503500)。

第一作者简介:陈伟,男,硕士,研究实习员。主要研究方向:体能训练理论与实践。E-mail:physicalfitness@163.com。

*通信作者简介:王然,男,博士,教授,博士生导师。主要研究方向:体能训练生理适应机制。E-mail:wangran@sus.edu.cn。

作者单位:1.江苏省体育科学研究所,江苏南京210033;2.上海体育学院体育教育训练学院,上海200438。



with lower limb strength and power. Youth female basketball players' COD performance was negatively correlated with lower limb power and exhibited limb asymmetry. Meanwhile, the 5-0-5 test alone was not sufficient to evaluate the COD performance for youth male basketball players; COD deficit is recommended. In contrast, both the 5-0-5 test and COD deficit can evaluate the COD performance for youth female basketball players.

Keywords: youth basketball players; change-of-direction deficit; speed; strength; power

变向(Change Of Direction, COD)是指运动员迅速改变运动方向、速度和动作模式所需的技术和能力^[1],变向的发展为灵敏素质提供了体能与技术基础^[2]。传统上常使用5-0-5测试^[2-3]、折返灵敏测试(PRO Agility Shuttle Test)^[4-7]、T形跑(T-Test)^[8]测试以及伊利若斯灵敏测试(Illinois Agility Test)^[7,9]评价运动员的变向能力,这些测试中包含了线性的加速、减速、制动、再加速等元素,评价指标均为完成测试所需的时间。

Young等^[10]指出变向能力的影响因素包括移动技术、直线速度、下肢肌肉功能(如力量、爆发力、反应力量等)和人体测量学指标等,该研究中受试者以不同角度(20°、40°、60°等)完成8 m变向测试,将测试总时间与不同因素进行相关分析,随后一些学者在进行关于变向能力影响因素研究时基本沿用此逻辑。然而,有研究指出各种变向测试完成时间与直线冲刺速度高度相关^[1,11-12],也有研究认为如果变向测试的持续时间较长,则该测试更多强调的是无氧能力和直线速度能力,而非变向能力^[7],因此有学者^[4]提出使用“变向赤字(Change of Direction Deficit, CODD)”这一指标来评价变向能力,该指标最大程度上消除了各种测试中可能存在的直线速度和无氧能力等混淆因素的影响。所谓变向赤字,是指在完成相同的跑动距离时,直线冲刺与变向测试所需时间的差值。由于变向赤字不受运动员无氧能力和直线冲刺能力的影响^[4,13-15],而且不受跑动距离、变向角度及变向次数的限制^[4,13,16-18],因此适用于不同项目运动员的变向能力测试,现有研究也支持并建议可将变向赤字作为一个独立指标来评价变向能力^[4,13-14]。

篮球是一项间歇性的场地集体球类项目^[19],包含了进攻和防守之间连续快速转换以及各种频繁变化的技术动作^[20],在比赛中,高强度的运动中穿插着中低强度的运动,这些运动的动作模式(例如跑、跳、滑步)、强度、距离、频率和持续时间都是不同的^[8]。优秀篮球运动员在一场比赛中要完成911 m的高强度移动,包括40~60次的高强度跳跃以及50~60次的变速及变向^[20-21]。重复变向能力对于篮球运动员而言非常重要,且已经纳入篮球专项体能测试当中^[22-23]。

了解变向能力的影响因素,对运动员变向能力训练有着积极的指导意义。然而目前国际上基于变向赤字分析变向能力影响因素的相关研究较少,国内亦尚未公开发表此类研究。

因此,本研究的主要目的在于分析5-0-5变向测试时间及5-0-5变向赤字时间与运动员下肢爆发力、下肢力量、直线速度之间的关系,以及男子和女子青年运动员之间的性别差异,探究青年篮球运动员变向能力的影响因素,为青年篮球运动员的变向能力训练提供理论指导。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本文以江苏省U19年龄组的17名男子篮球运动员以及14名女子篮球运动员的变向能力和体能素质能力为研究对象,受试运动员信息详见表1。

表1 受试运动员基本情况($\bar{X} \pm SD$)

Table1 Demographic characteristics of the participants ($\bar{X} \pm SD$)

	年龄/岁	身高/cm	体重/kg
男篮(N=17)	16.21±0.89	194.82±7.75	85.10±11.45
女篮(N=14)	16.82±0.75	175.86±5.96	68.8±8.27

