

• 专科护理 •
• 论 著 •

基于生态瞬时评估与干预的垂体腺瘤患者认知障碍管理平台的开发与可用性评价

宋蓓蓓^{1,2,5}, 谢玉环², 余艳丽², 阮佳佳³, 胡敏¹, 黄欣欣¹, 张新新¹, 吴青秋¹, 胡少华^{1,4}

摘要:目的 开发垂体腺瘤患者认知障碍管理平台,并进行可用性评价,为垂体腺瘤患者认知障碍管理提供参考。方法 基于生态瞬时评估与干预理论并结合人工神经网络技术,构建垂体腺瘤患者认知障碍管理平台。通过目的抽样法招募 10 例患者及 12 名医护人员开展平台初步试用与半结构式访谈,收集反馈后优化平台。随后采用便利抽样法招募 76 例患者及 72 名医护人员试用优化后的平台,评价平台可用性。结果 患者与医护人员研究后系统可用性问卷各维度及整体评价得分比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),且得分均 > 4.0 。结论 本平台可用性评价良好,可作为患者远程认知支持与训练的工具。

关键词:垂体腺瘤; 认知障碍; 生态瞬时评估; 生态瞬时干预; 人工神经网络; 小程序; 可用性; 护理

中图分类号:R473.6 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2026.09.030

Development and usability evaluation of a cognitive impairment management platform for patients with pituitary adenoma based on ecological momentary assessment and intervention

Song Beibei, Xie Yuhuan, Yu Yanli, Ruan Jiajia, Hu Min, Huang Xinxin, Zhang Xinxin, Wu Qingqiu, Hu Shaohua. School of Nursing, Anhui Medical University, Hefei 230032, China

Abstract: **Objective** To develop a cognitive impairment management platform for patients with pituitary adenoma, and to evaluate its usability, so as to provide a reference for the management of cognitive impairment in this population. **Methods** Based on the theory of ecological momentary assessment and intervention and integrated with artificial neural network technology, a cognitive impairment management platform for patients with pituitary adenoma was developed. Using purposive sampling, 10 patients and 12 healthcare professionals were recruited for preliminary platform testing and semi-structured interviews, and the platform was optimized based on their feedback. Subsequently, 76 patients and 72 healthcare professionals were recruited by convenience sampling to use the optimized platform, and its usability was evaluated. **Results** There were no statistically significant differences between patients and healthcare professionals in the scores of all dimensions and the overall rating of the Post-Study System Usability Questionnaire (all $P > 0.05$), and all scores were more than 4.0. **Conclusion** The platform demonstrates good usability and may serve as a tool for remote cognitive support and training for patients with pituitary adenoma.

Keywords: pituitary adenoma; cognitive impairment; ecological momentary assessment; ecological momentary intervention; artificial neural network; mini-program; usability; nursing

垂体腺瘤是常见的颅内良性肿瘤,占颅内肿瘤的10%~20%^[1]。肿瘤本身及手术治疗可累及视交叉及相关神经通路,垂体功能受损所致激素分泌节律紊乱也会影响认知功能^[2-3]。据报道,多数无功能型垂体腺瘤患者在治疗前后存在认知障碍^[4],而术后仅37%的患者认知有一定改善^[5]。患者常伴激素紊乱、视力视野受损及液体出入量失衡等并发症,可能进一

步影响认知恢复^[3,6-7]。垂体腺瘤患者认知状态在病程与康复过程中波动明显,与激素水平变化密切相关^[3,8],且多认知领域受损较为常见^[2]。尽管疾病导致激素紊乱,但晨峰晚谷的节律性差异仍然存在,因此选择早晚作为关键窗口有助于捕捉与激素相关的认知波动^[9]。固定时间的单次评估或固定干预方案难以匹配患者当下能力,可能影响干预效果并增加负担。因此,有必要在关键时段开展重复评估,动态识别受损领域与变化趋势,并据此调整干预任务。生态瞬时评估(Ecological Momentary Assessment, EMA)可在自然环境中实时、重复采集信息以减少回忆偏倚^[10];生态瞬时干预(Ecological Momentary Intervention, EMI)可依据评估结果提供个体化支持^[11]。两者已用于临床护理及健康行为促进等领域^[10-11]。在此基础上,平台基于患者评估数据引入人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)辅助

