

• 研究构想(Conceptual Framework) •

转回努力训练对心智游移的影响及其机制探索*

何 鸿 张馨月 石京鸿 刘 强

(四川师范大学脑与心理科学研究院, 成都 610066)

摘 要 降低心智游移(也称走神)频率对于个体的学习、工作和生活至关重要。本研究基于心智游移的资源控制理论和动态框架模型,认为转回努力反映了执行控制及对思维的约束,采用转回努力训练降低心智游移频率,有益于弥补正念训练的去自动化所带来的资源消耗。本研究拟展开以下三个研究:首先,在实验室中采用行为实验和任务态磁共振成像数据探索转回努力训练对心智游移和任务绩效的影响及其认知神经机制;其次,考察生活中转回努力训练对心智游移的影响和神经机制;最后,探索生活情景中的转回努力训练对中小课堂心智游移及学业成绩的干预作用。本研究有利于揭示转回努力训练影响心智游移的认知神经机制,为减少心智游移以降低任务损失提供有效且易操作的方式,并揭示该训练影响心智游移的个体差异和群体差异,为减少课堂心智游移及提高学业成绩提供新思路。

关键词 心智游移, 转回努力训练, 认知神经机制, 资源控制理论, 动态框架模型

分类号 B842

1 问题提出

我们经常会有这样的体验:学生端坐在课桌旁时,心里想的却是一会儿下课吃什么;或者我们在紧张工作的时候,却总在想一会儿几点去接孩子,等等。这些内在驱动的并且与当前任务无关的想法被称为心智游移(mind wandering)(Smallwood & Schooler, 2006)。人类有接近一半的清醒时间都在经历心智游移(Killingsworth & Gilbert, 2010),尽管其对创造性等活动存在积极作用,但通常认为其不利于个体的工作与生活(He et al., 2011; Mooneyham & Schooler, 2013)。基于此,国内外诸多研究者致力于寻找有效的干预手段以减少心智游移,从而降低心智游移对当前任务的负面影响。

正念训练(mindfulness training)是常用的降低心智游移频率的主要方式之一(Feruglio et al., 2021)。然而,其去自动化的效果难以实现减少认

知资源消耗的目标(Segalowitz, 2007; Wells, 2005)。我们提出了“转回努力(focus back effort)”的概念,即个体在心智游移时,为将注意力从心智游移状态重新转回当前任务所做的努力(何鸿, 2022; He, Hu, Li, et al., 2021; He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021)。我们认为,转回努力对于改善个体的心智游移状态具有重要意义,且能够弥补正念训练在减少心智游移方面去自动化能力的不足。但目前干预心智游移的研究并没有足够重视个体的转回努力对心智游移和当前任务产生的影响。本研究拟在我们前期研究的基础上,采用行为实验技术和认知神经科学技术,在多情境下探索转回努力训练对心智游移的影响及其认知神经机制。结合资源控制理论(resource control hypothesis)和动态框架模型(dynamic framework)(Christoff et al., 2016; Thomson et al., 2015),本研究预测通过转回努力训练可以减少心智游移进而提高任务绩效,并且该训练存在特定的神经表征。此外,心智游移是影响中小学课堂教学的关键问题行为之一(姜瑞婷, 2022; 吴国来 等, 2017; Brown, 1927)。研究者认为不同年龄阶段的个体在可用的认知资源上存在差异(Gyurkovics et al., 2020),并

收稿日期: 2024-12-05

* 国家自然科学基金青年项目(32300871)资助。

通信作者: 刘强, E-mail: lq780614@163.com

且不同心智游移倾向的个体在心智游移的发展趋势和大脑神经表征上存在差异(He, Li, et al., 2021)。本研究拟将转回努力训练应用于减少中小学课堂中的心智游移从而提高学习成绩,并探索其个体差异和群体差异。本研究的实施不仅能为厘清心智游移的本质提供新的视角,从而促进对意识状态的理解,完善和拓展心智游移的资源控制理论和动态框架模型;本研究也为个体减少心智游移的频率提供了新的可能性;还能为提高教师的教学效率、提升中小学生学习效率提供有效手段。

2 研究现状与评述

2.1 心智游移的认知神经机制

心智游移作为意识的重要组成部分,是一种与正在进行的活动任务无关的思维(He et al., 2019; Smallwood, Fitzgerald, et al., 2009)。心智游移在人类工作生活中占有重要比例(占清醒状态的30%~50%)(Killingsworth & Gilbert, 2010),这一现象引发了诸多国内外研究者的广泛关注(程凯, 曹贵康, 2014; 胡楠茶, 许百华, 2012; 宋晓兰等, 2011; 宋晓兰, 唐孝威, 2015; Christoff et al., 2016; Thomson et al., 2015; Wong et al., 2022),并推动了该领域的发展。心智游移通常伴随着更差的任务表现(Mrazek et al., 2012; Smallwood et al., 2008),这可能是由于心智游移与当前任务存在资源竞争。当完成任务需要认知资源较高时,心智游移会占用相关认知资源(Smallwood, Nind, & O'Connor, 2009)。此外,随着任务的进行,心智游移会逐渐增多,任务绩效逐步降低(Krinsky et al., 2017),这可能是由于负责分配注意资源的执行控制(executive control)随时间消耗而逐步减弱,从而使个体更加倾向于心智游移这一非任务状态。上述推论支持了心智游移的资源控制理论。资源控制理论表明,高负荷任务导致更快的心智游移增加和任务表现降低(Krinsky et al., 2017),因为高负荷任务要求高水平的执行控制,而心智游移会导致执行控制的耗损更快,从而对任务绩效的影响更大。

心智游移的脑影像研究支持了资源控制理论。元分析结果表明,心智游移与额顶控制网络(frontoparietal control network)及默认网络(default

mode network)区域的协同激活密切相关(Fox et al., 2015)。我们先前的研究也发现,心智游移与默认网络和额顶控制网络之间的功能连接稳定相关(何鸿, 2019; He, Li, et al., 2021)。当大脑属于静息状态和心智游移状态时,默认网络的激活模式非常相似(Christoff et al., 2009),这符合资源控制理论的“当执行控制随着时间推移减弱时,资源分配将有利于心智游移这一默认状态(Thomson et al., 2015)”。由于执行控制网络是个体完成任务时的关键网络(Buckner et al., 2008),这也间接表明心智游移与任务存在资源竞争。

Christoff 等人(2016)提出了心智游移的动态框架模型,认为心智游移作为一种自发思维,是动态变化的,思维的属性由自动约束(automatically constrained)和有意约束(deliberately constrained)共同决定(Christoff et al., 2016),但心智游移的自动约束和有意约束都较低。因此,操控思维的自动约束或有意约束有益于实验性操控心智游移。自发思维与默认网络的三个子系统、背侧注意网络(dorsal attention network)、凸显网络(salience network)、腹侧注意网络(ventral attention network)、额顶控制网络和带状盖控制网络(cingulo-opercular control network)有关。研究者提出,自发思维、思维的自动约束和思维的有意约束对应了不同脑网络之间的相互作用。相比于无约束思维,有意约束思维诱发了更显著的额叶 P3 增强(Kam et al., 2021)。

综上所述,心智游移相关的理论和实证研究都表明执行控制和对思维的约束是影响心智游移的关键因素,因此,操控执行控制和思维约束有助于实验性改变心智游移频率,从而加深对心智游移和意识状态的理解。

2.2 转回努力及转回努力与心智游移关联的认知神经机制

在以往的研究中,我们首次提出了转回努力(focus back effort),将其界定为个体尝试将注意力从心智游移状态转回到任务中所做的努力(何鸿, 2022; He, Hu, Li, et al., 2021; He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021)。转回努力的定义为借鉴正念冥想中“转回状态”概念提出。所谓转回状态,是在冥想过程中存在的一个状态(Hasenkamp et al., 2012)。Hasenkamp 等人(2012)认为在冥想过程中存在转

