

小学生内隐与外显动作序列学习能力的发展性研究

邢玉¹, 沈波², 董良山², 张敏婷², 向源², 卜瑾^{1, 2}

(1.上海体育学院 体育教育训练学院, 上海 200438; 2.华中师范大学 体育学院, 湖北 武汉 430079)

摘 要: 以 6~12 岁小学生为被试对象, 采用双因素实验设计, 探讨年龄和基本运动能力不同的小学生动作序列学习能力发展规律。84 名 6~12 岁小学生被随机分入外显学习组、内隐学习组, 对各组在序列学习阶段和序列巩固阶段的反应时、序列还原和序列识别的正确率进行测试, 结束后进行基本运动能力测试。结果表明: 在学习阶段, 内隐序列学习能力和外显序列学习能力均存在年龄差异; 在巩固阶段, 内隐序列学习能力无年龄差异, 外显序列学习能力存在年龄差异。在学习阶段, 外显学习组的绩效总体上较强; 而在巩固阶段, 不同学习方式组的学习绩效增长趋势相似。基本动作能力与内隐序列学习能力、外显序列学习能力之间均无相关性, 说明小学生的动作序列学习能力受年龄影响, 而不受基本动作运动能力的影响。

关 键 词: 体育心理学; 内隐学习; 外显学习; 序列反应时; 基本运动能力; 小学生

中图分类号: G804.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2019)05-0129-06

Research on the development of implicit and explicit motion sequences learning abilities of elementary school students

XING Yu¹, SHEN Bo², DONG Liang-shan², ZHANG Ming-ting², XIANG Yuan², BO Jin^{1, 2}

(1.School of Physical Education and Training, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China;

2.School of Physical Education, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: By basing the testees on elementary students aged 6-12, and by using two-factor experiment design, the authors probed into the laws of development of motion sequences learning abilities of elementary students whose ages and basic movement abilities were different. 84 elementary students aged 6-12 were randomly divided into an explicit learning group and an implicit learning group. The authors tested the reaction times, sequence restoration and sequence identification correct rates of the groups at the sequence learning stage and the sequence consolidation stage, and then tested their basic movement abilities. The results indicated the followings: at the learning stage, both implicit sequence learning ability and explicit sequence learning ability had age differences; at the solidification stage, implicit sequence learning ability had no age difference, explicit sequence learning ability had age differences; at the learning stage, the performance of the explicit learning group was stronger overall; while at the solidification stage, the trends of increase of learning performance of the groups using different ways of learning were similar; there was no correlation between basic motion ability and implicit sequence learning ability, explicit sequence learning ability. These indicate that the motion sequence learning abilities of elementary students are affected by age, but not affected by basic motion/movement abilities.

Key words: sports psychology; implicit learning; explicit learning; sequence reaction time; basic movement ability; elementary school student

收稿日期: 2018-12-17

基金项目: 国家自然科学基金面上资助项目“显性运动动作学习对自闭症儿童运动、社交和认知能力的影响”(31671162)。

作者简介: 邢玉(1991-), 女, 博士研究生, 研究方向: 动作学习与控制, 特殊儿童运动干预。E-mail: xingyu@mail.cnu.edu.cn

