

引入复杂科学理念，推动实施科学研究范式的多样化

赵俊强^{1,2*}

1. 加拿大渥太华大学健康学院护理系（加拿大安大略省渥太华 K1H8M5）
2. 加拿大渥太华大学健康与护理研究中心（加拿大安大略省渥太华 K1H8M5）



【摘要】大量实施性研究的研究结果并不理想。研究者多从方法学角度出发进行分析，即通过剖析研究设计和实施过程中的不足来解释研究结果，而缺少对该研究范式本身局限性的深入考究。本文首先对实施科学的研究现状进行了概述，从哲学根源梳理了目前实施性研究的主流范式：实证主义和建构主义。实证主义视角关注实施策略的有效性，通过各种临床试验性设计，标准化的干预方案和实施过程，推动研究结果的可复制性和可推广性；建构主义视角强调人的作用，通过与知识的使用者构建长期稳定的合作伙伴关系，推动权力权衡，促进知识使用者在知识转化全程（如明确研究问题，构建实施策略，数据资料分析与解读，研究成果的传播等方面）有意义的参与，进而保障研究成果的相关性和可持续性。在此基础上，本文引入了复杂科学的理念，对其起源和概念、哲学基础以及复杂科学视角下健康照护的内涵进行了概述，并提出了复杂科学视角下实施科学研究的原则和方法。研究者认为，不同于效力和效果研究，其试图在严格或宽松的控制条件下积累干预措施有效性的相关证据，实施性研究是将证实有效的干预措施应用在真实世界，需要我们充分考虑真实世界的复杂情境。复杂科学理论认为健康照护是一个复杂的自适应系统，有着非线性、开放性、不确定性、涌现性和自组织性等特点。它需要我们从一个系统思维的角度看待健康照护中的实施问题，接受不确定性带来的创造性机遇，深入了解本土情境和组织模式，保障知识使用者实践过程中的主体地位等。长期深入的个案研究可以作为复杂科学视角下实施性研究的研究方法。

【关键词】实施科学；复杂科学；知识转化；循证实践；实施性研究；系统思维；研究范式；个案研究

When complexity science meets with implementation science: a call for paradigm diversification in implementation research

Jun-Qiang ZHAO^{1,2*}

1. School of Nursing, Faculty of Health Sciences, University of Ottawa, Ottawa K1H8M5, Ontario, Canada

2. Centre for Research on Health and Nursing, University of Ottawa, Ottawa K1H8M5, Ontario, Canada

*Corresponding author: Jun-Qiang ZHAO, E-mail: jzhao126@uottawa.ca

【Abstract】 The results of a large number of implementation studies are

not satisfactory. Most researchers interpret and analyze these unsatisfactory research findings from a methodological perspective with the scrutiny of the research design and implementation process. Few researchers have reflected on these results from a paradigmatic level. This paper firstly summarizes the research status of implementation science and teases out the mainstream paradigms of implementation research: positivism and constructivism. The positivist perspective focuses on the effectiveness of implementation strategies, and promotes the replicability and generalizability of research findings through various clinical trial designs with emphasis on the standardized interventions and implementation processes; constructivist perspective emphasizes the role of human beings, and promotes the power balance between researchers and knowledge users by building a long-term and stable partnership. It aims to facilitate knowledge users' meaningful engagement in the whole implementation processes (such as the identification of research problem, development of implementation strategies, data analysis and interpretation, and dissemination of research findings etc.) and ensure the relevance and sustainability of research achievements. On this basis, this paper introduces the concept of complexity science by summarizing its origins, definition, the philosophical basis and the essence of healthcare from complexity science perspective, and puts forward the principles and methodologies of implementation research under the guidance of complexity science. The researcher argues that, different from efficacy and effectiveness researches, which aim to testify the effects of interventions in strictly or loosely controlled conditions, implementation research is to apply effective interventions into the real-world context which is full of complexity. Based on the perspective of complexity science, healthcare is a complex adaptive system, which has the characteristics of nonlinearity, openness, uncertainty, emergence and self-organization. It requires us to consider the implementation problems from a system level; embrace the creative opportunities brought by uncertainty; gain an in-depth understanding of the local context and organizational pattern; and promote the leading roles of knowledge users in the process of implementation, etc. Long-term and in-depth case study can be used as a methodology for implementation research from the complexity science perspective.

