

移动健康应用程序评价工具的研究进展

王婧婷^{1,2}, 郑朱婷³, 董小兰², 袁长蓉²

(1.海军军医大学 护理系,上海 200433;2.复旦大学 护理学院,上海 200032;
3.海军军医大学 基础医学院学员六大队 18 队,上海 200433)

移动健康应用程序(mobile health apps,MHA)是医疗健康研究与服务中为提升患者健康结局的智能手机或平板电脑应用程序^[1]。MHA 近年来发展迅速,极具提升患者诊疗和照护体验、改变医疗保健服务模式的潜力。越来越多研究者将 MHA 作为患者支持和延续护理的重要手段,开展了 MHA 的内容构建、产品开发、评价和临床应用。尤其后疫情时代背景下,MHA 在远程就医和延续性健康管理中的优势更加明显,为患者提供了更加便捷可及、个性化的健康支持和诊疗服务。对 MHA 的评价涉及多个方面,但目前并无规范化的评价流程及标准,研究者使用的评价量表多为非医疗健康领域 APP 的评价工具,针对 MHA 的评价工具缺乏。因此,本研究目的在于对应用于 MHA 可用性评价和质量评价的评价工具进行综述,为相关研究者选择 MHA 评价工具或构建评价工具提供参考和借鉴。

1 MHA 可用性评价工具

1.1 普适性可用性评价工具

1.1.1 系统可用性量表(system usability scale,SUS)

SUS 由 Brooke 于 1986 年编制,包含可使用性和易学性 2 个维度,共 10 个条目,信效度较好(Cronbach's α 系数=0.91),在小样本研究中可靠性也较好^[2-3]。中文版 SUS,且信效度良好(Cronbach's α 系数=0.84)^[4]。SUS 条目较少、易于使用,是目前 MHA 可用性评价中应用最广的量表^[5]。

1.1.2 软件可用性评价量表(software usability measurement inventory, SUMI)

SUMI 由 Kirakowski 等^[6]于 1993 年编制,包括高效性、影响、有益作用、可控性和易学性 5 个维度,共 50 个条目。SUMI 的主要特点是有一套标准化数据库,数据库中有二百余种不同应用程序的可用性档案数据。在青少年肥胖管理 APP^[7]、体力活动促进 APP^[8] 可用性评价中已有应用。尚无中文版。

1.1.3 整体评估系统可用性问卷(post-study system usability questionnaire, PSSUQ)

PSSUQ 由 Lewis^[9]在 1992 年开发,包括系统有用性、信息质量和界面质量 3 个维度,共 19 个条目,在用户完成所有任务的测试后填写问卷。PSSUQ 量表信效度良好,总 Cronbach's α 系数为 0.97,各维度 Cronbach's α 系数为 0.91、0.91、0.96^[10]。已有研究使用中文版 PSSUQ 问卷评价可用性^[11-12],但未见 PSSUQ 的严格翻译及信效度检验结果。

1.1.4 可用性、满意度和易用性问卷(usefulness, satisfaction, and ease of use, USE Questionnaire)

USE 由 Lund 等^[13]于 2001 年构建,包括有用性、易用性、易学性和满意度 4 个维度,共 30 个条目。USE 量表可用于用户较长时间使用 MHA 后进行的可用性评价^[14]。量表信效度良好(Cronbach's α 系数=0.98)^[15]。尚无中文版。

1.2 特异性 MHA 可用性评价量表

1.2.1 健康信息技术可用性评价量表(health information technology usability evaluation scale, Health-ITUES)

该量表于 2018 年由 Schnall 等^[16]开发,其理论基础为健康信息技术可用性评价模式(health information technology usability evaluation model, Health-ITUEM)^[17]。Health-ITUES 包括工作生活质量、感知有用性、感知易用性、用户控制 4 个维度,共 20 个条目。用户控制和感知易用性体现了用户与系统的互动,感知有用性通过用户使用系统的任务完成情况评估,工作生活质量值表示系统对于工作生活的影响。量表采用 Likert 5 级评分,从 1(非常不同意)到 5(非常同意),得分越高表示可用性越好。Health-ITUES 量表信效度良好,各维度 Cronbach's α 系数为 0.85~0.92。Health-ITUES 有韩语版^[18],尚无中文版。

