



基于先验信息条件下足球守门员的知觉预测研究

郑轩¹, 黄志剑^{1*}, 康江辉², 易念¹, 宋良元¹

摘要:目的:研究守门员基于先验信息下的知觉预测能力,探索当守门员处于射门方向(实际方向)与对手点球偏好(概率方向)一致或不一致的情境下,对表现有效性和加工效率的影响。方法:通过网络平台招募专业足球守门员(专业组)和业余足球守门员(业余组)各16名,共计32名被试。使用E-prime 3.0进行守门员点球方向判断实验,记录被试知觉预测的正确率和反应时。结果:基于先验信息进行知觉预测时,专业组守门员的知觉预测正确率显著高于业余组守门员。不同组别的反应时具有显著性差异,具体表现为在偏好一致(或不一致)的情况下,专业组的反应时都高于业余组。不同偏好条件下的正确率具有显著性差异,其中专业组被试在偏好不同的情况下具有显著性差异,业余组则无显著性差异。结论:与业余守门员相比,专业守门员在基于先验信息进行知觉预测时能更加准确地预判点球运动员的射门方向,即在知觉预测上存在专家优势。

关键词:先验信息;知觉预测;偏好不同;足球守门员

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2023)05-0085-05

DOI:10.12064/ssr.2022090702

Research on Perceptual Prediction of Football Goalkeeper Based on Prior Information

ZHENG Xuan¹, HUANG Zhijian^{1*}, KANG Jianghui², YI Nian¹, SONG Liangyuan¹

(1. Hubei University, Wuhan 430062, China; 2. Wuhan Sports University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Objective: To study the goalkeeper's perceptual prediction ability based on prior information, and to explore the influence on performance effectiveness and processing efficiency when the goalkeeper is in the situation where the shooting direction (actual direction) is consistent or inconsistent with the opponent's penalty kick preference (probability direction). Methods: Through the network platform, we recruited professional football goalkeepers (expert group) and amateur football goalkeepers (novice group) 16 each, a total of 32 subjects. The experiment of judging the direction of the goalkeeper's penalty kick was carried out by using E-prime 3.0 software, and the correct rate and reaction time of perceptual prediction were recorded. Results: when making perceptual prediction based on prior information, the correct rate of perceptual prediction of expert group goalkeepers was significantly higher than that of novice goalkeepers. There were significant differences in reaction time among different groups, which showed that when the preference was consistent (or inconsistent), the reaction time of the expert group was higher than that of the novice group. There was significant difference in the correct rate under different preference conditions, among which there was significant difference in expert group, but there was no significant difference in novice group. Conclusion: compared with novice goalkeepers, expert goalkeepers can predict the shooting direction of penalty kickers more accurately when making perceptual prediction based on prior information, that is, there is an expert advantage in perceptual prediction.

Keywords: priori information; perceptual prediction; different preferences; football goalkeeper

射门是足球比赛中进攻的最终目的,也是比赛胜负的关键所在。点球,全称罚球点球,历届足球重

大赛事上,“点球大战”屡见不鲜。在点球研究中,罚球运动员、守门员、心理预判、战术意识、罚球策略等

收稿日期:2022-09-07

基金项目:湖北省高等学校哲学社会科学重大项目(19ZD009)。

第一作者简介:郑轩,女,硕士研究生。主要研究方向:运动心理学。E-mail:winona-z@qq.com。

*通信作者简介:黄志剑,男,博士,教授,硕士生导师。主要研究方向:运动心理。E-mail:psychlab@qq.com。

作者单位:1.湖北大学,湖北 武汉 430062;2.武汉体育学院,湖北 武汉 430079。



众多因素会对结果产生影响。以往的研究多集中在守门员的预期表象和防守点球时的眼动特征等方面^[1-5]。在罚点球时,球被踢过球门线大约需要 350~500 ms,而守门员由中线俯冲至门线至少需要 600 ms,因此,守门员通常必须在球被踢出前,向某一侧发起扑球,才能及时拦截^[6]。守门员不能仅靠罚球运动员助跑和踢腿的方向来判断球的方向。Noël 等^[7]则认为守门员可以通过了解罚球手首选的踢球策略和方向,调整行为来适应对方的点球策略,进而从中获益,提高扑球的准确性。有研究者对大量点球竞赛视频分析发现,将近 96% 的比赛中的点球时守门员并未处于球门中间位置,通常会偏向左侧门柱或右侧门柱^[8]。而当守门员位置偏离球门中间时,以守门员为界,罚球员向球门更大一侧区域射门的比例更高^[9]。