作者单位:1. 安徽医科大学护理学院(安徽 合肥,230032);安徽医科大学第一附属医院 2. 神经外科 3. 急诊内科 4. 护理部 5. 安徽医科大学泰康康养产业研究院

通信作者:胡少华, hushaohua1003@126.com

宋蓓蓓:女,硕士,主管护师, songbeibeiafy@163.com

科研项目:安徽省转化医学研究院护理学联合专项课题(2024zhyx-hl-B26);安徽医科大学护理学院研究生青苗培育项目(Hlqm12025119)

收稿:2025-12-10;修回:2026-02-10

分析,用于认知训练领域选择与训练难度调整^[12]。微信小程序无需下载安装即可使用,为患者提供方便高效的认知管理工具^[13]。本研究基于 EMA 与 EMI 并结合 ANN 开发“e 护心灵航标”微信小程序,评价其可用性,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2025 年 1—4 月,采用便利抽样法招募安徽医科大学第一附属医院神经外科垂体腺瘤患者和医护人员为平台可用性评价对象。研究样本主要用于研究后系统可用性问卷(Post-Study System Usability Questionnaire, PSSUQ)内部一致性信度的评价,采用 Cronbach's α 系数进行检验。参考 Bujang 等^[14]关于问卷信度研究样本量的建议,在 $\alpha=0.05$ 、检验效能 0.80 条件下,最低样本量为 24,考虑 20% 无应答,应不少于 30。患者纳入标准:①经影像学或病理学确诊为垂体腺瘤;②年龄 ≥ 18 岁,无严重躯体疾病或明显精神问题;③具备基本沟通和智能手机使用能力,能独立或在家属协助下使用微信小程序;④自愿参与研究,并签署知情同意书。排除标准:①既往患有其他神经系统疾病或严重精神疾病;②并存严重认知障碍或心理疾病;③并存严重视听障碍;④同期参与其他干预性研究。医护人员纳入标准:①神经外科临床护士或医生;②自愿参与研究并签署知情同意书。剔除未完成平台试用和/或未完成 PSSUQ 问卷填写者。本研究经安徽医科大学第一附属医院临床研究伦理委员会批准(PJ2024-13-71)。共招募 76 例患者和 72 名医护参与试用,患者和医护人员有效问卷各 72 份。患者中男 35 例,女 37 例;年龄 18~78 (50.7 \pm 13.4)岁;文化程度为初中及以下 52 例,高中或中专 9 例,大专 3 例,本科及以上 8 例;既往微信小程序使用经验为经常使用 60 例,很少或从不 12 例。医护人员中男 33 名,女 39 名;年龄 26~56 (38.3 \pm 8.0)岁;护士 41 名,医生 31 名;本科 41 名,硕士及以上 31 名;工作年限 4~33 年(13.6 \pm 7.6)年;初级职称 18 名,中级 39 名,高级 15 名。

1.2 方法

1.2.1 组建跨学科团队

团队成员包括护理部主任 1 名、神经外科护士长 1 名、神经外科主管护师 3 名、护理研究生 1 名;神经外科主任医师、内分泌科主任医师、康复科主任医师和精神心理护理研究领域教授各 1 名;并邀请院内信息中心技师 2 名和软件开发工程师 3 名参与项目。护理部主任与神经外科主任医师负责项目指导与跨科协调,审核平台设计方案及发布内容;神经外科护士长负责日常沟通协调并在平台建成后组织推广;主管护师与护理研究生拟订平台设计方案并实施可用性评价;内分泌科专家论证激素监测方案与评估时间窗口;康复科专家对接康复路径并评估训练时间合理性;护理学教授审查训练游戏的科