1.2.2 移动健康 APP 可用性问卷(mHealth app usability questionnaire, MAUQ)

MAUQ 是 Zhou 等^[19]于 2019 年开发的针对 MHA 的可用性评价工具,根据 MHA 的分类(交互型 APP、独立型 APP)和使用者(使用者为患者、使用者为医护人员)不同,MAUQ 共有 4 个版本,且建了网站以方便开发者使

【收稿日期】 2022-06-21 【修回日期】 2022-12-01
【基金项目】 国家自然科学基金青年科学基金项目(71904195);
中国博士后科学基金第 68 批面上项目(2020M681188)
【作者简介】 王婧婷,博士,副教授,电话:021-81871492
【通信作者】 袁长蓉,电话:021-64431803

用 MAUQ 评估 MHA 的可用性。交互型 APP 的 MAUQ 量表包括使用的易用性和满意度(8 个条目)、系统信息安排(6 个条目)、有用性(7 个条目)3 个维度,共 21 个条目。量表信效度良好,总 Cronbach's α 系数为 0.90,各维度 Cronbach's α 系数分别为 0.895、0.829 和 0.900。2022 年,Zhao 等^[20]构建了中文版 MAUQ,信效度良好(Cronbach's α 系数=0.912)。

2 MHA 质量评价工具

2.1 普适性 MHA 质量评价量表

2.1.1 移动应用程序评分量表(mobile app rating scale, MARS) MARS 由 Stoyanov 等^[21]于 2015 年开发,是评价 MHA 质量的最常用工具之一,也可作为设计和开发高质量 MHA 时的参考项目清单。MARS 包括 3 个客观质量评分(参与度、功能、美观度和信息)、主观质量评分和 6 个可增加且可以调整的 APP 特定评价条目,用于评价 APP 对用户知识、态度、行为的影响和作用。MARS 量表信效度良好(Cronbach's α 系数=0.90)^[21]。MARS 量表有意大利文版^[22]、日文版^[23]、韩语版^[24]、法语版^[25]、阿拉伯语版^[26]和德语版^[27],并在以上国家应用,但尚无中文版。

2.1.2 用户版移动应用程序评分量表(user version of the mobile application rating scale, uMARS) uMARS 是 Stoyanov 等^[28]于 2016 年在 MARS 基础上构建的供终端用户使用的 MHA 评价工具。uMARS 也包括客观质量评分和主观质量评分,另有评价用户感知到的 MHA 对其健康行为的影响和作用的感知影响子量表和 1 道供评价者进一步提出改进的建议或意见的开放式问题。uMARS 量表信效度良好(Cronbach's α 系数=0.9)^[28]。中文版 uMARS 量表含 14 个条目,包括信息、功能、用户参与度 3 个维度^[29]。信效度良好,总量表 Cronbach's α 系数为 0.890,3 个维度 Cronbach's α 系数分别为 0.895、0.871 和 0.853。

2.2 特异性 MHA 质量评价量表

2.2.1 移动医疗应用程序体验质量评分量表(quality of experience qoe in mhealth applications, QoE MHA) 基于 QoE 模式^[30],Martinez-Perez 等^[31]于 2013 年开发了 QoE MHA 量表,评价 MHA 的内容质量(7 个条目)、安全性(2 个条目)、易用性(3 个条目)、可获得性(1 个条目)、性能(2 个条目)、外观(2 个条目)、易学性(1 个条目)和准确性(1 个条目),共 21 个条目。采用 Likert 5 级评分,从 1(非常不同意)到 5(非常同意),得分越高表示质量越好。若 MHA 已经开发完成,可以使用 QoE MHA 进行评价,若 MHA 还在开发中,则可仅用内容质量维度中的 4 个条目进行评价。尚无中文版。

2.2.2 健康照护 APP 评估工具(health care apps evaluation tool) Jin 等^[32]于 2015 年构建了健康照护 APP 评估工具,用于评价健康照护 APP 内容(精确度、可理解性、客观性)、设计(一致性、设计适用性、语言适用性)、技术(安全性)三个维度,共 23 个条目。条目选项均为 4 级评分,一点都不(0 分)、有一点(1 分)、相当多的(2 分)、大量的(3 分),总分最高 69 分,0~23 分为不太满意,24~46 分为一般,47~69 为满意,得分越高提示 APP 质量越好。量表信效度良好(Cronbach's α 系数=0.905),三个维度 Cronbach's α 系数为 0.840、0.891、0.870。尚无中文版。

