

# 运动技能双向体侧迁移训练的起源发展、作用机制和 实践应用

秦文龙

福建师范大学 体育科学学院, 福建省福州市, 350117;

**摘要:** 运用文献资料、内容分析、逻辑分析等方法, 探究运动技能双向体侧迁移训练的起源发展和作用机制, 并总结其实践应用。起源发展: Bryant 最早在儿童的打字练习中发现双侧迁移现象, 该现象通过动手划直线、单手抛接两个球等实验得到验证, 此后, Cook 利用迷津实验验证了肢体间的双侧迁移, 且提出了集双手之间、双腿之间、手脚之间迁移的完整理论体系。作用机制: 运动技能双侧迁移的认知假说和神经肌肉假说。实践应用: (1) 使用非优势肢进行长期训练和低频练习都能消除双侧表现的不对称, 两种运动技能之间的相似性训练能产生正迁移; (2) 疾病患者由于优势肢先天或后天残疾, 需要长期锻炼非优势肢来进行优势肢的功能, 普通人群则可锻炼非优势肢来缓解优势肢的压力; (3) 为帮助青少年运动员突破“瓶颈期”或减轻优势肢的疲劳累积, 可增加非优势肢练习的比例, 先进行非优势肢再进行优势肢练习的顺序可使效果最佳化。

**关键词:** 双侧迁移; 迁移训练; 技能训练; 运动技能

**DOI:** 10.69979/3029-2735.25.11.092

技能迁移现象的存在已基本形成学术共识, 并将其定义为: 当个体通过身体一侧肢体习得某项运动技能时, 另一侧肢体在学习或执行相同技能时表现出的能力增强<sup>[1]</sup>, 同时也称为交叉迁移或交叉教育(bilateral transfer)。有关技能迁移内在机制的早期解释主要基于心理学假说, 例如, 形式训练说将其视为训练官能的结果; 共同要素说认为迁移发生于具有“相同要素”的两种情境; 关系转换理论则认为迁移产生的关键在于对两种情境的顿悟<sup>[2]</sup>。从以往经验对新技能学习影响的角度来看, 迁移效果可为正迁移、负迁移和零迁移(中性迁移)。

在体育学领域, 运动技能迁移广泛应用于体育教学与运动训练实践中。为实现迁移效果最优化, 体育教师与教练员需要深挖和灵活运用技能迁移规律, 以促进正迁移的发生。经文献检索发现, 现有研究已经积累了大量的实验数据, 然而当前研究多集中于探讨特定运动项目间动作要素相似性的迁移。例如, 羽毛球与网球、乒乓球等项目之间基于动作模式相似的转移, 或是以一般原理、策略与方法为视角来展开研究。这种聚焦于局部迁移机制的研究尽管揭示了一定规律, 但在系统性梳理和跨项目、跨领域迁移的深入探索方面仍显不足。

为此, 本文以中国知网、PubMed 和 Web of Science

等数据库为依托, 系统检索与运动技能迁移相关的高质量文献, 围绕双侧迁移的起源发展、作用机制及实践应用等内容进行全面归纳和总结。在方法上, 注重采用循证研究的视角, 从理论到实践构建一个连贯的分析框架, 以期揭示技能迁移的内在规律。此外, 本研究还着重探讨双侧迁移在优化运动员训练方案、提升竞技表现和完善体育技能教学中的潜在价值, 为未来的研究和实践提供具有前瞻性的理论依据。

## 1 起源发展

迁移现象的存在已基本成为共识, 最早由 Bryant (1892) 在儿童的打字练习中发现双侧迁移现象<sup>[3]</sup>, 该现象通过 Woodworth (1899) 设计的动手划直线<sup>[4]</sup>以及 Swift (1903) 通过单手抛接两个球的实验研究了近端运动部位进行粗大动作对迁移效果的影响<sup>[5]</sup>, 均表明单侧练习后获得的效果可迁移至未练习侧。后续进行的实验研究逐渐过渡到竞技领域和生活方面, 在年龄层面上, 所采用的受试者也逐渐从儿童过渡到成年人来探索双侧迁移的有效性。

现如今在科学技术的加持下, 通过肌电图信号能够发现大脑半球间的相互作用是产生迁移的关键, 且两个初级运动皮层(primary motor cortex, M1)是其基础因素, 这一现象在胼胝体发育不全的患者出现的明显缺

