Science Research
2026, Vol. 14, No. 6, pp. 471–476
https://doi.org/10.11648/j.sr.20261406.22

Research Article

Effectiveness of an Intelligent Psychological Robot with an Embedded Solution-Focused Brief Therapy (SFBT) Module on Anxiety, Depression and Burnout Among Clinical Nurses: A Randomized Controlled Trial

Zhengchang Jia[1, *], Ruibin Wang[2], Shouhu Chen[3], Jinfeng Geng[1], Xiuping Tian[4], Guowen Liu[5]

[1]Department of Neurology, Jinzhong Second People's Hospital, Jinzhong, China
[2]Department of Orthopedics, Jinzhong Second People's Hospital, Jinzhong, China
[3]Department of Medical Affairs, Jinzhong Second People's Hospital, Jinzhong, China
[4]Department of Nursing, Jinzhong Second People's Hospital, Jinzhong, China
[5]Department of Cardiothoracic Surgery, Jinzhong Second People's Hospital, Jinzhong, China

Abstract

Objective: To evaluate the intervention effect of an intelligent psychological robot with an embedded solution-focused brief therapy (SFBT) module on anxiety, depression and burnout among clinical nurses. Methods: A randomized controlled trial was conducted in a tertiary general hospital. Sixty registered nurses were randomly assigned (1:1) to the experimental group (n=30) and the control group (n=30). The control group received 8 weeks of routine psychological support, while the experimental group additionally received an 8-week intelligent psychological robot intervention, with SFBT as the core module, supplemented by psychological counseling, emotional awareness and relaxation training modules. The Generalized Anxiety Disorder-7 (GAD-7), Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9) and Maslach Burnout Inventory-Human Services Survey (MBI-HSS) were administered at baseline (T0) and after 8 weeks (T1). Results: A total of 58 nurses completed the study (29 in each group). After intervention, the scores of GAD-7 (7.82±3.11 vs. 9.45±2.86), PHQ-9 (7.24±3.05 vs. 9.02±2.91), MBI emotional exhaustion (20.45±6.82 vs. 25.31±7.14) and depersonalization (6.23±2.95 vs. 7.96±3.28) in the experimental group were significantly lower than those in the control group, while the personal accomplishment score (29.72±5.86 vs. 26.35±6.13) was significantly higher ($P<0.05$). The between-group effect sizes were d=0.62 for GAD-7, d=0.71 for PHQ-9, d=0.78 for emotional exhaustion, d=0.56 for depersonalization and d=0.53 for personal accomplishment. Conclusion: The intelligent psychological robot with an embedded SFBT module can effectively alleviate anxiety and depression and reduce burnout among nurses, providing an accessible digital intervention pathway for promoting nurses' mental health.

Keywords

Solution-Focused Brief Therapy, Intelligent Psychological Robot, Anxiety, Depression, Burnout, Randomized Controlled Trial

*Correspondence: Zhengchang Jia (wyrjzc@163.com)

Received: 8 October 2026; **Accepted:** 18 November 2026; **Published:** 25 November 2026

Copyright: © The Author(s), 2026. Published by Science Publishing Group. This is an **Open Access** article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

植入焦点解决短期治疗模块的智能心理机器人对临床护士焦虑、抑郁及职业倦怠的干预效果：一项随机对照试验

贾正常[1,*]，王瑞斌[2]，陈寿虎[3]，耿金凤[1]，田秀平[4]，柳国文[5]