学性;信息中心技师与软件工程师负责信息架构与数据安全、前后端开发与接口对接、功能测试与维护。

1.2.2 理论框架与平台设计

①EMA 和 EMI 在平台中的运用:基于 EMA 理论,平台通过微信小程序内置的快速认知评估任务实施 EMA,在患者自然情境下每日早晚各开展 1 次评估,每次约 4 min,并自动记录评估得分、反应时间和错误次数,形成短时多次的连续监测;基于 EMI 理论,平台在每次评估后即时推送个性化训练任务,确保干预与患者当前能力相匹配,并在医护端以可视化形式支持护理干预。平台采用先评估后干预的流程,以适应垂体腺瘤患者认知波动与个体差异,并控制训练负担。②平台设计与 ANN 技术的应用:为实现 EMA 到 EMI 的有效衔接,平台将评估的特征数据(得分、反应时间、错误次数)输入 ANN 以刻画当下认知波动^[15],据此生成训练领域与难度建议。ANN 输入为每日 2 次 \times 每次 2 项任务 \times 3 个特征数据=12 个特征;特征先归一化,缺失以 0 补齐以保持维度一致,并在十折交叉验证中进行敏感性分析以评估稳健性。网络包含两层隐藏层(24、12 节点),输出层 3 个节点对应“提高、维持、降低”训练难度,采用 Softmax 给出各决策的概率分布;训练采用交叉熵损失与 Adam 优化,并结合 Dropout(0.5)与 L2 正则以降低过拟合;以十折交叉验证评估稳定性,主要指标为准确率、召回率、F1 分数。该功能仅用于训练推荐与难度设定,非医疗诊断;数据去标识化并加密传输,医护可在必要时人工调整或替换系统建议。

1.2.3 技术架构

平台采用“用户应用层—业务服务层—数据层”的三层架构。用户应用层包括医护端和患者端。业务服务层负责信息与任务管理、随访提醒等业务,在早晚触发评估,并由 ANN 提取评估特征数据生成干预策略、动态推送匹配的任务与难度。数据层以 MySQL 统一管理平台产生的全部数据,包括结构化数据(如基本信息、任务数据、评估结果)和非结构化数据(如患者的文字反馈)。用户应用层与业务服务层协同,实现数据的实时处理与反馈。该平台已在中国版权保护中心完成登记(2025SR0607157),图 1 为平台技术架构图。

1.2.4 设计功能模块

1.2.4.1 EMA 模块

平台在患者日常生活环境中进行短时评估。参考激素晨峰晚谷节律与认知表现的相关性^[9],平台于每日 7:00 和 19:00 固定推送评估(分别覆盖 07:00—09:00 和 19:00—24:00)。通过微信小程序消息提醒患者;若患者未开始评估,60 min 后追加 1 次提醒;未完成计为缺失并顺延至下一时段。参考 Moore 等^[16]的研究,每次推送两项任务。①核心记忆任务[移动式言语学习测验(Mobile Verbal Learning Test, mVLT)的即时回忆与延迟回

忆^[17]；因记忆力与注意力、信息加工等认知功能相关^[18]，因此作为纵向追踪的稳定指标。②随机任务（如注意力领域 Odd-One-Out 任务^[19]），平台按预设策略在注意力、执行功能和视觉空间功能等患者常受损领域轮流抽取，用于动态监测认知功能的变化。评估完成后，数据即时上传后台。

