



球类项目灵敏测试的实践应用:基于信度与效度评价的系统综述

许家声¹,张一民^{2*},贾 潇²,于晶晶²,王立国³

摘 要:目的:对国内外经检验的球类运动灵敏测试方法的设计结构、信度和效度进行系统综述,为球类运动灵敏素质的评价提供更科学的测试方法。方法:通过数据库对相关关键词进行检索并搜集符合标准的文献,运用 PE-Dro 评分系统对文献进行质量评估。结果:共纳入 33 篇文献,质量评价平均得分 15 分,得分范围 13~17 分。所有搜集文献共包含 59 种测试方法,37 种为改变方向速度测试 (CODT),22 种为反应灵敏测试 (RAT)。结果:CODT 设计的移动距离相对更长,改变方向的次数相对更多,两类测试方法的变向角度主要采用 45°、90°和 180°;CODT 的组内相关系数 (ICC) 范围为 0.5~0.99, RAT 的 ICC 为 0.33~0.99,3 篇文献发现较低的信度且均为 RAT;效度检验主要通过区分运动员水平、比赛位置以及年龄段来实现。结论:球类项目灵敏素质评价主要应用 CODT 与 RAT 两类测试方法。由于设计结构的差异,两类方法在信度和效度上各有优劣。CODT 具有相对更高的信度, RAT 则具有相对更高的效度。认知与决策能力作为高水平球类运动员的关键指标,建议未来在球类项目灵敏素质测量评价中加入刺激源组件。

关键词:球类运动;反应灵敏;改变方向;测试

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2023)04-0096-08

DOI: 10.12064/ssr.2022071401

Practical Application of Ball Game Agility Test: A Systematic Review Based on Reliability and Validity Evaluation

XU Jiasheng¹, ZHANG Yimin^{2*}, JIA Xiao², YU Jingjing², WANG Ligu³

(1. School of Humanities and Education, Guangdong Ocean University, Yangjiang 529500, China;

2. Beijing Sport University, Laboratory of the Ministry of Sports and Physical Health Education,

Beijing 100084, China; 3. Guangdong Ocean University, Faculty of Sport and Leisure, Zhanjiang

524088, China)

Abstract: To conduct a systematic review on the design structure, reliability and validity of the test methods for ball games both domestically and internationally, in order to provide a more scientific test method for evaluating ball game agility. Method: EBSCO, Web of Science and PubMed databases were used to search the relevant keywords and collect the literature that met the standards. PE-Dro scoring system was used to evaluate the quality of the literature. Results: a total of 33 articles were included. The average score of literature quality evaluation was 15 points, ranging from 13 to 17 points. The included literature contained a total of 59 test methods, of which 37 were the Change of Direction Test (CODT) and 22 were the Reactive Agility Test (RAT). It is found that the CODT design had a relatively longer moving distance and more times to change the direction. The direction change angles of the two types of test methods were mainly 45°, 90° and 180°; The interclass correlation coefficient (ICC) of CODT ranged from 0.5 to 0.99, and that of RAT ranged from 0.33 to 0.99. Low reliability was found in the three articles, all of which were RAT; The validity test was mainly realized by distinguishing the level, position and age of athletes. Conclusion: The evaluation of the agility of ball games mainly adopts two kinds of

收稿日期: 2022-07-14

基金项目: 国家重点研发计划项目(2020YFC2006701)。

第一作者简介: 许家声,男,硕士研究生。主要研究方向:运动表现的测量与评价。E-mail: 1017009729@qq.com。

* 通信作者简介: 张一民,男,博士,教授,博士生导师。主要研究方向:运动促进健康理论与方法、运动员科学选材。

E-mail: ymzhangno1@163.com。

作者单位: 1. 广东海洋大学 人文与教育学院, 广东 阳江 529500; 2. 北京体育大学 运动与体质健康教育部重点实验室, 北京 100084;

3. 广东海洋大学 体育与休闲学院, 广东 湛江 524088。



test methods: CODT and RAT. Due to the differences in design structure, the two methods have their own advantages and disadvantages in reliability and validity. CODT has relatively higher reliability, while RAT has relatively higher validity. Cognition and decision-making ability are the key indicators of high-level ball players. It is suggested that the stimulus components should be added to the evaluation of agility quality in ball events in the future.