【Keywords】 Implementation science; Complexity science; Knowledge translation; Evidence-based practice; Implementation research; System thinking; Research paradigm; Case study

大量研究数据表明,知识和实践之间存在着巨大鸿沟。Glasziou 和 Chalmers 的数据显示每年约有 85% 的医学研究,1 700 亿美元的研究经费被浪费,其中 50% 是由于发表的研究成果无法被应用^[1]。仅有 50%–60% 的临床实践是与高质量的研究证据或专家共识相一致^[2–3]。大量的循证医学证据,如临床实践指南和系统评价未能在临床实施^[4],一方面导致了患者不能及时获得最佳照护,另一方面也造成了资源的大量浪费。转化研究也就在这种背景下应运而生,它主要有两种类型: T1——将基础研究成果运用到临床研究中; T2——将临床证据应用到

健康照护实践(即实施科学)^[5]。不同国家地域和学科领域对于 T2 类型的研究有不同的术语,如知识转化、传播与实施、知识应用等^[6–7],国内则经常使用循证实践或者证据的临床转化来表述。这些术语并没有实质性差异,所以经常交替使用来说明证据向实践的转化。在本文中,将统一使用实施科学进行论述。

目前国际上已经有越来越多的学者开始从事实施科学研究,尽管生产了大量研究设计严谨的项目,很多实施性研究效果仍然不佳或者难以持续^[8–10]。现有的研究多从方法学角度出发,通过剖析研究设计和实施过程

中存在的问题和局限性来解释阴性研究结果^[11-12]。然而这种分析似乎并没有对后期的实施效果带来明显改善。这就需要我们跳出方法学的思维局限,从研究设计背后的认识论视角出发,重新审视科研证据向健康照护实践的转化过程^[2]。本文首先对实施科学现状进行了概述,从哲学根源上梳理了目前实施性研究的主流范式。基于复杂科学视角分析了健康照护实践的内涵,并在此基础上结合文献提出了复杂科学视角下实施科学研究原则和方法的若干建议。

1 实施科学概述

实施科学是研究如何促进研究成果在实践中被采纳、应用和转化的科学^[13],旨在推动基于证据且科学有效的干预措施应用到临床实践,影响卫生政策以及医疗保健行为^[14-15]。它是循证医学的进一步延伸,强调将循证医学产生的高质量证据采用科学的方法进行实施。目前国际上实施科学发展较为迅猛。越来越多的学术组织开始组建起来从事实施科学研究,如:国际实施学会(Global Implementation Society)、实施性研究合作协会(Society for Implementation Research Collaboration)、欧洲实施联盟(European Implementation Collaborative)等。各种政策和研究经费也开始向实施科学倾斜。在美国,从2002年开始美国国立健康研究院(NIH)开始专项资助实施科学研究,2009年将实施性研究列为优先支助领域^[16-18],2010年NIH成立了专门的实施科学评审委员会,现在NIH的实施科学研究已经纳入到美国卫生与公共服务部战略计划的目标中^[19]。在加拿大,从2000年加拿大卫生研究所(CIHR)成立以来,研究转化已经成为其重要内容和战略目标,包括设立专门的领导职务和部门从事实施科学相关工作,每年提供实施科学相关的研究经费等^[20]。另外所有CIHR的项目申请必须说明研究结果如何转化^[21]。2010年起世界卫生组织就开始了实施性研究的专项资助项目,在各地陆续开展了相关的研究实践,并于2013年发布了《健康领域实施性研究的实践指南》^[22]。Cochrane也从2017年开始制定一系列政策措

施推动其系统评价证据的转化^[23]。

研究方面,理论框架在实施科学研究中发挥着重要作用^[24]。他们可以指导实施过程(如知识转化模式),解释实施机制(如常规化过程理论),同时也可以作为评价框架评估实施结局(如RE-AIM框架)^[25]。应用实施科学理论指导实施策略的制定,一方面可以促进干预措施制定的科学化,同时也可以推动理论的发展和完善^[26]。一篇综述发现目前共有159个理论/模式/框架用于实施性研究中,其中社会认知理论,行为变化跨理论模型和健康信念模型是最常用的理论。然而139(87%)个理论/模式/框架只在5个以下的研究中使用,其中95个只用过一次^[27]。国内方面,常用过程模式来指导研究如:最常用的JBI模式^[28],另外,Stetler研究应用模式、爱荷华模式、渥太华研究应用模式、Rosswurm & Larrabee循证护理实践模式、知识到实践模式、ACE Star模式、Johns Hopkins循证护理实践模式等^[29-30]。