[1]晋中市第二人民医院神经内科，晋中，中国

[2]晋中市第二人民医院骨科，晋中，中国

[3]晋中市第二人民医院医务科，晋中，中国

[4]晋中市第二人民医院护理部，晋中，中国

[5]晋中市第二人民医院胸心外科，晋中，中国

摘要

目的：评价植入焦点解决短期治疗（SFBT）模块的智能心理机器人对临床护士焦虑、抑郁及职业倦怠的干预效果。方法：采用随机对照试验设计，在某三级综合医院选取 60 名在职护士，按 1∶1 比例随机分为实验组（n=30）和对照组（n=30）。对照组接受 8 周常规心理支持，实验组在常规心理支持基础上接受为期 8 周的智能心理机器人干预，机器人以 SFBT 为核心模块，辅以心理教育、情绪觉察与放松训练模块。于基线（T0）和干预 8 周后（T1）采用广泛性焦虑障碍量表（GAD-7）、患者健康问卷（PHQ-9）和 Maslach 职业倦怠量表（MBI-HSS）进行评估。结果：共 58 名护士完成研究（实验组 29 名，对照组 29 名）。干预后，实验组 GAD-7（7.82±3.11 vs. 9.45±2.86）、PHQ-9（7.24±3.05 vs. 9.02±2.91）、MBI 情感衰竭（20.45±6.82 vs. 25.31±7.14）与去人格化（6.23±2.95 vs. 7.96±3.28）得分均显著低于对照组，个人成就感得分（29.72±5.86 vs. 26.35±6.13）显著高于对照组（P<0.05）。组间效应量分别为 GAD-7 d=0.62、PHQ-9 d=0.71、情感衰竭 d=0.78、去人格化 d=0.56、个人成就感 d=0.53。结论：植入 SFBT 的智能心理机器人可有效缓解护士焦虑、抑郁情绪并减轻职业倦怠，为护士心理健康促进提供了一种可及性较高的数字化干预路径。

关键词

焦点解决短期治疗，智能心理机器人，焦虑，抑郁，职业倦怠，随机对照试验

1. 引言

护士是职业倦怠和情绪困扰的高风险群体[1]。一项纳入4865名中国公立医院护士的多阶段随机抽样调查显示，50.7%的护士情感衰竭处于中高水平，32.8%存在中高水平的去人格化，80.4%的个人成就感处于低至中等水平[2]。护士群体的抑郁与焦虑症状同样突出，一项2023—2024年的基线调查报告护士抑郁症状检出率为55.2%、焦虑症状检出率为39.3%[3]。焦虑、抑郁与职业倦怠不仅损害护士自身的生活质量与职业认同，也与护理质量下降和不良安全结局的风险上升相关联[4]。然而，面向护士的心理支持在实际临床场景中仍面临结构性障碍：传统面对面心理干预受时间、场地和人力资源限制，护士因倒班难以规律参与；病耻感、隐私顾虑以及对职业影响的担忧亦抑制主动求助行为。

焦点解决短期治疗（SFBT）以建构解决之道为导向，其核心治疗技术包括奇迹询问、例外询问与评量询问[5]，引导个体从对“问题”的反复关注转向对已有资源、有效应对模式和可观察小进步的识别。SFBT的简短性与结构化特征使其与护理实践具有较好的兼容性：一项针对护理人员的质性研究指出，SFBT“简洁、聚焦于优势”的特点使其“可以由护士和一般卫生工作者实施”[6]；亦有证据表明护士经过短期培训即可将SFBT整合入日常实践[7]。在效果层面，Kong等开展的一项针对中国护士的随机对照试验显示，基于跨学科合作的SFBT干预能够降低工作压力与

倦怠并提升积极应对方式，为SFBT在护士群体中的应用提供了直接的RCT证据[8]。一项2023年的分析进一步支持SFBT在社区服务情境中对抑郁和心理社会结局的干预效果（g=0.654）[9]。

与此同时，数字心理健康干预的迅速发展为克服传统心理服务的可及性瓶颈提供了新路径。叙述性综述表明，基于网络的自助式数字干预在改善医护人员倦怠、心理健康及职业结局方面呈现出积极信号，且使用者接受度良好[10]。交互式聊天机器人在这一领域尤为值得关注：一项在马拉维卫生工作者中开展的两臂随机对照试验（n=1,584）显示，经过8周干预，交互式聊天机器人Vitalk在抑郁（差值−0.68，95% CI −1.15~−0.21）、焦虑（−0.44，95% CI −0.88~0.01）及倦怠（−0.58，95% CI −1.32~0.15）上均优于被动网络资源对照组，效应量达到中等水平[11]。一项在香港开展的RCT进一步表明，AI聊天机器人在减轻焦虑和抑郁方面与人工护士热线效果相当，提示其可作为传统心理服务的可行补充[12]。数字载体的匿名性、即时性与不受地理和排班限制的特点，恰好回应了护士群体求助行为的核心障碍[13]。然而，现有聊天机器人干预多基于认知行为或正念框架，将SFBT的系统性治疗逻辑——而非仅仅其“简短”的形式特征——嵌入智能机器人并用于护士群体的随机对照证据仍十分有限。本研究在智能心理机器人中植入SFBT核心模块，同时整合心理疏导、情绪觉察与放松训练等辅助模块，采用随机对照试验设计，检验该干预对临床护士焦虑、抑郁及职业倦怠的影响，以期为护士心理健康的数字化促进策略提供依据。