Keywords: ball games; reactive agility; change of direction; test

灵敏素质被视为一种综合的运动能力,能体现出力量、速度、协调、平衡等素质^[1-2],是运动员实现高水平运动表现的基础。目前灵敏素质的概念未能得到统一,各学科背景的研究者的理解存在一定差异^[3-6]。传统定义上的灵敏素质被认为是运动员快速启动、急停和变向的能力,即变向类灵敏^[7-8]。认知与决策能力是灵敏素质的重要组成部分,灵敏是对刺激做出速度和方向改变的能力,是一种全身性的运动,这种灵敏被称为反应类灵敏^[9]。对于球类运动项目而言,无论是身体动作转变和移动的灵敏还是大脑反应的灵敏,都是运动员获得主动权并取得比赛胜利的关键^[10-11]。灵敏素质作为提高运动员竞技能力的基础,对其进行科学的评价是当前的研究重点。改变方向速度的测试(Change of Direction Test, CODT)和反应灵敏测试(Reactive Agility Test, RAT)是当前评价运动员灵敏素质的两种主要手段^[12-14]。

目前,球类项目灵敏测试方法众多,但仅有相关综述对集体运动项目反应灵敏测试方法的信度和效度的总体现状进行调查^[14],且缺乏具体数据。信度和效度是衡量测试方法在实践应用中评价结果科学性的2个关键标准。本研究旨在检验测试方法的信效度,综述球类运动各种灵敏测试方法应用的研究现状,探讨科学评价运动员灵敏素质的发展思路。

1 研究方法

1.1 文献检索

对 EBSCO、Web of Science 和 PubMed 3 个数据库的相关文献进行精确检索。获得文献发表日期为 2022 年 5 月 1 日前。关键词为“reliability”“validity”“change of direction test”“reactive agility test”“pre-planned agility”“nonplanned agility”“open skill agility”“closed skill agility”“specific agility”“soccer agility test”“basketball agility test”“rugby agility test”“football agility test”“handball agility test”“tennis agility test”“volleyball agility test”,共得到 62 篇英文文献。

1.2 纳入和排除标准

文献纳入标准:①研究对象为球类项目运动员;

②研究内容为对球类项目运动员灵敏素质测试方法的信度与效度的验证;③效度的检验方法为区分效度,包括不同水平、不同年龄段间的对比;④所得文献均为已公开发表的英文文献。

文献排除标准:①运动康复期间灵敏测试;②研究对象为残疾人球类运动员;③研究对象由多个球类项目运动员组成;④测试方法缺乏信度或效度检验。

1.3 文献筛选与资料提取

首先对关键词进行检索,将获得文献纳入目录,按照统一标准进行筛选、排除以及质量评估。对符合标准的文献进行数据统计,提取数据包括:运动项目名称、人口统计信息(数量、性别、年龄、水平等级)、测试方法信息(名称、基本描述、刺激源、转向角度大小及次数)、测试方法信度和效度。

1.4 方法学质量评估

采用 Brughelli 等^[15]编制方法学评分量表 PE-Dro,该量表被有效用于运动训练相关研究。对纳入的 33 项研究严格按照量表各项标准进行评价,并对评价结果进行统计分析。该评分量表共包含 10 个评分项目(得分 0~20 分),用于评估运动训练研究的方法学质量。得分标准为:0 分 = 明显不;1 分 = 可能是;2 分 = 明显是。10 个评分项目包括:①纳入标准明确;②受试者被随机分配;③干预定义很明确;④对各组进行基线相似度测试;⑤使用对照组;⑥明确定义结果变量;⑦评估实际上是有用的;⑧干预时间实际上是有用的;⑨组间比较采用统计学方法;⑩点测量变异性。

2 研究结果

2.1 文献检索结果

在 EBSCO 中检索文献 1 042 篇,PubMed 中检索文献 1 268 篇,Web of Science 中检索文献 2 279 篇。所有文献按统一标准筛选,筛选过程如图 1。最终得到 33 篇符合标准的文献,均为对球类运动灵敏测试方法的信度与效度的验证研究。

