

具身学习对学习效果的影响

——基于国际期刊31项实验或准实验研究结果的元分析

胡翰林, 刘革平

(西南大学 教育学部, 重庆 400715)

摘要:具身学习注重学习过程中身体的参与和身体与环境的交互,对于教与学过程具有重要指导意义。但从国内外开展的具身学习实验或准实验研究来看,结果却不尽相同。基于此,采用元分析的方法,对2015—2021年国际期刊发表的31项关于具身学习效果的实验或准实验研究成果进行系统综述。结果表明:研究样本的合并效应值为0.688,说明具身学习对学习效果具有中等偏上程度的积极影响。具体而言,具身学习对幼儿阶段学习者的正向影响最大;具身学习对语言人文类学科的正向促进作用最大;具身学习周期在10周以上效果更好;50人以下规模学习者的具身学习效果更好;手势动作交互技术支持的具身学习效果最好;全身参与运动且能够在场景中移动与沉浸的沉浸具身学习效果最好。据此提出以下建议:设计科学、系统的具身学习,持续优化技术赋能的学习支持,推进具身交互的社会参与。

关键词:具身学习;学习效果;元分析;调节效应;具身交互

中图分类号:G43 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2023)05-0085-10

基金项目:国家自然科学基金面上项目“VR环境下深度认知追踪关键技术及学习干预模型研究”(62277044),项目负责人:刘革平;重庆市研究生科研创新项目“虚拟现实环境中多模态学习活动的设计与应用研究”(CYB22093),项目负责人:胡翰林。

作者简介:胡翰林,西南大学教育学部博士研究生;刘革平,教育学博士,西南大学教育学部教授,博士生导师。

一、问题提出

认知科学的不断发展对学习观与教学观产生了深刻影响,强调学习者身体在认知过程中具有重要价值的具身认知理论逐渐兴起,即认为认知是“具身”的。具身认知理论为我们提供了理解认知过程、改进教学与学习设计的新的理论基础^[1],具身学习应运而生。具身学习强调学习过程中身体参与认知形成,注重身体活动与感知体验,其对于学习者个体的认知与环境、认知与身体、身体与环境三者关系的融合阐释,已经指导了许多的教学设计和实践。2018年,经济合作与发展组织(OECD)发布《教师作为学习环境的设计者:创新教学的重要性》(*Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative*

Pedagogies)报告,报告基于国际教学实践案例与经验总结,指出了具身学习在教学实践应用中的重要性。具身学习是具身认知理论有效落地与深入研究的关键,其实践应用研究受到当前国内外学界的广泛关注,但其对学习效果的影响还存在分歧。一些研究证实了具身学习能够有效提升学习效果,也有研究认为其学习效果并无显著促进作用。如: Xu等在Kinect设备支持的数字化学习环境中,进行了具身互动对成人初学者学习汉字的研究,结果表明,具身实验组的知识保留更为长久^[2]; Antle等在7~10岁儿童用身体来操纵、表示声音输出以学习音乐、声音等抽象概念的研究中发现,具身学习可以显著促进学习者对概念的理解与表达^[3]; 郭楠通过VR环境中的具身交互行动来完成探究任务与学习,结果表明,具身

交互可以显著提高学习者成绩,并对学习者的参与度和兴趣有正向影响^[4];Schmidt 等在与学习任务相关的身体活动对小学生外语词汇掌握与注意力的影响研究中发现,实验组与对照组相比无显著差异^[5];Georgiou 等开展了基于动作互动的具身游戏化教学,结果表明,高、低程度具身游戏化学习小组间的沉浸感与学习能力等均无显著差异^[6]。

对于具身学习,学习效果是决定其能否在教学实践中有效应用的关键因素。基于此,本研究采用元分析方法,对国际上 31 项关于具身学习对学习效果影响的实验或准实验研究成果进行二次分析。具体而言,研究以具身学习方式作为自变量,学习效果为因变量展开,学习效果具体包括知识技能掌握(记忆、理解、迁移与运用)、学习体验、学习态度以及认知负荷等。同时,具身学习效果也将受到学习者所处学段、学科内容、学习周期、学习者人数、技术支持以及具身类型等调节变量的影响。综上,本研究将主要回答以下两个问题:(1)相较于传统学习方式,具身学习能否显著提升学习者的学习效果;(2)具身学习各调节变量对具身学习效果的影响如何。

二、研究过程

本研究依据 Russo 提出的“元分析审查表”^[7]进行。具体包括以下研究过程:

(一)文献检索

本研究以“具身学习”(Embodied Learning)

与“学习效果”(Learning Effects)为核心关键词,通过 Web of Science、Springer、Google Scholar 等主要国际数据库进行大范围组合式搜索。具身学习的相关关键词主要选取“Embodied Cognition”“Embodied Environment”“Embodied Interaction”,学习效果的相关关键词主要选取“Learning Performance”“Learning Achievements”“Learning Outcomes”“Learning Effect”“Learning Effectiveness”等。文献样本来源的时间跨度为 2015 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日,文献类型为 article。按照要求在各数据库进行依次检索,最终得到文献 1 493 篇。将得到的文献数据导入 Endnote 文献管理软件中进行初步筛选,剔除重复文献后余下 1 119 篇文献。