知觉预测是指行为预先处理并有效利用不完全信息和环境线索的过程^[10]。在足球点球过程中,罚点球运动员跑动和足球飞行的时间都比较短暂,守门员需要快速地对当下环境和情景做出判断和决策,此时进行的通常是直觉决策。守门员知觉预测的决策结果通常受对手的运动学信息和非运动学信息影响,对于守门员知觉预测优势的研究大多集中于两部分。一部分研究主要侧重守门员对运动学(视觉)信息的收集等问题,认为相对于业余守门员而言,经过长期专业训练的优秀守门员在加工罚点球运动员动作信息的方法和策略方面具有一定优势^[4]。但随着研究的不断深入,单纯地从对手运动中提取的视觉信息不足以解释运动员的决策行为,非运动学(情境)信息也是影响运动员决策的重要因素。这些非运动学信息来源主要包括:赛场比分、足球场上罚点球运动员的站立位置、对手以往比赛的动作偏好、对手的特定动作或者动作序列,以及比赛的场地环境等^[11]。

运动场上的先验信息是指运动员在对手动作技能执行之前可用的一般信息,通常包括运动员的强弱项和习惯偏好、场地位置、预期和事件概率信息等^[12]。在足球领域,顶级守门员甚至能够在球被踢出之前就预测到对手点球的可能结果,他们通过观察踢球者的臀部、支撑腿和踢球腿的运动来判断球的可能方向和轨迹^[13]。除了罚球手身体运动或球飞行瞬间的可用信息外,守门员还可以使用一些非短暂信息来指导扑球,例如罚球手罚球方向的个人偏好以及习惯等。当有补充信息出现时,守门员对球的飞行方向和罚球手的身体信息的依赖程度会降低。且有证据表明,越是成功的守门员越依赖先验信息^[14]。关于

对手动作偏好的信息在一定程度上会促使守门员采用非保守的策略。从本质上讲,基于先验信息的知觉预测,就是通过期待一个特定的动作结果发生,进而作出相应的决策或行为反应。除了预先获得运动学信息外,专业运动员还可以使用各种概率信息来帮助他们预测动作结果^[12]。对于足球专家来说,关于对手行动倾向的信息将会弱化点球时的视觉注意力。因为专业守门员能够将运动学信息与背景先验整合起来,以确认他们的先验预期,从而维持表现^[3]。

本研究基于足球射门防守场景模拟视频,向守门员提供有关点球运动员射门方向偏好的先验信息,探索当处于偏好一致或偏好不一致的情境下,先验信息对守门员知觉预测的有效性和加工效率的影响。本文假设,专业足球运动员能够将背景先验信息与环境信息相结合,以提高动作表现。

1 研究方法

1.1 测试对象

通过网络平台招募专业足球守门员(国家二级以上运动员,有规律训练 6 年以上,且最近 3 个月均有参与系统训练)和业余足球守门员(在公开的校级以上比赛中有守门员经历,且最近 3 个月仍有参加足球赛事)各 16 名,共计 32 名被试。将专业守门员定义为专业组,业余守门员定义为业余组。参与实验的被试性别均为男性,平均年龄(22.35±2.54)岁。专业组平均年龄(21.78±1.73)岁,平均训练年限为(9.87±2.06)年,业余组平均年龄(22.92±2.98)岁,平均参与年限为(5.35±3.82)年(表 1)。两组守门员均为右利手/脚,视力正常,裸眼视力均在 1.0 以上,无色盲色弱现象,无神经病症史,无严重躯体疾病,无酒精或者药物依赖。在参与实验前 3 h 内未摄入任何促进和抑制大脑神经兴奋性的物质(如咖啡因、酒精等)。在实验开始之前,由主试给被试介绍实验内容和实验仪器,以及实验过程中可能存在的风险,并且确保被试认真阅读并签署知情同意书。在实验结束后会根据被试的实验成绩支付相应的报酬。