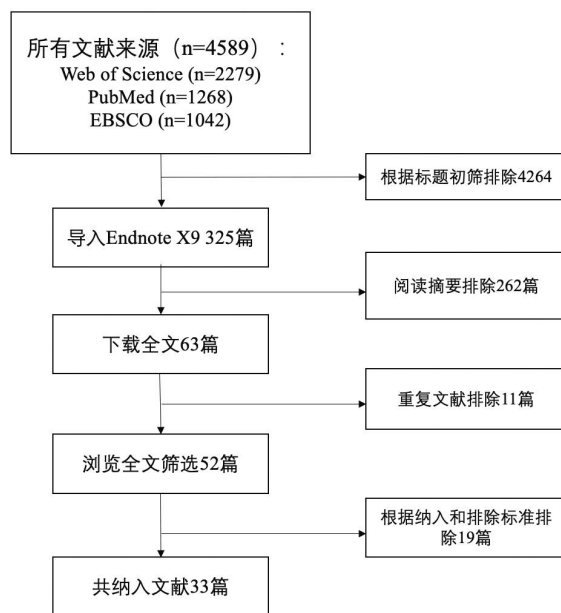


图1 文献检索和筛查流程图

Figure1 Flow chart of literature retrieval and screening

2.2 文献基本信息

33篇相关文献包括足球运动员灵敏测试(14篇)、篮球运动员灵敏测试(8篇)、橄榄球运动员灵敏测试(7篇)、网球运动员灵敏测试(1篇)、水球运动员灵敏测试(1篇)、羽毛球运动员灵敏测试(1篇)以及手球运动员灵敏测试(1篇)。所有研究共有59种测试方法,37种为CODT,22种为RAT^[11,16-47]。

2.3 方法学评估结果

33篇文献的方法学质量评估平均得分为15分,得分为13~17分。大多数研究纳入标准明确、使用对照组、明确定义结果变量以及组间比较都采用统计学方法。其中1篇研究对同一研究对象进行赛季期前后测进行对比。

2.4 纳入文献评价

2.4.1 测试方法结构特征

33篇文献共发现37种CODT和22种RAT。CODT的最长距离60m,变向次数最多达到11次。RAT的最长距离56m,变向次数最多达到15次。两类测试方法设计中45°、90°及180°变向角度最常用,CODT的移动路线形式相对多样化,而RAT的移动路线主要以Y形为主,采用的刺激源有灯光、视频和真人三大类。

2.4.2 信度评价

用于衡量测试的相对信度的指标主要有组内相

关系数(The Intraclass Correlation Coefficient, ICC)、变异系数(Coefficient of Variation, CV)、克隆巴赫系数、皮尔逊相关系数以及测量标准误(Standard Error of Measurement, SEM)。CODT的ICC为0.5~0.99,CV为0.75%~7.9%,SEM为0.01~0.87。另有2项研究采用克隆巴赫系数($\alpha=0.75\sim0.85$)。22种RAT的ICC为0.33~0.99,CV为3.66%~5.6%,SEM为0.01~1.74,其中14种使用灯光刺激源(ICC=0.7~0.99),4种使用视频刺激源(ICC=0.81,CV=0.4%;ICC=0.82,SEM=0.01;ICC=0.33,CV=2.7%; $r=0.83$),4种使用真人刺激源(ICC>90%;ICC=88%;ICC=92%; $r=0.91$)。

2.4.3 效度评价

33项研究均采用区分效度。其中21项研究区分不同水平之间运动员的差异(如职业与半职业、首发与替补等),6项研究区分不同年龄段之间运动员的差异,4项研究区分不同位置之间运动员的差异(如外线球员与内线球员、进攻球员与防守球员等),1项研究区分五人制足球运动员与足球运动员之间的差异,1项研究区分男性运动员与女性运动员之间的差异。

3 讨论

3.1 灵敏测试的信度检验

测量工具的评价结果首先必须具有可重复性、可一致性(信度),否则测量结果存在异议即缺乏有效性(效度)^[48]。ICC作为信度检验常用指标之一,数



值越接近1认为可靠性越高。 r 的使用相较于ICC可能会无法检验系统误差。绝对信度涉及个体成绩或得分的一致性,常用指标为CV、SEM、一致性界限(Limits of Agreement, LOA)。一般认为, CV与SEM越小,信度越高。对任何2次测试结果进行一致性检验,若差异位于95%LOA,则可认为2次测量结果具有良好一致性。

基线数据分析发现的59种测试方法中,54种进行了信度检验。其中5篇文献中采用的5种测试方法的ICC显示较低的相对信度(可重复性较差),分别为网球专项灵敏测试($ICC=0.74, 95\%CI$)^[11]、足球运动员505测试($ICC=0.57\sim 0.61, CV=3.3\%\sim 3.6\%$)^[41]、足球运动员T形测试($ICC=0.75\sim 0.79, CV=3.0\%\sim 3.1\%$)^[41]、足球RAT($ICC=0.7\sim 0.88$)^[36],以及橄榄球RAT($ICC=0.33, CV=2.7\%, TEM=7\%$)^[26]。Dugdale等^[41]发现低年龄段足球运动员CODT结果不稳定,研究采用的505测试和T形测试在U11-U13中显示出较低信度,而在U14-U17中显示可靠的信度($ICC=0.87\sim 0.95$)。结果表明505测试和T形测试不适用于评价年轻足球运动员的灵敏素质。Pojskic等^[36]的研究中,足球RAT的检验结果显示出较低信度($ICC=0.7$),此测试方法包含4个不可预测方向,根据4个方向按不同的顺序组成5次不同方向的移动方案,每个人完成3次不同的跑动方案,第一个方案的信度相对较低($ICC=0.70$),而其余方案却有可靠的信度($ICC=0.87\sim 0.87$)。在多个灯光刺激源的网球专项灵敏测试中也出现较低信度($ICC=0.74$)^[11]。由此可见,测试中出现不可预测方向次数越多,不可控制因素(变向脚步技术的不一致、方向判断错误的出现)造成的测量误差越大,进而影响测试结果的稳定性^[49]。