2.2.3 英国皇家医师学院健康信息学部门清单(Royal College of Physicians Health Informatics Unit checklist) Wyatt 等^[33]于 2015 年开发的英国皇家医师学院健康信息学部门清单,是一款供临床工作者对 MHA 进行质量评价的清单式问卷,共包括 3 大类问题,即 APP 的开发者和内容情况(9 个条目),APP 运行情况(4 个条目),APP 有效的证据(5 个条目),共 18 个条目,条目选项为是、否、不知道/不相关/不清楚。英国皇家医师学院健康信息学单元清单是为数不多的由医学专业人员针对 MHA 开发的质量评价工具。尚无中文版。

2.2.4 慢病 APP 清单(app chronic disease checklist, ACDC) Anderson 等^[34]在 2016 年基于已有的评估清单和质性研究结果构建了 ACDC,用于评价慢病管理 APP 的参与度、功能性、易用性、信息管理 4 个方面,共 24 个条目。条目选项为 3 级评分,特征不明显或不起作用(0 分)、特征稍明显或起作用(0.5 分)、特征明显或起作用(1.0 分),总分越高提示 APP 质量越好。尚无中文版。

2.2.5 APPLICATIONS 量表 Chyjek 等^[35]于 2015 年构建的 MHA 治疗评价量表 APPLICATIONS,对 APP 的综合性、价格、付费订阅、参考文献、APP 内消费、连接性、广告、文本搜索框、设备内兼容性、其他特征(如图片或图像、视频等)、导航的便捷性、主观描述进行评价,共 10 个客观题和 2 个主观题。2 个主观题目“导航便捷性”和“主观描述”采用 Likert 5 级评分法,1(非常差)到 5(非常好),其他客观条目则用 0 和 1 表示“无”和“有”,总分越高表示 APP 的质量越好。尚无中文版。

2.2.6 国家健康与护理卓越研究院行为改变指南(National Institute for Health and Care Excellence behavior change guidance, NICE BCG)量表 McMillan 等^[36]2016 年构建的是行为改变类 APP 的质量评价工具 NICE BCG 量表,包括目的、计划和发展、可用性、初步评估和调整、行为改变技术、行为保持与复发预

防、评估、使用手册、数据保护 9 个主题,共 62 个条目,条目选项为“是”“否”,“是”的占比越高,可用性越好。尚无中文版。

2.2.7 Enlight 量表 Baumel 等^[37]于 2017 年构建了用于评价 MHA 和基于电子医疗干预综合质量和治疗潜力的 Enlight 量表,包括质量评估和清单表两部分:质量评估包括可用性、视觉设计、用户参与度、内容、治疗说服力、联合治疗和一般主观评价;清单表包括可信度、隐私解释、基本安全性和基于证据的程序排名。质量评估采用 Likert 5 级评分法,1 分(非常差)到 5 分(非常好),计算各维度平均数;清单表部分每个条目分级方法不同。Enlight 量表信效度良好(Cronbach's α 系数为 0.83~0.90),尚无中文版。

2.2.8 健身 APP 评分工具(fitness app scoring instrument) 健身 APP 评分工具由 Guo 等^[38]在 2017 年根据美国运动医学会制定的指南开发,用于各项健身 APP 内容质量评价。量表从有氧运动(10 个条目)、力量与抗阻力训练(12 个条目)、柔韧性(5 个条目)三个维度进行评价,共包括 27 个条目。条目采用 Likert 5 级评分,三个领域按 3:3:1 的权重计算得分,最高总得分为 70,得分越高提示 APP 质量越好。该工具信效度良好(Cronbach's α 系数=0.59~0.99),但使用本量表评估耗费时间较长,评价一款 APP 一般需要 30~40 min。尚无中文版。