2. 对象与方法

2.1. 研究设计与参与者

本研究为随机对照试验。纳入标准：（1）持有护士执业资格证且在临床护理岗位工作≥1年；（2）知情同意并自愿参与。排除标准：（1）正在接受精神科治疗或服用精神类药物；（2）既往诊断为严重精神障碍；（3）近3个月内经历重大生活事件；（4）正在参与其他心理干预项目。样本量参照Kong等SFBT护士RCT的设计与效应量估算，按双侧α=0.05、1−β=0.80、预期效应量d=0.80计算，每组约需26例，考虑10%~15%的脱落率，每组纳入30例。最终纳入60名护士，使用计算机生成的随机数字序列按1∶1分配至实验组和对照组。由于干预性质，参与者与干预实施者无法设盲，但参与者自评结局无法设盲，数据收集、数据清理与统计分析由不知分组情况的独立人员完成。本研究经医院伦理委员会批准，所有参与者签署知情同意书。

2.2. 干预方案

对照组：接受为期8周的常规心理支持，包括院内心理健康宣教资料的发放及常规心理援助渠道告知，不接入智能心理机器人。

实验组：在常规心理支持基础上接受为期8周的智能心理机器人干预。机器人以SFBT为核心理论框架，围绕四个功能模块运行：（1）SFBT核心对话模块：通过结构化对话序列，引导护士从“问题叙事”转向“解决叙事”，典型交互包括奇迹询问、例外询问与评量询问，并落地为“例外探寻与资源挖掘”“小步改变与行动方案”两条可操作路径；（2）心理疏导模块：“解忧小铺”；（3）情绪觉察模块：“即刻解压”；（4）放松训练模块：“成长微课”。此外，机器人还设有“解忧小铺”“即刻解压”“成长微课”等一般性支持模块，供护士按需使用。干预周期内，护士可自主安排与机器人的会话时间，以适应倒班工作节奏。

2.3. 结局指标

焦虑：广泛性焦虑障碍量表（GAD-7）中文版，共7个条目，0~3分计分，总分0~21分，≥10分提示可能存在临床意义的焦虑症状；该量表由Spitzer等编制[14]，中文版在综合医院患者中具有良好的信效度。抑郁：患者健康问卷（PHQ-9）中文版，共9个条目，总分0~27分，≥10分提示可能存在抑郁症状；PHQ-9中文版在中国人群中具有良好的信效度，在护理人群中亦显示出良好的内部一致性（Cronbach's α=0.85~0.91），是本领域常用的筛查工具[15]。职业倦怠：Maslach职业倦怠量表-人类服务版（MBI-HSS），包括情感衰竭（EE）、去人格化（DP）和个人成就感（PA）三个维度，中文版MBI-HSS已在中国医护人员中广泛应用，其心理测量学性能亦经本土大样本检验[16]。参照既往报道的中国护士大样本常模（EE=20.02±12.04，DP=4.78±5.54，PA=34.42±10.32），并结合临床惯用阈值界定各维度的倦怠风险。所有量表在基线（T0）和干预8周结束时（T1）由参与者通过调查问卷完成。

2.4. 统计分析

采用SPSS 26.0进行统计分析。计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，组内前后比较采用配对t检验，组间比较采用独立样本t检验；分类资料以频数和百分比表示，采用χ^2检验。为控制基线差异，另以基线得分为协变量进行协方差分析（ANCOVA）验证结果的稳健性。效应量以Cohen's d表示，按校正基线得分后的组间均差与合并标准差之比计算，正值表示实验组结局优于对照组。检验水准α=0.05（双侧）。

3. 结果

3.1. 参与者流程与基线特征

共60名护士随机分组，实验组29名、对照组29名完成8周评估，总脱落率3.33%（实验组1名因岗位调动退出，对照组1名因个人原因退出）。两组在年龄、护龄及基线GAD-7、PHQ-9、MBI各维度得分上差异均无统计学意义（P>0.05），具有可比性（表1）。

表 1 两组护士一般资料及基线量表得分比较（完成者分析集，x̄±s）

变量	实验组（n=29）	对照组（n=29）	t	P
年龄（岁）	31.24±5.17	30.86±5.42	0.274	0.785
护龄（年）	8.45±4.63	8.12±4.91	0.263	0.794
GAD-7	11.14±3.62	10.79±3.85	0.354	0.725
PHQ-9	10.52±3.88	10.28±4.02	0.231	0.818
MBI-EE	30.27±6.54	29.86±7.02	0.229	0.820
MBI-DP	9.41±3.72	9.17±3.95	0.237	0.814
MBI-PA	22.86±5.43	23.14±5.76	-0.189	0.851