为提高测试有效性以及在比赛中的真实性,有研究采用了视频作为刺激源,但其效果和实用性是否优于其他刺激源类型(灯光和人)仍处于探索阶段。Young等^[26]的研究发现非常低的信度($ICC=0.33, CV=2.7\%$),在同样采用视频反应测试的研究中还发现运动员决策准确性的信度仍然较低($ICC=0.74$)^[50]。相反,其余2项橄榄球RAT研究同样采用单个视频刺激源,检验结果显示出较高信度($ICC=0.81, CV=1.4\%; ICC=0.82, SEM=0.01$)^[25, 51]。通过横向比较发现,视频反应测试中视频播放的时机以及变向前加速的距离都各不相同,运动员对场景的熟悉程度及适应性会影响测试结果的稳定性,运动员的感知和运动能力的有效整合是整体运动表现优异的关键^[52]。视频刺激源能提供一定的运动学线索,但仅为二维平面,视频中各种来自不同移动方向的场景信息、屏幕大小以及摆放

空间位置的合理性是测试标准化的关键。对此,有研究将人作为刺激源以呈现比赛场景中的动作信息,需要根据这些信息做出决策。本研究纳入的4篇文献都采用了真人刺激源,均发现较高的信度,这与Spiteri等^[53]专门对真人刺激源应用的可靠性研究结果一致。但与灯光刺激源相比,真人刺激源无法做到标准化应用,真人动作的可变性对于受试者的测试成绩影响显著^[54]。因此,信度检验不仅要根据受试者的水平分析还需结合真人刺激源动作时间的一致性。

3.2 灵敏测试的效度检验

评价工具在具备良好的一致性和可重复性的基础上,需要具备较高的效度。灵敏素质的测试方法缺乏“金标准”,因此灵敏测试方法的有效性主要通过区分效度检验。区分效度是对比不同组别运动员能力差异的一种方法,本研究主要按3种运动员能力组别的划分方式,即不同水平、不同比赛位置以及不同年龄段。

3.2.1 足球

7项关于足球运动员灵敏测试有效性检验中高水平组、中等水平组和低水平组之间存在显著性差异^[21, 28, 37, 41-42, 44, 47],其中RAT测试路线都采用Y形跑,而CODT仍采用505测试和伊利诺伊灵敏跑测试。Kovacevic等^[39]发现,在Z形跑中加入带球技术后高水平组显著快于低水平组。Lukic等^[55]研究发现CODT中有球测试和无球测试具有较高的相关性,证实相同运动模式测试评估能力相同,因此加入带球技术在未来应被考虑为提高灵敏测试效度的关键因素。Benvenuti等^[21]横向对比了足球和五人制足球运动员的灵敏素质,发现五人制足球显著快于足球运动员。由于五人制足球的球场尺寸和动作持续时间都较少,运动员需要学习、记忆和选择的比赛情境数量更多,所以对灵敏性要求相对更高。Zeljko等^[42]研究发现,CODT在U15的首发球员和替补球员中没有发现显著性差异,而在U13中却出现显著性差异。在相似的2项研究中同样发现,CODT在高年龄组别运动员的成绩间没有出现显著性差异,而仅在低年龄组别之间发现^[34, 38]。由此可推测,运动员在青春期随着生理年龄和训练年限的增长,运动能力也随之提高,对固定路线的CODT更加熟悉^[56]。因此,认知与决策应当在灵敏测试中给予重视,RAT的应用似乎具有更高的有效性。

Sporis等^[20]的研究发现不同比赛位置间的灵敏性差异,在绕杆测试、4×5 m折返及90°转向测试中,进攻球员、中场球员、防守球员的成绩均无统计学差



异($P>0.05$),而在T测试中,防守球员显著优于中场球员和进攻球员($P<0.01$),在9-3-6-3-9折返跑和前后跑测试中,中场球员显著优于进攻球员($P<0.01$)。防守球员的主要职责是参与防守,需要更多的后退跑,这似乎是导致其在包含后退跑的T测试中表现相对更好的原因。而对于中场球员,不仅要参与组织进攻还要转换防守,在比赛中改变方向的频率最高,因此在此9-3-6-3-9折返跑和前后跑测试中的表现最好。