通讯作者: 卜瑾

动作序列学习有利于人类理解认知过程的本质,对运动技能的获得具有积极的促进作用^[1],因而近年来相关研究越来越多。例如网球初学者对于发球姿势的掌握可通过持球准备、抛球引拍、击球、随挥等一系列动作序列进行学习^[2]。如何有效地将这一系列的动作整合成具有威力的发球动作,是每一位初学者都要掌握的技能。在实验室环境下,最为常用的动作序列学习范式为 Reber 于 1993 年实验中的序列反应时(SRT)任务,在动作序列学习过程中内隐学习与外显学习是两种行之有效的学习方式^[3]。其中,内隐学习指的是主体无目的性,并自动获得事物之间结构的过程^[4]。Smith、Davidson 和 Dixon 等研究发现,内隐学习能力主要是通过基底神经节和小脑作用,这种学习能力在婴儿发育早期就已有相当的水平。例如婴儿在 3 个月大时能够进行视觉序列学习,8 个月时可通过短暂的人工语言进行规律加工^[5]。Gomez 等^[6]采用人工语法范式对 12 个月大的婴儿进行研究,发现婴儿通过视听对语法结构比较敏感,而且这种学习方式与后期的语言发展有关。在动作序列学习研究中,关于年龄的研究主要起源于生物进化观点,个体在生命早期对环境的适应性被认为是动作学习中的一种适应能力,内隐学习能力在个体发育早期已经初见端倪,而且这种能力也被认为是儿童早期的主要学习方式^[7]。根据进化论中的规律,机体运动能力在早期确立后,便会呈现稳定发展状态^[8]。相对应的,外显学习指的是主体具有一定意识性、学习中需作出努力的、且采取一定策略来完成学习任务,并与内侧额叶紧密相关的过程^[9]。研究发现,随着认知能力的提升,外显学习能力呈上升趋势^[10]。由于不同个体的身体发育(身体形态和肌肉力量)、神经系统活动的特性,使得相同年龄青少年的动作发展能力也不同,而这种能力的差异(例如基本动作能力发展水平)可能影响到动作序列学习能力。因此,本研究考虑到年龄和基本动作能力这两大影响因素,对小学生动作序列学习能力的发展性进行系统探讨,以期为提高动作学习效率提供支撑。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

发放《基本情况调查表》,由被试者写下近期的身体活动状况,筛选出有效被试者。被试者需身体健康、视力正常、自愿参加本实验,实验之前未参加过类似动作学习相关实验。84 名 6~12 岁小学生(42 男、42 女,其中每个年龄段有 6 名,男女均等)被随机分配到内隐学习组、外显学习组,通过对动作序列的学习,探讨年龄和基本动作能力对小学生内隐学习和外显学

习的影响。

1.2 研究方法

采用实验法,进行双因素实验设计,年龄有 7 个水平(6~12 岁),学习方式有 2 个水平:内隐学习、外显学习。

1.3 实验任务

序列反应时任务。序列学习任务均使用 E-prime 软件(www.pstnet.com)编程,参照已有研究的标准来设计序列特征,安装在两台 windows 电脑上运行。实验开始前,发放招募书、知情同意书、基本情况调查表给监护人,监护人与被试者商量后签署知情同意书,被试者自愿参加。在内隐序列学习任务前 2 个阶段,实验之前不告知被试者有序列存在,只告知这是一个手眼动作试验;外显序列学习任务中,提前告知被试者学习过程有序列存在。实验中整个屏幕为白色,黑色字母“X”随机出现在 4 个不同颜色的正方形中(对应 C、V、B、N 键),被试者左手食指和中指对应 V、C 键,右手食指和中指对应 B、N 键,力求以最快的速度准确无误地按下相对应的 C、V、B、N 键中的一个。被试者坐于电脑前,按照主试的指导语和电脑提示进行操作,在刺激“X”出现在电脑屏幕后迅速做出反应,以最快的速度按下“X”的对应键。如果被试者未作反应或反应错误,“X”会停留不动,直到被试者反应正确为止。整个序列学习任务指令通过电脑展示给被试者,电脑显示器与被试者端坐的水平距离约为 50 cm,反应时以 ms 为记时单位,相关数据由 E-prime 程序自动记录并保存。

目前,基本运动能力测试第 2 版(Movement assessment Battery for Children-2, Movement-ABC)在国内外被普遍用于评估 3~16 岁儿童基本动作能力的测量工具,涵盖了对手指精细动作、物体控制和身体平衡能力的评估,在临床心理领域被认为是筛选和辅助诊断发展性协调障碍的重要测量工具。随着年龄的增长,测试内容更具有挑战性。采用这一工具,教师示范 1/2、被试者练习 1/2 后,分别对被试者的手指灵活性、物体控制性、身体平衡性进行测量,每名被试者用时 40~60 min。

1.4 学习指导语

序列学习过程中,内隐学习组不接受与序列相关的指导语;外显学习组则在实验开始前被告知“X”的运动轨迹存在一定的顺序;基本运动能力测试由同一名教师按 Movement-ABC 手册规范进行示范、指导,如“学我做”“请你以最快的速度完成”。