换注意力(shifting attention, 即转回状态, focus back state), 我们认为, 转回状态可能也存在于其他任务或者生活情境之中, 因此个体可能尝试将注意力从心智游移转回到任务当中(He, Chen, & Zhang, 2024; He, Hu, Li, et al., 2021; He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021)。测量转回努力的方法与测量心智游移相似, 均采用经验采样法(experience sampling methodology, ESM; Hormuth, 1986)。在任务过程中或日常生活中, 通过多次随机打断被试, 评估其在问题出现之前将注意力从心智游移重新转向任务的程度, 从而得出转回努力的评分(He, Chen, Li, et al., 2023; He, Hu, Li, et al., 2021; He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021)。转回状态主要涉及背外侧前额叶皮质、尾状核、下顶叶和内侧前额叶皮质的激活。通过将转回状态有关的脑区作为种子点建立种子点之间的功能连接, 我们发现, 功能连接与转回努力及心智游移的愉快程度显著相关, 表明转回状态与转回努力是两种互相关联的认知因素(He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021)。采用情绪诱导干预心智游移和转回努力的研究结果显示, 在生活和实验室中对心智游移存在不同的干预效果(He, Hu, Li, et al., 2021)。有研究者指出, 在日常生活和实验室场景下, 执行能力对心智游移的影响存在差异(Kane et al., 2017)。这种在生活情景和实验室情境中心智游移和执行能力的不同关系提示, 有必要将二者放在不同情境下分别研究。因此, 本研究既考虑通过严密的实验室研究也考虑通过更有生态效度的现场训练干预研究来进一步系统探讨转回努力与心智游移的关系。

转回努力可能反映了资源控制理论中执行控制对心智游移的抑制, 该抑制和约束需要执行控制参与。首先, 脑激活结果体现了转回努力需要执行控制的参与且体现了对思维的调控: 我们通过任务态磁共振成像实验发现与不尝试转回相比, 尝试转回在双侧额内侧回以及双侧脑岛有显著的正激活(何鸿, 2022); 额内侧回与视觉工作记忆有关(Shang et al., 2020), 且任务负荷越高, 双侧额内侧回的激活就越强(Carlson et al., 1998); 脑岛与自上而下的监测有关(Corbetta et al., 2008)。其次, 静息态研究支持了该结果: 实验室情景(何鸿, 2022)和生活情景(He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021)中的转回努力与额顶控制网络以及带状盖任务控制

网络的功能连接有关。额顶控制网络体现了对实验试次的短期调控, 而带状盖任务控制网络是对整个实验的长期调控(Dosenbach et al., 2006)。第三, 以往研究支持了转回努力需要执行资源的参与且有益于任务: 个体抑制心智游移时会消耗认知资源(Klein & Bratton, 2007); 以往有理论模型也表明, 执行控制伴随着主观努力的感觉(Kurzban et al., 2013); 近期的研究发现, 转回努力能通过减少心智游移提高任务绩效(何鸿, 2022; He, Chen, Li, et al., 2023; He, Chen, Zhang, & Liu, 2023)。

此外, 转回努力反映了动态框架模型对思维的约束。首先, 转回努力与约束性思维都与心智游移显著负相关(He, Chen, & Zhang, 2024; He, Chen, Zhang, & Liu, 2023; Smith et al., 2020)。其次, 与高负荷任务相比, 个体在低负荷任务中有更少的受约束的思维(Brosowsky et al., 2021); 与此一致, 个体在高负荷任务中比低负荷任务中有更多的转回努力(He, Chen, Zhang, & Liu, 2023)。值得注意的是, 心智游移包括多种类型, 既有个体具有元认知觉察(meta-awareness)的心智游移, 也有缺乏元认知觉察的心智游移(Christoff et al., 2009)。转回努力可能与个体对心智游移的元认知觉察密切相关。具体而言, 当个体意识到自己在心智游移时, 可能会投入更多的努力将注意力重新聚焦于当前任务。在动态框架模型(Christoff et al., 2016)中, 转回努力体现了对思维过程的有意约束。

综上, 转回努力反映了执行控制的作用, 是对思维的有意约束, 同时也占用认知资源, 但对减少心智游移和完成当前任务十分有益。操控转回努力有助于验证和扩展心智游移的资源控制理论与动态框架模型。

2.3 对心智游移的干预及其教育应用

鉴于心智游移对并发任务的表现常常产生负面影响, 越来越多研究者专注于开发减少心智游移的干预方式, 以减少其产生严重损失的情况。然而, 只有少数干预方式被证明有效。例如: 正念训练在提高工作记忆容量和 GRE 成绩的同时减少了心智游移(Mrazek et al., 2013); 在线课程中插入记忆测试可以维持学生注意力并减少心智游移, 从而提高学习效果(Szpunar et al., 2013);

操纵参与任务的动机可以减少心智游移(Seli et al., 2019); 工作记忆容量训练能同时减少心智游移和提高学习成绩(姜瑞婷, 2022); tDCS 刺激相应脑区能够调节心智游移频率(Axelrod et al., 2015)。

其中, 正念训练受到了更普遍的关注(Feruglio et al., 2021; He, Zhang, et al., 2024)。正念训练通常采用关注注意的冥想(focus attention), 这一方面让被试将注意力集中于某一感官体验, 另一方面要求被试在心智游移时不断将注意力重新集中于该感官体验, 其加工过程主要包含了警惕分心、脱离分心刺激与重新关注目标刺激等(Lutz et al., 2008)。因此, 正念训练减少心智游移并提高任务表现的原因可能是由于加强了对自己当前状态的觉知及将注意力从心智游移状态转回到任务中的倾向, 即增加了转回状态。然而, 正念训练是去自动化加工的有效干预方式(Wells, 2005), 能使个体对思维的控制趋于去自动化。自动化的加工具有适应性功能, 主要表现在, 自动化加工可以减少认知资源的消耗, 以促进其他认知加工过程(Segalowitz, 2007)。脑影像研究结果也表明, 自动化加工可以减少对执行控制脑区的依赖(DeLuca et al., 2019)。而去自动化作用则可能增加认知资源的消耗。

自动化的形成主要为特定的刺激与心理过程出现的一致性, 即形成匹配(Shiffrin & Schneider, 1977)。也就是刺激与心理加工过程越一致, 频率越相似, 那么由刺激引发该过程趋于自动化的可能性就越大。由于转回努力体现了执行控制及对思维的约束, 而执行控制需要认知资源的投入, 且增加对思维的自动约束并减少对其有意约束能够使思维远离心智游移(Christoff et al., 2016), 因此, 从将执行控制和对思维的约束转变为自动化的加工过程出发, 将转回努力与心智游移形成匹配, 可以减少认知资源的消耗, 并且使思维远离心智游移。

因此, 采用具有促进自动化作用的认知干预方式(例如转回努力训练), 可能既增加注意力从心智游移转回到任务(即转回状态), 又加强转回努力这个加工过程的自动化程度, 并通过节省执行控制资源并增强思维的自动约束来减少心智游移, 从而提高任务绩效。然而, 目前尚缺乏从执行控制对心智游移和任务进行资源分配的角度来对

心智游移进行调节或干预的研究。

在教育领域, 心智游移是影响学生学习及教师教学的重要因素。心智游移对于学生学习产生的消极影响成为研究者关注的问题(姜瑞婷, 2022; 吴国来 等, 2017; Brown, 1927)。心智游移更多的学生测试成绩更差(孔海燕 等, 2018; 田甜, 2021)。研究者采用了多种方式试图降低课堂中的心智游移频率, 例如, 通过插入随堂测试来抑制课堂中的心智游移(Szpunar et al., 2013), 通过课堂中的休息来避免心智游移行为(田甜, 2021; Szpunar et al., 2013); 通过降低学生的消极情绪来缓解课堂中的心智游移(Smallwood, Fitzgerald, et al., 2009)。然而, 这些方式缺乏稳定性和普适性。根据前述对心智游移、执行控制和转回努力的分析, 本研究认为, 成功的转回努力训练可能有助于长期稳定地减少课堂中的心智游移。此外, 研究者认为不同年龄阶段的个体在可用的认知资源上存在差异(Gyurkovics et al., 2020), 并且不同心智游移倾向的个体在心智游移的发展趋势和大脑神经表征上存在差异(He, Li, et al., 2021)。因此, 探索转回努力训练影响心智游移的个体差异(不同心智游移倾向)和群体差异(不同年龄阶段)具有必要性。

在课堂上过多的心智游移会损害学生的学习效率并影响学习成绩(Wammes et al., 2016), 而小学中高年级是学业成绩开始分化的时期(蒋莉, 2018)。因此, 在中小学探索转回努力训练对不同年级内高、低心智游移倾向个体的影响, 有助于完善课堂心智游移的干预体系, 有利于进一步揭示转回努力训练影响心智游移的个体差异与群体差异, 对促使每一位学生更大限度地实施有效的学习具有重要作用。