3.2.2 橄榄球

在7项关于橄榄球运动员灵敏测试发现RAT中高水平组显著快于低水平组^[17-18,23-26,51]。在2项针对澳大利亚橄榄球联盟运动员的研究中发现CODT中高水平组和低水平组的成绩没有统计学差异^[18,51]。认知与决策力是运动员灵敏素质的重要组成部分,因此与传统CODT相比,RAT是一种更加有效区分检验的方法^[57]。有研究认为在比赛过程中的移动,更多需要判断获取的各种信息进而做出决策^[53]。Sheppard等^[17]将真人刺激源运用到测试中,可给予受试者更多的预判信息。Paul等^[10]发现,真人刺激源作为三维画面,相对于灯光和视频刺激源更能有效区分不同水平运动员之间的能力差异,真人刺激源可以提供更多特定的身体动作线索让运动员能更快做出反应。由于运动场景的多变复杂,真人刺激源在单次测试中仅能提供有限的场景信息,对真实比赛运动员认知与决策能力的考察缺乏全面性和标准化^[51]。

3.2.3 篮球

Oliver等^[19]使用Y形灵敏测试,发现RAT和CODT中高水平组均显著快于低水平组。Sekulic等^[35]研究采用由Y形跑改良的篮球专项灵敏测试,发现高水平组显著快于低水平组,但不同比赛位置的球员也存在差异,后卫的成绩往往更好。Selakvoic等^[46]研究发现,限制区灵敏测试、限制区Z形测试、T测试以及修改版T测试,外线球员的表现均显著优于内线球员($P<0.05$)。外线球员相对于内线球员会参与更多的快攻反击、攻防转换以及阵地进攻中持球突破等多方向的快速移动,在比赛中反复冲刺频率和距离、动作变换的频率都会高于内线球员。Stojanovic等^[40]的研究对比了前场球员和后场球员的测试成绩,箭头测试、限制区灵敏测试和修改版505测试中后场球员显著快于前场球员,在十字测试、反应折返跑和冲刺-横移-冲刺测试中后场球员和前场球员无显著性差异。2项研究对比赛位置划分的不同在于对小前锋的归类。小前锋在攻防两端起关键作用,需要具备快速的移动能力和反应能力。因此在灵敏测试有效性检验中,内线与外线的区分更加明

确。Gonzalo-Skok等^[30]在V形切测试中发现U14、U15、U16、U18、U20各组成绩均有显著性差异,此项研究与Bekris等^[38]的研究结果不同,在高年龄组中各组别运动员仍出现显著性差异。不同年龄之间运动员的灵敏性受多种因素影响,如人体测量因素、运动素质发展的不平衡性以及青春期对人体发育的影响等^[9,56,58],基于年龄的区分在不同研究的结果中存在一定差异。

3.2.4 其他球类项目

球类项目灵敏测试还包括网球^[11]、手球^[32]、羽毛球^[33]、水球^[45]。Jansen等^[11]对不同级别网球运动员采用场地测试,使用FLIGHT-Trainer训练系统将灯光置于攻防两端的击球点,受试者需要持拍移动并触摸每个随机闪烁的灯光,发现高水平组成绩显著优于低水平组,由于测试过程中运动员动作的变异性较大,测试信度相对较低($ICC=0.74$)。Loureire等^[33]采用Badcamp测试,受试者识别屏幕指示箭头并快速移动至相应的标志物,发现高水平组显著快于低水平组。隔网对抗性项目相对于同场对抗性项目移动空间相对较小,运动员须在短时间内进行频繁的判断移动,对于动作速度以及加速减速能力的要求更高。所以这类项目灵敏测试应具有进行多次判断、反复快速移动的特点。Dong等^[45]对女子水球国家队成年组、青年组和少年组运动员进行灵敏测试发现,成年组显著高于青年组和少年组,而青年组显著优于少年组。Spasic等^[32]研究发现,不同比赛位置的手球运动员灵敏素质差异不显著,在RAT和CODT中防守球员和进攻球员均无显著性差异。

部分研究通过将目标检验的测试方法与另一种有效性较高的测试方法做相关性分析以进行效标效度检验,这种方式需要2种测试方法在设计上(距离、转向角度等)非常相似才能出现相关性,当特征差异性较大时,这种检验方式存在一定的局限性^[21,47,59-60]。

3.3 小结

灵敏素质是需要对刺激做出判断,并做出快速反应移动的能力,测量误差(系统误差和随机误差)的控制是影响测量可靠性的重要因素,包括运动员的学习效应、疲劳效应以及动作质量等,是科学测量与评价灵敏素质的关键。灵敏素质测试缺乏“金标准”,测试方法众多,不同类型测试方法(CODT与RAT)具有不同特征,不同运动项目对灵敏素质的测量与评价应区别对待。团队项目和个人项目间、隔网对抗性项目和同场对抗性项目间具有不同的反应—移动特点,因此各个运动项目灵敏测试的移动距离、



