

《心理科学进展》审稿意见与作者回应

题目：VR 训练对轻度认知障碍老年人认知功能的影响及神经机制

作者：昌思琴，黄辰，戴元富，蒋长好

第一轮

审稿人 1 意见：

本研究介绍了基于虚拟现实(virtual reality, VR)技术的训练对延缓 MCI 向痴呆的作用，并且详细阐述了 VR 训练能对 MCI 老年人的整体认知功能、记忆、注意和执行功能的干预作用，以及其中设备类型、训练形式和干预内容等因素的影响。文章具有一定参考价值。建议如下：

意见 1：“轻度认知障碍(mild cognitive impairment, MCI)是介于正常老化与痴呆之间的中间态”：轻度认知障碍不一定是老化或者痴呆引起的，所以更不一定是中间态

回应：感谢老师的建议，已修改本句及可能产生歧义的内容。

意见 2：文章对 VR 的界定并不清晰。哪些场景属于 VR？VR 是如何设定的？有什么操作性的空间？VR 和传统场景的区别是什么？

回应：已在前言对 VR 技术、VR 训练、VR 场景做出系统陈述，其中包括其场景特点、与传统场景的区别和可操作性等内容。

意见 3：全文应该指出所指 VR 训练是沉浸式 VR 还是非沉浸式 VR，比如训练形式这里就忽略了这一部分。

回应：已在引用的各项研究中标明所使用 VR 训练的沉浸程度。

意见 4：有关 VR 场景与传统场景训练区别的对比研究应该单独列为一个部分

回应：已修改，在 5.1 节集中讨论了 VR 场景与传统场景训练的对比研究。

意见 5：具体阐述 VR 训练对认知功能等方面的改善的长期追踪效应

回应：已在 5.3 节做出陈述与讨论。

意见 6：文献引用不符合 APA 格式，如(Mrakic-Spota et al., 2018; Thapa et al., 2020; Kang et al., 2021)

回应：已自查全文并修改。①新版 APA 要求多名作者的后缀为“et al.”，然而杂志给出示例和已发表文章中仍采用“et al.”形式，故保留原格式。②Mrakic-Spota, Llinàs-Reglà 类的姓氏表述，经确认为复姓，不能拆分或删除连字符。

意见 7：表述错误：“进行 VR 益智游戏训练的实验组与行传统认知训练的对照组的记忆功能均有显著改善”

回应：已修改。

意见 8: 文中还有修改的痕迹

回应: 已自查并修改。

.....

审稿人 2 意见:

本综述综述了 VR 训练对于老年人认知的改善，既包含了认知、行为的证据，也有相关的神经科学的发现。总体具有一定的理论价值和实践意义，但也存在一些不足。除去标注于文章中的内容，我想重点提以下几个问题：

意见 1: 开篇应当首先对 VR、VR 训练给予更详细的定义和解释，以帮助读者理解综述的脉络和关注点；

回应: 感谢老师的建议，已在前言中对 VR 技术的相关内容进行解释，对 VR 训练做出定义，简介了干预内容和干预形式分类，并注意与后文中的影响因素章节的内容呼应。

意见 2: 直到最后，我还是不能特别理解 VR 训练和游戏训练的差异（作者引用的很多研究似乎是游戏训练，VR 只是改变了训练的场景和卷入度？）

回应: 部分 VR 训练是以游戏或严肃游戏为基础设计的，除了改变场景和卷入度，由于 VR 的特性，其具体内容和完成游戏的方式有所不同。

意见 3: 正因为作者没有特别好的定义 VR，导致让读者很难去真正理解 VR 训练的特异性究竟是什么，以及 VR 训练的起效机制是什么。

回应: 已在前言中对 VR 技术及 VR 训练进行系统定义，并注意引导读者关注 VR 训练与传统训练的差异，并在后文中对 VR 训练能够起效的原因做出了阐释。

意见 4: 前言“然而，VR 训练对于改善 MCI 老年人各项认知功能的效益水平、干预效果的影响因素以及潜在机制仍不清楚。”一句中的“影响因素”指的是干预过程的特征？

回应: 训练中对虚拟环境的沉浸程度、任务形式和内容等因素均对 VR 训练改善 MCI 老年人认知功能的效果有影响，此处以“影响因素”作为待讨论内容的概括，对应文中第三章节“VR 训练改善 MCI 老年人认知功能的影响因素”，并非干预过程的特征。由于本句表述不准，已作出修改。