1.2 研究方法

1.2.1 实验法

男子、女子篮球运动员所有测试均在同一天内完成,且测试设备、测试人员、测试要求等均一致。

1.2.1.1 直线速度及变向测试

采用电子光门计时系统(Speedlight Timing System, Swift, 澳大利亚)进行测试;APP预先设置好20 m跑及5-0-5测试路径。所有测试开始前向运动员讲解并示范测试要求及要点,并组织运动员进行集体热身以及次最大努力程度的跑动练习。

直线速度测试:如图1所示摆放3对测速光门。运动员在起点前30 cm^[24]处采用统一的站立式起跑(前脚踩在30 cm处),测速光门绿灯亮起,示意运动员可以准备起跑;运动员跑过起点光门时开始计时,



依次通过 10 m 处及 20 m 处;系统自动显示 0~10 m 和 10~20 m 分段时间,精确到小数点后 2 位。每名运动员进行 2 次测试,取最佳时间,间隔时间 3 min。

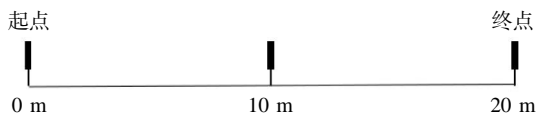


图 1 20 m 跑测试示意图

Figure 1 20 m sprint test

注:■为计时光门。

传统 5-0-5 测试:该测试需要运动员分别利用左右腿进行变向测试。如图 2 所示摆放 1 对测速光门。运动员在起跑点线前 30 cm 处准备;当测速光门绿灯亮起时,运动员从起跑线启动加速 10 m,全力加速跑过计时处自动开始计时,并在折返线按照要求(左脚或右脚踩线)进行 180°变向再反跑冲过计时处,系统自动显示 2×5 m 折返跑段落时间,精确到小数点后 2 位。记录每位运动员不同方向变向时间(其中左右腿变向分别记为 5-0-5L、5-0-5R)。如果运动员在折返线处放错脚或是未踩线,本次测试无效,休息调整等待下次测试。每名运动员左右腿分别进行 2 次测试,取最佳时间,间隔时间 3 min。

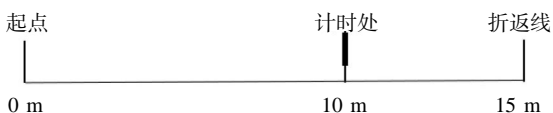


图 2 5-0-5 测试示意图

Figure 2 5-0-5 test

注:■为计时光门。

1.2.1.2 下肢最大力量测试^[25]

杠铃深蹲:指导运动员以小负荷(轻松蹲起 5~10 次的重量)进行热身,间歇 1 min;增加 15~20 kg 负重,使运动员能完成 3~5 次重复深蹲,休息 2 min;继续增加 15~20 kg 负重,保守估计可以完成 2~3 次反复的次最大重量深蹲,休息 3 min;增加 15~20 kg 重量,指导运动员尝试最大重量深蹲;如果成功,休息 3 min,继续增加 5~10 kg 尝试最大重量深蹲;如果失败,适当降低负重,休息 3 min,然后继续尝试最大重量深蹲。测试全程运动员相互之间进行保护,所有运动员在 5 组内得出自己的深蹲最大重量。对于无法直接完成深蹲 1RM 测试的运动员,根据预测公式“ $1RM(kg) = RepWt / (1 - 0.02RTF)$ ”(RepWt 为多次重复的负重;RTF 为做到力竭的重复次数)进行 1RM 换算^[26]。李山等^[26]研究指出该公式预测的上

(卧推)、下肢(下蹲)最大力量与实测结果更为接近,同时指出采用 RTF 测试的方式预测最大力量适用于青年、女性等人群。本研究中的运动员均处于青春期后期,且具备了 4~6 年的力量训练经验,因此采用该公式对部分运动员的最大力量进行换算。

1.2.1.3 下肢爆发力测试

设备:公制摸高架(Swift,澳大利亚)。

站立位摸高:公制摸高架放置平稳,根据全队身高预设好摸高架初始高度。运动员站在摸高架滑片下方,双脚脚跟不能离地,然后采用惯用侧直臂上举指尖拨动滑片,滑片读数+初始高度即为站立位摸高高度。

垂直纵跳:预估运动员纵跳高度后预设初始高度,运动员在摸高架下方迅速摆臂深蹲起跳,跳起后采用惯用手拨动滑片,初始高度+滑片读数即为运动员垂直纵跳高度,垂直纵跳净高度=垂直纵跳高度-站立位摸高高度。每名运动员测量 2 次,取最好成绩。