(二)文献筛选

为确保研究过程的可靠与严谨,本研究确定了以下文献筛选标准:(1)研究主题必须为具身学习对学习效果的影响,学习环境既包括正式学习环境(如学校课堂)也包括非正式学习环境(如综合实践活动);(2)研究设计为实验研究或准实验研究;(3)实验干预为采取具身方式进行学习,须包含实验组与对照组;(4)每项研究须报告实验结果数据,且数据包含能够反映学习效果的指标;(5)实验结果含有能够求得平均效应值的数据,如均值、标准差以及样本量等信息。依据文献筛选标准对文献进行再次筛选,筛选过程如图 1 所示。最终得到符合标准的 31 篇文献,作为本研究样本。

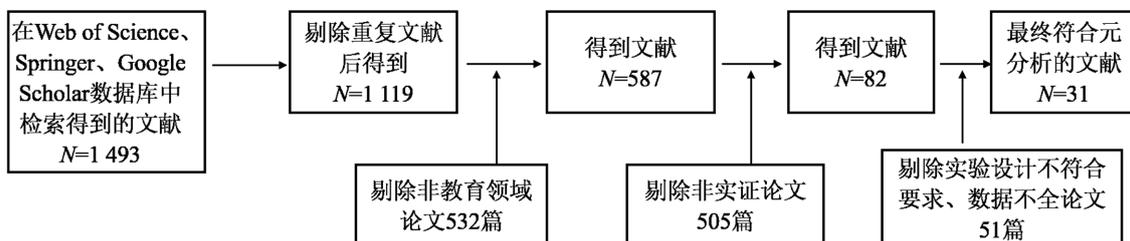


图 1 文献筛选流程

(三)文献编码

已有研究发现,具身学习对学习效果的影响受到学段、学科、学习周期、具身类型、样本数量与技术支持等因素的影响^[8-10],因此,本研究将对影响具身学习效果的调节变量进行如

下编码:学段分为幼儿、小学、中学、大学及以上;学科分为数理科学(数学、物理、化学、科学等)、语言人文(语文、音乐、第二语言等)、其他(医学、地理、信息等);学习周期分为 1 次课、1~10周、10 周以上;样本量分为 1~50 人、

51~100人、100人以上；技术支持分为全身交互技术(如 Smallab 实验室、Meteor 系统、Kinect 等)、手势动作交互技术(如操纵杆、iPad 等)、无技术；具身类型分为弱具身(以手势和动作为主的局部身体运动)、强具身(全身运动,但不能在场景中有较大范围的移动)、沉浸具身(全身运动,能在场景中移动与沉浸)。为保证编码的可靠性,研究选取两位教育技术专业研究人员进行双重编码。研究编码 Cohen's kappa 值为 0.911,说明编码结果可信。

三、数据分析与结论

本研究选取 Comprehensive Meta Analysis V3.0(CMA)软件进行数据分析。选取平均标准差(Std Diff in Means)作为效应值来综合评判具身学习对学习效果的影响程度,并通过固定效应模型(Fixed Effects Model, FEM)与随机效应模型(Random Effects Model, REM)来消除样本异质性的影响^[11]。具体分析过程

包括发表偏倚分析、异质性检验、效应值计算与调节变量影响分析。

(一)发表偏倚检验与异质性检验

本研究综合采用效应值分布漏斗图、Egger's 检验^[12]与失安全系数分析法来进行样本发表偏倚检验。首先,通过 CMA V3.0 软件得到如图 2 所示的漏斗图。从图 2 中可以发现,样本的效应值基本在合并效应值 0.688 的两侧对称、均匀地分布,表明本研究中存在的发表偏倚较小。其次,Egger's 检验结果显示, T 值大于 1.96,说明纳入分析的文献存在一定的发表偏倚。最后,根据失安全系数(Nfs)法规定,当 Nfs 值越大,尤其是明显大于 $5k+10$ 时(k 为纳入元分析的文献数量)^[13],表明元分析结果的可靠性较好,结论受发表偏倚的影响不大。本研究中 $Nfs=1\ 216$,远大于 $165(5 \times 31+10)$,说明发表偏倚对研究结果的影响较小。综合上述检验过程,表明纳入元分析的文献发表偏倚较小,可以进行下一步分析。