注：计量资料以均数±标准差表示，组间比较采用独立样本 t 检验。GAD-7，广泛性焦虑障碍量表；PHQ-9，患者健康问卷抑郁量表；MBI-EE，情感衰竭；MBI-DP，去人格化；MBI-PA，个人成就感。

3.2. 两组干预前后焦虑与抑郁得分比较

干预8周后，实验组GAD-7和PHQ-9得分较基线显著下降（P<0.001），对照组亦有所下降，但变化幅度小于实验组。组间比较显示，实验组干预后GAD-7（7.82±3.11 vs. 9.45±2.86）和PHQ-9（7.24±3.05 vs. 9.02±2.91）均显著低于对照组（P<0.05）。ANCOVA在控制基线得分后，组间差异仍具有统计学意义（GAD-7：F=6.42，P=0.014；PHQ-9：F=7.81，P=0.007）。效应量方面，GAD-7的组间Cohen's d=0.62（95% CI：0.09~1.15），PHQ-9的d=0.71（95% CI：0.17~1.24）（表2）。实验组干预后GAD-7与PHQ-9均值均降至10分阈值以下，提示该改善可能不仅具有统计学意义，也触及了临床筛查层面的变化。

3.3. 职业倦怠

实验组干预后MBI情感衰竭（20.45±6.82 vs. 25.31±7.14）和去人格化（6.23±2.95 vs. 7.96±3.28）显著低于对照组，个人成就感（29.72±5.86 vs. 26.35±6.13）显著高于对照组（均P<0.05）。ANCOVA校正基线后结论一致（EE：F=8.57，P=0.005；DP：F=4.48，P=0.039；PA：F=4.12，P=0.047）。效应量分别为EE d=0.78（95% CI：0.24~1.32）、DP d=0.56（95% CI：0.03~1.09）、PA d=0.53（95% CI：0.01~1.06）（表2）。参照既往报道的中国护士常模（EE=20.02，DP=4.78，PA=34.42），实验组干预后EE（20.45）与DP（6.23）虽较基线明显回落，但仍高于常模均值，PA（29.72）亦低于常模水平；对照组相应维度则处于更高水平。

表 2 两组干预前后各结局指标比较（完成者分析集，x̄±s）

指标	实验组 T0	实验组 T1	对照组 T0	对照组 T1	t	P	Cohen's d
GAD-7	11.14±3.62	7.82±3.11	10.79±3.85	9.45±2.86	-2.08*	0.042	0.62
PHQ-9	10.52±3.88	7.24±3.05	10.28±4.02	9.02±2.91	-2.31*	0.025	0.71

指标	实验组 T0	实验组 T1	对照组 T0	对照组 T1	t	P	Cohen's d
MBI-EE	30.27±6.54	20.45±6.82	29.86±7.02	25.31±7.14	-2.68*	0.010	0.78
MBI-DP	9.41±3.72	6.23±2.95	9.17±3.95	7.96±3.28	-2.10*	0.040	0.56
MBI-PA	22.86±5.43	29.72±5.86	23.14±5.76	26.35±6.13	2.17*	0.035	0.53

注：T0 为干预前基线，T1 为干预结束后；计量资料以均数±标准差表示；*P<0.05。t、P 为干预后两组间的独立样本 t 检验结果；Cohen's d 按校正基线得分后的组间均差与合并标准差之比计算。GAD-7，广泛性焦虑障碍量表；PHQ-9，患者健康问卷抑郁量表；MBI-EE，情感衰竭；MBI-DP，去人格化；MBI-PA，个人成就感。

3.4. 参与者的模块反馈

干预结束后，对实验组 29 名护士进行单题反馈调查，请其从机器人的各功能模块中选择对自身帮助最大的一项。结果显示，58.62%（17/29）的护士选择 SFBT 核心对话模块中的“例外探寻与资源挖掘”，24.14%（7/29）选择“小步改变与行动方案”，二者合计 82.76%（24/29）；其余 5 名（17.24%）选择“解忧小铺”“即刻解压”“成长微课”等一般性支持模块。提示相较于一般性情绪疏导、微课科普类内容，基于 SFBT 理念、聚焦优势与微小改变的干预更契合临床护士的心理需求，感知获益更高。