助跑摸高:预估运动员摸高高度后预设初始高度,运动员起跳方向根据个人习惯自行设定。运动员采用站立式起跑方式然后加速跑向摸高架,起跳后采用惯用手拨动滑片,初始高度+滑片读数即为运动员助跑摸高高度。助跑摸高净高度=助跑摸高高度-站立位摸高高度。每名运动员测量 2 次,取最好成绩。

1.2.2 指标选取

基于变向赤字的概念以及运动员测试时初速度的一致性,在本研究中 5-0-5 变向赤字=5-0-5 测试时间-10~20 m 分段时间^[27],其中左右腿测试的变向赤字分别记为 5-0-5LCODD、5-0-5RCODD。

1.3 统计方法

所有数据采用 SPSS26.0 进行统计分析,数据结果采用平均数±标准差($\bar{X} \pm SD$)表示。采用独立样本 T 检验对男子、女子篮球运动员各项数据进行差异性分析;采用 Pearson 相关系数来检验变向测试时间、变向赤字与直线速度、力量及爆发力相互之间的相关关系。显著性差异水平定位 0.05,相关系数 |r| 在 0~0.3 为低相关,0.31~0.49 为中度相关,0.5~0.69 为高度相关,0.7~0.89 为非常高度相关,0.9~1 为近似线性相关^[28]。

2 研究结果

2.1 男子、女子篮球运动员各项体能测试指标对比

如表 2 所示,男子篮球运动员在 5-0-5 测试左侧



变向时间($P=0.042$)、右侧变向时间($P=0.044$)、杠铃深蹲($P<0.001$)、垂直纵跳净高度($P<0.001$)、助跑摸高净高度($P<0.001$)、0~10 m跑($P<0.001$)、

10~20 m跑($P<0.001$)等测试成绩与女子篮球运动员存在显著性差异;男子、女子运动员杠铃深蹲体重比之间无显著性差异($P=0.240$)。

表2 男子、女子篮球运动员各项测试成绩($\bar{X}\pm SD$)

Table2 Test results of male and female basketball players($\bar{X}\pm SD$)

	5-0-5L/s	5-0-5R/s	杠铃深蹲 /kg	深蹲体重比 /BW	垂直纵跳净高度/cm	助跑摸高净高度/cm	0~10 m跑 /s	10~20 m跑 /s
男篮(N=17)	2.36±0.17	2.36±0.16	135.06±14.83	1.60±0.23	59.76±5.56	71.47±8.67	1.78±0.08	1.28±0.07
女篮(N=14)	2.46±0.11*	2.47±0.1*	101.71±12.07*	1.50±0.27	42±3.70*	46.21±4.21*	1.91±0.51*	1.42±0.05*

注:*表示男子、女子篮球运动员各项测试成绩之间存在显著性差异, $P<0.05$;BW表示体重。

如表3所示,男子篮球运动员在5-0-5测试左侧变向赤字($P=0.534$)、右侧变向赤字($P=0.425$)与女子篮球运动员之间无显著性差异。男子篮球运动员

的5-0-5测试左侧变向赤字时间($P=0.002$)、右侧变向赤字时间($P<0.001$)占5-0-5测试总时间比例与女子篮球运动员之间存在显著性差异。

表3 男子、女子篮球变向赤字及时间占比情况($\bar{X}\pm SD$)

Table3 Male and female basketball players' change of direction deficit and time proportions($\bar{X}\pm SD$)

	5-0-5LCODD/s	5-0-5RCODD/s	5-0-5LCODD/%	5-0-5RCODD/%
男篮(N=17)	1.08±0.14	1.07±0.11	45.51±2.73	45.47±2.16
女篮(N=14)	1.05±0.09	1.04±0.09	42.49±2.14*	42.49±2.07*

注:*表示男子、女子篮球运动员各项测试成绩之间存在显著性差异, $P<0.05$ 。

2.2 5-0-5 测试时间、变向赤字和直线冲刺时间相关分析

如表4所示,男子篮球运动员5-0-5L测试时间与5-0-5LCODD呈近似线性相关($r=0.934$)、与5-0-5RCODD呈高度正相关($r=0.788$);5-0-5R测试时间与5-0-5LCODD呈高度相关($r=0.668$)、与5-0-5RCODD呈近似线性相关($r=0.936$);女子篮球运动员5-0-5L测试时间与5-0-5LCODD呈高度正相关($r=0.851$)、与5-0-5RCODD无显著性相关;5-0-5R测试时间与5-0-5RCODD呈高度正相关($r=0.894$)、与5-0-5LCODD无显著性相关。