2.4 对已有文献的评述

以往心智游移与转回努力的研究, 深化了我们对两者关系的理解, 然而, 转回努力训练是否影响心智游移的频率及其背后的认知神经机制尚不明确。

第一, 基于前期研究基础(何鸿, 2022; He, Hu, Li, et al., 2021; He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021), 转回努力符合资源控制理论中的执行控制(Thomson et al., 2015)以及动力神经模型中的对思维的约束(Christoff et al., 2016)。然而, 能否通过操控执行

控制改变思维约束类型来达到减少心智游移从而提高任务绩效的目的尚不清楚,其影响心智游移的认知神经机制有待探索。根据我们的前述分析可以预测,转回努力训练可以提高转回努力的自动化程度(增加思维的自动约束)以降低资源消耗,增加转回状态,从而减少心智游移并提高任务绩效;训练后与转回努力有关的脑区激活会降低,与转回状态相关的脑区激活会增强,大脑功能连接模式体现出显著的思维的自动约束特征,远离有意约束特征。

第二,正念训练可能引发个体尝试转回注意力的去自动化(Wells, 2005),从而增加对执行控制的消耗(DeLuca et al., 2019)。研究将采用转回努力训练的方式增加转回努力的自动化程度,减少转回努力的认知资源消耗,弥补正念训练的去自动化所带来的资源消耗。

第三,心智游移对生活情境中的工作和学习效率具有重要影响。以往的研究表明,实验室和生活情境下测量的心智游移(Kane et al., 2017)以及转回努力存在差异(He, Hu, Li, et al., 2021)。因此,在生活情景下验证并修正实验室开发的转回努力训练方案,具有较高的理论价值和实践应用价值。

第四,心智游移是影响课堂教学和学习成绩的关键因素,小学中高年级是学业成绩开始出现分化端倪的时期(蒋莉, 2018),且心智游移在青少年时期存在显著的年龄差异(Gyurkovics et al., 2020)和个体差异(He, Li, et al., 2021),将转回努力训练应用于中小学课堂,可以为降低学生在课堂上的心智游移频率、提高课堂学习效率提供一定的借鉴和启发。

3 研究构想

本研究拟在资源控制理论和动态框架模型的指导下,在实验室和生活情景中揭示转回努力训练对心智游移影响的认知神经机制,继而将转回努力训练应用于中小学课堂。研究内容主要包含如下三点:(1)在实验室中,采用行为干预和任务态功能磁共振成像技术,揭示转回努力训练对心智游移和任务绩效的影响及其认知神经机制;(2)在更具生态化的生活情境下进行探索,结合静息态功能磁共振成像数据进一步揭示转回努力训练

干预心智游移的认知神经机制;(3)将转回努力训练应用于中小学课堂,探究其对课堂心智游移和学习成绩的影响,通过多情景、多模态的研究方法,为个体控制心智游移和提升任务绩效提供新的可能性。这不仅有助于深入理解心智游移和意识状态,还能通过在中小学课堂中应用转回努力训练,促进学生学习效率和教师教学效果的提升。研究框架如图1所示。

本研究在跨情景研究阶段以大学生为研究对象,而在教育应用阶段则聚焦于中小學生。已有研究表明,不同年龄阶段的个体认知资源的可用性、执行控制能力及元认知能力上存在显著差异(Frank et al., 2015; Gyurkovics et al., 2020)。样本年龄的差异可能对研究结果产生重要影响:相比于成年人(大学生),青少年(中小學生)的认知资源相对有限,尤其在执行控制和注意力维持方面存在明显不足(Gyurkovics et al., 2020)。此外,元认知能力随着年龄增长而提升(Frank et al., 2015)。与大学生相比,中小學生意识到的心智游移较少。因此,在心智游移与任务之间的切换过程中,中小學生由于转回努力训练引起的转回自动化效应,节省的认知资源较少,这可能导致转回努力训练在这一群体中的干预效果较弱,提升空间也相对有限。跨情境研究与教育应用阶段样本的年龄跨度,为理解转回努力训练在不同群体中的作用机制提供了更为丰富的视角。

3.1 研究1: 实验室中转回努力训练对心智游移的影响

研究1在实验室中探索转回努力训练对心智游移影响的有效性及其认知神经机制。以大学生为被试,在实验室情境下对被试进行转回努力训练或控制组的阅读训练,考察训练过程中行为指标的变化和训练前后个体的行为指标及脑影像指标的差异。实验1采用2(训练前后:训练前/训练后)×2(组别:转回努力训练组〔实验组〕/阅读训练组〔控制组〕)混合实验设计,将被试随机分为实验组和控制组,实验组进行转回努力训练,控制组进行阅读训练。两组被试在训练前后各完成一次持续注意反应任务(Christoff et al., 2009),范式见图2A。通过探针捕获的经验采样方法,采集被试在转回努力训练或阅读训练前后在持续注意反应任务(Christoff et al., 2009)中的即时心理状

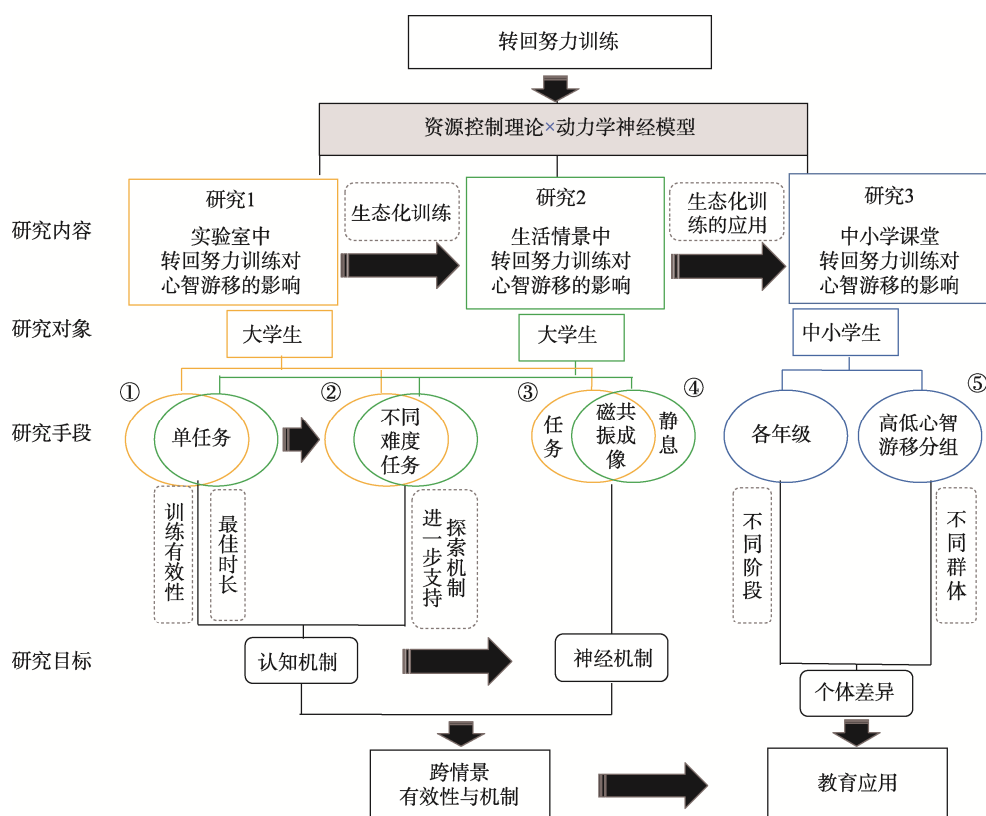


图1 研究框架图

方案中关键技术注释：①分析任务和生活中经验采样的思维变化曲线得到最佳训练时长；②潜变量中介分析考察转回努力训练是否能通过减少心智游移提高任务绩效；③一般线性模型获得转回努力训练的激活模式；③、④脑网络功能连接分析探测训练前后的脑网络功能连接模式差异；⑤多重逻辑回归分析探索转回努力随任务时长的变化，采用验证性因素分析对心智游移分数进行降维。彩图见电子版，下同。