表 1 专业组和业余组守门员基本信息

Table 1 Basic information of goalkeepers in professional and amateur groups

	专业组	业余组
人数	16	16
年龄 / 岁	21.78±1.73	22.92±2.98
训练年限 / 年	9.87±2.06	5.35±3.82



1.2 研究过程

使用专业三脚架将拍摄视频材料所需的摄像机固定于球门门线中点前,摄像机垂直高度调整为150 cm进行视频录制。点球摆放位置到门线的垂直距离为1 100 cm。选取2名在球场上担任前锋角色的国家级足球运动员(1名为国家一级,1名为国家二级)参与完成视频拍摄。以罚球点为圆心,远离球门的垂线为正方向,要求罚球员站在距离罚球点350 cm的东北(或西北)位置,采用匀速助跑的方式完成射门,射门过程中不会有其他欺骗性动作。罚球员需将球射向球门的左上、左下、右上和右下4个区域,保留所有成功射进球门的点球视频,共计80个进球。使用Adobe Premiere Pro CS6软件对视频进行剪辑。截取罚球员从助跑到射门脚触球前200 ms之间共计2 s的视频作为判断材料,触球前200 ms到进球后共计2 000 ms的视频作为结果的反馈材料。视频输出的帧率为25帧/秒,分辨率均为1 024×768。经两名足球经验丰富的专家老师评议,删除区分度不高的进球视频9个,保留有效视频71个,根据实验设置的概率要求,选取其中50个作为实验材料。使用E-prime 3.0进行守门员点球方向判断实验,记录被试的知觉预测选择,包括扑球方向选择的正确率和按键反应时。

研究采用双因素混合实验设计,分析专业守门员和业余守门员在进行点球方向知觉预测时的行为反应。因变量为点球方向判断的正确率和反应时。被试在进入实验室后需要填写包含个人信息的实验登记表,在主试的指导下认真阅读并签署知情同意书。主试宣读指导语和注意事项。被试表示理解之后开始正式实验。

实验程序包括练习阶段和实验阶段。练习阶段

表2 偏好一致或偏好不一致情况下不同组别守门员知觉预测的正确率和反应时($\bar{X}\pm SD$)

Table2 Correct rate and reaction time of perceptual predictions of goalkeepers in different groups with consistent or inconsistent preferences ($\bar{X}\pm SD$)

组别	偏好一致正确率/%	偏好一致反应时/ms	偏好不一致正确率/%	偏好不一致反应时/ms
专业组	68.71±13.15	416.84±143.66	57.28±18.68	419.83±144.83
业余组	61.83±11.01	338.68±142.41	55.96±17.71	322.51±153.77

对数据进行方差齐性检验, P 均大于0.05,数据满足方差齐性。方差分析结果可知,组别($F=5.675, P=0.004, \eta_p^2=0.087$)和偏好($F=5.345, P=0.006, \eta_p^2=0.082$)的主效应显著,但组别和偏好的交互效应($F=0.805, P=0.449, \eta_p^2=0.013$)不显著(表3)。对主效应进行进一步分析,结果显示,组别和偏好分别对反应时($F=11.336, P=0.001, \eta_p^2=0.086$)和正确率($F=9.937,$

包含10次点球,该阶段的数据不纳入后续的统计分析。实验阶段包含40次点球,在实验正式开始之前运动员会被告知:前20次球射向左边的概率为70%,射向右边的概率为30%;后20次球射向左边的概率为30%,射向右边的概率为70%。先验信息之后会呈现1 000 ms的“+”注视点,提醒被试实验即将开始。注视点结束后呈现2 000 ms的视频判断材料。之后被试需要根据视频材料的信息进行扑球方向的选择,如果认为足球将射向左边,按“F”键进行反应,如果认为足球将射向右边,按“J”键进行反应。当选择方向与足球偏好方向相同时,则认为守门员偏好一致;反之,当选择方向与足球偏好方向相反时,则为偏好不一致。为尽量接近真实的点球情境,被试的方向判断必须在1 000 ms以内完成,不在时间窗内进行反应的结果不纳入数据统计分析。在完成判断后会呈现2 000 ms的反馈视频,将点球实际射向的方向反馈给被试。反馈视频结束后会有8 s静息时间。实验采用E-prime 3.0记录被试的行为数据结果。