1.5 实验程序

实验任务分为 3 个阶段:序列学习阶段、巩固阶

段和序列学习检测阶段。

1)序列学习阶段:在学习任务前,每位被试者有一个20次熟悉练习的组段(即组段1)，“X”在正方形中随机出现。在学习任务时,黑色的“X”会按一定的规律出现在4个正方形中的一个,被试者按下相对应的按键后,黑色字母“X”消失,随即出现下一个字母“X”(反应-刺激时间间隔为0 ms)。整个学习任务包含了2个12单元二阶条件序列,共分为10个组段。组段1是随机练习阶段,组段3~7和9出现的是学习序列为(3-1-2-1-4-3-2-4-1-3-4-2),组段2、8和10出现的是与学习组段结构相似的比较序列:(1-3-2-3-4-1-2-4-3-1-4-2)。由于学习序列和比较序列有着相同的架构但具体顺序有所不同,所以序列学习效果可用组段8和组段7之间出现的反应时差来衡量。

2)巩固阶段:序列学习阶段结束后,被试者可休息5~10 min。接下来,被试者需再次完成3个组段的反应时任务,其中第1、3组段出现的是学习序列,第2组段出现的是比较序列。此阶段旨在检测被试者在序列学习阶段结束后保持的学习效果,此时出现的学习序列和比较序列间的反应时差可反映出序列学习的

效果。

3)序列学习检测阶段:此阶段包括序列重建和序列识别2个任务。此时,告知被试者前阶段学习任务中有隐含的序列结构,要求被试者在序列重建任务中,尽量回忆学习阶段任务中的按键顺序,并尽可能地通过按键反应把其中的学习序列重建出来。此任务允许被试者有20次按键练习机会,最后重建的序列以3个单元为单位,与学习序列和比较序列中任意序列组合做比较。如果序列学习为内隐学习,重建的序列与学习序列的匹配度应与比较序列的匹配度相似。

序列识别任务中,电脑随机抽取学习序列和比较序列中任意的以3个单元为单位的顺序组合(随机概率各为50%),依次呈现在电脑屏幕上,被试者判断每次出现的3个序列元素是否属于学习序列。1代表“肯定是”、2代表“可能是”、3代表“不知道”、4代表“可能不是”、5代表“一定不是”。如果序列学习为内隐学习,判断准确率应当不会显著高于50%。

基本运动能力测试分为3部分:手指灵活性、物体控制性、身体平衡性,根据小学生不同生理年龄进行不同内容测试(如表1所示)。

表1 基本运动能力测试内容

年龄	手指灵活性	物体控制性	身体平衡性
3~6岁	投放“硬币”、穿珠子、画线	接沙包、抛沙包	单脚平衡、走直线、双脚跳垫子
7~10岁	放置小钉、穿线、画线	双手接球、抛沙包	单脚平衡、走直线、单脚跳
11~16岁	翻转钉子、三角形搭建、画线	单手接球、定点抛(掷)球	双脚平衡、倒走直线、曲折跳跃

1.6 评价指标

1)序列学习阶段、巩固阶段的评价指标:每个组段的平均反应时。

2)序列学习检测阶段的评价指标:序列重建匹配率、序列识别准确率。

3)基本运动能力测试:灵活性主要通过计时、测量精确度;物体控制性主要通过达标数量;身体平衡性主要通过计时、达标数量,统一参照 Movement ABC-2 中的得分标准。

1.7 实验器材

Window XP 系统电脑两台,普通椅子一把,桌子一张(650 mm × 450mm), Movement-ABC 器材。

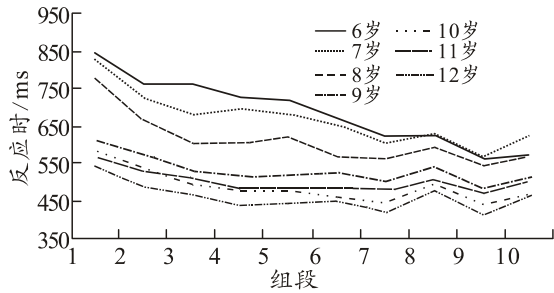
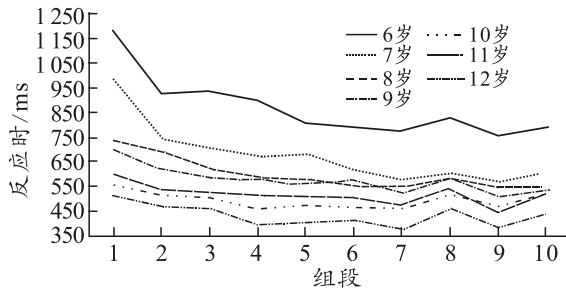
1.8 数据采集与分析