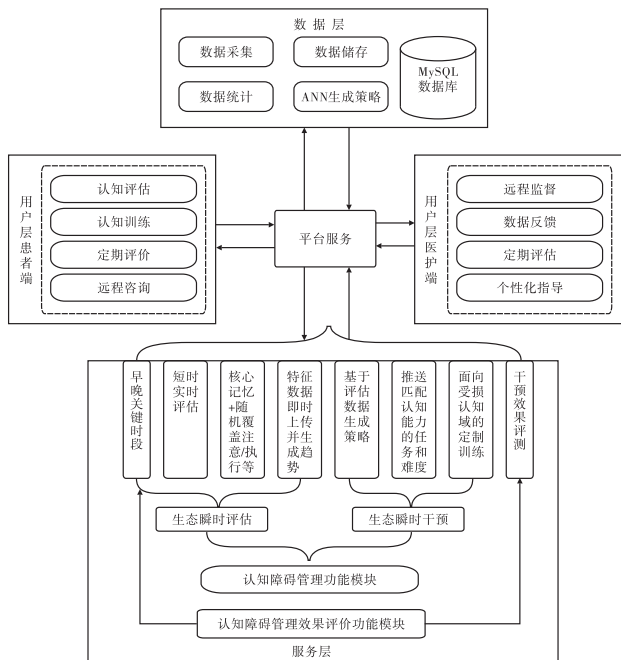


图1 “e护心灵航标”平台技术框架图

1.2.4.2 EMI 模块 根据 EMI 理论，每次评估后由 ANN 分析特征数据，生成本次训练的领域与难度等级（简单、中等、困难），并推送相应训练任务。针对垂体腺瘤患者常见的工作记忆、执行功能、注意力等多域受损特征，平台选取具有靶向性的训练任务，如科西方块敲击任务（视觉空间记忆）^[20]、威斯康星卡片分类任务（执行功能）^[21]、N-Back 任务（注意力）^[22] 等。训练安排遵循以下原则：优先训练本次评估中较弱或出现下降的领域；当评估表现较好时适当提高难度以维持水平；控制单次时长与节奏以避免负担；根据评估结果有计划地在不同领域间安排训练，通过多领域联合训练提升整体认知功能。训练结束后数据回传并纳入个体趋势与干预记录，患者端提供即时反馈（如得分、错误率）以增强训练动机。平台根据患者表现与反馈自动调整任务难度以避免过度负担^[23]，医护人员可通过医护端监督训练进展并在必要时进行人工调整与指导，以确保干预强度适宜并及时解决出现的问题。

1.2.4.3 认知障碍管理效果评价功能模块 使用蒙特利尔认知评估量表（Montreal Cognitive Assessment, MoCA）追踪患者认知功能的变化趋势^[24]。患者首次登录平台时完成 MoCA 基线评估，术后 1 周、1 个月和 3 个月，平台推送 MoCA 复评，平台同步生

成认知趋势图，患者可直观查看评估结果的变化轨迹。

1.2.5 平台优化

1.2.5.1 对象 采用目的抽样并按照最大差异原则招募垂体腺瘤患者和神经外科医护人员进行线下半结构式访谈，患者的纳入标准同研究对象，医护人员需自愿参与平台试用并配合访谈。最终共访谈 10 例患者和 12 名医护人员。垂体腺瘤患者 10 例，其中男 5 例，女 5 例；年龄 21~67(39.4±14.0)岁；文化程度为小学 1 例，初中 2 例，中专 1 例，高中 1 例，大专 2 例，本科 2 例，硕士 1 例；既往有小程序使用经验者 9 例。纳入医护人员 12 名，其中男 6 名，女 6 名；工作年限 4~33(15.2±9.2)年；博士 6 名，硕士 1 名，本科 5 名；主任医师 4 名，副主任医师 1 名，医师 1 名，副主任护师 1 名，主管护师 4 名，护师 1 名；有小程序开发经验者 2 名。

1.2.5.2 用户反馈与平台优化 本研究以技术接受模型（Technology Acceptance Model, TAM）为框架^[25]，围绕感知易用性、感知有用性和使用意向开展一对一半结构式访谈，每次 30~45 min，全程录音并转录成文字。资料分析采用定向内容分析法^[26]。根据访谈反馈对平台进行迭代优化，优化后的平台版本用于后续量化可用性调查。①感知易用性与流程优化。用户普遍认为平台界面简洁、模块划分清晰、操作流程较易掌握，但在评估与训练衔接、页面跳转等环节仍存在重复点击与流程不够顺畅的问题，部分用户提出关键操作节点需要更明确的提示与引导，尤其是老年患者。针对上述反馈，删减非必要步骤并合并部分界面，减少重复点击，按流程优化任务衔接，实现评估与训练的自动跳转。在关键操作节点新增语音提示和操作引导，增大主要文字和按钮的字体及面积，优化界面布局，以提升可读性与可操作性。②感知有用性与内容匹配。用户认为平台评估和训练内容与认知管理需求匹配，训练反馈与趋势展示有助于了解训练变化并支持随访管理。本轮迭代未调整评估与训练内容，主要根据反馈完善操作流程与使用体验。③使用意向与改进需求。部分用户反映单次任务持续时间偏长，连续操作后易出现疲劳，且希望在任务中断后可继续完成。针对上述反馈，将单次认知训练时间由约 15 min 调整为约 10 min，并完善任务中断后继续完成相关功能设计。