1.3 数据分析

使用Excel计算和整理由E-prime记录的被试基于先验信息的知觉预测正确率和反应时。使用SPSS22.0的多变量方差分析计算专业组和业余组进行点球方向判断的正确率和反应时差异。由于被试在接受实验的过程中,选定罚球员踢向某侧的时间只有1 000 ms,故在规定时间内未完成选择的数据不计入统计分析。

2 结果

不同组别守门员在偏好一致或偏好不一致情况下的知觉预测的正确率和反应时情况见表2。

$P=0.002, \eta_p^2=0.076$)产生显著主效应(表4)。不同组别的反应时具有显著性差异,具体表现为在偏好一致(或不一致)的情况下,专业组的反应时都高于业余组(表5)。不同偏好的正确率具有显著性差异,其中专业组($P<0.05$)组内在偏好不同的情况下具有显著性差异,业余组($P>0.05$)则无显著性差异(表5)。



表3 组别偏好的主效应及交互效应

Table3 Main and interactive effects of group preferences

	<i>F</i>	<i>P</i>	η_p^2
组别	5.675	0.004	0.087
偏好	5.345	0.006	0.082
组别×偏好	0.805	0.449	0.013

表4 组别偏好的主效应分析

Table4 Main effect analysis of group preference

	因变量	<i>F</i>	<i>P</i>	η_p^2
组别	正确率	2.239	0.137	0.018
	反应时	11.336	0.001	0.086
偏好	正确率	9.937	0.002	0.076
	反应时	0.064	0.801	0.001
组别×偏好	正确率	1.024	0.314	0.008
	反应时	0.135	0.714	0.001

表5 不同偏好反应时及不同正确率差异性分析

Table5 Analysis of differences in reaction time and correct rate of different preferences

	偏好 / 组别	<i>P</i>
反应时	偏好一致	0.036
	偏好不一致	0.009
正确率	专业组	0.003
	业余组	0.139

即在偏好一致(或不一致)的情况下,专业组的正确率存在显著差异,但业余组无显著性差异。不同组别的反应时具有显著性差异,具体表现为专业组都高于业余组。

3 讨论

本实验的总体目的是评估在事先向守门员提供偏好信息条件下,是否会对其预测结果产生影响。与以往的研究相一致^[15],先验信息显著影响了对点球结果的动作预期。整体情况下,专业组守门员比业余组守门员的准确性更高。这个结果并不意外,专业运动员能够使用身体运动学信息来预测其专业领域内动作的结果^[16-18]。在贝叶斯理论的支持下,个体在作出最终判断时会努力减少不确定性,并整合先验信息和视觉运动学信息。过去的研究显示,与业余组相比,专业组使用了更优化的整合,从而获得了更好的预期性能,特别是在偏好一致的结果中^[13]。这在一定程度上也可以解释专家组和业余组在偏好一致上的正确率差异会大于偏好不一致。

守门员成功扑球不仅取决于对空间位置的预判,还涉及时间方面和专业技能的把控。也就是说,

成功扑球涉及到一个微妙的平衡,即获取关于在哪里扑球的空间信息,以及决定何时扑球。一方面,守门员不应该太早扑球,因为身体信息对球的轨迹预测不够充分,对球来时的方向只是一个猜测。另一方面,守门员的行动也不能太迟(即在球飞行的信息完全可预测之后),否则将没有足够的时间到达球的位置。因此,优秀的守门员在开始扑球之前可以等待更长的时间,可以从对手的身体动作和球的早期飞行轨迹获得更可靠的信息,从而作出更好的扑球决策^[19]。

目前的研究表明,先验情境信息可以改变这种微妙的平衡。当守门员有了关于罚球手射门偏好的情景信息时,即使罚球手的身体动作和球的信息不那么具有预测性,守门员也会更早地作出扑球决策或行动。Fischer等^[20]也报告了在高概率条件下进行反应的时间较低概率条件下短,在他们的研究中,参与者必须在相应的灯被照亮后,尽快击中悬挂在天花板上的球,但在这个反应时间任务中,没有对应的身体信息,参与者只能利用概率信息来预测。因此,本研究也论证了在一个有时间限制的就地拦截任务中,先验情境信息对身体信息的使用起着调节作用^[21]。