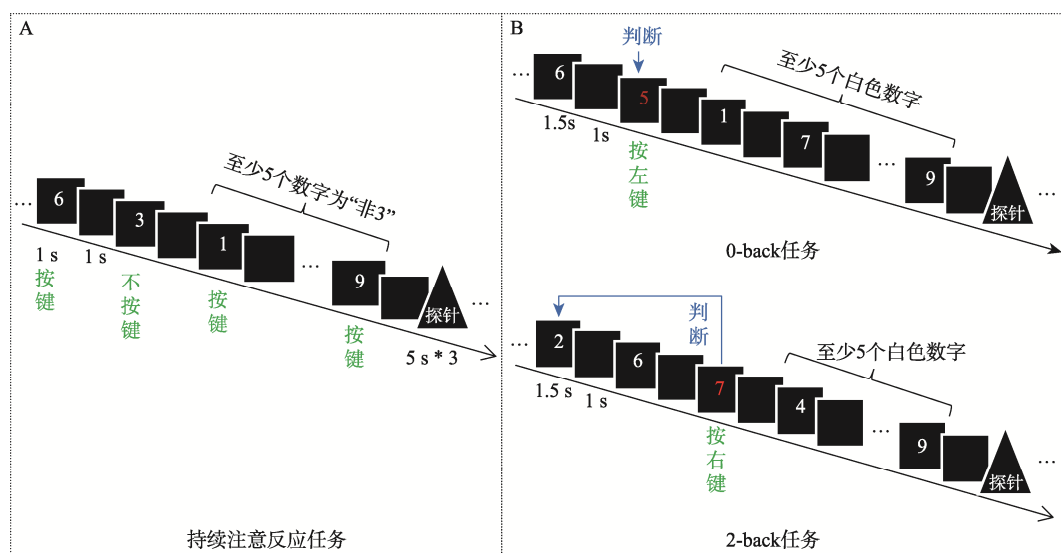


图2 研究1中的实验范式。(A)持续注意反应任务流程图,(B) n-back 任务流程图

态。本实验将进行每天约 15 分钟共 20 天的转回努力训练以找到最佳训练天数, 阅读训练组选取莫雷的《语文阅读水平测量(一)修订本》中的 20 篇文章及阅读理解题目为测试材料, 确保每个被试在参与实验之前未做过该阅读理解测试。被试每次完成两篇文章的阅读, 每篇限时 6 分钟。阅读材料呈现在电脑上。转回努力训练组的被试与阅读训练组的阅读任务一致, 区别在于转回努力训练组在每次阅读理解任务之前都被主试告知在阅读过程中想与任务无关的事情时, 要马上将注意力转回到任务当中来。在训练过程中, 通过经验采样法使用李克特 6 点评分量表测量被试的思维状态。主试在测量前向被试详细解释每个问题的含义, 确保其准确理解。测量方式与以往研究一致(He, Chen, & Zhang, 2024), 问题涵盖心智游移、心智游移的元认知觉察、转回努力以及转回状态。经验采样所采用的探针问题如下:

(1)在被问及之前, 您的注意力是集中在任务上, 还是在想与任务无关的事情? (1-完全专注于任务, 6-完全在想与任务无关的事情)

(2)您是否意识到自己注意力集中在哪? (1-完全没有意识到, 6-完全意识到了)

(3)在多大程度上, 您尝试将注意力重新转回到任务中? (1-完全没有尝试, 6-非常努力尝试)

(4)在多大程度上, 您经历了转回状态? (1-完全没有经历, 6-经历得非常多次)

在训练前后测量《正念注意知觉量表》(mindful attention awareness scale; Brown & Ryan, 2003)分数, 以此来明确转回努力训练和正念训练存在差异。

实验 2、3 中对实验组和控制组中被试的训练操作同实验 1。不同之处在于实验 2、3 采用的训练时间为实验 1 中得到的最佳训练天数。实验采用 2 (组别: 转回努力训练组/阅读训练组) $\times$ 2 (不同负荷的任务: 0-back/2-back) $\times$ 2 (训练前后: 训练前/训练后)混合实验设计(0-back/2-back, 范式见图 2B), 同样分为实验组和控制组, 在不同负荷任务(n-back 实验)中探索训练前后行为指标的变化, 进一步验证资源控制理论在转回努力训练上的应用, 即增加执行控制对高负荷任务中心智游移的减少和任务绩效的提高要小于低负荷任务。实验 3 采用 2 (训练前后: 训练前/训练后) $\times$ 2 (组别: 转回努力训练组/阅读训练组)混合实验设

计, 将被试分为实验组和控制组, 基于任务态功能成像数据, 探索转回努力训练前后个体心智游移时的大脑激活模式的异同和脑网络功能连接模式的差异, 为心智游移的动态框架模型在转回努力训练上的应用提供支持。

本研究预期结果: (1)在训练的前半阶段, 个体可能会增加对转回努力的认知资源投入, 随着训练的进程发展, 转回努力趋于自动化, 转回状态增多。因此, 转回努力评分随训练时长的变化可能呈现倒 U 型曲线, 最后低于初始值; 转回状态逐渐增多, 最后趋于稳定; 心智游移逐步减少, 最后趋于稳定; 任务绩效逐渐提高, 最后趋于稳定(心智游移趋于稳定点为最佳训练时长); 个体对心智游移的元认知程度越强, 转回努力的程度越高。(2)训练后, 转回努力评分降低, 转回状态评分增高, 心智游移频率降低, 任务绩效提高。(3)由于高负荷任务中的注意力保持需要更多的执行控制资源来对心智游移进行抑制(图 3A), 所以, 增强同样的转回努力自动化和增加同样的转回状态可能会减少更少的心智游移和提高更少的绩效(图 3B), 通过结合实验组和控制组的数据建立中介模型, 证明转回努力训练能通过减少心智游移提高任务绩效。(4)与转回努力训练前相比, 训练后的心智游移状态比非心智游移状态有更多的转回状态相关脑区的激活, 更少的转回努力相关脑区的激活, 即右侧背外侧前额叶、双侧尾状核、双侧下顶叶和右侧内侧前额叶皮质的激活增强, 双侧额内侧回和双侧脑岛的激活减弱(图 3C)。此外, 由于训练后增强了转回努力的自动化程度, 使心智游移思维更偏向自动约束而远离有意约束。以往研究表明, 相较于无约束思维, 有意约束思维会引发更强的额叶 P3 (Kam et al., 2021)。因此, 与转回努力训练前相比, 训练后的心智游移状态相比非心智游移状态, 额叶区域的激活较少。此外, 凸显网络与默认网络核心子系统及默认网络核心子系统和默认网络内侧额叶子系统之间的功能连接增强, 额顶控制网络与默认网络核心子系统之间的功能连接减弱(图 3D)。研究表明, 凸显网络在注意力转换中起着重要作用(Corbetta et al., 2008)。我们预期, 经过转回努力训练后, 凸显网络的激活增强。(5)控制组不存在上述结果, 转回努力训练不会引起正念分数的变化。(6)根据以往元分析结果(Fox et al., 2015), 无论是训练组