2.2.9 营养 APP 质量评估量表(nutrition app quality evaluation,AQEL) DiFilippo 等^[39]于 2017 年构建了 AQEL 量表,用于评价基于营养支持的健康干预 APP 的质量。AQEL 包括行为改变可能性、信息支持获得性、APP 功能、技能发展、APP 目的 5 个维度,共 25 个条目,另有 5 个条目用于评估 APP 对各年龄组适用性和 4 个条目用于评估 APP 对特定人群的适用性,可选择特定年龄组和人群进行评估。AQEL 量表信效度较好(Cronbach's α 系数=0.8~0.9)。尚无中文版。

2.2.10 药物使用相关医疗 APP 质量评价工具(quality assessment tool for evaluating medical apps targeting medication-related problems) Loy 等^[40]于 2016 年构建了药物使用相关医疗 APP 质量评估工具,包括适宜性、可信度、可用性、隐私性四个维度。评分包括适宜性评价和总体质量评价。适宜性评价包括监控功能、药物相互作用检查、药物剂量计算器、药物信息、用药记录 5 项功能评价。总体质量评价得分为可信度、可用性和隐私性三个维度的得分之和,得分越高提示 APP 质量越好。量表信效度未报告,尚无中文版。

2.2.11 服药依从性 APP 质量评估工具(medication

adherence app quality assessment tool,MedAd-AppQ) Ali 等^[41]于 2018 年构建了 MedAd-AppQ,用于评价服药依从性 APP。MedAd-AppQ 包括内容可靠性、可用性、便捷性三个领域,共 24 个条目,最高得分为 43 分,其中内容可靠性 11 分,有用性 29 分,便捷性 3 分。根据每项条目评价情况计算总分,得分越高提示 APP 质量越好。MedAd-AppQ 信效度良好(Cronbach's α 系数=0.801)。尚无中文版。

2.2.12 照护与健康 APP 评价组织问卷-24 题版(organization for the review of care and health applications-24 question assessment, ORCHA-24) Leigh 等^[42]于 2017 年构建了 ORCHA-24 量表,在慢性失眠障碍 APP 的质量评估中使用。包括数据管理、临床疗效及保证、用户体验与参与度三个维度,共 24 个条目。条目选项均为 2 级评分,分别为是(1 分)、不是(0 分),根据每项条目评价情况计算各维度得分及总分,得分越高提示 APP 质量越好。尚无中文版。

3 MHA 可用性 & 质量评价工具的发展与应用现状

目前,普适性 MHA 可用性评价工具中,国内外使用最多的是 SUS^[5];SUMI 总体适用性很广,在 MHA 可用性评价中也较为常用;USE 量表在国外也有一定应用,但 SUMI 和 USE 皆因尚无中文版,在国内无使用;PSSUQ 有中文版在使用^[11-12]。Health-ITUES 和 MAUQ 是为数不多的针对 MHA 可用性的评价工具,Health-ITUES 无中文版,MAUQ 中文版^[20]2022 年刚刚发表,有待推广使用。MHA 质量评估工具中,MARS 和 uMARS 是国外使用较多的评估工具。uMARS 量表虽不是针对 MHA 评价构建的,但有用于评价用户感知到的 APP 对其健康行为的影响和作用的“感知影响子量表”,适于评价 MHA。本研究纳入的 12 个特异性 MHA 质量评价量表中,有可进行一般 MHA 评价的量表,也有针对慢性病管理^[34]、行为改变促进^[36]、健身^[38]、营养^[39]、服药依从性^[40-41]、慢性失眠障碍^[42]MHA 的评价工具,但均无中文版,尚未在国内 MHA 质量评价中应用。

4 MHA 可用性 & 质量评价工具的优势与不足

4.1 MHA 可用性 & 质量评价工具有助于促进 MHA 可用性和质量提升 MHA 评价工具从多个维度评价 MHA 的可用性和质量。在 MHA 的不同开发阶段使用可用性评价量表评价,可尽早发现 MHA 存在的可用性问题,从而及时进行改进,提高 MHA 可用性、用户使用感受和满意度。针对 MHA 的质量评价工具不仅从多角度评价质量,研究者还可将评价工具(如 MARS^[21]、英国皇家医师学院健