数据采集均由电脑编程后,在序列学习阶段、巩固阶段自动生成序列反应时。采用 SPSS 20.0 对数据进行处理,显著水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 序列学习阶段的绩效

采用一般线性模型(GLM)两因素重复测量方差分析(Repeated measure two-way ANOVA),以组段为主体内因素,以年龄为主体间因素,对内隐和外显学习组的绩效分别进行分析。结果显示,内隐组学习绩效的组段主效应存在显著性差异($F(3, 101)=18.15; P<0.001$),年龄主效应也具有显著性差异($F(6, 35)=5.21; P=0.001$),内隐组组段和年龄间的交互效应亦存在显著性差异($F(17, 101)=2.0; P=0.02$)(图1)。外显组学习绩效的组段主效应存在显著性差异($F(3, 99)=24.26; P<0.001$),年龄主效应也具有显著差异($F(6, 35)=8.42; P<0.001$),组段和年龄间的交互效应亦存在显著性差异($F(17, 99)=2.16; P=0.01$)(图2)。数据分析表明,随着练习组段的增加,内隐组、外显组被试者在学习过程中的反应时呈逐渐下降趋势,同时随着年龄的增长,被试者的反应时也显著下降。

图 1 内隐序列学习组被试者平均反应时 ($N=42$)图 2 外显序列学习组被试者平均反应时 ($N=42$)

以学习序列与结构相似的比较序列之间的反应时差为指标,考察被试者序列学习的效果。对内隐序列学习组的绩效进行单样本 t 检验,结果显示,组段 7 和组段 8 的反应时差具有显著性差异 ($t_{(41)}=5.31$; $P<0.001$)。将组段 7 和组段 8 的反应时差与年龄因素进行相关分析,结果发现,二者之间具有显著性相关 ($r=0.35$, $P<0.05$)。对外显序列学习组的绩效进行单样本 t 检验,结果显示,组段 7 和组段 8 的反应时差具有显著性差异 ($t_{(41)}=7.30$; $P<0.001$)。将组段 7 和组段 8 的反应时差与年龄因素进行相关分析,发现二者之间具有显著性相关 ($r=0.46$, $P<0.01$)。这表明随着年龄的增长,被试者的内隐学习量、外显学习量均逐渐增加。

2.2 序列学习巩固阶段的绩效

在第 1 阶段序列学习任务后,被试者休息 5~10 min。然后,被试者再次完成 3 个组段的反应时任务。其中第 1、3 组段为学习序列,第 2 组段为比较序列,内隐组学习序列和比较序列间的反应时差可反映出不同年龄小学生内隐序列学习的后续效果。单样本 t 检验显示,学习序列和比较序列反应时具有显著性差异 ($t_{(41)}=10.34$; $P<0.001$); 计算组段 1 和 2 的平均反应时,与年龄因素进行相关性分析,结果显示,内隐序列学习后所获得的学习量与年龄不存在相关 ($r=0.34$, $P>0.05$)。这表明被试者在巩固阶段的学习量未随年龄的增长而变化。

外显组学习序列和比较序列间的反应时差可反映出不同年龄被试者外显序列学习的后续效果。单样本 t 检验显示,学习序列和比较序列间反应时差具有显著

性差异 ($t_{(41)}=7.64$; $P<0.001$)。在对此阶段组段 1 和 2 的平均反应时进行计算后,与年龄因素进行相关性分析。结果发现,外显序列学习后所获得的外显学习量与年龄呈显著性相关 ($r=0.41$, $P<0.01$)。这说明在巩固阶段,随着年龄的增长外显组被试者所获得的后续学习量增加。