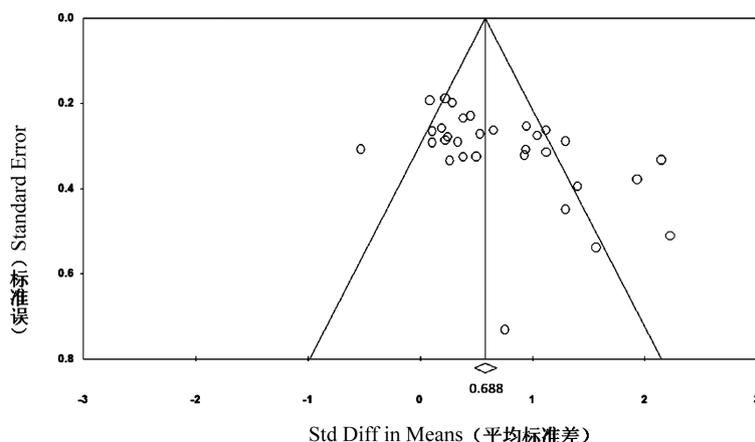


图 2 发表偏倚漏斗

所谓“异质性”,是指纳入元分析的文献由于研究对象、实验方法、干预措施与评价标准等存在差异,导致文献之间存在异质的现象。因此,需要通过 Q 检验与 I^2 检验来计算异质性,以便选取适当的元分析效应模型。当 Q 值显著、 I^2 的值大于 75% 时,表明样本间的异质性较高,应该采用随机效应模型(REM)进行分析;反之则采用固定效应模型(FEM)进行分析^[14]。本研究异质性检验结果显示: $Q=115.668(p<0.001)$, $I^2=75.064\%$,说明研究样本的异质性较高。因此,本研究应该选取随机效应模型(REM)进行效应量合并。

(二)具身学习对学习效果的整体影响

具身学习对学习效果整体影响的结果如表 1 所示。随机效应模型的合并效应值为 0.688,95% 置信区间为 $[0.486, 0.891]$,合并效应值检验 $Z=6.660(p<0.001)$,达到了统计学意义上的显著水平。根据 Cohen^[15] 创建的评估效应大小的标准:效应值 ≤ 0.2 时,具有较小影响; $0.2 < \text{效应值} \leq 0.5$ 时,具有中等程度影响; $0.5 < \text{效应值} \leq 0.8$ 时,具有中等偏上的影响;效应值 > 0.8 时,具有较大影响。本研究的效应值为 0.688,表明具身学习对学习效果具有中等偏上程度的积极影响,因此通过具身学

习的方式能够有效提升学习效果。

表 1 元分析合并效应值

效应模型	合并效应值	95%置信区间		双尾检验	
		下限	上限	Z 值	p 值
固定效应模型(FEM)	0.580	0.480	0.680	11.359	0.000
随机效应模型(REM)	0.688	0.486	0.891	6.660	0.000

(三)具体调节变量对具身学习效果的影响

1. 学习者所处学段对具身学习效果的影响

学习者学段对具身学习效果的影响如表 2 所示。从表 2 可以看出,学段为幼儿阶段的效应值最高,为 1.298($p < 0.05$);其次是中学和小

学,效应值分别为 0.743($p < 0.05$)、0.679($p < 0.001$);大学及以上的效应值最低,为 0.480($p < 0.001$)。说明具身学习对不同学段学习者的学习效果具有中等偏上(部分较大)的影响,且正向影响作用均达到显著水平,其中对幼儿阶段学习者的影响最大,对大学及以上学段学习者的影响最小。同时,组间效应的检验结果显示, $Q = 4.462, p = 0.216 > 0.05$,表明具身学习对不同学段产生的影响较为稳定,不存在显著性差异。

表 2 不同学段的具身学习效果差异

学段	样本	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性 I^2 值	组间效应量
			下限	上限	Z 值	p 值		
幼儿	5	1.298	0.522	2.073	3.280	0.001	86.428	$Q = 4.462$ $p = 0.216$
小学	9	0.679	0.307	1.050	3.582	0.000	68.179	
中学	3	0.743	0.108	1.379	2.293	0.022	75.442	
大学及以上	14	0.480	0.244	0.716	3.988	0.000	61.660	

2. 不同学科对具身学习效果的影响

学科内容对具身学习效果的影响如表 3 所示。从组间效应来看, $Q = 2.697, p = 0.260 > 0.05$,表明具身学习对不同学科学习效果产生的影响基本一致,不存在显著差异。具体而言,具身学习对语言人文类学科学习效果的正

向促进作用最大,其效应值为 0.871($p < 0.001$);具身学习对数理科学类学科学习效果具有较好的正向促进作用,其效应值为 0.627($p < 0.001$);具身学习对于其他学科(医学、地理、信息等)的学校效果具有中等促进作用,其效应值为 0.440($p < 0.05$)。

表 3 不同学科内容的具身学习效果差异

学科内容	样本	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性 I^2 值	组间效应量
			下限	上限	Z 值	p 值		
数理科学类	15	0.627	0.319	0.934	3.997	0.000	77.024	$Q = 2.697$ $p = 0.260$
语言人文类	11	0.871	0.553	1.188	5.374	0.000	68.541	
其他	5	0.440	0.009	0.870	2.001	0.045	64.105	

3. 不同学习周期对具身学习效果的影响

不同学习周期对具身学习效果的影响如表 4 所示。其组间效应 $Q = 8.914, p = 0.012 < 0.05$,表明不同学习周期对具身学习效果的影响具有显著性差异。学习周期为“1 次课”“1~10 周”和“10 周以上”的效应值分别为 0.461