康信息学部门清单^[33])作为设计和开发高质量MHA时的参考项目清单,指导MHA开发;QoE MHA可对已开发完成的MHA进行评价,也可仅用内容质量维度中的4个条目对开发中的MHA进行评价,促进MHA的内容和功能在开发阶段得到完善^[31]。

4.2 MHA评价工具的理论支撑、中文版构建及检验有待加强 本研究纳入的MHA可用性和质量评价工具中,仅Health-ITUES量表提及其研发是依据Health-ITUEM模型^[17],QoE MHA量表构建中依据QoE模型^[30],具有理论基础,且只有SUS、MAUQ、uMARS量表有经严格检验的中文版^[4,20,29]。因此,国内研究学者有必要在合适的理论指导下,构建适于我国文化背景和研究需求的MHA评价工具,以提升量表的科学性和适用性。

4.3 针对MHA的可用性和质量评价工具有待推广 多数评价量表(如SUS、SUMI、PSSUQ、USE量表)最初并非针对MHA设计的评价工具,其评价内容更关注应用程序的技术层面,适于专业开发人员进行复杂应用程序评价,缺少对MHA医疗相关特征评价。MHA的快速发展激发了对特异性MHA评价工具的需求,学者们开发特异性MHA质量评价量表,对慢病、营养、健身、行为改变、服药依从性等领域的MHA进行评价。但目前使用这些特异性MHA质量评价工具的研究数量并不多,仅有APPLICATIONS量表被用于不止一项MHA的评价,如宫颈癌APP^[43]、医疗翻译器APP^[44]、避孕APP^[45]、妊娠期管理APP^[35]评价。因此,MHA特异性质量评价工具尚有待推广应用。

4.4 供终端用户使用的MHA质量评价工具有待拓展 大部分MHA质量评估工具是供开发人员或医护专业人士使用,以从专业角度对MHA进行评价。仅uMARS量表是供终端用户(如患者或照顾者)使用的MHA治疗评价工具,并将评价结果作为改进MHA的依据,促进MHA更好地满足终端用户需求^[28]。因此,有必要发展可供MHA终端用户使用的质量评价工具,依质量评价结果更新迭代MHA,为患者及照顾者提供更优质的移动医疗健康服务。

【关键词】 移动健康;应用程序;评价工具

doi: 10.3969/j.issn.2097-1826.2023.02.021

【中图分类号】 R47-05;R823 【文献标识码】 A

【文章编号】 2097-1826(2023)02-0087-05

【参考文献】

[1] MORSE S S, MURUGIAH M K, SOH Y C, et al. Mobile health applications for pediatric care: review and comparison[J]. Ther Innov Regul Sci, 2018, 52(3): 383-391.

[2] BROOKE J. SUS: a quick and dirty usability scale[M]. London: Taylor and Francis, 1996: 189-194.

[3] BANGOR A, KORTUM P, MILLER J. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale[J]. J Usability Stud, 2009, 4(3): 114-123.

[4] WANG Y H, LEI T, LIU X X. Chinese system usability scale: translation, revision, psychological measurement[J]. Int J Hum Comput Interact, 2020, 36(10): 953-963.

[5] HAJESMAEEL-GOHARI S, KHORDASTAN F, FATEHI F, et al. The most used questionnaires for evaluating satisfaction, usability, acceptance, and quality outcomes of mobile health[J/OL]. [2022-04-20]. <https://bmcmmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-022-01764-2>. DOI: 10.1186/s12911-022-01764-2.

[6] KIRAKOWSKI J, CORBETT M, SUMI. The software usability measurement inventory[J]. Br J Educ Technol, 1993, 24(3): 210-212.

[7] O'MALLEY G, DOWDALL G, BURLS A, et al. Exploring the usability of a mobile app for adolescent obesity management[J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2014/2/e29/>. DOI: 10.2196/mhealth.3262.

[8] VAN DER WEEGEN S, VERWEY R, TANGE H J, et al. Usability testing of a monitoring and feedback tool to stimulate physical activity[J]. Patient Prefer Adherence, 2014(8): 311-322.

[9] LEWIS J R. Psychometric evaluation of the post-study system usability questionnaire- the PSSUQ [C]. Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting, 1992: 1259-1263.

[10] AL-TAHAT K S. Arabic translation, cultural adaptation and psychometric validation of the post-study system usability questionnaire (PSSUQ) [J]. Int J Hum Comput Interact, 2021, 37(19): 1815-1822.