2.3 序列学习的意识性检测

为检测此次序列学习是否符合内隐学习、外显学习的要求,要求被试者在序列学习结束后,尽量回忆任务中是否有一定规律并尽可能地重建序列。以 3 个元素为 1 个单元,与学习序列和比较序列中任意可能出现的顺序作比较,分析被试者重建的序列与学习序列和比较序列的匹配率。独立样本 t 检验结果显示,内隐组 2 种匹配率之间没有显著性差异 ($t_{(41)}=10.82$; $P>0.05$),表明内隐组被试者无法分清学习序列的具体结构,学习过程中是内隐的;外显组 2 种匹配率之间有显著性差异 ($t_{(41)}=4.73$; $P<0.01$),表明外显组被试者能意识到存在的序列结构,具有外显学习的特性。内隐组被试者的序列识别准确率在 20.1%~29.9%之间,低于 50%的作为猜测概率,证实学习任务是通过内隐学习完成的。相对而言,外显组被试者的序列识别准确率在 29.90%~57.60%之间,其中,6~11 岁被试者的序列识别准确率低于 50%的随机猜测概率,只有 12 岁被试者的序列识别概率略高于 50%,说明被试者在外显序列学习过程中仍以内隐学习方式为主。

2.4 内隐序列学习与外显序列学习反应时比较

对被试者学习阶段的反应时进行方差分析,结果显示,内隐与外显两种学习方式在学习效果上的主效应显著 ($P<0.05$),但是年龄及年龄与学习方式的交互作用对学习效果的影响不显著 ($P>0.05$)。这表明被试者采用不同的学习方式所获得的学习效果是不同的,外显学习方式在学习阶段效果总体上较强。

对被试者序列学习巩固阶段的反应时进行方差分析,结果显示,内隐与外显两种学习方式在学习效果上的主效应不显著 ($P>0.05$),同时年龄及年龄与学习方式的交互作用对学习效果的影响不显著 ($P>0.05$)。这表明被试者采用不同的学习方式所获得的学习效果在巩固阶段无显著性差异。

2.5 序列学习量与基本动作能力的相关性

对内隐组被试者的基本动作能力与内隐序列学习量均进行 Pearson 相关分析(双侧检验),结果显示,在学习阶段,基本动作能力、手指灵活性、物体操控性、身体平衡性与内隐序列学习量不相关 ($P>0.05$);学习结束后,基本动作能力、手指灵活性、物体操控性、身体平衡性与内隐序列学习量也不相关 ($P>0.05$)。外显序列学习组被试者的基本动作能力与外显序列学习量指

标(学习阶段、巩固阶段)均进行 Pearson 相关分析(双侧检验),结果显示,在学习阶段和巩固阶段,基本动作能力、手指灵活性、物体操控性、身体平衡性与外显序列学习量均不相关($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 小学生序列学习过程中的年龄效应

在学习阶段,小学生内隐序列反应时与年龄之间存在显著性相关,说明随着年龄的增长,内隐序列学习能力也逐渐得到提高,这支持和验证了前人的研究成果。吴国来等^[11]对小学生内隐序列学习能力的研究发现,学习过程中的意识性所占比例随着年级的增长而不断扩大。Maybery 等^[7]在对儿童的矩形扫描任务中发现,与 5~7 岁儿童相比,10~12 岁的儿童在实验中学习量增加更突出,表明内隐学习能力随年龄增长而提高。这可能与测试所采用的加工分离程序有关,主要表现为测量方式是否为 100%纯粹的外显或内隐过程,目前这方面的研究仍存在较多争议,有待进一步探讨。

随着年龄的增长,外显组被试者的序列学习判断正确率逐渐呈现上升趋势,在序列识别过程中序列还原正确率逐渐上升^[12-13]。此结果支持 Reber 的观点,即伴随着儿童年龄的增长,外显序列学习能力会出现明显增强。原因之一可能是小学生通过指导语对序列规则进行了有意记忆产生的效果^[14]。已有研究指出,实验前的言语提示使学习者通过有意识的学习方式,对所呈现刺激的信息加工具有目的指向和特定意志力。由于学习者年龄、智力等存在不同,所表现出的个体意志控制能力也有差别^[15],高年级学生学习过程的目的性和个体意志控制能力比低年级学生有一定的优势^[16-17]。另外,外显学习过程是需要意志努力的,并且对工作记忆具有更强的依赖性。根据皮亚杰^[18]信息加工能力的发展性变化理论,个体记忆容量可直接影响到运动技能的学习和表现,同时,学习过程中的信息存储又需要依靠在相当短的时间内产生工作记忆(working memory)^[14, 19]。工作记忆的容量是有限的,不同年级学生的工作记忆不同,相对年幼的儿童无法及时、完整地处理并储存学习过程中所产生的所有信息,导致本实验中不同年龄小学生学习阶段的内隐学习出现差异。