在偏好一致(或不一致)的情况下,专业组的正确率存在显著差异,但业余组无显著性差异。这一点与Mann等^[22]的研究一致,当预期与先验线索不一致时,专家的预期绩效会降低,而当预期与先验线索一致时,专家的预期绩效增加。这些结果表明,先验线索影响专家的预期判断,在偏好一致时的预期绩效要显著大于偏好不一致,这也可以解释本研究中专业组的正确率存在显著差异。

从研究结果来看,不同组别的反应时具有显著性差异,专业组进行知觉预测时比业余组所花费的时间更长。业余守门员在进行点球方向判断时基于较少的信息源进行加工,存在先验信息的情况下往往会把先验信息作为主要的参考信息源,在扑球方向判断时赋予较高的权重。专业守门员在进行点球方向判断时会将多种通道的信息进行整合和加工,基于自身的运动经验赋予不同信息源不同的权重^[23]。后者信息整合和加工过程的存在可能是其反应时较长的一个原因。另外,专业守门员在预测来球的线路准确性和相关结构性信息的能力更为突出,包括对关键信息的识别,情境运动的回忆,以及运动场景中的相关认知,能更准确地进行动作响应,进而能更有效地识别、分析和解释信息^[24]。Dicks等^[25]的研究发现,守门员扑救点球的出击时机与守门员的运动能力相关,反应速度较慢的守门员会更早地作出反应,反应速度较快的守门员会更晚作出反应。这种运动



能力水平不同造成的决策习惯差异可能是专业守门员反应时更长的另一个原因。

4 结论

综上所述,本研究表明,先验信息可以显著影响足球守门员的知觉预测。其中专业守门员比业余守门员更善于整合先前的线索和运动学身体信息,进而更准确地预测点球的方向。与业余守门员相比,专业守门员在基于先验信息进行知觉预测时能更加准确地预判罚点球运动员的射门方向,即在知觉预测上存在专家优势。总的来说,准确且有效的赛前信息对于守门员的信息整合以及最终决策都有较大帮助。但这种信息(如对手动作偏好)并非必然事件,最终行为结果仍然需要守门员结合对手动作和自我身心状态进行决策。

5 研究不足

本研究的第一个局限为受试者均是男性,这在一定程度上有利于确保参与者的同质性,但未来的研究可以探索女性守门员的知觉预测,将性别视为一个可能的因素。其次,可以考虑更多水平或等级的运动员,以进一步研究专业水平与动作预期的先验信息之间的交互作用。除此之外,本文未在基线水平(偏好一致,即踢左50%,踢右50%)测试守门员知觉预测的正确率和反应时,无法进行基线对比。

本文基于先验信息针对专业组和业余组的足球守门员知觉预测能力进行了分析,但对于数据分析结果的成因没有更进一步的具体探索。相关的生物视觉搜索策略和神经心理机制的详细情况也待研究。且本文的实验预测是基于视频成像,在一定程度上可能对研究结果造成了影响,在未来的研究中,若采用真实场景,实验结果将会更加准确。

参考文献:

[1] NOËL B, VAN DER KAMP J, MEMMERT D. Implicit goalkeeper influences on goal side selection in representative penalty kicking tasks[J]. PLoS One, 2015, 10(8): e0135423.

[2] 张伟霞. 罚点球中表象预期对判断扑球方向的影响[D].武汉:武汉体育学院,2017.

[3] WANG Y, JI Q, ZHOU C. Effect of prior cues on action anticipation in soccer goalkeepers[J]. Psychology of Sport and Exercise, 2019, 43:137-143.

[4] SAVELSBERGH G J, WILLIAMS A M, VAN DER KAMP J, et al. Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers[J]. Journal of Sports Sciences, 2002,

20(3):279-287.