($p < 0.001$)、0.955($p < 0.001$)、1.015($p < 0.001$),表明“1~10 周”和“10 周以上”的具身学习对学习效果具有高度的正向促进作用;对于“1 次课”而言,具身学习对学习效果具有中等程度的正向促进作用。

表 4 不同学习周期的具身学习效果差异

学习周期	样本	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性 I^2 值	组间效应量
			下限	上限	Z 值	p 值		
1 次课	17	0.461	0.273	0.649	4.812	0.000	52.206	$Q = 8.914$ $p = 0.012$
1~10 周	12	0.955	0.509	1.401	4.199	0.000	82.187	
10 周以上	2	1.015	0.628	1.402	5.138	0.000	0	

4. 学习者人数对具身学习效果的影响

学习者人数对具身学习效果的影响如表 5 所示。其组间效应 $Q = 12.301, p = 0.002 <$

0.05,表明不同学习者规模间的具身学习效果具有显著性差异。其中,对于小规模、中等规模与大规模学习者,其效应值分别为 0.783

($p < 0.001$)、0.739 ($p < 0.001$) 和 0.198 ($p > 0.05$), 表明具身学习对于小规模学习者学习效果的正向影响程度最高, 对中等规模学习者学

习效果的正向影响程度较高, 而对大规模学习者学习效果的影响则较低, 且不具备统计学意义上的显著性。

表 5 不同学习者人数的具身学习效果差异

学习者人数	样本	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性 I^2 值	组间效应量
			下限	上限	Z 值	p 值		
小规模	16	0.783	0.441	1.124	4.492	0.000	73.719	Q=12.301 $p=0.002$
中等规模	12	0.739	0.441	1.037	4.864	0.000	74.496	
大规模	3	0.198	-0.021	0.416	1.769	0.077	0	

5. 技术支持对具身学习效果的影响

技术支持对具身学习效果的影响结果如表 6 所示。其组间效应 $Q=11.009$, $p=0.004 < 0.05$, 表明不同的技术支持对具身学习效果的影响具有显著性差异。其中, 对于全身交互技术、手势动作交互技术和无技术支持学习者,

其效应值分别为 0.253 ($p > 0.05$)、0.863 ($p < 0.001$)、0.858 ($p < 0.001$), 表明手势动作交互技术的支持对于具身学习效果的正向影响程度最高, 无技术支持的正向影响程度较高, 全身交互技术支持的影响程度较低, 且不具备统计学意义上的显著性。

表 6 不同技术支持的具身学习效果差异

技术支持	样本	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性 I^2 值	组间效应量
			下限	上限	Z 值	p 值		
全身交互技术	8	0.253	-0.013	0.519	1.867	0.062	54.954	Q=11.009 $p=0.004$
手势动作交互技术	12	0.863	0.517	1.209	4.889	0.000	74.405	
无技术	11	0.858	0.522	1.195	5.002	0.000	69.783	

6. 不同具身类型对具身学习效果的影响

不同具身类型对具身学习效果的影响如表 7 所示。从组间效应来看, $Q=2.311$, $p=0.315 > 0.05$, 表明不同具身类型对具身学习效果的影响较为稳定, 不存在显著差异。具体而言, 弱具身的效应值为 0.724 ($p < 0.001$)、强具

身的效应值为 0.494 ($p < 0.05$)、沉浸具身的效应值为 0.947 ($p < 0.05$), 表明在这 3 种具身类型中, 沉浸具身对学习的影响效果最好, 弱具身的影响效果次之, 强具身则对学校效果具有中等程度的影响。

表 7 不同具身类型的具身学习效果差异

具身类型	样本	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性 I^2 值	组间效应量
			下限	上限	Z 值	p 值		
弱具身	13	0.724	0.430	1.018	4.831	0.000	70.546	Q=2.311 $p=0.315$
强具身	11	0.494	0.201	0.786	3.304	0.001	63.877	
沉浸具身	7	0.947	0.357	1.536	3.148	0.002	86.339	

四、讨论

本研究对近 7 年 (2015—2021 年) 发表于国际期刊上的 31 项具身学习对学习效果影响的实证研究成果进行元分析, 结果表明: 具身学习对学习效果具有中等偏上程度的积极影响, 与国内多数具身学习实证研究结论相一致, 如能提高学习者的学习成绩与参与度^[4]、增强学习者的自我效能感和临场感体验^[16]等。该结论能够为具身学习的理论与实践研究提供指导和参考, 促进一线教与学的方式创新,

优化学习效果。此外, 研究还进一步探讨了学段、学科、学习周期、样本数量、技术支持与具身类型等调节变量对具身学习效果的影响。

(一) 具身学习对学习效果具有积极正向影响

元分析结果表明, 具身学习能够有效提升学习效果 (效应值为 0.688)。具体而言, 学习者能够通过身体的感觉运动系统来实现对信息的多模态感知, 在身体运动与环境的交互过程中不断丰富表征和加深认识, 增强对信息的记忆, 进而提升知识技能、丰富学习体验、改进