3.2 内隐序列学习与外显序列学习反应时比较

在序列学习阶段,随着练习组段的增加,不同学习方式组被试者的反应时均明显下降。与内隐组相比,外显组的序列学习绩效总体上较内隐学习更好。内隐学习和外显学习的加工机制不同。内隐学习是自上而下的加工(up-down processing),个体运用已有的知识、经验来理解新的知觉对象,但这种加工在运动技能学

习的初期容易出错。外显学习是自下而上的加工(bottom-up processing),由对较小的知觉单元向较大的知觉单元进行分析,是一个由部分到整体(part-to-whole)的加工,具有很高的灵活性,通过纠错机制实现控制精确,但这种加工比较缓慢且易忘^[20]。已有研究表明,如果要学习的关系比较简单,则外显学习比内隐学习占优势。本研究中,序列学习反应时任务输入维度较少,因而外显学习获得的绩效好于内隐学习组。

在序列学习巩固阶段,内隐组与外显组的学习绩效无显著性差异,这可能与被试者注意稳定性发展的特点有关。随年龄增长,青少年的注意稳定性不断增强:5~7岁注意的持续时间为15 min左右,7~10岁为20 min左右,10~12岁为25 min左右,12岁以上为30 min左右,高中生注意稳定性趋于成熟,注意稳定性的增长速度逐渐变慢^[21]。本实验平均用时40~60 min,超出了小学生的能力范围,小学生的注意稳定性下降,可能出现“地板效应”,不同年龄被试者均无法做出有效反应,导致学习绩效差异不显著。另外,小学生认知能力的发展仍处于波动状态,可能对所呈现的任务无法进行清晰的理解,这些假设有待今后进一步验证。

3.3 小学生序列学习的意识性检测

在序列学习结束后,将被试者所重建的序列与学习序列的匹配率与比较序列的匹配率进行 t 检验后发现,两种匹配率之间均无显著性差异,且识别任务中,小学生对学习阶段、巩固阶段所获得学习量推测性的回答多数是“大概是”“不知道”,猜测概率绝大多数低于50%,表现出的确定性相对较弱,证明6~12岁不同年龄小学生的学习过程是内隐的。这一结果与张静^[22]所报道的初中生人工语法测试结果相类似,内隐序列学习组在报告中不能部分或完全意识到所选答案的理由,较多学生对自己所选的答案认为是感觉的结果。所呈现出来的学习结果显示,内隐动作学习与人工语法学习绩效非常相似^[23]。

数据分析显示,在学习阶段、巩固阶段所获得的学习量推测性的答案中,不少外显组小学生(尤其是年龄较长的学生)会选择“肯定是”,12岁小学生的猜测概率高于50%,表现出的确定感增强。被试者在重建序列中能够分清序列的结构,是有意学习过程。在外显学习过程中,各年龄段的学生(特别是高年级的小学生)更会利用和整合所获得的外部指令信息,促使学习效果更加明显和稳定。

3.4 小学生序列学习量与基本动作能力的相关性

有研究表明,基本动作能力是个体呈现出相对稳定的特征,不会轻易地通过练习或经历而改变^[20],并可通过间接测量评估进行有效预测^[24]。本实验中,动

作序列学习能力与基本动作能力之间无相关,这是因为影响反应时的因素主要是刺激-反应选择的数量、刺激-反应的兼容性和练习量^[1],而基本运动能力主要涉及手指灵活性、物体控制性和身体平衡性,与序列学习任务在动作结构等方面的共同要素少,未发生正迁移。另外,动作技能的形成需要大量练习,短时间内的运动技能学习无法立刻产生促进动作序列学习能力提高的效果。另外,动作学习并不受单一因素的影响,被试者已有的知识经验水平、认知能力发展的清晰和稳定都会反映到序列学习上^[25]。