陷中得到验证,同时也得到了神经影像学 and 神经生理学研究的支持,通过功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)能够显示单侧练习可以通过神经适应性过程来促进未练习侧的表现改善,同时也报告了右手训练组和左手训练组在fMRI激活方面的一些差异,具体体现为前额叶皮层仅在右手组被激活、然而布罗德曼3区和5区仅在左手组被激活,为大脑半球区域的功能划分研究打下基础。另外,经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)手段可检测到人类大脑半球间的迁移现象,通过分别刺激一侧初级运动皮层并测量对侧皮层的活动变化,以此来量化半球间抑制(interhemispheric inhibition, IHI)效应,其中IHI主要由 $\gamma$ -氨基丁酸(Gamma-Aminobutyric, GABA)介导,GABA是一种抑制性神经递质,能减少突触后神经元的兴奋性,当大脑一侧皮层受到刺激或执行任务时,通过胼胝体的兴奋性连接,此时另一侧半球的异质性神经元被激活,这一机制有助于增强单侧运动的专注性,然而在胼胝体缺失的情况下,两个脑半球可能会独立分工。

综上所述,大多数研究仅通过简单的实验任务而得出结论,并没有从复杂的实验任务中进行探索,未来研究的发展方向可从该方面进行。

## 2 作用机制

大部分关于运动技能迁移的文献都是经过运动实验过程后得出的结论,有学者提出认知假说和神经肌肉激活假说,对迁移的作用机制做出解释。

### 2.1 运动技能双侧迁移的认知假说

该假说表明“相似的认知加工过程”是发生迁移的关键<sup>[2]</sup>,认为双侧迁移是中枢信息的处理结果,Kohl 和 Roenker (1980)从60名21岁左右的青少年进行转盘追踪测试结果中阐明了双侧迁移的认知特性,通过大脑的想象练习也能促进迁移的发生,同时也证实了 Beattie 关于投掷飞镖任务中对于心理意象转移效应的研究,Beattie 的实验对象仅通过练习一只手臂投掷飞镖后,两只手臂的瞄准能力都有提高<sup>[6]</sup>,有研究让各10名25.5岁左右的空手道专业运动员与初学者学习太极拳,由于这两种运动在某些动作序列存在相似性,专业运动员便更善于将概念化知识迁移到新任务中,同样,诸如下列实验:篮球的投篮动作迁移至投掷飞镖中、棒

球击球动作迁移至板球、空手道运动员对预测跆拳道踢法技能的转移、足球与篮球得分决策技能的转移,以及在足球视频的颞叶遮挡测试中,足球的决策技能可向侵入性运动迁移,同时有实验结果表明足球运动员点球的预判能力的准确性比其他运动的运动员高,均验证了双侧迁移的认知本质特征。

### 2.2 运动技能双侧迁移的神经肌肉假说

另一种解释是动力转移假说(motor-transfer hypothesis),在镜像运动模式下,通过肌电图发现非训练侧出现运动溢出(motor overflow)现象,并认为两个大脑半球间胼胝体的形成是实现迁移的先决条件,随后 Edwards (1987)用一项快速举起手指实验来解释产生转移的原理,实验过程中记录非练习侧肌电图的活动图像,结果发现儿童会产生较多的运动溢出<sup>[7]</sup>,这是由于4岁前儿童皮质抑制机能较弱,导致无意识运动的自主激活,但随着年龄的增长和中枢神经系统的成熟,对侧自主运动控制的增加,从而导致成年人的溢出量较少,同时也会受到训练水平的影响,并对运动溢出做出解释:它是一种伴随着随意运动在其余肢体部位发生的无意识运动(involuntary movement),其中中枢神经系统对相关肌群的协调控制能力起着主导作用。

正电子发射扫描仪(PET)可根据局部脑血流量来评估大脑不同区域的激活状态,当左手在学习运动技能时,脑血流量较右手学习时更为明显,能够显示大脑半球会同时出现两侧性神经活动。这论证了在运动技能的学习过程中,确实存在着神经肌肉的活动,PET的出现对人体运动技能双侧迁移神经肌肉激活的假说提供了有力的支撑。

## 3 实践应用

大多数研究多从不同的实验角度进行探索,但实验结果均表明非优势肢的训练对对侧或是双侧表现都有所提升。研究均表明在对未成年青少年进行非优势肢的干预练习后,在长期训练和低频练习中均能明显观察到双侧表现的改善,使不对称性得到消除,但练习后呈现的迁移效果具有时效性,这个时间界限通常保持在数月之间。在运动项目中,两种运动技能在技术结构方面的相似性有利于打破旧技能的动力定型,利用这种相同优势进行训练会产生积极的迁移效应,例如跳高与跳远运动在助跑速度、腾起初速度和角度等方面高度一致,都