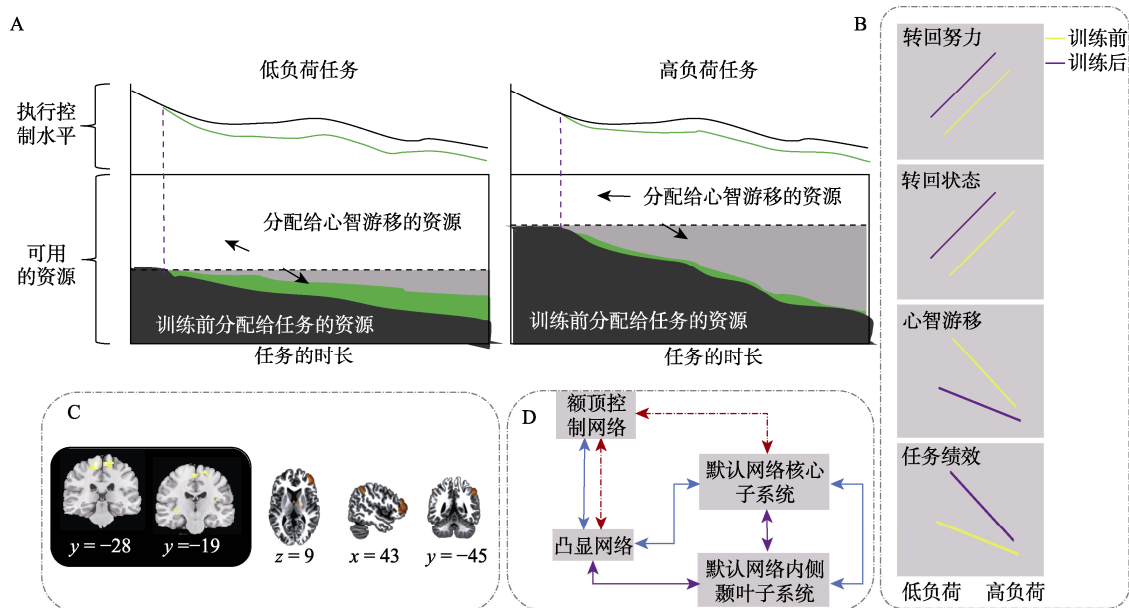


图3 研究1和研究2的预期结果。(A)资源控制理论应用于转回努力训练对不同负荷任务的干预作用,(B)预期行为结果示意图,(C)预期脑激活结果示意图,(D)预期脑网络功能连接结果示意图,即动态框架模型在转回努力训练上的应用。

注:图(A)中,紫色虚线代表完全没有心智游移到存在心智游移的临界点。绿色实线到黑色实线的距离是训练后转回努力自动化节省的执行控制,递减的绿色实线代表训练后在完成一件任务时的执行控制水平,下部的绿色区域代表由于训练后转回努力自动化和转回状态增多而增加的分配给任务的资源。图(C)左侧黑底区域的脑图为转回努力的正激活图(何鸿, 2022),白底区域脑图为转回状态的正激活图(Hasenkamp et al., 2012)。图(D)中的红色箭头代表思维的有意约束的来源,紫色箭头代表思维可变性的来源,蓝色箭头代表思维的自动约束的来源。红色虚线加粗箭头代表功能连接减弱,蓝色加粗箭头代表功能连接增强。

还是控制组,在心智游移状态下,相较于非心智游移状态,额顶控制网络区域和默认网络区域的激活水平均更高。

3.2 研究2:生活情境中转回努力训练对心智游移的影响

研究2在生活情境中进一步探讨转回努力训练对心智游移影响的认知神经机制。以大学生为被试,结合生活中的经验采样数据和静息态功能磁共振成像数据,进一步揭示转回努力训练影响生活中心智游移的认知神经机制。将实验4、5和6中的被试分为实验组和控制组,分别进行转回努力训练和阅读训练。生活中的训练方式与我们以往的研究一致(He, Hu, Li, et al., 2021),通过短信链接的方式发送到被试手机。每天下午1点发送训练链接,要求被试在看到短信链接后马上进行训练。训练材料与实验1一致。实验4采用2(训练前后:训练前/训练后)×2(组别:转回努力训练组/阅读训练组)的混合实验设计,通过生活情景中在线的转回努力训练,探索训练前后个体在生活中的心智游移差异,确认转回努力训练的有效性。实验5采用2(组别:转回努力训练组/阅读训练组)×2(所做事情的难度:难/易)×2(训练前后:训练前/训练后)混合实验设计(实验流程见图4),进一步探索个体在参与不同难度事件时心智游移的差异。实验6采用2(训练前后:训练前/训练后)×2(组别:转回努力训练组/阅读训练组)混合实验设计,结合静息态成像数据试图揭示生活情景中心智游移被转回努力训练干预的神经机制。探究问题与研究一中所使用的问题保持一致。

本研究预期结果:(1)转回努力、转回状态和心智游移能被转回努力训练有效干预。(2)所做事情的难易程度和训练前后存在对心智游移的交互作用。(3)以实验室得到的转回努力训练显著激活

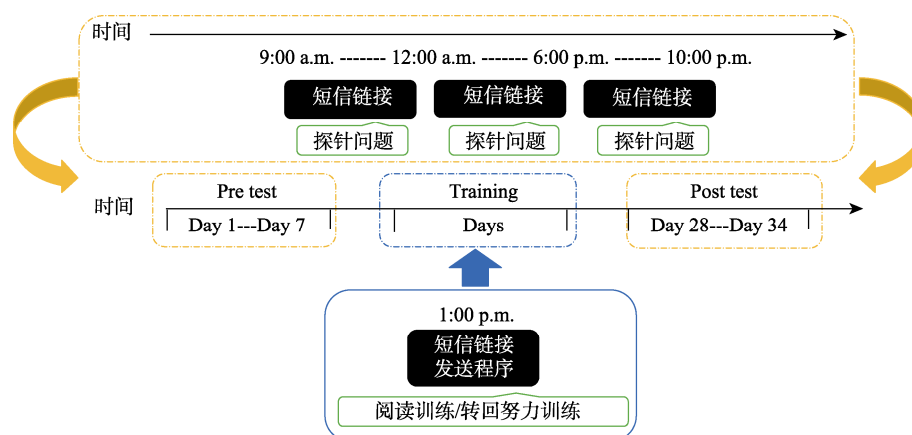


图4 生活情景中训练和经验采样示意图

的脑区为种子点与全脑建立功能连接,存在功能连接在转回努力训练前后有显著差异。训练后与训练前相比,静息态脑网络功能连接凸显网络与默认网络核心子系统及默认网络核心子系统和默认网络内侧颞叶子系统之间的功能连接增强,额顶控制网络与默认网络核心子系统之间的功能连接减弱(图3D)。(4)控制组不存在上述结果。

3.3 研究3: 转回努力训练对中小学生学习心智游移和成绩的调控

研究3将转回努力训练运用于教育领域。以中小学生学习为被试,探索转回努力训练对于课堂中心智游移和学业成绩的影响。实验7采用2(组别:转回努力训练组/阅读训练组)×9(年级:小四到高三)×2(训练前后:训练前/训练后)混合实验设计,将在小学四年级到高三各1个班中进行研究。每个班随机一半学生为实验组,另外一半学生为控制组,分别进行阅读训练和转回努力训练。训练材料与实验1一致。训练天数为实验4中确定的最佳训练时长,每天在中午1点进行训练。以往研究表明,以班级为单位开展正念训练对儿童和青少年的干预效果较为显著(谢宜华,黄凤英,2020;张洁婷等,2021),同时,借助计算机设备进行集中训练的方式在实践中具有较高的可行性(包润泽等,2020)。此外,我们在学校电脑设备上进行的预实验结果显示,以班级为单位实施转回努力干预,不仅能显著减少个体的心智游移频率,还能显著提升学生的任务表现。因此,我们将采用学校提供的电脑设备,以班级为单位,通过线上平台发送训练程序链接进行集中训练,并安排

两名熟悉实验流程的主试进行监督,解答学生在训练过程中遇到的问题,确保所有学生能够顺利参与。在训练前的一个月和后一个月内各随机选取7天,每天一节课采集被试在课堂上的思维状态。探针问题与研究一中的设定相同。收集学生在训练前一个学期和训练完的学期的期末成绩排名情况(实验流程见图5)。在证明转回努力训练对课堂心智游移影响的有效性后,实验8采用2(训练组别:转回努力训练组/阅读训练组)×9(年级:小四到高三)×2(训练前后:训练前/训练后)×2(高、低心智游移频率组:高心智游移频率组/低心智游移频率组)混合实验设计。将每个年级的被试分为高、低心智游移频率组进行转回努力训练,探索训练对不同年级内高、低心智游移频率组学生的影响。

本研究预期结果:(1)在不同的年级中,转回努力训练都能减少学生课堂中的心智游移,提高成绩。(2)由于低年级个体可用的认知资源较少(Gyurkovics et al., 2020),心智游移和任务之间因为转回努力自动化而节省的认知资源较少,所以心智游移频率的降低和成绩排名的提高与高年级学生相比更低(图6A、B)。(3)与高年级相比,低年级学生为了弥补其认知功能的不足在任务的开始阶段拥有更强的转回努力,但随着资源的消耗下降更快(图6C)。(4)尽管同一年级的被试的心智游移倾向特质存在差异,但其可用的认知资源一致。因此,高心智游移组比低心智游移组的学生能够减少更多的心智游移,并在学习成绩上取得更大的提升(图6D、E)。(5)控制组不存在上述结果。