1.2.5.3 优化后平台应用流程 患者首次使用平台时填写基本信息并完成 MoCA 基线评估。平台按预设时间推送评估与认知训练任务，患者根据提示完成；如未在规定时间内完成任务，平台自动发送提醒，促进训练按计划进行。平台在患者术后 1 周、1 个月和 3 个月分别推送 MoCA 复评。医护人员通过医护端查看患者评估结果、训练记录及认知趋势图；如发现认知功能下降或训练依从性欠佳，可通过平台与患

者沟通并给予针对性指导。患者可通过远程咨询反馈主观感受与问题,医护人员据此调整训练内容与难度并提供支持,形成双向互动。

1.3 评价方法 患者住院期间在护士指导下每日早晚使用平台完成评估与训练,出院后延续使用 1 周。医护人员同期使用医护端查看评估结果、训练记录及认知趋势图并提供指导。平台试用后,向垂体腺瘤患者及医护人员发放 PSSUQ^[27-28] 进行调查。PSSUQ 问卷共 16 个条目,有用性为条目 1~6 的平均值,信息质量为条目 7~12 的平均值,界面质量为条目 13~15 的平均值,整体评价为条目 1~16 得分的平均值。各条目采用 Likert 5 级评分(1=非常不同意,5=非常同意),得分越高表示满意度越高。医护人员在科室现场填写后回收;患者在完成试用后通过微信小程序填写并提交,系统自动回收。

1.4 统计学方法 采用 SPSS26.0 软件进行统计描述和分析。PSSUQ 信度采用 Cronbach's α 系数,以评价量表内部一致性。患者与医护人员 PSSUQ 各维度及总分比较采用 Welch t 检验,并报告均值差及 95%CI。效应量以 Cohen's d 表示,用于反映组间差异大小。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

PSSUQ 内部一致性信度良好,患者总体 Cronbach's α 系数为 0.973,各维度为 0.856~0.933;医护人员总体 Cronbach's α 系数为 0.972,各维度为 0.858~0.941。患者和医护人员 PSSUQ 得分及比较见表 1。患者和医护人员各维度及整体评价的均值差 Δ 的 95%CI 均包含 0, Welch t 检验结果显示差异无统计学意义(均 $P>0.05$),且效应量 Cohen's d 的绝对值均小于 0.20,提示不同用户对平台可用性的评价基本一致。

表 1 患者和医护人员 PSSUQ 得分及比较
分, $\bar{x} \pm s$

组别	例/人数	有用性	信息质量	界面质量	整体评价
患者	72	4.20±0.49	4.13±0.53	4.19±0.61	4.17±0.50
医护	72	4.23±0.61	4.20±0.64	4.21±0.64	4.22±0.55
均值差 Δ		-0.03	-0.07	-0.02	-0.05
95%CI		(-0.21, 0.15)	(-0.26, 0.12)	(-0.23, 0.19)	(-0.22, 0.12)
t		0.301	0.661	0.223	0.565
P		0.764	0.510	0.824	0.573
Cohen's d		-0.054	-0.119	-0.032	-0.095

3 讨论

3.1 平台研发的意义及科学性 近二十年垂体腺瘤发病率逐年上升,患者受激素波动、肿瘤压迫及手术干预影响,常出现记忆力下降、注意力不集中和执行功能减退等认知障碍表现,而国内相关护理干预关注有限,缺乏有效解决方案^[8]。在《全国护理事业发展规划(2021—2025 年)》倡导智慧护理与以患者为中心护理模式的要求下^[29],需要远程连续的个性化认知管理工具以满足垂体腺瘤患者在不同康复阶段的