另外,各种实施性研究的研究设计方法也开始产生,如阶梯设计整群随机试验可以确保所有群组都可以按照时间顺序先后随机接受到证实有效的干预措施^[31-32];有效性-实施性混合设计可以在验证干预方案有效性的同时收集实施策略的相关信息,从而缩短由效果研究到实施性研究的时间跨度^[32-33];时间序列设计通过收集实施性研究前后多个时间点的结果数据,了解干预前后结局指标的变化和趋势,进而评价干预措施的效果^[34],常用于收集常规医疗数据的实施性研究^[35]。序贯多次分组随机试验是一种灵活的多阶段设计,用于制定调适性的干预方案。在每个阶段,所有参与者都被随机分配到一个干预方案。通过多次随机化参与者,研究者可以评估每个阶段方案的有效性,从而获得最佳的实施干预方案^[36]。

实施性研究的报告规范^[37-39]也已经制定出来并翻译成了中文版本^[40],推动了实施性研究报告的规范化和透明度。另外,各种实施性研究的工具书,如安大略省注册护士协会的最佳实践指南实施工具书^[41],世界卫生组织2013年发表的《健康领域实施性研

究的实践指南》^[22]，国际热带病研究和培训组织（TDR）发布的实施性研究指南^[42]等相继发布出来。实施科学的专著也开始陆续出现^[35, 43-44]。

2 实施科学的主流研究范式

2.1 实证主义

实证主义取向在本体论上认为存在一个客观的“现实”或“真理”，其不受主观价值的影响和过滤。在认识论上，研究主体和客体是截然分开的，主体使用一套既定的工具和方法实现对客体的认识。实证主义强调保持价值中立和客观性，试图规避各种偏倚，常通过各种感官经验获取知识。在研究方法上，实证主义认为变量之间关系是恒定可复制的，主张因果线性思维探索变量之间的恒定关系。常运用各种量性研究设计如随机对照试验对假设进行证实或证伪，通过具有代表性的样本群体推论总体。同时保证研究过程中观察的中立性，资料的标准化，以及研究结果的可复制性^[45-47]。

实证主义视角下的实施科学研究主要探讨实施策略的有效性，即能否通过一系列实施策略将证实有效的干预措施成功运用到临床实践，旨在推动项目的成功实施同时积累实施策略有效性的证据。研究设计方面，多采用群组随机对照试验，阶梯设计整群随机试验，有效性-实施性混合设计，或者准试验设计等研究设计类型。它们通常需预先设计并明确干预方案（常包括循证实践内容及其实施策略），以保证干预内容的标准化，减少方案实施过程中的变异性和不确定性。通过预实验了解干预方案的适宜性、可行性，进而通过多中心大样本的对照试验探索实施策略的有效性、可持续性和经济学效益等（结局评价），以及实施过程的依从性、实施质量和潜在的变革机制（过程评价）。研究过程常采用结构化步骤化的路径，具体包括：明确实施问题，识别阻碍因素，制定实施策略，评估实施效果^[48-49]。如澳大利亚护理学者 Middleton 围绕急性卒中患者的分诊、治疗和转诊所开展的一系列实施性研究，探讨互动教学、提醒标识和意见领袖等实施策略的实践效果^[50-51]。