学习态度、优化认知负荷等。如:通过身体活动将学习与身体姿势联系起来,可以促使学习者获得更好的知识记忆与保留^[2];学习者通过手势动作等具身方式进行在线学习,不仅能够对于学习内容的理解和记忆方面获得更好效果,而且不会带来额外的认知负荷^[17];学习者通过沉浸式全身运动进行模拟和体验重力、行星运动等,在显著提升知识内容掌握程度的基础之上,还能有更高的参与度和更积极的学习态度^[18];基于身体动作的交互能够带来更多的沉浸感,从而促使学习者获得更好的学习体验和知识保留^[6]。

首先,身体运动可以激发和促进学习者的学习积极性与认知,帮助学习者优化信息编码方式、强化知识内容,从而促进学习者对知识技能的理解与掌握。其次,具身学习能够调动学习者的先前记忆与身体经验,使真实环境中的信息与所学知识实现有效连接。学习者通过身体运动外化内在的感受与想法来丰富和深化对知识的理解,从而能促进学习者对知识技能的有效迁移和运用。最后,具身学习能够将知识内容与学习者的感知和认知联系起来,实现抽象内容向具体的或可观察的内容转化,从而优化学习者的认知负荷。此外,具身学习注重学习内容的情境性、学习方式的具身性、学习过程的交互性以及凸显学习者的主体性,以优化现有学习者信息加工与知识获取的方式,从而为学习者带来更好的学习体验,使学习者拥有更积极的学习态度。

(二)不同调节变量对具身学习效果的影响

从学段来看,具身学习对不同学段学习者的学习效果均具有正向促进作用,其中对幼儿阶段学习者的学习效果影响最大,中学、小学学习者次之,对大学及以上学段学习者学习效果的影响程度最小。根据皮亚杰的儿童认知发展阶段理论,本研究中的幼儿处于前运算阶段(两岁到六七岁左右),他们的认知对感知运动经验具有较强的依赖性^[19]。因此,身体活动与感知运动等是他们认识世界、理解信息的重要方式。对于大学及以上学段的学习者而言,其认知与思维发展已经较为成熟,具身学习对其学习效果的影响更多在于对知识的深层次

理解和进一步运用。中小学阶段是学习者认知结构形成与发展的关键时期,学科教学的主要目的在于培养学习者的学科思维和核心素养。对于小学阶段的学习者而言,具身学习的方式能够让学习者对具体事物有更好的感知与体验,使其将视觉、听觉、触觉和动觉方面的经验深度整合于知识表征中^[20],从而更好地促进学习者的认知形成与思维发展。中学阶段,学习内容的抽象性与复杂性逐渐增加,具身学习能够让学习者在学习过程中通过身体运动、感知体验等方式对其进行消解,如抽象知识或内容的具体化与直观化交互理解、认知过程与真实环境世界建立关联等。

从学科来看,具身学习在各学科中都具有正向效果,其中对语言人文类学科学习效果的促进作用最大,对数理科学类学科学习效果的促进作用次之。究其原因,语言人文类学科对于学习者而言抽象程度较高,具身学习能够丰富知识的表征与理解方式,身体感觉运动系统能够与语言学习建立紧密关联。认知神经科学研究表明,在对语言的理解过程中,大脑的感觉运动皮层将会被激活^[21]。同时,抽象概念的形成也依赖于身体感知运动经验与具体概念,对其的理解往往会借助身体隐喻的方式进行——通过身体和已有的社会经验来理解其他的抽象复杂主题^[22]。对于数理科学而言,具身学习能够支持学习者在具体化的场景中自主探索和大胆尝试,进行大量的感知体验、动手操作与实验验证等,满足学习者对这类学科实践操作的需求,促进学习者感悟细节、对比观察和理解现象,更为深刻与全面地掌握学习内容。此外,对于其他学科,如医学类学科,可能由于学习者接触到的多为二维实验和模型演示等,其精细化、真实性、复杂性与操作性较差,学习者虽能理解相应原理知识,但对于其实际应用能力提升仍然助益不大,因而具身学习的效果较为一般。

从学习周期对具身学习效果的影响来看,实验学习周期越长对学习效果的正向影响作用越大。在只有1次课的具身学习过程中,学习者可能仅能实现对信息的感知体验与初步理解,获得对知识的暂时性记忆。同时,由于

具身学习方式“突然”介入,与传统学习方式可能形成一定冲突,学习者并不能很好地适应这种认知方式。Merkouris 在研究中指出,具身学习效果需要通过更多的活动来衡量学习者的长期收获以及知识迁移能力等^[23]。因此,具身学习方式的应用时间越长,学习者越能通过身体的感觉运动系统实现与客体、对象、环境的交互体验,对知识的理解与表达也才能更全面和深刻,知识与技能的保留度也越高。