[11] 安靓, 楼金成, 杨根, 等. 基于用户体验的云南省艾滋病抗病毒治疗信息管理系统评价[J]. 中国艾滋病性病, 2020, 26(2): 155-159.

[12] 王婧婷, 岳朋, 袁长蓉. 白血病患者父母支持系统 APP 中症状管理模块的开发与可用性评价[J]. 中国护理管理, 2022, 22(10): 1458-1461.

[13] LUND A M. Measuring usability with the USE questionnaire[J]. Usability User Exp Newslett, 2001, 8(2): 3-6.

[14] MEHRA S, VAN DEN HELDER J, VISSER B, et al. Evaluation of a blended physical activity intervention for older adults: mixed methods study [J/OL]. [2022-04-20]. <https://www.jmir.org/2020/7/e16380/>. DOI: 10.2196/16380.

[15] GAO M, KORTUM P, OSWALD F. Psychometric evaluation of the USE (usefulness, satisfaction, and ease of use) questionnaire for reliability and validity[J]. Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet, 2018, 62(1): 1414-1418.

[16] SCHNALL R, CHO H, LIU J. Health information technology usability evaluation scale (Health-ITUES) for usability assessment of mobile health technology: validation study [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2018/1/e4/>. DOI: 10.2196/mhealth.8851.

[17] BROWN W, YEN P Y, ROJAS M, et al. Assessment of the Health IT Usability Evaluation Model (Health-ITUEM) for evaluating mobile health (mHealth) technology [J]. J Biomed Inform, 2013, 46(6): 1080-1087.

[18] LEE J, SCHNALL R. Validity and reliability of the Korean version of the health information technology usability evaluation