4. 讨论

本研究显示，在常规心理支持基础上，为期8周的植入SFBT模块的智能心理机器人干预在改善护士焦虑、抑郁及职业倦怠多个维度上均优于单纯常规支持。干预后实验组GAD-7和PHQ-9均值降至10分筛查阈值以下，提示该干预可能具有超越统计显著性的临床筛查意义。职业倦怠方面，实验组情感衰竭与去人格化得分显著下降、个人成就感显著上升，与Kong等在中国护士中开展的面对面SFBT RCT的倦怠改善方向一致[8]，且效应量处于中等水平。

上述效果的潜在机制可从SFBT的核心治疗逻辑加以理解。护士的职业倦怠往往伴随着对“问题”的反复关注与无力感的累积，而SFBT通过奇迹询问将注意引向“问题不存在时的可能图景”，通过例外询问激活个体既往已被验证的有效应对经验，通过评量询问将模糊的困扰转化为可操作的渐进目标。这一过程不要求护士先“修复缺陷”再行动，而是直接扩大已有的解决模式，因而较为契合护士在高压、碎片化工作节奏中维持心理功能的现实需要。SFBT与护理实践在价值观层面的亲和性亦不可忽视：有研究指出，SFBT“简洁、聚焦于优势”的特征“可以由护士和一般卫生工作者实施”，且护士经过短期培训即可将其整合入实践[6,7]。这为本干预在护理场景中的可推广性提供了实践基础。

智能机器人的载体属性进一步放大了SFBT的可及性优势。护士寻求心理支持的核心障碍包括时间限制、病耻感、隐私顾虑以及对职业影响的担忧。数字心理健康干预以其“可扩展、灵活且往往匿名的”特征[13]，直接回应了上述障碍。本研究中，干预不受面对面预约和倒班冲突的限制，匿名交互降低了求助的病耻感门槛，结构化的对话序列也保证了SFBT治疗逻辑在无人实时督导条件下的保真度。既往数字干预RCT的证据同样支持这一路径的有效性：马拉维卫生工作者聊天机器人Vitalk试验在8周干预期内观察到抑郁的显著改善（差值−0.68，95% CI −1.15~−0.21），焦虑（−0.44，95% CI −0.88~0.01）与倦怠（−0.58，95% CI −1.32~0.15）亦呈改善方向但未达统计学显著，本研究的效应方向与之平行[11]。香港的AI聊天机器人与护士热线对比试验则表明，数字交互式干预在减轻焦虑和抑郁方面可达到与人工服务相当的效果，进一步支持了聊天机器人作为传统心理服务补充手段的可行性[12]。一项叙述性综述亦指出，基于网络的数字心理健康干预在改善医护人员倦怠、心理健康及职业结局方面具有积极效应，且使用者接受度良好[10]。

与既往研究比较，本研究具有两点值得注意的特征。其一，本干预并非将SFBT的“简短”形式简单移植到数字平台，而是将奇迹问句、例外问句与量尺问句等核心技术逻辑嵌入机器人的结构化对话序列，使干预的理论特异性在自动化运行条件下得以保留。其二，本研究在倦怠的个人成就感维度上观察到显著组间差异（d=0.53），而部分既往SFBT干预研究在个人成就感维度上的组间效应尚不稳健。这一差异可能与干预载体有关：机器人提供的低门槛、高频次短会话可能更有利于护士在日常工作中反复练习“识别小进展—肯定自身能力”的认知循环，从而逐步修复成就体验。当然，这一推测尚需机制性研究加以检验。

本研究的局限性亦需说明。第一，样本量较小且来自单一中心，结果的推广性受限；尽管样本量估算参照了同类SFBT护士RCT，但统计效能对于检测较小的组间差异仍可能不足。第二，干预周期仅8周，未能评估效果的维持时间与长期轨迹。第三，对照组接受的是常规心理支持而非“不含SFBT模块的机器人”，因此无法完全区分SFBT特异性效应与机器人使用本身的非特异性效应（如关注感、规律性自我监测）。第四，结局指标均为自评量表，尽管GAD-7、PHQ-9和MBI-HSS在护士群体中具有良好的信效

度，仍不能排除共同方法偏差和社会赞许性作答的影响。

5. 结论

植入焦点解决短期治疗的智能心理机器人作为一种为期8周的辅助性数字化干预，可有效减轻临床护士的焦虑与抑郁症状，并缓解职业倦怠的情感衰竭和去人格化维度、提升个人成就感。该干预模式不增加护士线下参与负担，与临床倒班工作节奏具有较好的兼容性，为护士心理健康的早期支持与分级干预提供了一条可复制的实施路径。其长期效果与实施推广条件仍需更大样本、多中心及更长随访周期的研究加以确认。