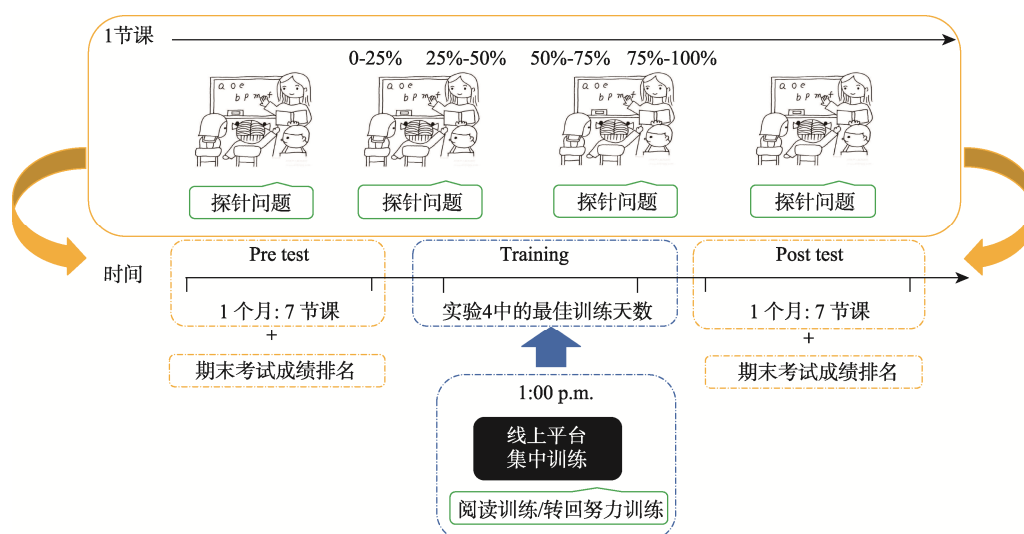


图5 阅读训练/转回努力训练和课堂中思维状态采集示意图

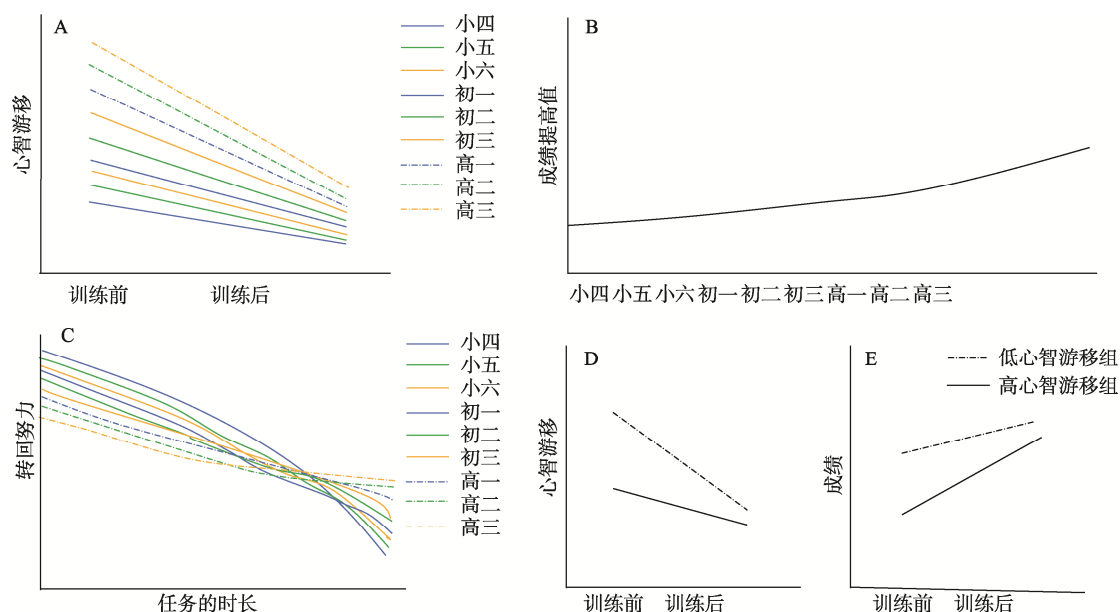


图6 研究3的预期结果。(A)不同年级的学生在训练前后的心智游移,(B)不同年级的学生在训练后的成绩提高值,(C)不同年级学生的转回努力随任务时长的变化,(D)高、低心智游移组在训练前后的心智游移,(E)高、低心智游移组在训练前后的成绩

4 理论建构与创新

心智游移的资源控制理论支持其传统定义,认为心智游移是一种与当前任务无关的思维模式(Smallwood & Schooler, 2006)。该理论提出,个体可用于任务相关和任务无关思维的注意资源是固定的,且不会随时间推移发生变化(Thomson et al.,

2015)。由于心智游移作为个体的默认状态,存在一种持续的偏向,会吸引并消耗原本应用于主要任务的注意资源,因此需要通过执行控制这一高层次机制来维持目标任务的专注,并防止任务无关思维占用必要的资源。然而,随着任务持续时间的增加,执行控制的效能会逐渐下降(Thomson

et al., 2015)。此外,许多任务并不会完全占用认知资源,因此在某些情况下,心智游移可以发生而不影响任务表现(Thomson et al., 2015)。已有研究表明,转回努力与资源控制理论的核心观点一致,体现了对注意资源的执行控制能力(He, Chen, Li, et al., 2023; He, Chen, & Zhang, 2024; He, Chen, Zhang, & Liu, 2023; He, Hu, Li, et al., 2021; He, Hu, Zhang, & Qiu, 2021)。

另一方面,心智游移的动态框架模型认为心智游移是一种相对不受约束的思维过程。该理论指出,资源控制理论这类基于内容的心智游移理论,无法充分解释心智游移的动态特征(Christoff et al., 2016)。思维的约束既可以通过有意的(自上而下的,如认知控制)过程,也可以通过自动的(自下而上的,如情感或感官内容对注意力的吸引)过程来实现(Christoff et al., 2016)。研究表明,转回努力可能反映了对思维过程的某种约束能力(Brosowsky et al., 2021; He, Chen, & Zhang, 2024; He, Chen, Zhang, & Liu, 2023; Smith et al., 2020)。本研究认为,转回努力主要反映了对思维的有意约束过程。

本研究基于心智游移的资源控制理论和动态

框架模型,认为转回努力反映了执行控制及对思维的有意约束。具体而言,资源控制理论强调执行控制在减少心智游移中的作用,而转回努力训练通过降低执行控制资源的消耗,更有效地减少心智游移对任务资源的占用。动态框架模型则强调思维的自动约束和有意约束,转回努力体现了思维的有意约束,训练通过减少有意约束,使思维更倾向于自动回归任务,从而减少心智游移。基于上述理论框架,本研究得出以下推论:首先,根据资源控制理论,训练后个体的转回努力评分将下降,心智游移频率随之降低,任务绩效提升;然而,由于高负荷任务需要更多的执行控制资源来抑制心智游移,即使转回努力的自动化程度增强,其对心智游移的减少效果和任务绩效的提升作用在高负荷任务中可能相对有限。其次,依据动态框架模型,训练后个体的思维模式将更倾向于自动约束而非有意约束,表现为凸显网络与默认网络核心子系统之间、默认网络核心子系统与内侧颞叶子系统之间的功能连接增强,而额顶控制网络与默认网络核心子系统之间的功能连接减弱。主要理论构建如图7所示。