认知管理需求。本平台依托微信小程序实施短时评估并向患者与医护端呈现关键指标与趋势;系统采用多层前馈 ANN 学习多项特征的非线性关系,判定训练领域与难度,并按 EMI 原则即时推送训练。为降低风险,采用正则化与十折交叉验证^[15],并设置异常提醒与人工复核;ANN 的局限在于对数据质量依赖、可解释性一般,后续将通过扩大样本、优化输入等方式加以改进。平台将评估、干预与随访整合,并同步记录激素波动、视力视野受损及液体出入量等信息,便于护理人员据此调整策略并减少重复评估工作量。平台流程采用先评估后干预的设计。垂体腺瘤患者认知受激素影响存在波动^[2,8],直接训练可能与当下能力不匹配,增加负担并影响效果。受损认知领域及严重度存在个体差异^[2],评估先行可明确训练目标与难度,提高干预针对性。患者常伴疲劳、视力和视野受损及情绪负担^[7-8],先评估便于设定低负担起点并逐步推进,以提高依从性与安全性。

3.2 平台可用性良好 根据 WHO 发布的移动健康干预评估指南^[30],本研究采用 PSSUQ 问卷结合访谈,评估平台试用效果。表 1 显示,患者端与医护端在各维度评分均超过 4.0 分,提示平台在患者使用与临床应用两端均获得较好的主观可用性评价。患者端与医护端评分整体接近,各维度两端差异幅度较小,效应量绝对值均不超过 0.119,未提示具有实际意义的组间差异。原因可能在于平台提供训练反馈与趋势展示,并支持干预记录与过程追踪,使医护能够据此开展随访管理,患者也能直观感知训练进展;同时,简明文字说明、语音提示与任务自动跳转等设计降低了操作负担。访谈反馈同样显示平台界面简洁、操作流畅、模块清晰,与量化结果一致,进一步支持平台具备推广应用的可行性。

4 结论

本研究开发了用于垂体腺瘤患者的认知障碍管理平台,通过微信小程序实现实时评估,并根据评估结果匹配训练内容与难度,帮助患者在不同阶段获得与其状态相符的干预,满足连续性认知管理需求。PSSUQ 量化评价显示平台可用性良好,访谈反馈用于指导平台优化并补充用户体验信息。下一步将开展随机对照试验验证平台有效性;同时引入激素数据、可穿戴设备与影像学数据开展多模态融合分析,以强化识别与干预的准确性。

参考文献:

[1] 陈逸浩,王卫宁,朱玉连.基于视感知分级模型下脑垂体瘤术后视功能的作业治疗研究进展[J].中国康复医学杂志,2023,38(11):1623-1627.

[2] Young T C, Lin K Y, Li W C, et al. The impact of pituitary adenomas on cognitive performance: a systematic review [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2025, 16: 1534635.