基金项目

晋中市卫生健康委员会项目“智能心理机器人干预对缓解医护人员职业倦怠及焦虑的效果评估：一项随机对照研究（RCT）”（项目编号：202506）

参考文献

[1] Liu D, Zhou Y, Tao X, et al. Mental health symptoms and associated factors among primary healthcare workers in China during the post-pandemic era [J]. Frontiers in Public Health, 2024, 12: 1374667. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1374667

[2] Li L, Fan J, Qiu L, et al. Prevalence and factors associated with job burnout among nurses in China: A cross-sectional study [J]. Nursing Open, 2024, 11(6): e2211. https://doi.org/10.1002/nop2.2211

[3] 黄重梅, 等. 护士心理健康研究基线调查(2023—2024) [R]. 2024.

[4] Sun H, Zhang T, Wang X, et al. The occupational burnout among medical staff with high workloads after the COVID-19 and its association with anxiety and depression [J]. Frontiers in Public Health, 2023, 11: 1270634. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1270634

[5] 戴艳, 郑日昌, 高翔. 焦点解决短期治疗（SFBT）的理论述评[C]. 国际心理治疗与危机干预学术会议暨中国心理卫生协会心理治疗与心理咨询专业委员会第五届年会论文集, 2006: 26-27.

[6] Tasijawa F, Herwawan J, Parinussa N. Patient perspectives on solution-focused brief therapy: a qualitative study in nursing practice [J]. Malaysian Journal of Nursing, 2025, 16(4): 56-64. https://doi.org/10.31674/mjn.2025.v16i04.006

[7] Smith S, Macduff C. A thematic analysis of the experience of UK mental health nurses who have trained in Solution Focused Brief Therapy [J]. Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing, 2017, 24(2-3): 105-113. https://doi.org/10.1111/jpm.12365

[8] Kong Y, Zhang YQ, Sun P, et al. Interdisciplinary cooperation with solution-focused brief therapy to reduce job stress, burnout, and coping in Chinese nurses: A randomised controlled trial [J]. Heliyon, 2024, 10(22): e40138. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40138

[9] Franklin C, Ding X, Kim J, et al. Solution-focused brief therapy in community-based services: a meta-analysis of randomized controlled studies [J]. Research on Social Work Practice, 2023, 34(3): 265-276. https://doi.org/10.1177/10497315231162611

[10] Aye L, Tan M, Schaefer A, et al. Self-help digital mental health intervention in improving burnout and mental health outcomes among healthcare workers: a narrative review [J]. Digital Health, 2024, 10: 20552076241278313. https://doi.org/10.1177/20552076241278313

[11] Kleinau E, Lamba T, Jaskiewicz W, et al. Effectiveness of a chatbot in improving the mental wellbeing of health workers in Malawi during the COVID-19 pandemic: a randomized, controlled trial [J]. PLoS ONE, 2024, 19(5): e0303370. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303370

[12] Chen C, Lam K, Yip K, et al. Comparison of an AI chatbot with a nurse hotline in reducing anxiety and depression levels in the general population: pilot randomized controlled trial [J]. JMIR Human Factors, 2025, 12: e65785. https://doi.org/10.2196/65785

[13] Huang W, Xing Y, Zhao F, et al. Mobile apps, AI, and teletherapy: a comprehensive review of digital mental health tools for nurses [J]. Frontiers in Public Health, 2026, 13: 1686766. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1686766

[14] Spitzer RL, Kroenke K, Williams JB, et al. A brief measure for assessing generalized anxiety disorder: the GAD-7 [J]. Archives of Internal Medicine, 2006, 166(10): 1092-1097. https://doi.org/10.1001/archinte.166.10.1092

[15] Wang W, Bian Q, Zhao Y, et al. Reliability and validity of the Chinese version of the Patient Health Questionnaire (PHQ-9) in the general population [J]. General Hospital Psychiatry, 2014, 36(5): 539-544. https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2014.05.021

[16] Bai M, Jing T, Li S, et al. Unravelling critical burnout syndrome in Chinese hospitals: a network analysis of the Maslach burnout inventory human services survey [J]. Scientific Reports, 2025, 15(1): 9870. https://doi.org/10.1038/s41598-025-93627-9