实证视角下的实施科学研究一方面能够积累实施策略有效性的研究证据，推动循证干预项目更加高效转化。基于循证医学对于证据的等级划分，干预性试验设计，尤其是随机对照试验对于评价实施策略的有效性有最高的论证强度。Cochrane 的有效实践和照护组织（Effective Practice and Organization of Care, EPOC）分支就专门聚焦实施策略有效性的系统评价，提供相关的研究证据。另一方面实证视角可以规范实施性研究的研究过程，推动其标准化，建立实施性研究同行间的共同语言。然而基于线性论和还原论（认为复杂的系统、事物、现象可以将其化解为各部分之组合来加以理解和描述）的实证主义常试图简化或割裂实施环境中各要素之间的互动和关联，着眼于局部特征，这就可能导致阴性的研究结果或者研究结果难以在真实世界中应用，如 Middleton 针对急性卒中患者的分诊、治疗和转诊研究中，它常涉及到护士与医生之间的协调沟通和新的职责分工；急诊科和住院部的信息共享；护理记录和标识的改进和电子医疗信息系统的及时更新等^[50-51]。这些联系在真实世界中是切实存在且无法割裂的。另外实证主义视角常使用标准化的临床实践方案确保试验过程的依从性和保真度，而缺乏灵活性和对实践方案的动态调整，弱化了研究过程中利益相关者的临床经验、创造性和主观能动性。作为长期工作在临床一线的医务人员，他们有着区别于研究者的更加现实可行的观点和视角。如果不能充分利用，一方面难以调动其参与研究的积极性，另一方面也可能导致研究结果的不理想^[52]。再次，基于流行病学和统计学思维的人群研究，强调实施策略的平均效应量和研究结论的普遍适用性。这些研究证据可以为其他情境下实施策略的选择提供参考，但却可能由于项目实施的情境依赖性特点而难以普遍应用到其他具体情境中。

2.2 建构主义

建构主义取向在本体论上持相对主义的态度，认为不存在唯一的、固定的客观现实。我们所观察到的所有东西都是“人造的”，它们都是社会建构的结果，即存在多重建构、

多重现实。在认识论上,建构主义认为研究者的思维方式、语言等决定了他们看到的事物的性质,不存在价值中立的研究。研究者与被研究者是互为主体的关系,研究结果是不同主体的互动所达成的共识。在研究方法上,常采用各种质性研究方法,如现象学、民族志等。它要求研究者作为研究工具,强调在实际生活情境中收集“真实的”资料。通过与研究者的对话,并在资料收集和分析过程中不断反思,与研究者共同构建研究结果^[45-47]。

建构主义视角下的实施科学研究多聚焦在具体情境下的实施项目,探讨实施过程中研究者如何与知识使用者以及其他利益相关者互动推动转化实践。其关注的重心是与知识的使用者构建伙伴关系,推动双方的权力均衡,保证知识使用者的主体地位及其在转化实践全程中有意义的参与。通过彼此互动寻找需要优先解决的临床实施性问题,共同决定适合临床情境的证据产品,制定本土化的实施策略,共同解读和分析实施数据和结果等。在英国,这种类型的实施科学研究常定义为共同建构(Co-production),在加拿大则称为整合性知识转化(Integrated knowledge translation)^[53]。其评价内容主要包括研究者与知识使用者的互动程度和伙伴关系建立;知识使用者和利益相关者在实施过程中的参与度,以及这种伙伴关系对于组织转化实践的影响等^[54]。其常用的研究方法如参与式的行动研究、民族志和个案研究。如加拿大学者 Gifford 等针对加拿大土著肿瘤幸存者开展的整合性知识转化研究,研究团队和土著肿瘤患者建立长期的合作伙伴关系,邀请其在研究过程全程参与,和其共同开发、评价和传播提高其生存质量的具体策略^[55-56]。另外,在理论层面上,建构主义视角也关注实施科学背后的社会机制。探讨社会的、历史的、组织的、个人的因素如何影响个人和集体行为。通过深入挖掘个人价值观、信念、行为和社会互动模式,组织结构等解释知识转化的社会机制^[57-58]。其常用的研究方法如扎根理论和现象学研究等。

建构主义视角重视各类利益相关者,尤其是知识的使用者在项目实施过程中的重要

角色和作用,强调建立长期的合作伙伴关系,发挥其在转化实践中的积极性、自主性和创造性,进而推动转化成果的相关性(即贴近真实世界中各方需求和利益的转化成果)和持续性。如加拿大的整合性知识转化研究网络(<https://iktrn.ohri.ca/>)就是由 CIHR 资助专门从事相关研究的机构。另外 CIHR (<https://cihr-irsc.gc.ca/e/49505.html>)也大力倡导在各类转化研究项目中保障患者参与。然而这一视角在近几年才被提及,理论探索较多,临床的实证研究还较少^[53],现有的多数研究也仅仅将共同建构停留在表层的技术性工作,如邀请患者加入研究团队并参与研究会议等,缺乏深度的、平等的互动和长期稳定的合作关系。另外,实践层面,伙伴关系的建立以及实践过程中利益相关者的参与需要花费大量的时间、精力和财力,实施难度较大,也可能会因为各类利益相关者的不同诉求和观点导致研究成果偏离主线,产生非预期后果^[59]。学术层面,建构视角下的实施科学挑战了传统的主客体分离的研究理念,重视被研究者与研究者的平等合作和权力均衡,也是对现有主流健康照护研究范式的冲击^[60]。如今不仅仅在实施科学领域,在证据综合领域也开始慢慢倡导将患者纳入到研究团队,基于其关注的健康问题和健康结局开展系统评价研究^[61]。