- [3] 陈赛男,崔思远,王清. 垂体神经内分泌肿瘤发生神经精神障碍研究进展[J]. 中国神经精神疾病杂志,2024,50(6):369-374.
- [4] Butterbrod E, Gehring K, Voormolen E H, et al. Cognitive functioning in patients with nonfunctioning pituitary adenoma before and after endoscopic endonasal transphenoidal surgery[J]. *J Neurosurg*,2019,133(3):709-716.
- [5] Krabbe D, Abzhandadze T, Skoglund T, et al. Cognitive function and fatigue before and after transsphenoidal surgery in patients with pituitary adenoma: a prospective study[J]. *Pituitary*,2025,28(3):54-62.
- [6] Adrogué H J, Tucker B M, Madias N E. Diagnosis and management of hyponatremia: a review [J]. *JAMA*,2022,328(3):280-291.
- [7] Luo L, Jiang N, Zheng X, et al. Effect of visual impairment on subjective cognitive decline in older adults: a cross-sectional study in China[J]. *BMJ Open*,2024,14(4):e072626.
- [8] 杨靖云,谢冠玲,姚顺. 垂体神经内分泌肿瘤患者并发认知障碍及情绪异常研究进展[J]. 中国神经精神疾病杂志,2025,51(4):246-251.
- [9] Bowles N P, Thosar S S, Butler M P, et al. The circadian system modulates the cortisol awakening response in humans[J]. *Front Neurosci*,2022,16:995452.
- [10] 韩娜,陈梦雨,李洋,等. 生态瞬时评估在临床护理中的应用进展[J]. 护理学杂志,2025,40(14):20-24.
- [11] 张祎,徐岚,潘习,等. 生态瞬时干预在健康行为促进中的应用进展[J]. 护理学杂志,2024,39(2):116-121.
- [12] Xinran Z, Shumei Z, Xueying Z, et al. Construction of a predictive model for cognitive impairment risk in patients with advanced cancer[J]. *Int J Nurs Pract*,2023,29(4):e13140.
- [13] 赵茜,施如春,孟爱凤,等. 肿瘤患者中心静脉通路装置居家护理平台的研发及应用[J]. 护理学杂志,2020,35(21):50-53.
- [14] Bujang M A, Omar E D, Foo D H P, et al. Sample size determination for conducting a pilot study to assess reliability of a questionnaire[J]. *Restor Dent Endod*,2024,49(1):e3.
- [15] Rmus M, Pan T F, Xia L, et al. Artificial neural networks for model identification and parameter estimation in computational cognitive models [J]. *PLoS Comput Biol*,2024,20(5):e1012119.
- [16] Moore R C, Parrish E M, Van Patten R, et al. Initial psychometric properties of 7 neurox remote ecological momentary cognitive tests among people with bipolar disorder: validation study[J]. *J Med Internet Res*,2022,24(7):e36665.
- [17] Moore R C, Paolillo E W, Sundermann E E, et al. Validation of the mobile verbal learning test: illustration of its use for age and disease-related cognitive deficits[J]. *Int J Methods Psychiatr Res*,2021,30(1):e1859.
- [18] Liu Y, Zeng Z, Huang S, et al. Brain activation during working memory task in amnesic mild cognitive impairment patients and its association with memory and attention[J]. *J Alzheimers Dis*,2023,91(2):863-875.
- [19] Schönmann I, Künstle D E, Wichmann F A. Using an Odd-One-Out design affects consistency, agreement and decision criteria in similarity judgement tasks involving natural images[J]. *J Vis*,2022,22(14):3232.
- [20] Schaefer S Y, Hooyman A, Haikalis N K, et al. Efficacy of Corsi Block Tapping Task training for improving visuospatial skills: a non-randomized two-group study [J]. *Exp Brain Res*,2022,240(11):3023-3032.
- [21] Teubner-Rhodes S, Vaden K I, Dubno J R, et al. Cognitive persistence: development and validation of a novel measure from the Wisconsin Card Sorting Test[J]. *Neuropsychologia*,2017,102:95-108.
- [22] Guo A, Yang W, Yang X, et al. Audiovisualn-back training alters the neural processes of working memory and audiovisual integration: evidence of changes in ERPs[J]. *Brain Sci*,2023,13(7):992.
- [23] Chae H J, Kim C H, Lee S H. Development of an evidence-based cognitive training application for elderly individuals with cognitive dysfunction[J]. *Healthcare (Basel)*,2025,13(3):215.
- [24] Jammula V, Rogers J L, Vera E, et al. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in neuro-oncology: a pilot study of feasibility and utility in telehealth and in-person clinical assessments [J]. *Neurooncol Pract*,2022;9(5):429-440.
- [25] Park J H, Lee C W, Do C. Examining users' acceptance intention of health applications based on the technology acceptance model[J]. *Healthcare (Basel)*,2025,13(6):596.
- [26] Hsieh H F, Shannon S E. Three approaches to qualitative content analysis[J]. *Qual Health Res*,2005,15(9):1277-1288.
- [27] Lewis J R. Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies[J]. *Int J Hum Comput Interact*,2002,14(3-4):463-488.
- [28] 耿朝辉. 基于乳腺癌患者化疗期体力活动规律的移动医疗干预研究[D]. 上海:中国人民解放军海军军医大学,2018.
- [29] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 全国护理事业发展规划(2021—2025年)[EB/OL]. (2022-04-29)[2025-11-10]. <https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202205/5c2de667011449428655582e19a6c9bd.shtml>.
- [30] Agarwal S, LeFevre A E, Lee J, et al. Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) checklist[J]. *BMJ*,2016,352:i1174.