意见 5: “2.1 整体认知功能”的批注：这不是影响因素，也不是脑机制，现象的研究以前也有？

回应: 是的，由于前人的研究结果在现象方面多有差异，故章节 2 的各个部分陈述了截至目前的最新成果。这些研究使用了不同沉浸程度、形式或内容的 VR 训练，这些都可能是造成现象差异的原因，即可能对 VR 训练的干预效果产生影响，为章节 3 探讨影响因素做出铺垫。

意见 6: “3 VR 训练改善 MCI 老年人认知功能的影响因素”的批注：只介绍了影响因素（VR 训练的特征），但只有 3.2 说明原因（为什么这些因素会影响干预效果//什么样的 VR 训练是好的）

回应: 已在各小节进行了比较完整的原因说明。

意见 7: “3.1 设备类型”第一段前四句的批注：对 VR 设备以及内容的介绍应当放在最开篇，可以使读者了解 VR 干预的特点

回应：已在前言中对 VR 设备及相关内容进行系统介绍，并调整了本章节中对应的内容。

意见 8：“3.2 训练形式”第一段前两句的批注：这一点也可以放到开篇介绍中去

回应：已在前言中加入训练形式的介绍，并调整了本章节中对应的内容。

意见 9：“单项任务或综合性任务”的批注：这和训练形式的关系是什么？还是说这就是联合干预？但是也没说明这个干预怎么“影响”了干预效果，比如和其他的形式相比较

回应：这不是联合干预，联合干预仅指认知训练和身体训练的结合。经考虑，我认为“单项任务或综合性任务”并非单独的形式分类，所以无法和前述认知训练、身体训练及联合训练这些形式做出比较。调整后，选取了部分内容在 3.3 小节进行了讨论。

意见 10：“3.3 干预内容”的批注：干预内容(记忆、计算、注意.....)还是任务内容（情境、设置.....）？

回应：应为任务内容，已修改。原为表述错误，下文内容与修改后小标题对应。

意见 11：“前者还涉及计算能力的训练”的批注：这能算是影响吗，加了计算肯定有计算啊

回应：这不是需要讨论的影响，已删去，其他类似“加了记忆任务有助于提升记忆能力”的内容均已删去。

意见 12：“4 VR 训练下 MCI 老年人的脑功能变化”的批注：这一部分和上一部分缺少联系，影响因素/脑功能变化好像是彼此独立的两个内容；脑功能变化是现象，似乎不能等同于神经机制

回应：本章通过对脑功能变化现象的分析来探究神经机制，当然，完整的神经机制应当结合脑结构、其他神经生理指标等内容进行分析与总结，不过因相关研究暂缺，无法做出具体的讨论，已在 5 问题与展望章节进行总结与讨论。已具体区分“神经机制”与“脑功能”等内容的表述，并在本章节开篇点出已有因素对脑功能变化的影响。由于因素对脑功能变化影响的实证研究较少，因此在 5 问题与展望部分进行了补充讨论。

意见 13：“VR 训练提高认知功能的潜在机制尚不清楚”的批注：VR 干预训练的内核究竟是什么？

回应：已在前言对 VR 训练的定义和实质做出阐述。

意见 14：“静息态脑功能”的批注：典型指标或定义

回应：已补充定义。

意见 15：“任务完成组被试在静息状态和任务状态下的脑区激活水平较弱。基于代偿模型的观点，未完成任务组被试需要更强的大脑激活水平来维持其认知功能。”的批注：这是 VR 训练导致的吗？还是任务本身导致的？这个研究没有非 VR 的对照组

回应：这个研究确实没有非 VR 的对照组，无法做出推论，已在文中写明这一问题。

意见 16：4.2 节“此外.....”段落的批注：只有这一部分涉及了影响因素-脑的关系

回应：其他部分参考这一部分做出了调整，部分内容因关系尚不明朗故在 5 章节问题与展望中进行讨论。

意见 17: 具“5 问题与展望”的批注: 应当结合前述内容讨论, 现在的讨论内容后面两点看起来似乎和影响因素有关, 只有第二点提到了一点神经机制(现象), 但都不具体。

回应: 已依据前述内容整体做出调整。修改后, 先对 VR 训练及传统干预的结果差异做出讨论, 再对影响因素和神经科学的现象与机制进行讨论, 并结合另一位审核老师的意见增加了对长期效应的探讨。

意见 18: “5.1 甄选设备类型, 优化训练设计”的批注: 这和影响因素/脑有什么关系?