表4 运动员5-0-5测试时间与变向赤字时间相关关系
Table4 Correlation analysis of athletes' 5-0-5 test time and the time of change of deficit

	5-0-5LCODD		5-0-5RCODD	
	男篮	女篮	男篮	女篮
5-0-5L	0.934*	0.851*	0.788*	0.280
5-0-5R	0.668*	0.130	0.936*	0.894*

注:*表示相关关系具有统计学意义, $P<0.05$ 。

如表5所示,男子篮球运动员5-0-5L测试时间与0~10 m跑时间呈高度正相关($r=0.697$)、5-0-5R测试时间与0~10 m跑时间呈非常高度正相关($r=0.717$);5-0-5LCODD与0~10 m跑时间呈中度正相关($r=0.487$)、5-0-5RCODD与0~10 m跑时间呈高度正相关($r=0.532$);

女子篮球运动员5-0-5左右测试时间及变向赤字与0~10 m跑时间均无显著性相关($P>0.05$)。

表5 运动员5-0-5测试时间、变向赤字与0~10 m跑时间相关关系
Table5 Correlation analysis of athletes' 5-0-5 test time, change of direction deficit and 0~10 m running time

	0~10 m跑	
	男篮	女篮
5-0-5L	0.697*	0.108
5-0-5R	0.717*	0.471
5-0-5LCODD	0.487*	-0.111
5-0-5RCODD	0.532*	0.377

注:*表示相关关系具有统计学意义, $P<0.05$ 。

2.3 5-0-5 测试、变向赤字与力量和爆发力素质相关分析

如表6所示,男子篮球运动员5-0-5L、5-0-5R时间与体重呈高度正相关($r=0.661, r=0.580$)、与深蹲体重比($r=-0.617, r=0.648$)、垂直纵跳净高度($r=-0.666, r=-0.668$)均呈高度负相关,与助跑摸高净高度呈高度负相关($r=-0.804, r=-0.820$);5-0-5LCODD与体重呈高度正相关($r=0.503$)、与垂直纵跳净高度($r=-0.524$)、助跑摸高净高度($r=-0.589$)呈高度负相关;5-0-5RCODD与体重呈中度正相关($r=0.492$)、与深蹲体重比($r=-0.502$)、垂直纵跳净高度($r=-0.556$)、助



跑摸高净高度 ($r=-0.638$) 呈高度负相关;5-0-5L、5-0-5R、5-0-5LCODD、5-0-5RCODD 与杠铃深蹲重量均无显著性相关($P>0.05$)。

表6 男子篮球运动员 5-0-5 测试、变向赤字与各项体能素质相关关系

Table6 Correlation analysis of male basketball players' changing direction test, change of direction deficit and various physical fitness

	体重	杠铃深蹲	深蹲体重比	垂直纵跳净高度	助跑摸高净高度
5-0-5L	0.661*	-0.137	-0.617*	-0.666*	-0.804*
5-0-5R	0.580*	-0.192	-0.648*	-0.668*	-0.820*
5-0-5LCODD	0.503*	-0.047	-0.439	-0.524*	-0.589*
5-0-5RCODD	0.492*	-0.118	-0.502*	-0.556*	-0.638*

注:*表示相关关系具有统计学意义, $P<0.05$ 。

如表7所示,女子篮球运动员5-0-5L时间与垂直纵跳净高度呈高度负相关($r=-0.682$)、与助跑摸高净高度呈非常高度负相关($r=-0.830$),与其他指标无显著性相关($P>0.05$);5-0-5R时间与各项指标均无相关($P>0.05$);5-0-5LCODD与助跑摸高净高度呈非常高度负相关($r=-0.706$),与其它指标无显著性相关($P>0.05$);5-0-5RCODD与各项指标均无显著性相关($P>0.05$)。

表7 女子篮球运动员 5-0-5 测试、变向赤字与各项体能素质相关关系

Table7 Correlation analysis of female basketball players' changing direction test, change of direction deficit and physical fitness

	体重	杠铃深蹲	深蹲体重比	垂直纵跳净高度	助跑摸高净高度
5-0-5L	0.378	0.193	-0.129	-0.682*	-0.830*
5-0-5R	0.476	0.144	-0.212	-0.524	-0.423
5-0-5LCODD	0.087	-0.018	-0.056	-0.438	-0.706*
5-0-5RCODD	0.269	-0.050	-0.181	-0.325	-0.288