从学习者人数来看,学习者规模越小学习效果越好。这是因为,具身学习需要学习者的身体感觉运动系统尽可能地参与到学习过程中。其涉及两种方式:(1)学习者自身的感知体验与身体运动;(2)教师或学习资源引导的手势动作与身体运动。不论哪种方式,均需要合理的学习时间与空间支持。如果学习者规模过大,受制于学习过程中的现实场景、场地以及学习时间等,具身学习将无法较好地开展。因而在学习过程中,教师要根据学习者人数合理调配和利用具身学习的时间与空间,使学习者身体能充分参与学习过程,实现全体学习者的具身学习。

从技术支持来看,手势动作交互技术支持的具身学习效果最好,无技术支持的具身学习效果其次,全身交互技术支持的具身学习效果最低。究其原因,诸如 Smallab 具身学习实验室、Meteor 具身学习系统、Kinect 设备等,虽然它们能够支持学习者在完整的学习场景中进行全身运动与交互学习,学习者的身体可以实现完全解放与自由,在参与感、临场感与体验感等方面有较好效果,但全身交互技术支持下的具身学习对学习空间、资源建设、教学设计以及评价反馈等要求较高,与学习内容相匹配的一体化服务支持较难实现。Xu 等指出,具身学习要为学习者的具身交互或身体运动过程提供即时性的表现反馈,以促进学习者的自主反思与自我调节,从而提升具身学习效果^[2]。同时,全身交互技术支持的具身学习可以充分调动学习者的感觉运动器官参与到学习过程中,因而认知过程通常是通过多模态通道进行,如视觉通道、听觉通道、触觉通道和运动通道等。依据信息加工理论中的有限容量假设,

认知资源处理的分配会因为信息加工通道的信息量负载或分布失衡等造成资源过度消耗,从而影响学习效果^[24]。而手势动作交互技术支持的具身学习通常以轻量化的设备为主,学习者能够进行一些在现实生活中难以实现的感知、体验与操作等,同时也能通过身体运动的方式来理解和学习抽象复杂的概念。通过将抽象复杂的概念映射到具体的体验与运动中,建立具身类比,在满足学习者具身交互的同时,又不影响学习者的认知加工过程,因而具有较好的学习效果。

从具身类型来看,沉浸具身的学习效果最好,弱具身的学习效果其次,强具身具有中等程度的影响。沉浸具身能够支持学习者在场景中进行“全身参与式模拟”,即:化身为场景中的某个物体或对象进行身心沉浸的模拟交互,在大范围的身体运动或模拟过程中,学习者能够更好地将身体运动与知识内容联系起来^[25]。在弱具身条件下,学习者身体外部反应所表现出来的动作或手势等能够成为学习者知识建构的线索,并促进认知过程^[17]。同时,弱具身也是当前具身学习过程中最为常见的类型,其开展条件与服务支持的成本较低,如借助简单的交互设备或教师、资源引导等即可实现,因而其能够较为自然地融入学习过程并为学习者助力。当然,在此条件下,系统的具身教学或学习设计将面临较大的挑战。对于强具身而言,其往往需要借助嵌入式设备(如头盔、VR 眼睛或手持设备等)进行相应的具身交互活动,而当前嵌入式设备并未能很好地切合用户的生理和心理特点,存在诸如设备重量与体积偏大、依托于有线连接以及显示视域狭窄等问题,这极大地影响了学习者的使用体验^[26],也进一步阻碍了学习者身体活动的全面放开,因而其学习效果较为一般。

五、建议与展望

基于以上分析,具身学习对学习效果具有正向影响,因而在学习过程中可以通过采用适宜的具身学习方式来提升学习效果。同时,在具身学习的进一步研究与实践中还应注意以下方面:

(一)综合考虑调节变量,设计科学系统的具身学习

根据本研究的结果可知,具身学习的各调节变量均属于具身学习设计的考虑范畴,同时,具身学习的开展,当下更多聚焦于实验条件,而要将其应用于更为广泛的自然课堂学习,还需要结合调节变量的影响进行科学系统的设计。

首先,要处理好不同学段、不同学科的学习内容与身体活动间的关系。具身学习中的身体活动并非随意的、与学习任务无关的身体动作,而是与学习内容、学段等高度契合且能够帮助学习者理解与运用知识的相应身体运动。有研究表明,与学习内容相关的身体运动跟无关的身体运动相比,能产生更好的效果,同时还能够提升学习者的参与感与学习动机^[5]。因而,教师在进行具身学习设计时,应根据不同学习与学段采取不同的身体活动,以为具身学习的有效开展做好铺垫。如:对于低年级学习者,要通过身体运动、感知体验等方式来帮助其建立对知识的初步印象;对于高年级学习者,则要让学习者在身体活动与身体隐喻的过程中,实现对抽象、复杂学习内容的理解。

其次,具身类型作为影响学习效果的重要调节变量,在不同学习阶段应采取不同的具身类型。如在探究学习、知识理解与问题发现等阶段,应让学习者进行沉浸具身,以使其能全身心地参与体验,实现对信息的全面感知;在深入思考、讨论交流与反思评价等阶段,则应以弱具身为主,这样才不会对学习者的认知资源消耗和导致学习者注意力分散。