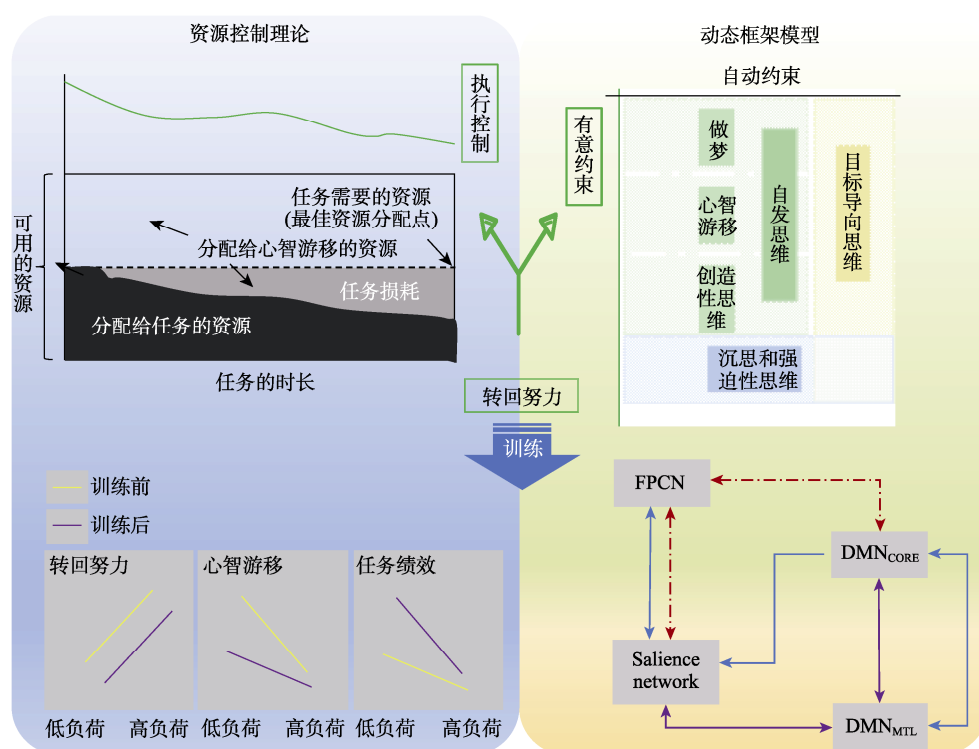


图7 转回努力训练影响心智游移和任务绩效的理论构建

资源控制理论关注任务内容的无关性,而动态框架模型则注重内容之间的动态转换。本研究认为,转回努力体现了两种心智游移理论的不同要素:资源控制理论中的执行控制,以及动态框架模型中的思维约束。执行控制和思维约束均属于心智游移的高层次结构(Christoff et al., 2016; Thomson et al., 2015)。研究转回努力训练对心智游移的影响,有助于验证两种理论的层级特性。此外,通过多模态研究方法,在不同情境中有效减少心智游移频率,不仅能够稳健地验证和拓展这些理论,还可以促进静态理论与动态理论的深度融合,从而推动对心智游移机制的全面理解。

除此之外,本研究的创新性还体现在以下几个方面。

首先是采用我们率先提出的心理因素对心智游移进行干预,从以往的相关研究到本研究的纵向训练干预研究,开发转回努力训练范式,揭示其因果关系,是对以往研究内容的进一步扩展。

第二,采用行为实验和磁共振成像实验相结合的方法,并且在实验室和更具生态化的生活情境中进行研究,保证得到的结论同时具有科学合理性和推广性,为后续心智游移和意识领域的研究提供新的启示。

最后,心智游移普遍存在于生活情境中,在生活中探索干预手段的认知神经机制有利于减轻心智游移对工作生活的消极影响,具有现实意义。此外,将转回努力训练运用于减少课堂中小學生的心智游移和提高学习成绩,具有教育实践意义。

参考文献

- 包润泽, 杨友山, 邱发根, 郭伟萍. (2020). 计算机辅助园林设计线上线下混合式课堂的教学模式研究. *教育新探索*, 2(1), 19-20.
- 程凯, 曹贵康. (2014). 走神的理论假设, 影响因素及其神经机制. *心理科学进展*, 22(9), 1435-1445.
- 何鸿. (2019). 心智游移的脑功能连接基础及与积极情绪的关系 [硕士学位论文]. 西南大学, 重庆.
- 何鸿. (2022). 转回努力与心智游移的关系及其脑机制 [博士学位论文]. 北京师范大学, 北京.
- 胡楠茶, 许百华. (2012). 心智游移的研究: 理论、方法及进展. *应用心理学*, 18(1), 40-49.
- 蒋莉. (2018). 父母教育卷入、学业自我效能感、学业情绪与小学生学业成绩的关系研究 [硕士学位论文]. 华中师范大学, 武汉.
- 姜瑞婷. (2022). 体育运动对高中生学习成绩影响综述-心智游移的中介作用. *学校体育*, 30(6), 180-186.
- 孔海燕, 孙雨, 宋广文. (2018). 心智游移、工作记忆对初中生阅读理解的影响. *心理与行为研究*, 16(3), 362-370.
- 宋晓兰, 唐孝威. (2015). 人类意识流的重要构成部分——心智游移. *自然杂志*, 37(1), 8-16.
- 宋晓兰, 王晓, 唐孝威. (2011). 心智游移现象: 现象、机制及意义. *心理科学进展*, 19(4), 499-509.
- 田甜. (2021). 小学生课堂走神行为分析及改善策略研究 [硕士学位论文]. 四川师范大学, 成都.
- 吴国来, 周曼, 阴晓娟, 李海英, 李娇花. (2017). 走神对中文阅读绩效的影响. *心理与行为研究*, 15(3), 329-334.
- 谢宜华, 黄凤英. (2020). 正念教育课程对国小高年级学童情绪调适能力及人际关系之影响. *教育心理学报*, 52(1), 25-49.
- 张洁婷, 杨翠梅, 吴舒莹, 张境锋, 康武, 迟新丽. (2021). 四周简易正念减压训练对初中生焦虑的影响. *心理与行为研究*, 19(1), 104-110.
- Axelrod, V., Rees, G., Lavidor, M., & Bar, M. (2015). Increasing propensity to mind-wander with transcranial direct current stimulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(11), 3314-3319.
- Brosowsky, N. P., Murray, S., Schooler, J. W., & Seli, P. (2021). Thought dynamics under task demands: Evaluating the influence of task difficulty on unconstrained thought. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 47(9), 1298-1312.
- Brown, G. L. (1927). Daydreams: A cause of mind wandering and inferior scholarship. *The Journal of Educational Research*, 15(4), 276-279.
- Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(4), 822-848.
- Buckner, R. L., Andrews-Hanna, J. R., & Schacter, D. L. (2008). The brain's default network: Anatomy, function, and relevance to disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 1-38.
- Carlson, S., Martinkauppi, S., Rämä, P., Salli, E., Korvenoja, K., & Aronen, H. J. (1998). Distribution of cortical activation during visuospatial n-back tasks as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex*, 8(8), 743-752.
- Christoff, K., Gordon, A. M., Smallwood, J., Smith, R., & Schooler, J. W. (2009). Experience sampling during fMRI reveals default network and executive system contributions to mind wandering. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(21), 8719-8724.
- Christoff, K., Irving, Z. C., Fox, K. C. R., Spreng, R. N., & Andrews-Hanna, J. R. (2016). Mind-wandering as spontaneous thought: A dynamic framework. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(11), 718-731.
- Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: From environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324.