本研究得出以下3个结论:(1)在学习阶段,内隐组和外显组序列学习能力均存在年龄差异;在序列学习巩固阶段,外显组序列学习能力存在年龄差异,而内隐组序列学习能力无年龄差异。(2)在学习阶段,外显组序列学习的绩效总体上比内隐组好;在巩固阶段,不同学习方式的绩效相似。(3)小学生基本动作能力与其内隐序列学习能力、外显序列学习能力之间均无相关性。因此,在体育教学与训练中教师或教练员除了重视提高小学生的外显学习能力,还应充分认识到内隐学习的无意识性,抓住小学生的生长发育关键期,尽早进行体育锻炼,促进内隐序列学习能力的提高。同时,要根据小学生年龄特点因材施教,发挥内隐学习与外显学习的相互作用,激励青少年进行长期体育锻炼活动,提高该群体的体质健康水平。

参考文献:

- [1] 张英波. 动作学习与控制[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2003: 3.
- [2] 于志华, 章建成. 网球初学者类比学习和外显学习的协同效应研究——基于不同难度的视角[J]. 上海体育学院学报, 2015(2): 55-61.
- [3] REBER A S. Implicit learning of artificial grammars[J]. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1967(77): 317-327.
- [4] REBER A S. Implicit learning and tacit knowledge[J]. Journal of Experimental Psychology, 1989(118): 219-235.
- [5] HAITH M M, McCarty M E. Stability of visual expectations at 3.0 months of age[J]. Developmental Psychology, 1990(26): 68-74.
- [6] GOMEZ R L, GERKEN L. Artificial grammar learning by 1-year-olds leads to specific and abstract knowledge[J]. Cognition, 1999(2): 109-135.
- [7] MAYBERY M, TAYLOR M, O' Brien-Malone A. Implicit learning: Sensitive to age but not IQ[J]. Australian Journal of Psychology, 1995(1): 8-17.
- [8] 袁汝兵. 内隐序列学习若干影响因素的实验研究[D]. 北京: 首都师范大学, 2002: 1-2.
- [9] 刘兴宇, 杨伊生, 姜沁秀. 初、高中生内隐序列学习的年龄差异研究[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版), 2017(5): 771-775.
- [10] 郭秀艳. 内隐学习[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2003: 7.
- [11] 吴国来, 沈德立, 白学军, 等. 大中小学生对内隐序列学习的发展性研究[J]. 心理科学, 2006(2): 267-270.
- [12] 姜珊, 关守义. 序列学习意识性测量方式的探讨——主观测量标准和加工分离程序[J]. 心理科学, 2009(6): 1373-1376.
- [13] 黄会欣. 内隐学习: 注意、目标、情绪与年龄的影响[D]. 苏州: 苏州大学, 2011: 8.
- [14] 李平. 内隐序列学习能力作为运动选材指标的初步研究[D]. 上海: 上海体育学院, 2011: 31.
- [15] RUSSELER J, HENNIGHAUSEN E, MILNTE T F, et al. Differences in incidental and intentional learning of sensorimotor sequences as revealed by event-related brain potentials[J]. Cognitive Brain Research, 2003(2): 116-126.
- [16] 张剑心, 汤旦, 查德华, 等. 内隐序列学习意识的具身机制[J]. 心理科学进展, 2016(2): 203-216.
- [17] 张剑心, 黄硕, 张润来, 等. 内隐序列学习意识的理论、测量和影响因素[J]. 心理科学进展, 2015(5): 793-805.
- [18] 李美华, 沈德立. 不同年级学生的工作记忆研究[J]. 韶关学院学报(社会科学), 2007(10): 141-144.
- [19] JOHN B B. 认知心理学[M]. 黄希庭, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [20] SUN R. Duality of the mind[M]. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2002: 1-2.
- [21] 简晓艺. 青少年注意发展研究综述[J]. 计算机产品与流通, 2018(12): 271-272.
- [22] 张静. 不同认知风格初中生外显与内隐学习的差异[D]. 郑州: 河南大学, 2008: 1-2.
- [23] 李艳芬, 赵宁宁, 周铁民. 不同内隐学习任务在不同认知风格个体上的成绩差异[J]. 心理与行为研究, 2017(5): 606-612.
- [24] 许昭. 内隐序列学习研究方法及对动作技能学习的意义[C]//第八届全国体育科学大会论文摘要汇编(二). 北京: 中国体育科学学会, 2007.
- [25] BO J, BASTIAN A J, CONTRERAS-VIDAL J L, et al. Continuous and discontinuous drawing: High temporal variability only exists in discontinuous circling in young children[J]. Journal of Motor Behavior, 2008(5): 391-399.