注:*表示相关关系具有统计学意义, $P<0.05$ 。

3 分析与讨论

本研究主要探讨青年篮球运动员变向能力与直线速度、力量和爆发力之间的相关性以及性别差异。本研究主要结果为女子篮球运动员变向赤字占比显著高于男子篮球运动员;男子、女子篮球运动员5-0-5测试时间与变向赤字均有相关;男子篮球运动员5-0-5测试、变向赤字与体重呈正相关,与下肢相对力量、垂直纵跳及助跑摸高净高度呈负相关;女子

篮球运动员仅5-0-5L时间、5-0-5LCODD与助跑摸高净高度呈负相关。这些结果表明男子、女子篮球运动员之间的变向赤字特征以及变向能力影响因素方面不完全一致,因此变向能力评价方法要有所区别。

3.1 男子、女子篮球运动员体能测试指标对比

5-0-5测试被广泛应用于橄榄球^[29]、篮球^[27,30-31]、垒球^[11]等项目,该测试完成仅需2~3s,因此可能更强调变向的能力^[13]。本研究选取5-0-5这一操作性强且适用范围广的测试作为了解运动员变向能力的方法。运动员体重用于了解运动员相对力量水平,属于可训练因素,因此纳入分析,而身高、臂展等身体形态指标属于自然生长发育的结果,不属于可训练因素,因此不纳入分析。

女子篮球运动员在5-0-5测试、下肢爆发力、下肢力量及直线速度等体能测试成绩均显著低于男子篮球运动员,其中女子篮球运动员的下肢相对力量与男子篮球运动员下肢相对力量并没有显著性差异,但是在体现爆发力水平的跳跃方面却存在显著性的差异。在变向赤字方面,女子篮球运动员均值稍小于男子篮球运动员,但并未呈现显著性差异,Thomas等^[32]人在其研究中指出室内英式篮球女子运动员变向赤字小于男子运动员,由此表明性别差异对于变向能力可能存在潜在的影响,但需要进行更多的研究来支持这一观点。在变向赤字占比方面,男子、女子篮球运动员之间有显著的差异性,由表3可知男子、女子篮球运动员在变向上花费的时间均占到了全程时间的40%以上,而Nimphius等^[4]的研究指出美式橄榄球运动员5-0-5测试中变向花费时间仅占31%。相比较而言,本研究中篮球运动员的整体变向能力较为一般。

本研究中男子篮球运动员的5-0-5左右侧时间分别为(2.36±0.17)s、(2.36±0.16)s,变向赤字分别为(1.08±0.14)s、(1.07±0.11)s,而Thomas等^[32]的研究指出同年龄段男子篮球运动员5-0-5左右侧时间为(2.49±0.16)s、(2.43±0.13)s,变向赤字分别为(0.64±0.14)s、(0.58±0.14)s。相比较而言,江苏U19男子篮球运动员在5-0-5测试完成时间上相对较短,但变向赤字相对较大,表明本研究男子篮球运动员的变向能力是多方向移动能力的限制因素之一。

3.2 5-0-5测试时间、变向赤字和直线冲刺时间相关分析

男子、女子篮球运动员的5-0-5时间均与各自的变向赤字有相关性($r=0.668\sim 0.936$),这与Nimphius



等^[13]、Dos'Santos 等^[17]的研究结果相一致。这种相关可能是由于 5-0-5 测试总的完成时间是 2 段 5 m 直线跑时间与一个 180°变向时间的总和。该解释在表 5 得到了验证,因为男子篮球运动员 5-0-5 测试时间与 0~10 m 跑时间呈高度到非常高正相关,因此对于男子篮球运动员而言,变向能力和直线冲刺能力都会影响运动员在测试全程的表现。这也是目前 5-0-5 测试作为变向能力测试方法被质疑的主要原因,即运动员在 5-0-5 测试中表现出的时间有可能是得益于出色的直线速度能力而没有真正反映其变向能力的优劣。本研究结果提示 5-0-5 测试可能无法全面反映男子篮球运动员的变向能力。然而,女子篮球运动员的测试结果与男子篮球运动员并不一致,其 5-0-5 测试时间与 0~10 m 跑时间并无显著性相关(表 5),因此对于女子篮球运动员来说变向能力才是影响 5-0-5 测试总时间的主要因素。同时女子篮球运动员的变向赤字也与 0~10 m 冲刺时间无显著性相关,这与 Nimphius 等^[13]的研究结果相一致,对于青年女子篮球运动员来说,5-0-5 变向测试和变向赤字都可以作为变向能力的评价指标,可以在日常训练或测试中结合使用。