转向的角度和次数,以及反应特征需要结合各个运动项目的运动需求以及负荷特点制定^[31,61]。灵敏素质的测量能反映出运动员的竞技水平、比赛位置以及年龄的差异,在灵敏素质训练中需要给予重视。除此之外,控球或持拍是球类项目的关键技术,专项运动实践中的灵敏往往是在结合专项技术合理运用的前提下的表现^[62-63],如网球的持拍^[11]、篮球的运球^[55]以及橄榄球的携带球^[64]等,是提高测试方法生态效度的重要因素。

4 结论与建议

4.1 结论

4.1.1 在测试结构的设计上 CODT 与 RAT 存在一定差异,CODT 组成相对标准化,稳定性较高,RAT 加入刺激源组件,视频与真人刺激源缺乏标准化且易受系统误差影响,稳定性较低。

4.1.2 CODT 注重评价运动员的移动时间、测试场景,在封闭条件下忽视对运动员的认知与决策能力的评价。RAT 能反映出运动员移动时间、反应时间以及决策准确性,可综合评价人体的灵敏性。

4.1.3 RAT 更适合区分不同水平运动员间的差异,CODT 更适合区分不同比赛位置运动员间的差异。对于年龄的区分,RAT 和 CODT 的有效性检验结果差异不明显,都需要横向结合多个年龄段之间的差异进行综合检验。

4.1.4 RAT 的刺激场景单一,仅适用于同场对抗性运动项目,且场景仅从防守端的角度建立,反应的可能性以左右方向的闪躲为主,对于羽毛球、网球等隔网对抗性项目灵敏素质测量的适用性有限。

4.2 建议

采用反应灵敏测试是未来评价灵敏素质的主要趋势。开发特定适用于专项运动的灵敏测试应得到重视,建立标准化的测试环境并提高信度,平衡两者之间关系是设计专项灵敏素质测试需要克服的关键问题。运动员竞技能力存在性别差异,加强关注对女性运动员灵敏素质测量评价以及与男性运动员的横向对比研究,对运动训练的指导具有重要意义。

参考文献:

- [1] 林仰硕,牛文君,丁伟.集体球类项目反应灵敏性研究:问题·机制·测试·训练[J].福建师范大学学报(自然科学版),2017,33(4):109-116.
- [2] 赵西堂,张玉宝,葛春林.运动灵敏素质理论与方法研

究进展[J].首都体育学院学报,2015,27(3):249-256.

- [3] 赵西堂,葛春林,孙平.试论运动灵敏性的概念及其分类[J].武汉体育学院学报,2012,46(8):92-95.
- [4] 全国体育学院教材委员会.运动心理学[M].北京:人民体育出版社,1988.
- [5] 运动生理学教材编写组.运动生理学[M].北京:高等教育出版社,1986.
- [6] 田麦久.运动训练学[M].北京:人民体育出版社,2000.
- [7] SHEPPARD J M, DAWES J J, JEFFREYS I, et al. Broadening the view of agility: A scientific review of the literature[J]. Journal of Australian Strength and Conditioning, 2014, 22(3):6-25.
- [8] 高崇,杨威,廖开放,等.人体运动的灵敏:定义与测试[J].成都体育学院学报,2021,47(6):122-129.
- [9] SHEPPARD J M, YOUNG W B. Agility literature review: Classifications, training and testing [J]. Journal of Sports Sciences, 2006, 24(9):919-932.
- [10] PAUL D J, GABBETT T J, NASSISS G P. Agility in team sports: Testing, training and factors affecting performance[J]. Sports Medicine, 2016, 46(3):421-442.
- [11] JANSEN M G T, ELFERINKI-GEMSER M T, HOEKSTRA A E, et al. Design of a Tennis-Specific Agility Test (TAT) for monitoring tennis players[J]. Journal Human Kinetics, 2021, 80:239-250.
- [12] DAWES J, ROOZEN M.灵敏训练[M].周建梅,译.北京:北京体育大学出版社,2015.
- [13] 杨威,李博,高崇,等.足球运动员变向能力的测试方法、影响因素和训练策略 [J]. 首都体育学院学报, 2021,33(5):507-521.
- [14] MORRAL-YEPES M, MORAS G, BISHOP C, et al. Assessing the reliability. and validity of agility testing in team sports: A systematic review[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2022, 36(7):2035-2049.
- [15] BRUGHELLI M, CRONIN J, LEVIN G, et al. Understanding change of direction ability in sport: A review of resistance training studies[J]. Sports Medicine, 2008, 38(12):1045-1063.
- [16] FARROW D, YOUNG W, BRUCE L. The development of a test of reactive agility for netball: A new methodology[J]. Journal of Science Medicine and Sport, 2005, 8(1):52-60
- [17] SHEPPARD J M, YOUNG W B, DOYLE T L, 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.
- [18] 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.