- [5] HOSP BW, SCHULTZ F, HÖNER O, et al. Soccer goalkeeper expertise identification based on eye movements[J]. PLoS One, 2021, 16(5):e0251070.
- [6] ZHENG R, DE REUS C, VAN DER KAMP J. Goalkeeping in the soccer penalty kick: The dive is coordinated to the kicker's non-kicking leg placement, irrespective of time constraints [J]. Human Movement Science, 2021, 76:102763.
- [7] NOËL B, FURLEY P, VAN DER KAMP J, et al. The development of a method for identifying penalty kick strategies in association football[J]. Journal of Sports Sciences, 2015, 33(1):1-10.
- [8] MASTERS R S, VAN DER KAMP J, JACKSON R C. Imperceptibly off-center goalkeepers influence penalty-kick direction in soccer[J]. Psychological Science, 2007, 18(3):222-223.
- [9] 洪晓彬,施艳,徐爱爱,等.国外足球点球心理研究进展[J].武汉体育学院学报,2020,54(5):94-100.
- [10] POULTON E C. Perceptual anticipation and reaction time[J]. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1950, 2(3):99-112.
- [11] 王泽军,褚昕宇.贝叶斯决策理论对复杂运动决策中运动预期的启发:以网球和足球为例[J].心理科学进展,2021,29(7):1300-1312.
- [12] BUCKOLZ E, PRAPAVESIS H, FAIRS J. Advance cues and their use in predicting tennis passing shots[J]. Canadian Journal of Sport Science, 1988, 13(1):20-30.
- [13] BROADBENT D P, GREDIN N V, RYE J L, et al. The impact of contextual priors and anxiety on performance effectiveness and processing efficiency in anticipation[J]. Cognition & Emotion, 2019, 33(3):589-596.
- [14] PIRAS A, VICKERS J N. The effect of fixation transitions on quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: Instep versus inside kicks[J]. Cognitive Processing, 2011, 12(3):245-255.
- [15] 姬庆春.先验概率信息对足球运动员动作预测表现的影响及认知加工特征[D].上海:上海体育学院,2019.
- [16] ABERNETHY B, ZAWI K. Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns [J]. Journal of Motor Behavior, 2007, 39(5): 353-367.
- [17] AGLIOTI S M, CESARI P, ROMANI M, et al. Action anticipation and motor resonance in elite basketball players[J]. Nature Neuroscience, 2008, 11(9): 1109-1116.
- [18] FARROW D, ABERNETHY B. Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance?[J]. Perception, 2003, 32(9):1127-1139.

(下转第97页)



- long slow distance: The role of intensity and duration in endurance training[J]. *Sports Science*, 2009, 13: 32-53.
- [40] FERNÁNDEZ-GARCÍA B, PÉREZ-LANDALUCE J, RODRÍGUEZ-ALONSO M, et al. Intensity of exercise during road race pro-cycling competition[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2000, 32(5):1002-1006.
- [41] MAGLISHO E. Swimming fastest. The essential reference on technique training and program design[J]. *Champaign (Illinois) : Human Kinetics*, 2003.
- [42] 江崇民,邱淑敏,王欢,等.平板运动跑台和场地环境测试走、跑运动能量消耗的比较研究[J].*体育科学*,2011, 31(7):30-36.

(责任编辑:刘畅)

(上接第 89 页)

- [19] DICKS M, BUTTON C, DAVIDS K. Availability of advance visual information constrains association-football goalkeeping performance during penalty kicks [J]. *Perception*, 2010, 39(8):1111-1124.
- [20] FISCHER M, MOSCOVITCH M, ALAIN C. Mapping 'expectation for perception': Directed attention at encoding facilitates response preparation to high probability events[J]. *Psychophysiology*, 2021, 58:S42.
- [21] FURLEY P, DICKS M, STENDTKE F, et al. "Get it out the way. The wait's killing me." hastening and hiding during soccer penalty kicks[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 2012, 13(4):454-465.
- [22] MANN D L, SCHAEFERS T, CAÑAL-BRULAND R. Action preferences and the anticipation of action outcomes[J]. *Acta Psychologica*, 2014, 152:1-9.
- [23] ALMASHAT S, AYOTTE B, EDELSTEIN B, et al. Framing effect debiasing in medical decision making[J]. *Patient Education and Counseling*, 2008, 71(1):102-107.
- [24] 孙延林.不同水平体操运动员的预期与视觉搜索特征的研究[D].天津:天津师范大学,2009.
- [25] DICKS M, DAVIDS K, BUTTON C. Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football[J]. *Human Movement Science*, 2010, 29(3):401-411.

(责任编辑:刘畅)