- DeLuca, V., Rothman, J., Bialystok, E., & Platsikas, C. (2019). Redefining bilingualism as a spectrum of experiences that differentially affects brain structure and function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(15), 7565–7574.
- Dosenbach, N. U. F., Visscher, K. M., Palmer, E. D., Miezin, F. M., Wenger, K. K., Kang, H. C., ... Petersen, S. E. (2006). A core system for the implementation of task sets. *Neuron*, 50(5), 799–812.
- Feruglio, S., Matiz, A., Pagnoni, G., Fabbro, F., & Crescentini, C. (2021). The impact of mindfulness meditation on the wandering mind: A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 131, 313–330.
- Fox, K. C. R., Spreng, R. N., Ellamil, M., Andrews-Hanna, J. R., & Christoff, K. (2015). The wandering brain: Meta-analysis of functional neuroimaging studies of mind-wandering and related spontaneous thought processes. *Neuroimage*, 111, 611–621.
- Frank, D. J., Nara, B., Zavagnin, M., Touron, D. R., & Kane, M. J. (2015). Validating older adults' reports of less mind-wandering: An examination of eye movements and dispositional influences. *Psychology and Aging*, 30(2), 266–278.
- Gyurkovics, M., Stafford, T., & Levita, L. (2020). Cognitive control across adolescence: Dynamic adjustments and mind-wandering. *Journal of Experimental Psychology: General*, 149(6), 1017–1031.
- Hasenkamp, W., Wilson-Mendenhall, C. D., Duncan, E., & Barsalou, L. W. (2012). Mind wandering and attention during focused meditation: A fine-grained temporal analysis of fluctuating cognitive states. *Neuroimage*, 59(1), 750–760.
- He, H., Chen, Q., Wei, D., Shi, L., & Qiu, J. (2019). Thought control ability moderates the effect of mind wandering on positive affect via the frontoparietal control network. *Frontiers in Psychology*, 9, 2791.
- He, H., Chen, Y., Li, T., Li, H., & Zhang, X. (2023). The role of focus back effort in the relationships among motivation, interest, and mind wandering: An individual difference perspective. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 8(1), 43.
- He, H., Chen, Y., & Zhang, X. (2024). The relationship between concentration effort, focus back effort, focus back state, and mind wandering. *Behavioral Sciences*, 14(3), 162.
- He, H., Chen, Y., Zhang, X., & Liu, Q. (2023). Working memory capacity predicts focus back effort under different task demands. *Consciousness and Cognition*, 116, 103589.
- He, H., Hu, L., Li, H., Cao, Y., & Zhang, X. (2021). The influence of mood on the effort in trying to shift one's attention from a mind wandering phase to focusing on ongoing activities in a laboratory and in daily life. *Cognition and Emotion*, 35(6), 1136–1149.
- He, H., Hu, L., Zhang, X., & Qiu, J. (2021). Pleasantness of mind wandering is positively associated with focus back effort in daily life: Evidence from resting state fMRI. *Brain and Cognition*, 150, 105731.
- He, H., Li, Y., Chen, Q., Wei, D., Shi, L., Wu, X., & Qiu, J. (2021). Tracking resting-state functional connectivity changes and mind wandering: A longitudinal neuroimaging study. *Neuropsychologia*, 150(8), 107674.
- He, H., Zhang, X., Pan, P., Chen, Y., & Zhang, X. (2024). Functional Connectivity in the Brain that Mediates the Relationship Between Mindfulness and Spontaneous Mind Wandering. *Mindfulness*, 15(10), 2473–2483.
- He, J., Becic, E., Lee, J. L., & Mccarley, J. S. (2011). Mind wandering behind the wheel: Performance and oculomotor correlates. *Human Factors*, 53(1), 13–21.
- Hormuth, S. E. (1986). The sampling of experiences in situ. *Journal of Personality*, 54(1), 262–293.
- Kam, J. W. Y., Irving, Z. C., Mills, C., Patel, S., Gopnik, A., & Knight, R. T. (2021). Distinct electrophysiological signatures of task-unrelated and dynamic thoughts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(4), e2011796118.
- Kane, M. J., Gross, G. M., Chun, C. A., Smeekens, B. A., Meier, M. E., Silvia, P. J., & Kwapil, T. R. (2017). For whom the mind wanders, and when, varies across laboratory and daily-life settings. *Psychological Science*, 28(9), 1271–1289.
- Killingsworth, M. A., & Gilbert, D. T. (2010). A wandering mind is an unhappy mind. *Science*, 330(6006), 932–932.
- Klein, K., & Bratton, K. (2007). The costs of suppressing stressful memories. *Cognition and Emotion*, 21(7), 1496–1512.
- Krinsky, M., Forster, D. E., Llabre, M. M., & Jha, A. P. (2017). The influence of time on task on mind wandering and visual working memory. *Cognition*, 169, 84–90.
- Kurzban, R., Duckworth, A., Kable, J. W., & Myers, J. (2013). An opportunity cost model of subjective effort and task performance. *Behavioral and Brain Sciences*, 36(6), 661–679.
- Lutz, A., Slagter, H. A., Dunne, J. D., & Davidson, R. J. (2008). Attention regulation and monitoring in meditation. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(4), 163–169.
- Mooneyham, B. W., & Schooler, J. W. (2013). The costs and benefits of mind-wandering: A review. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 67(1), 11–18.
- Mrazek, M. D., Franklin, M. S., Phillips, D. T., Baird, B., & Schooler, J. W. (2013). Mindfulness training improves working memory capacity and GRE performance while reducing mind wandering. *Psychological Science*, 24(5), 776–781.
- Mrazek, M. D., Smallwood, J., Franklin, M. S., Chin, J. M., Baird, B., & Schooler, J. W. (2012). The role of mind-wandering in measurements of general aptitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(4), 788–798.
- Segalowitz, N. (2007). Access fluidity, attention control, and the acquisition of fluency in a second language. *Tesol Quarterly*, 41(1), 181–186.
- Seli, P., Schacter, D. L., Risko, E. F., & Smilek, D. (2019). Increasing participant motivation reduces rates of intentional and unintentional mind wandering.

- Psychological Research*, 83(5), 1057–1069.
- Shang, Y., Hinkley, L. B., Cai, C., Mizuiri, D., Cheung, S. W., & Nagarajan, S. S. (2020). Cross-modal plasticity in adult single-sided deafness revealed by alpha band resting-state functional connectivity. *Neuroimage*, 207(15), 116376.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84(2), 127–190.
- Smallwood, J., Fitzgerald, A., Miles, L. K., & Phillips, L. H. (2009). Shifting moods, wandering minds: Negative moods lead the mind to wander. *Emotion*, 9(2), 271–276.
- Smallwood, J., Mcspadden, M., & Schooler, J. W. (2008). When attention matters: The curious incident of the wandering mind. *Memory and Cognition*, 36(6), 1144–1150.
- Smallwood, J., Nind, L., & O'Connor, R. C. (2009). When is your head at? An exploration of the factors associated with the temporal focus of the wandering mind. *Consciousness and Cognition*, 18(1), 118–125.
- Smallwood, J., & Schooler, J. W. (2006). The restless mind. *Psychological Bulletin*, 132(6), 946–958.
- Smith, A. P., Brosowsky, N., Murray, S., Daniel, R., Meier, M., & Seli, P. (2020). Fixation, flexibility, and creativity: The dynamics of mind wandering. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 48(7), 689–710.
- Szpunar, K. K., Khan, N. Y., & Schacter, D. L. (2013). Interpolated memory tests reduce mind wandering and improve learning of online lectures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(16), 6313–6317.
- Thomson, D. R., Besner, D., & Smilek, D. (2015). A resource-control account of sustained attention: Evidence from mind-wandering and vigilance paradigms. *Perspectives on Psychological Science*, 10(1), 82–96.
- Wammes, J. D., Seli, P., Cheyne, J. A., Boucher, P. O., & Smilek, D. (2016). Mind wandering during lectures II: Relation to academic performance. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 2(1), 33–48.
- Wells, A. (2005). Detached mindfulness in cognitive therapy: A metacognitive analysis and ten techniques. *Journal of Rational-emotive and Cognitive-behavior Therapy*, 23(4), 337–355.
- Wong, Y.-S., Willoughby, A. R., & Machado, L. (2022). Reconceptualizing mind wandering from a switching perspective. *Psychological Research*, 87(2), 357–372.

Exploring the impact of focus back effort training on mind wandering and its mechanisms

HE Hong, ZHANG Xinyue, SHI Jinghong, LIU Qiang

(Institute for Brain and Psychological Sciences, Sichuan Normal University, Chengdu 610066, China)

Abstract: Reducing the frequency of mind wandering is essential for an individual's study, work and life. This research is based on the resource control hypothesis and the dynamic framework of mind wandering. It is believed that focus back effort reflects executive control and the constraints of thoughts. The method of using focus back effort training to reduce the frequency of mind wandering is beneficial to make up for the resource consumption caused by the de-automation of mindfulness training. From the perspective of cognitive intervention, combined with brain imaging methods, this paper intends to conduct research in the following three aspects. Firstly, behavioral experiments and task-state magnetic resonance imaging data are used in the laboratory to explore the effectiveness of the intervention of focus back effort training on mind wandering and task performance and to reveal its cognitive neural mechanism. Secondly, the laboratory research was extended to life situations to investigate the effects of focus back effort training in life situation. Finally, the research explores the effect of focus back effort training on classroom mind wandering and academic performance of primary and middle school students. The project is conducive to revealing the effectiveness of focus back effort training in reducing mind wandering and uncovering its cognitive neural mechanism, providing a new effective and operable way to reduce mind wandering and task deficits, and revealing the group discrepancy and individual discrepancy of focus back effort training in affecting mind wandering. It also provides a new way to reduce mind wandering in class and improve academic performance.

Keywords: mind wandering, focus back effort training, cognitive neural mechanism, resource control hypothesis, dynamic neural model