- [19] OLIVER J L, MEYERS R W. Reliability and generality of measures of acceleration, planned agility, and reactive agility[J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2009, 4(3):345-354.
- [20] SPORIS G, JUKIC I, MILANOVIC L, et al. Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players [J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, 24(3):679-686.
- [21] BENVENUTI C, MINGANTI C, CONDELLO G, et al. Agility assessment in female futsal and soccer players [J]. Medicina (Kaunas), 2010, 46(6):415-420.
- [22] SERPELL B G, FORD M, YOUNG W B. The development of a new test of agility for rugby league [J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, 24(12):3270-3277.
- [23] VEALE J P, PEARCE A J, CARLSON J S. Reliability and validity of a reactive agility test for Australian football [J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2010, 5(2):239-248.
- [24] GREEN B S, BLAKE C, CAULFIELD B M. A valid field test protocol of linear speed and agility in rugby union[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2011, 25(5):1256-1262.
- [25] HENRY G, DAWSON B, LAY B, et al. Validity of a reactive agility test for Australian football [J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2011, 6(4):534-545.
- [26] YOUNG W, FARROW D, PYNE D, et al. Validity and reliability of agility tests in junior Australian football players [J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2011, 25(12):3399-3403.
- [27] LOCKIE R G, JEFFRIESS M D, MCGANN T S, et al. Planned and reactive agility performance in semiprofessional and amateur basketball players [J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2014, 9(5):766-771.
- [28] HACHANA Y, HAAB?NEC H, BEN RAJEB G, et al. Validity and reliability of new agility test among elite and subelite under 14-soccer players[J]. PLoS One, 2014, 9(4):e95773.
- [29] BIDAURAZAGA-LETONA I, CARVALHO H M, LEKUE J A, et al. Applicability of an agility test in young players in the soccer field [J]. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2015, 21(2):133-138.
- [30] GONZALO-SKOK O, TOUS-FAJARDO J, SUAREZ-ARRONES L, et al. Validity of the v-cut test for young

basketball players[J]. International Journal of Sports Medicine, 2015, 36(11):893-899.

- [31] DELEXTRAT A, GROSGEORGE B, BIEUZEN F. Determinants of performance in a new test of planned agility for young elite basketball players[J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2015, 10(2):160-165.
- [32] SPASIC M, KROLO A, ZENIC N, et al. Reactive agility performance in handball; development. and evaluation of a sport-specific measurement protocol[J]. Journal of Sports Science and Medicine, 2015, 14(3):501-506.
- [33] LOUREIRE LDE F JR, DE FREITAS P B. Development of an agility test for badminton players and assessment of its validity and test-retest reliability[J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2016, 11(3):305-310.
- [34] NEGRA Y, CHAABENE H, AMARA S, et al. Evaluation of the Illinois change of direction test in youth elite soccer players of different age[J]. Journal of Human Kinetics, 2017, 58(1):215-224.
- [35] SEKULIC D, PEHAR M, KROLO A, et al. Evaluation of basketball-specific agility: Applicability of preplanned and nonplanned agility performances for differentiating playing positions and playing levels[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2017, 31(8):2278-2288.
- [36] POJSKIC H, ASLIN E, KROLO A, et al. Importance of reactive agility and change of direction speed in differentiating performance levels in junior soccer players: Reliability and validity of newly developed soccer-specific tests[J]. Frontiers in Physiology, 2018, 9:506.
- [37] HULKA K, WEISSER R, BĚLKA J. Verification of speed and agility K-test in junior football players [J]. Journal of Physical Education and Sport, 2018, 18(2): 1187-1191.
- [38] BEKRIS E, GISSIS I, KOUNALAKIS S. The dribbling agility test as a potential tool for evaluating the dribbling skill in young soccer players[J]. Research in Sports Medicine, 2018, 26(4):425-435.
- [39] KOVACEVIC Z, ZUVLEA F, KUVACIC G. Metric characteristics of tests assessing speed and agility in youth soccer players[J]. Sport Mont, 2018, 16(3):9-14.
- [40] STOJANOVIC E, AKSOVIC N, STOJILJKOVIC N, et al. Reliability, usefulness, and factorial validity of change-of-direction speed tests in adolescent basketball players [J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2019, 33(11):3162-3173.
- [41] DUGDALE J H, ARTHUR C A, SANDERS D, et al. Reliability and validity of field-based fitness tests in