最后,从学习周期的调节变量来看,理想的具身学习方式应长期存在于学习过程中,因而要实现具身学习与传统学习方式的融通。有研究指出,与仅使用具身学习方式相比,将具身学习与传统学习方式相结合,会使学习者的学习效果有显著改善^[27]。因此,对于具身学习,我们应理性认识和对待。具身学习并不意味着对传统学习方式的替代、摒弃或者与之割裂,而是旨在“唤醒”执着于传统学习方式的学习者,在学习过程中能够“身心一体”,让身体

主动参与到认知形成与思维发展的过程中,从而更好地提升学习效果,促进自身全面发展。

(二)优化技术赋能的学习支持,实现自然的具身学习

从技术支持的调节变量来看,技术能够突破具身学习的时空与场地限制。以人工智能、人机交互、VR与AR等为代表的新一代信息技术,一方面能够为学习者营造沉浸式的具身学习环境,让学习者的身体充分参与到学习过程中,带来较好的学习效果,但另一方面,技术导致学习者额外的认知负荷、技术支持的身体活动与现实活动的一致性以及技术的適切性与个性化等问题也亟待优化与解决。Pasch等指出,虽然技术赋能的具身学习为学习者提供了一个更为自然的具身交互场所,但身体交互动作如果与真实生活中的不一致或没有回应学习者的需求或期望,则会带来负面的学习效果^[28]。因此,在具身学习的实施过程中,需要注意两个方面的问题。一是需要选择尊重使用者生理、心理等多种需求的人性化技术,以优化技术本身所造成的学习者的认知负荷,减少技术使用带来的困惑,并获得技术使用的愉悦感,从而促使学习者进行自然的具身学习;二是需要教师利用技术为学习者提供更具个性化的学习选择,如为学习者设计探究性的学习活动、为学习者搭建适当的脚手架以及递进式的引导任务等,以提升学习者的学习动机与参与度,进一步优化技术带来的认知负荷。

(三)推进具身交互的社会参与,加强主体间具身学习

从已有研究与实践来看,具身学习过程中,学习者的具身交互对象多为具体事物和资源环境,主体间的具身交互(师-生、生-生)还较为不足。这种人际交互的缺失,容易导致学习过程囿于个体的孤立活动,在影响学习效果的同时也阻碍学习者的综合发展。学习是一项人类生存与发展的基本社会实践活动。社会学习理论主张,人要在社会情境中进行学习^[29],因而学习过程离不开学习者的社会参与。一是要通过项目式、探究式与任务式的学习活动来增强学习过程的协作性与互动性,让学习者在具身交互的过程中通过相应的肢体

语言、手势动作来进行协作、分享与交流,并借助群体智慧来发散思维,促进思维的进一步发展。二是要建设具身学习共同体,为学习者呈现共同的资源工具、话语体系以及学习活动等,促使学习者通过具身学习来发挥专长、相互支持,通过适切的学习方式(模仿、借鉴、自主探究等)来达成学习目标^[30]。在此过程中,学习者个体的身份认同感能逐步得到增强,同时能够在具身学习过程中更好地实现社会性参与,最终实现主体间具身学习。

参考文献:

- [1] 李青,赵越. 具身学习国外研究及实践现状述评——基于2009—2015年的SSCI期刊文献[J]. 远程教育杂志,2016(5):59-67.
- [2] XU X H, KE F F. Embodied interaction: learning Chinese characters through body movements[J]. *Language, Learning and Technology*, 2020, 24(3): 136-159.
- [3] ANTLE A N, DROUMEVA M, COMESS G. Playing with the sound maker: do embodied metaphors help children learn? [C] // *Proceedings of the 7th international conference on interaction design and children*, New York: ACM, 2008: 178-185.
- [4] 郭楠. 虚拟现实支持下的具身学习设计与应用研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2017: 64.
- [5] SCHMIDT M, BENZING V, WALLMAN-JONES A, et al. Embodied learning in the classroom: effects on primary school children's attention and foreign language vocabulary learning[J]. *Psychology of Sport and Exercise*, 2019, 43: 45-54.
- [6] GEORGIU Y, IOANNOU A, IOANNOU M. Investigating immersion and learning in a low-embodied versus high-embodied digital educational game: lessons learned from an implementation in an authentic school classroom[J]. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2019, 3(4): 68.
- [7] RUSSO M W. How to review a meta-analysis [J]. *Gastroenterology & Hepatology*, 2007, 3(8): 637-642.
- [8] ZHONG B C, SU S Y, LIU X F, et al. A literature review on the empirical studies of technology-based embodied learning [J]. *Interactive Learning Environments*, 2021: 1-20.
- [9] MALINVERNI L, PARES N. Learning of abstract concepts through full-body interaction: a systematic review [J]. *Journal of Educational Technology & Society*, 2014, 17(4): 100-116.
- [10] HEGNA H M, ØRBÆK T. Traces of embodied teaching and learning: a review of empirical studies in higher education[J]. *Teaching in Higher Education*, 2021: 1-22.
- [11] BORENSTEIN M, HEDGES L V, HIGGINS J P T, et al. *Introduction to meta-analysis* [M]. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2021: 1-7.
- [12] EGGER M, SMITH G D, SCHNEIDER M, et al. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test [J]. *British Medical Journal*, 1997, 315(7109): 629-634.
- [13] HOEVE M, STAMS G J J M, VAN DER PUT C E, et al. A Meta-analysis of attachment to parents and delinquency[J]. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2012, 40(5): 771-785.
- [14] BORENSTEIN M, HEDGES L V, HIGGINS J P T, et al. A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis[J]. *Research synthesis methods*, 2010, 1(2): 97-111.
- [15] COHEN J. A power primer[J]. *Psychological Bulletin*, 1992, 112(1): 155-159.
- [16] 胡艺龄, 聂静, 张天琦, 等. 具身认知视域下VR技术赋能实验教学的效果探究[J]. *现代远程教育研究*, 2021(5): 94-102.
- [17] HUNG I C, KINSHUK, CHEN N S. Embodied interactive video lectures for improving learning comprehension and retention[J]. *Computers & Education*, 2018, 117: 116-131.
- [18] LINDGREN R, TSCHOLL M, WANG S, et al. Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation[J]. *Computers & Education*, 2016, 95: 174-187.
- [19] 皮亚杰. 发生认识论原理[M]. 王宪钊, 等译. 北京: 商务印书馆, 1981: 5.
- [20] HUNG I C, LIN L, FANG W C, et al. Learning with the body: an embodiment-based learning strategy enhances performance of comprehending fundamental optics [J]. *Interacting with Computers*, 2014, 26(4): 360-371.
- [21] WILLEMS R M, CASASANTO D. Flexibility in Embodied Language Understanding [J]. *Frontiers in Psychology*, 2011, 2: 116.
- [22] 胡翰林, 沈书生. 生成认知促进高阶思维的形成——从概念的发展谈起[J]. *电化教育研究*, 2021(6): 27-33.
- [23] MERKOURIS A, CHORIANOPOULOU B, CHORIANOPOULOS K, et al. Understanding the notion of friction through gestural interaction with a remotely controlled robot[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 2019, 28(3): 209-221.
- [24] DUBOIS M, VIAL I. Multimedia design: the effects of relating multimodal information [J]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2000, 16(2): 157-165.
- [25] ENYEDY N, DANISH J A, DELACRUZ G, et al. Learning Physics through play in an augmented reality environment [J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2012, 7(3): 347-378.
- [26] 丁楠, 汪亚珉. 虚拟现实在教育中的应用: 优势与挑战[J]. *现代教育技术*, 2017(2): 19-25.
- [27] SMYTH L, CARTER J, VALTER K, et al. Examining

- the short-, medium-, and long-term success of an embodied learning activity in the study of hand anatomy for clinical application [J]. *Anatomical Sciences Education*, 2021, 14(2): 201-209.
- [28] PASCH M, BIANCHI-BERTHOUSSE N, VAN DIJK B, et al. Immersion in movement-based interaction [C]// *Proceedings of the Third international conference on intelligent technologies for interactive entertainment*, Berlin: Springer, 2009: 169-180.
- [29] 施良方. 学习论[M]. 北京: 人民教育出版社, 2001: 357-373.
- [30] 郑葳, 李芒. 学习共同体及其生成[J]. *全球教育展望*, 2007(4): 57-62.

The Impact of Embodied Learning on Learning Effects: A Meta-analysis of 31 Experimental or Quasi-experimental Studies in International Journals

HU Hanlin, LIU Geping

(Faculty of Education, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Embodied learning emphasizes the participation of physical activities in the learning process and the interaction between the body and the environment. It has important significance for the process of teaching and learning. However, in the experimental or quasi-experimental research on embodied learning at home and abroad which the results are not the same. Based on this, the study uses meta-analysis to systematically review 31 experimental or quasi-experimental studies on embodied learning effects published in international journals from 2015 to 2021. The results show that: The combined effect size of the sample in this study is 0.688, indicating that embodied learning has a positive effect on the learning effect; embodied learning has a positive effect on early childhood learners that the degree of influence is the greatest; embodied learning has the greatest positive effect on language and humanities subjects; embodied learning period of more than 10 weeks is more effective; the embodied learning effect is better for learners with a size of less than 50; the immersive embodied effect is best if the gesture interaction technology supports; the immersive embodied learning effect is best if the whole body participates in sports and can move and immerse in the scene. Finally, based on the results of the research, suggestions were put forward for the scientific and systematic design of embodied learning that integrates moderating variables, optimizing technology-enabled support to achieve natural embodied learning, and promotion of embodied interaction social participation.

Key words: embodied learning; learning effect; meta-analysis; moderating effect; embodied interaction

责任编辑 邓香蓉