3 复杂科学概述

3.1 复杂科学起源与概念

复杂性研究的起源可以追溯到普里戈金和贝塔朗菲等系统论大师对物理、化学、经济学领域复杂现象的探讨^[62]。普里戈金的耗散结构理论和贝塔朗菲一般系统论推动了复杂性的哲学研究。在国内,钱学森是提出复杂科学方法论的第一人,他在20世纪80年代就提出了复杂性方法与复杂性科学之间的匹配性,并提出了从定性到定量的综合集成的复杂科学方法论^[63]。

目前国际上关于复杂性和复杂科学的界定多种多样,同时它也在不断更新^[63]。朗文词典中将复杂性总结为有许多细节和对象构成的难以理解和处理的现象。Cohn 将复杂性定义为一组动态的、不断出现的过程和事

物,它们不仅相互作用而且由这些相互作用来定义^[64]。复杂科学是研究由多个不同的相互作用的事物组成的系统,揭示系统演变并维持内在秩序的原理和动态过程^[65]。

3.2 复杂科学的哲学基础

目前学术界对于复杂科学的哲学基础有各种不同的见解,如批判现实主义^[66-68]、后现代主义^[69]和实用主义^[70]等,有的学者也将复杂科学本身作为一种哲学视角进行解读^[71]。研究者认为批判现实主义哲学(Critical realism)从本体论上认可客观世界的复杂性,它和复杂科学内涵更一脉相承,故在本文中,将批判现实主义做为复杂科学理论的哲学基础。批判现实主义秉持现实主义的本体论,相对主义的认识论和多元化的方法论^[72-74]。在本体论上批判现实主义认为现实客观世界是复杂多维的开放系统。它可以分为三个不同层次:真实(Real)世界,现实(Actual)世界和感知的(Empirical)世界。真实世界是独立于人的思想意识的存在,它包括了产生各种自然和社会现象的潜在结构和机制;现实世界是真实世界中各种潜在机制复杂的相互作用而产生的世界,它可能被部分感知或者不被感知;感知的世界是现实世界中人类能够直接或者间接感知到的部分。认识论上,批判现实主义认为认识世界的途径无法脱离人的感知和经验。现实是社会构建的结果。人类不可能穷尽对现实的认识,所以任何对现实的陈述都不是绝对的,而是要基于一定的前提条件或情境。方法论上,由于社会和自然现象的复杂性,各种量性、质性或者混合性的研究方法都可以被应用来认识世界^[75-77]。

3.3 复杂科学视角下的健康照护

复杂科学视角认为健康照护的本质是一个复杂自适应系统(Complex adaptive system)^[2, 78]。该系统常有以下特点^[63, 65, 70, 79-80]:

1) 非线性:复杂系统最基本的一个性质就是其系统要素之间的非线性关系。它强调系统内部细微因素对于系统变化方向的影响。该系统可能会对小的输入突然做出反应,也可能对巨大的外部压力不做任何反应。如

病房一例急性传染性疾病的出现,可能引起整个医院系统,卫生防疫系统调动相关的应急处理方案;而国家大力推出的一系列减少抗生素滥用的政策方案,在临床推行过程中,可能由于患者要求,临床医师的诊疗习惯和各种利益冲突等,常常执行力度较差,甚至在某些农村地区没能执行。

2) 开放性是复杂系统必备的本质属性之一。它指系统中的元素与外部环境之间存在物质、能量和信息的交换,而且持续不断地进行。它与周围环境相互依存,相互作用而处于一个动态的非平衡状态,从而不断演变形新的相对有序的结构。所以该系统并没有一个清晰明确的界限,一个复杂系统常存在于一个更大的系统中。如医院与保险报销系统、卫生防疫系统、药企和医疗器械系统、信息大数据系统、社区延续照护和安宁疗护系统等等之间存在的联系和互动。