男子、女子篮球运动员 5-0-5 左右侧的时间与各自方向的变向赤字有更高的相关系数(表 4),意味着变向赤字可能存在方向上的特异性。结合日常训练观察认为这种特异性可能与运动员下肢优、劣势侧或是下肢力量、爆发力水平发展不均衡有关,但是本研究未对单腿力量、爆发力等进行测试,因此该发现有待进一步实验研究证实。而且该结果的相关系数比前人研究的相关系数高,男子、女子篮球运动员变向消耗的时间占比更大,对总的测试时间产生了更多的影响,因此相关更高。

男子篮球运动员变向赤字与 0~10 m 跑均呈正相关,但是研究普遍认为直线速度和变向速度是两种不同的能力^[17,33-34],这个统计结果与目前大多数研究结果不一致,一些研究指出变向赤字与直线冲刺时间无相关^[4,13,35],另外一些研究指出变向赤字与直线冲刺时间呈负相关^[17],即那些直线速度上更快的运动员反而变向效率相对较低,而本研究结果表明 0~10 m 跑速度慢的运动员变向速度也慢,完成变向花费的时间更长。因为冲刺速度取决于运动员在极短时间内产生极大力量的能力^[36-37],因此 0~10 m 跑速度更快的运动员具备更好的力量与爆发力水平,反之那些速度慢的运动员力量和爆发力水平相对较差,而这种能力又是变向环节的所需特质,这种整体力量水平的不足可能会对减速、制动或者再加速的

某个环节产生消极影响,增加了触地时间,从而导致变向赤字增大。这种分析仅局限于本研究中现阶段青年篮球运动员进行的 5-0-5 测试,因为下肢肌肉的离心、向心、等长收缩能力是动态变化的,它们三者之间贡献率的差异会对 5-0-5 测试产生不同的影响^[30]。

3.3 5-0-5 测试、变向赤字与力量和爆发力素质相关分析

男子、女子篮球运动员的 5-0-5 测试、变向赤字与体能素质的相关差异性较大。男子篮球运动员的 5-0-5 测试时间和变向赤字与体重均在正相关,即运动员的体重越大,5-0-5 测试总时间越长,变向上消耗的时间越多。但女子篮球运动员的变向测试时间和变向赤字与体重无显著性相关,这与 Nimphius 等^[13]研究中指出 5-0-5 时间与体重高度相关($r=0.73\sim 0.85$)的结论不一致。

本研究中采用运动员垂直纵跳和助跑摸高的净高度来反映运动员实际的爆发力水平。男子篮球运动员的 5-0-5 测试时间和变向赤字与 2 种跳跃的净高度均呈负相关,即跳跃高度越高的运动员在 5-0-5 测试中有更好的表现,在变向中花费更少的时间。变向能力与变向角度^[38]及进入变向前的初速度^[39]有关,当变向角度增加,运动员触地时间通常也会增加,为力的生成提供了时间^[9]。5-0-5 测试中的 180°变向平均触地时间约 420~470 ms^[31],与反向跳跃(CMJ)触地时间在 500 ms 左右^[40]相近,二者在执行过程中下肢肌肉都是以拉长缩短循环的形式进行,从触地时间上分类同属于慢速拉长缩短周期(触地时间 ≥ 250 ms)^[41],因此那些跳跃高度更高的运动员可能具备更好的下肢反应能力,从而能够在变向能力上的表现更加的突出。女子篮球运动员仅 5-0-5L 时间与跳跃净高度有负相关,5-0-5LCODD 与助跑摸高净高度有负相关。右腿变向与跳跃能力无相关,可能与运动员双下肢力量的不平衡或惯用侧肢体发力协调能力不一致有关,仍需进一步的研究验证。然而从整体来看,男子、女子篮球运动员的助跑摸高净高度与 5-0-5 测试及变向赤字的相关系数更高,可能是因为二者在测试过程中都包含一段距离的加速跑,较快的初速度使运动员在制动时下肢获得了更多的弹性势能用于再次加速或起跳。