回应: 这部分内容涉及及部分对影响因素的讨论, 由于前文“沉浸程度”和“任务内容”这两节对为什么会影响效果的讨论不足, 导致本节中的晕屏症、设备、设计、流程等内容突兀出现, 与全文脱节。修改后保留部分内容并调整至 5.2 节, 结合 3.1 节内容进行了讨论。

第二轮

审稿人 1 意见: 论文基于虚拟现实(virtual reality, VR)技术的训练对延缓 MCI 向痴呆的作用, 并且详细阐述了 VR 训练能对 MCI 老年人的整体认知功能、记忆、注意和执行功能的干预作用, 以及其中设备类型、训练形式和干预内容等因素的影响, 逻辑清晰, 回复得当, 具有一定的前沿价值。建议发表。

审稿人 2 意见: 作者能够较好地回答我之前的问题, 但还有几个小问题希望作者能够解答:

意见 1: VR 沉浸的问题, 是否存在选择性, 进而带来个体效应的差异? 作者一定程度上提到了要提高老年人 VR 沉浸, 但我考虑的是这种沉浸性的差异是否能够被训练或是其他方式改善?

回应: ①感谢您的提问。目前尚无针对“个体选择是否可以带来效应差异”的具体研究, 基于已有研究, 我们认为这种主观选择带来的影响比较有限。有研究表明, MCI 老年人出现的轻微不适症状及焦虑情绪等在进行体验和训练后逐渐改善。而对设备操作、训练内容熟悉以后, 新异体验带来的刺激可能回归到正常水平。在进行正式的 VR 训练前通常需要安排前期培训, 导致个体产生选择倾向的因素在这个阶段得到了一定程度上的平衡, 其带来效果上的差异也会因此减少。但选择性带来的真实影响还需具体的对照研究进行论证, 以上仅为基于已有研究做出的推测。

相关文献:

Goumopoulos, C., Skikos, G., & Frounta, M. (2023). Feasibility and effects of cognitive training with the COGNIPLAT game platform in elderly with mild cognitive impairment: Pilot randomized controlled trial. *Games for Health Journal*, 12(5), 414–425.

Maeng, S., Hong, J. P., Kim, W., Kim, H., Cho, S., Kang, J. M.,... Cho, S. (2021). Effects of virtual reality-based cognitive training in the elderly with and without mild cognitive impairment. *Psychiatry Investigation*, 18(7), 619–627.

Zhu, K., Zhang, Q., He, B., Huang, M., Lin, R.,... Li, H. (2022). Immersive virtual reality-based cognitive intervention for the improvement of cognitive function, depression, and perceived stress in older adults

with mild cognitive impairment and mild dementia: Pilot pre-post study. *JMIR Serious Games*, 10(1), e32117.

②综合目前的研究，我们认为沉浸程度带来的差异可以从训练内容设计、辅助设备两方面得到部分改善。从训练内容设计来看，提高任务趣味性，让整个训练过程更加符合 MCI 老年人的认知程度及行为习惯，可能取得更好的效果。从辅助设备的角度来看，例如现有研究中的一项低沉浸度 VR 训练使用了仿真门把手、方向盘、按钮等装置，让被试在现实环境中操作，与显示屏中的虚拟环境产生互动，相较于只使用触摸屏或鼠标的训练，与虚拟环境契合的辅助设施提高了对任务事件的卷入度。然而，目前尚无相关对照试验，是否能够得到更好的干预效果还需要进一步探索。

相关文献：

Park, J. S., Jung, Y. J., & Lee, G. (2020). Virtual reality-based cognitive-motor rehabilitation in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled study on motivation and cognitive function. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 8(3), 335.

意见 2：目前来看，很多 VR+脑成像的研究，被试量较小，那么这些结论的可推广性究竟如何，也是值得探讨的问题

回应：感谢您指出问题，被试量较小会限制结论的普适性与可推广性，在将结果应用于更广泛的情境中时应谨慎处理。已在问题与展望的 5.4 部分中进行补充强调。

第三轮

编委 1 意见：本论文借助虚拟现实(VR)技术，对 VR 训练能否改善轻度认知障碍(MCI)老年人的整体认知功能、记忆，注意和执行功能等进行了梳理，具有较为重要的理论和现实意义。同意发表。

编委 2 意见：同意发表。

主编意见：稿件经过多位专家的审阅，作者进行了认真的修改，达到发表水平，同意发表。