- scale: psychometric evaluation [J/OL]. [2022-04-20]. <https://medinform.jmir.org/2022/1/e28621/>. DOI: 10.2196/28621.
- [19] ZHOU L, BAO J, SETIAWAN I M A, et al. The mHealth app usability questionnaire (MAUQ): development and validation study [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2019/4/e11500/>. DOI: 10.2196/11500.
- [20] ZHAO S, CAO Y, CAO H, et al. Chinese version of the mHealth app usability questionnaire: cross-cultural adaptation and validation [J/OL]. [2022-04-20]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.813309/full>. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.813309.
- [21] STOYANOV S R, HIDES L, KAVANAGH D J, et al. Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2015/1/e27/>. DOI: 10.2196/mhealth.3422.
- [22] DOMNICH A, ARATA L, AMICIZIA D, et al. Development and validation of the Italian version of the mobile application rating scale and its generalisability to apps targeting primary prevention [J/OL]. [2022-04-20]. <https://bmcmidinformedicemak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-016-0323-2>. DOI: 10.1186/s12911-016-0323-2.
- [23] YAMAMOTO K, ITO M, SAKATA M, et al. Japanese version of the mobile app rating scale (MARS): development and validation [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2022/4/e33725/>. DOI: 10.2196/33725.
- [24] HEE KO K K, KIM S K, LEE Y, et al. Validation of a Korean version of mobile app rating scale (MARS) for apps targeting disease management [J]. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/14604582221091975?rfr_id=ori%3Arid%3Aacrossref.org. DOI: 10.1177/14604582221091975.
- [25] SALIASI I, MARTINON P, DARLINGTON E, et al. Promoting health via mhealth applications using a French version of the mobile app rating scale: adaptation and validation study [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2021/8/e30480/>. DOI: 10.2196/30480.
- [26] BARDUS M, AWADA N, GHANDOUR L A, et al. The arabic version of the mobile app rating scale: development and validation study [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2020/3/e16956/>. DOI: 10.2196/16956.
- [27] MESSNER E M, TERHORST Y, BARKE A, et al. The German version of the mobile app rating scale (MARS-G): development and validation study [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2020/3/e14479/>. DOI: 10.2196/14479.
- [28] STOYANOV S R, HIDES L, KAVANAGH D J, et al. Development and validation of the user version of the mobile application rating scale (uMARS) [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2016/2/e72/>. DOI: 10.2196/mhealth.5849.
- [29] 张诚霖, 李学美, 李晓燕, 等. 用户版移动医疗应用分级量表的汉化及信效度检验 [J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26(19): 2608-2612.
- [30] LAGHARI K U R, CONNELLY K. Toward total quality of experience: a QoE model in a communication ecosystem [J]. IEEE Commun Mag, 2012, 50(4): 58-65.
- [31] MARTINEZ-PEREZ B, DE LATORRE-DIEZ I, CANDELAS-PLASENCIA S, et al. Development and evaluation of tools for measuring the quality of experience (QoE) in mHealth applications [J/OL]. [2022-04-20]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10916-013-9976-x>. DOI: 10.1007/s10916-013-9976-x.
- [32] JIN M, KIM J. Development and evaluation of an evaluation tool for healthcare smartphone applications [J]. Telemed J E Health, 2015, 21(10): 831-837.
- [33] WYATT J C, THIMBLEBY H, RASTALL P, et al. What makes a good clinical app? Introducing the RCP health informatics unit checklist [J]. Clin Med (Lond), 2015, 15(6): 519-521.
- [34] ANDERSON K, BURFORD O, EMMERTON L. App chronic disease checklist: protocol to evaluate mobile apps for chronic disease self-management [J/OL]. [2022-04-20]. <https://www.researchprotocols.org/2016/4/e204/>. DOI: 10.2196/resprot.6194.
- [35] CHYJEK K, FARAG S, CHEN K T. Rating pregnancy wheel applications using the APPLICATIONS scoring system [J]. Obstet Gynecol, 2015, 125(6): 1478-1483.
- [36] MCMILLAN B, HICKEY E, PATEL M G, et al. Quality assessment of a sample of mobile app-based health behavior change interventions using a tool based on the National Institute of Health and Care Excellence behavior change guidance [J]. Patient Educ Couns, 2016, 99(3): 429-435.
- [37] BAUMEL A, FABER K, MATHUR N, et al. Enlight: a comprehensive quality and therapeutic potential evaluation tool for mobile and web-based eHealth interventions [J/OL]. [2022-04-20]. <https://www.jmir.org/2017/3/e82/>. DOI: 10.2196/jmir.7270.
- [38] GUO Y, BIAN J, LEAVITT T, et al. Assessing the quality of mobile exercise apps based on the American college of sports medicine guidelines: a reliable and valid scoring instrument [J/OL]. [2022-04-20]. <https://www.jmir.org/2017/3/e67/>. DOI: 10.2196/jmir.6976.
- [39] DIFILIPPO K N, HUANG W, CHAPMAN-NOVAKOVSKI K M. A new tool for nutrition app quality evaluation (AQEL): development, validation, and reliability testing [J/OL]. [2022-04-20]. <https://mhealth.jmir.org/2017/10/e163/>. DOI: 10.2196/mhealth.7441.
- [40] LOY J S, ALI E E, YAP K Y. Quality assessment of medical apps that target medication-related problems [J]. J Manag Care Spec Pharm, 2016, 22(10): 1124-1140.
- [41] ALI E E, TEO A K S, GOH S X L, et al. MedAd-AppQ: a quality assessment tool for medication adherence apps on iOS and android platforms [J]. Res Social Adm Pharm, 2018, 14(12): 1125-1133.
- [42] LEIGH S, OUYANG J, MIMNAGH C. Effective? Engaging? Secure? Applying the ORCHA-24 framework to evaluate apps for chronic insomnia disorder [J/OL]. [2022-04-20]. <https://ebmh.bmj.com/content/20/4/e20.long>. DOI: 10.1136/eb-2017-102751.
- [43] KANJAK J, LIKITDEE N, KIETPEERAKOOL C, et al. Evaluation of mobile health applications for cervical cancer in the digital marketplace [J]. Obstet Gynecol Sci, 2022, 65(3): 244-255.
- [44] KHANDER A, FARAG S, CHEN K T. Identification and evaluation of medical translator mobile applications using an adapted APPLICATIONS scoring system [J]. Telemed J E Health, 2018, 24(8): 594-603.
- [45] PERRY R, LUNDE B, CHEN K T. An evaluation of contraception mobile applications for providers of family planning services [J]. Contraception, 2016, 93(6): 539-544.