男子篮球运动员 5-0-5 测试时间、变向赤字与下肢最大力量无显著性相关,与 Papla 等^[16]研究结果相一致,而且 Papla 等采用的是总距离 20 m 跑并分为 90°及 135° 2 种变向角度的测试,意味着下肢最大力量并不是影响变向能力的直接因素,但是 5-0-5 测



试、变向赤字与下肢的相对力量呈负相关,该结果与 Nimphius 等^[11]研究结果一致。这样的结果也提示在对青年篮球运动员进行力量训练的同时需要关注体重的变化,相对力量可能是更合理的评价运动员下肢力量水平的方式。

女子篮球运动员 5-0-5 测试、变向赤字与深蹲重量、下肢相对力量均无显著性相关,该结果与 Spiteri 等^[12]的研究结果相反,其研究指出单一的下肢力量测试(深蹲)无法提供反映下肢力量特征足够的信息,变向过程包含了肌肉的离心收缩、等长收缩、向心收缩等,其中更大的离心负荷承受能力才是运动员变向能力的关键因素。这样的解释也与本研究中男子、女子篮球运动员日常的力量训练相符合,因为大量的杠铃深蹲更多是发展了运动员下肢肌肉向心收缩的能力,而离心训练并未受到重视,因此运动员离心力量普遍发展不足,在变向前的急停过程中下肢无法很好地承受离心负荷导致的触地时间过长,拉长了变向耗费的时间。因此,在全面发展运动员基础力量的同时要确保离心力量、等长力量得到均衡发展。其次,有研究指出肌肉对变向时的贡献是随着变向次数与变向角度的增加而增加的^[10],本研究中的 5-0-5 测试仅做了一次 180°变向,可能未能完全体现下肢肌肉的潜力,因此上述统计结果仅适用于在单次 180°变向的前提下,不适合广泛使用。虽然女子篮球运动员现阶段的变向能力在统计学方面与下肢力量、直线速度均无显著性相关,但并不意味着在改善变向能力的训练方面有所放弃,因为肌肉力量(爆发力)和变向能力之间的关系只能解释一部分的变量,或是随着运动员的不断发展而改变^[42]。最后,应该考虑到运动员通过训练所增加的身体能力与其在实际运动表现中该能力的改善之间存在延迟时间^[42-43]。正如 Nimphius 等^[13]所指出的,在研究运动员的变向能力时不能忽略运动员的发展状况,身体能力的发展需要与变向技能的发展相结合,且在不同的发展阶段将更加强调身体能力的发展而非技能的发展上。

4 结论与展望

4.1 结论

青年男子篮球运动员变向能力与体重呈正相关,与下肢相对力量、下肢爆发力呈负相关,而青年女子篮球运动员变向能力仅与下肢爆发力呈负相关,且呈现出左右侧肢体差异。此外,对于青年男子篮球运动员来说,仅用 5-0-5 测试可能无法准确评价其变向能力,推荐使用变向赤字作为其变向能力的

评价方法;对青年女子篮球运动员来说,5-0-5 测试与变向赤字均可以作为其变向能力的评价方法。

4.2 展望

本研究并未进行 PRO 动作灵敏测试、T 形跑等其他经典变向测试,因此无法全面反映青年篮球运动员在不同变向角度、变向次数与变向动作模式中的特征差异,未来研究应进行更多的运动能力测试,以全面了解青年篮球运动员变向能力的影响因素。

参考文献:

- [1] HAFF G G, TRIPLETT N T. Essentials of strength training and conditioning[M]. 4th Edition. Human kinetics, 2015.
- [2] BARBER O R, THOMAS C, JONES P A, et al. Reliability of the 5-0-5 change-of-direction test in netball players [J]. International Journal of Sports Physiology & Performance, 2016, 11:377-380.
- [3] JONES P, BAMPOURAS T M, MARRIN K. An investigation into the physical determinants of change of direction speed[J]. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 2009, 49(1):97-104.
- [4] NIMPHIUS S, GEIB G, SPITERI T, et al. "Change of direction deficit" measurement in division I American football players[J]. Australian Strength & Conditioning Association, 2013, 21:115-117.
- [5] ROBBINS D W. The National Football League (NFL) combine: Does normalized data better predict performance in the NFL draft?[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, 24(11):2888-2899.
- [6] SIERER S P, BATTAGLINI C L, MIHALIK J P, et al. The national football league combine: Performance differences between drafted and nondrafted players entering the 2004 and 2005 drafts. Journal of Strength & Conditioning Research, 2008, 22:6-12.
- [7] VESCOVI J D, MCGUIGAN M R. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes[J]. Journal of Sports Sciences, 2008, 26(1):97-107.
- [8] STOJANOVIĆ E, STOJILJKOVIĆ N, SCANLAN A T, et al. The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: A systematic review[J]. Sports Medicine, 2018, 48(1):111-135.
- [9] JARVIS S, SULLIVAN L O, DAVIES B, et al. Interrelationships between measured running intensities and agility performance in subelite rugby union players[J]. Research in Sports Medicine, 2009, 17(4):217-230.
- [10] YOUNG W B, JAMES R, MONTGOMERY I. Is muscle