- youth soccer players[J]. *European Journal Sport Science*, 2019,19(6):745-756.
- [42] ZELJKO I, GILIC B, SEKULIC D. Validity, reliability and correlates of futsal-specific pre-planned and non-planned agility testing protocols[J]. *Kinesiologia Slovenica*, 2020, 26(2):25-34.
- [43] KROLO A, GILIC B, FORETIC N, et al. Agility testing in youth football (soccer) players; evaluating reliability, validity, and correlates of newly developed testing protocols[J]. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 2020, 17(1):294.
- [44] TRAJKOVIC N, SPORIŠ G, KRISTICEVIC T, et al. The importance of reactive agility tests in differentiating adolescent soccer players[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(11):3839.
- [45] DONG L, PARADELO D, DELORME A, et al. Sport-Specific agility and change of direction in water polo: The reliability and validity of two newly developed tests [J]. *National Strength and Conditioning Association*, 2021, 35(12):111-118.
- [46] SELAKOVIC N, KRNETA E. Reliability and validity of change-of-direction speed tests for junior basketball players[J]. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 2022,18(3):535-545.
- [47] MAKHLOUF I, TAYECH A, MEJRI M A, et al. Reliability and validity of a modified Illinois change-of-direction test with ball dribbling speed in young soccer players[J]. *Biology of Sport*, 2022, 39(2):295-306.
- [48] 迈克·麦奎根.运动员训练及运动表现监控[M].孙君志,李丹阳,译.北京:人民体育出版社,2021.
- [49] ATKINSON G, NEVILL A M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine[J]. *Sports Medicine*, 1998, 26(4): 217-238.
- [50] DOS'SANTOS T, MCBURNIE A, THOMAS C, et al. Biomechanical comparison of cutting techniques: A review and practical applications[J]. *Strength & Conditioning Journal*, 2019, 41(4):40-54.
- [51] GABBETT T, RUBINOFF M, THORBURN L, et al. Testing and training anticipation skills in softball fielders [J]. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2007, 2(1):15-24.
- [52] BRAUN JANZEN T, SCHAFFERT N, SCHLUTER S, et al. The effect of perceptual-motor continuity compatibility on the temporal control of continuous and discontinuous self-paced rhythmic movements[J]. *Human Movement Science*, 2021,76:102761.
- [53] SPITERI T, COCHRANE J L, NIMPHIUS S. Human stimulus reliability during an offensive and defensive agility protocol[J]. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 2012, 20(4):14.
- [54] WILLEY B J, YOUNG W B, O'BRIEN B J. Analysis of a reactive agility test using a live tester[J]. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 2019, 27(2):19-31.
- [55] LUKIC M, PETRONIJEVIC S, JOVANOVIĆ S, et al. Reliability of tests for speed and agility assessment in cadet basketball players[J]. *Facta Universitatis Series Physical Education and Sport*, 2021, 18(3):559-566.
- [56] HORICKA P, SIMONEK J. Age-related changes of reactive agility in football[J]. *Physical Activity Review*, 2021,9(1):16-23.
- [57] INGLIS P, BIRD S P. Reactive agility tests-review and practical applications[J]. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 2016, 24(5):62-69.
- [58] HIROSE N, NAKAHARIO C. Age differences in change-of-direction performance and its subelements in female football players[J]. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2015,10(4):440-445.
- [59] LOCKIE R G, JALILVAND F. Reliability and criterion validity of the arrowhead change-of-direction speed test for soccer[J]. *Physical Education and Sport*, 2017, 15(1):139-151.
- [60] WILKINSON M, LEEDALE-BROWN D, WINTÉ E M. Validity of a squash-specific test of change-of-direction speed[J]. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2009,4(2):176-185.
- [61] TAYLOR J B, WRIGHT A A, DISCHIAVI S L, et al. Activity demands during multi-directional team sports: A systematic review[J]. *Sports Medicine*, 2017, 47(12): 2533-2551.
- [62] 葛春林,陈忠和.排球专项灵敏素质的研究现状及其训练方法[J].*上海体育学院学报*,1997,21(2):46-50.
- [63] 潘力平. 篮球专项灵敏素质的特征及其研究现状[J].*山东体育学院学报*,2000,16(3):42-44.
- [64] MEIR R, HOLDING R, HETHERINGTON J, et al. Impact of the two-handed rugby ball carry on change of direction speed and reactive agility: Implications for sport specific testing[J]. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 2013, 21(1):45-49.

(责任编辑:刘畅)