需要运动员具备优秀的爆发力与协调性,因此进行跳远训练可作为跳高运动员专项力量素质的练习,然而在保证跳远运动腾起高度的同时也需要提高腾起的初速度,这就导致跳远运动员仅进行跳高训练并不会产生明显的正迁移现象,同时也有研究表明复杂与简单技能间并不存在显著迁移,此时不宜进行具有相似性的练习。

在运动员的训练层面,有研究表明在优势肢的练习中优势半球对非优势半球产生的抑制作用较非优势肢强,会在非优势肢运动时产生镜像运动从而干扰非优势半球的兴奋输出,进而导致运动员进入“瓶颈期”,即运动员会遇到竞技水平难以提升的困境,为帮助运动员成功突破“瓶颈期”,同时为了避免优势肢的过度使用而造成疲劳累积或运动损伤,但又需要运动员保持技战术感觉以及肌肉素质,甚至如果运动员的优势肢由于受伤而无法进行过多训练时,可在训练计划中增加非优势肢的练习比例。另外,在日常训练方面建议使用组合训练的方式进行,由于大脑左半球主要负责对运动顺序的控制以及对运动动力学的调节<sup>[8]</sup>,例如篮球中的投篮动作、各种球类中的传接球动作或射击运动等,需要准确判断球的速度、方向和落点,此时可在训练中增大对非优势肢的训练比例,争取获得更大的迁移效果,相反,右半球主要处理与运动视觉空间方面相关的信息,那么则可以在与此相关的运动项目中增加优势肢的训练比例。另外,有研究指出对于需要转换项目的运动员而言,运动技能的迁移效应是运动员转项成才的动力和基础。

在练习方式的考虑上,由于以优势肢为主的单侧练习中产生的抑制作用较强,因此单侧练习只会增强肢体两侧技能水平的不对称。另一方面,有研究指出当两侧相同肌肉同时进行收缩时,优势肢力量呈现显著下降,而非优势肢受到的影响相对较小,表明双侧力量的大小似乎是受到了非优势肢的限制,但非优势肢的训练能加强两个半球高级感觉运动区域的表征,同时在半球中留下学习痕迹,降低优势肢的抑制作用并干扰其皮质兴奋性,进一步增强两个半球间的对称性,使双侧力量达到平衡状态。从行为结果来看,双侧练习组较单侧练习组能产生更大的迁移效果,除了两侧大脑半球神经系统的必要条件外,认为双侧练习组可以产生更大迁移的原因是受到“及时强化”的结果,由于在技能练习过程中练习侧会对非练习侧产生运动溢出效应,因此在练习一侧肢体时,对另一侧肢体产生的运动溢出会在随后的时间

里受到及时强化,例如右手进行技能练习时,会对左手产生较多的溢出量,同时在转换到左手练习的这段时间内,可以使运动溢出得到及时强化,因而能更好掌握运动技能,虽然单侧练习组在技能获得过程中也能对对侧肢体产生运动溢出,但由于没有受到及时强化,其练习效果远不如双侧练习组,与此同时,选择先进行非优势肢后再进行优势肢的练习顺序可使迁移效果最佳化。

### 参考文献

- [1]AMMONS R B. Le Movement. In GH Steward, JP Steward (Eds). Current Psychological Issues. New York: Holt, Rinehart & Winston. 1958,P146-183.
- [2]刘江南,宁自衡. 运动技能两侧性迁移机制及迁移不对称性的国外研究学说[J]. 广州体育学院学报, 2004, 24(2): 7-9,12.
- [3]BRYAN W L. On the development of voluntary motor ability[J]. American Journal of Psychology, 1892,5(2):125-204.
- [4]WOODWORTH R S. The accuracy of voluntary movement[J]. Psychological review: Monograph Supplements, 1899,3(3):i-114.
- [5]SWIFT E J. Studies in the psychology and physiology of learning[J]. American Journal of Psychology, 1903,14(2):201-251.
- [6]KOHL R M, ROENKER D L. Bilateral transfer as a function of mental imagery[J]. Journal of motor behavior, 1980,12(3):197-206.
- [7]EDWARDS J M, ELLIOTT D. Effect of unimanual training on contralateral motor overflow in children and adults[J]. Developmental Neuropsychology, 1987,3(3-4):299-309.
- [8]STÖCKEL T, WEIGELT M. Brain lateralisation and motor learning: selective effects of dominant and non-dominant hand practice on the early acquisition of throwing skills[J]. Laterality, 2012,17(1):18-37.

作者简介: 秦文龙(2000年—),男,汉族,四川广安,在读硕士,福建师范大学体育科学学院,研究方向为体育教育训练学。