- power related to running speed with changes of direction? [J]. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2002, 42(3):282-288.
- [11] NIMPHIUS S, MCGUIGAN M R, NEWTON R U. Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, 24(4): 885-895.
- [12] SHEPPARD J M, YOUNG W B, DOYLE T L A, et al. An evaluation of a new test of reactive agility and its relationship to sprint speed and change of direction speed [J]. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2006, 9(4): 342-349.
- [13] NIMPHIUS S, CALLAGHAN S J, SPITERI T, et al. Change of direction deficit: A more isolated measure of change of direction performance than total 505 time[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2016, 30(11):3024-3032.
- [14] NIMPHIUS S, CALLAGHAN S J, BEZODIS N E, et al. Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance[J]. *Strength & Conditioning Journal*, 2017, 40:26-38.
- [15] LOCKIE R. Change-of-direction deficit in collegiate women's rugby union players[J]. *Facta Universitatis Series Physical Education and Sport*, 2018, 16:19-31.
- [16] PAPLA M, KRZYSZTOFIK M, WOJDALA G, et al. Relationships between linear sprint, lower-body power output and change of direction performance in elite soccer players[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(17):6119.
- [17] DOS'SANTOS T, THOMAS C, JONES P A, et al. Assessing asymmetries in change of direction speed performance: Application of change of direction deficit[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2019, 33(11): 2953-2961.
- [18] LOTURCO I, NIMPHIUS S, KOBAL R, et al. Change-of direction deficit in elite young soccer players[J]. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 2018, 48(2):228-234.
- [19] DRINKWATER E J, PYNE D B, MCKENNA M J. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players[J]. *Sports Medicine*, 2008, 38(7):565-578.
- [20] MCINNES S E, CARLSON J S, JONES C J, et al. The physiological load imposed on basketball players during competition[J]. *Journal of Sports Sciences*, 1995, 13(5): 387-397.
- [21] MINDAUGAS BALIŪNAS, STONKUS S, ABRANTES C, et al. Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players[J]. *Journal of sports science & medicine*, 2006, 5(1):163-170.
- [22] ZAGATTO A M, ARDIG? L P, BARBIERI F A, et al. Performance and metabolic demand of a new repeated-sprint ability test in basketball players: Does the number of changes of direction matter?[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2017, 31(9):2438-2446.
- [23] PADULO J, LAFFAYE G, HADDAD M, et al. Repeated sprint ability in young basketball players: One vs. two changes of direction (Part 1)[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2015, 33(14):1480-1492.
- [24] LOCKIE R G, CALLAGHAN S J, JEFFRIESS M D. Analysis of specific speed testing for cricketers[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2013, 27(11): 2981-2988.
- [25] CHAPMAN P P, WHITEHEAD J R, BINKERT R H. The 225-1b Reps-to-fatigue test as a submaximal estimate of 1-rm bench press performance in college football players [J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 1998, 12(4):258-261.
- [26] 李山,陈信芝.最大力量预测公式的准确性研究[J].*西安体育学院学报*,2016,33(5):612-617.
- [27] SCANLAN A T, MADUENO M C, GUY J H, et al. Measuring decrement in change-of-direction speed across repeated sprints in basketball: Novel vs. traditional approaches[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2021, 35(3):841-845.
- [28] LOCKIE R G, CALLAGHAN S J, JORDAN C A, et al. Certain actions from the functional movement screen do not provide an indication of dynamic stability[J]. *Journal of Human Kinetics*, 2015, 47:19-29.
- [29] GABBETT T J, KELLY J N, SHEPPARD J M. Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2008, 22(1):174-181.
- [30] SPITERI T, NEWTON R U, BINETTI M, et al. Mechanical determinants of faster change of direction and agility performance in female basketball athletes [J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2015, 29(8): 2205-2214.
- [31] SPITERI T, NIMPHIUS S, HART N H, et al. Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2014, 28(9): 2415-2423.