3) 不确定性:复杂科学反对决定论,它认为不确定性在复杂系统中是必然存在的。由于其非线性的演变过程,我们无法准确预测系统的演变结果。但其演变过程也并非完全无规律可循,它受到统计规律的支配。所以复杂系统承认大概率事件。不确定性是复杂系统的本质属性,也决定了我们不能用单一的研究方法探究潜在规律。Leykum等将健康系统中的不确定性总结为疾病相关不确定性和任务相关不确定性^[81]。如肿瘤患者的预期生存时间常由于肿瘤特点、手术和放疗效果、个人体质、家庭照护等因素而难以确定,而临床医师可以根据统计学的数据预测该患者可能生存时间。

4) 涌现性:事物内部要素之间相互作用所产生的新结构、新功能。这些新特性并非内部要素的简单叠加,而是“整体大于部分之和”。在复杂系统中常常会涌现出各种不同的新结构。如医护人员在长期的分工合作中产生的新的职业角色——拥有部分处方权的开业护士。

5) 自组织性:在没有外部指令条件下,系统内部各要素之间能自行按照某种规则形成一定的结构或功能。这些非线性相互作用使得各要素之间能够产生协同动作,从而使系统由杂乱无章变成井然有序。如医改

新政策的颁布,可能在初期会引起医院体系内部的部分混乱局面,但医院会不断进行内部调整和协作,让一切工作更加有序。另外复杂系统常存在“初始条件敏感性”,即系统本身对于可能引起变化的内部要素(初始条件)的敏感程度。初始状态越敏感,越容易发生自组织行为。如医院系统内部的核心要素——患者出现医院内的自杀行为,医护人员经历患者的医暴行为等都会引起系统的高度重视而采取一系列的干预措施。

3.4 从复杂科学视角审视实施科学问题

健康照护是一个复杂的动态变化的系统。任何一个看似微小的实施问题都有可能牵涉到系统内部的患者、医务人员、医疗记录、信息系统,甚至外延到绩效、医保和司法等方面。不同于效力和效果研究,其试图在严格或宽松的控制条件下积累干预措施有效性的相关证据,实施性研究旨在弥合研究与实践之间的差距,解决现实世界中的实施问题,而现实世界中的各种联系和动态变化是无法割裂或规避的。

3.4.1 原则

Lanham 等提出了从复杂科学视角处理实施科学问题的四大原则^[82],分别是:1)接受不确定性。基于具体临床情境及时调整干预设计,将不确定性作为创造性机遇,思考多种可能的干预内容。2)认可系统的自组织性。在方案制定和实施过程,研究者不需要对方案内容过于细化或者面面俱到,而是在方案核心要素不变的情况下,充分利用一线工作者在长期临床实践中的经验和创造性思维来开展转化实践。具体实践中预期研究设计会不断调整和修正的可能性,寻求利益相关者对干预设计和实施的观点和视角。3)促进依存关系的建立和维持。健康照护系统得以维持的关键在于系统内部要素之间的互动和依存关系。重视实践过程中各种良性互动关系的建立和强化。4)鼓励利益相关者对项目的意义构建(Sense-making)。对项目内容不断反思,分析其潜在的变革机制,鼓励表达疑议和异议,促进对项目内涵和意义更深刻的理解。Greenhalgh 等在其基础上补充了三条^[52]:1)培养员工的自适应能力。如

对新技术的适应性以及面对不完整和模糊数据时的决策能力。2)重视人际关系与沟通。实施性项目需要团队合作,只有合作性的人际关系才能应对复杂系统中的突发问题。3)充分有效地利用争论和冲突,将争论内容视为多维策略的来源。

Reed 等基于实证研究结果提出了复杂科学理念下证据转化促进质量提升的 SHIFT-Evidence 框架,它包括3个核心要素和12条原则^[83]:1)科学且务实的实践。将证据和照护系统内部实际情境相结合,干预措施需要基于系统的反馈以及实践效果不断微调,认可实践过程的曲折性,强调持续质量改进。2)接受复杂性。认可质量改进中的不确定性和复杂性。深入了解健康照护过程;分析照护系统中各种变异的类型和来源;识别照护系统存在的问题;寻求政策、财力等方面的支持。3)参与并授权。认可医务人员在长期临床工作中对复杂临床问题的视角和观点。促进各类利益相关者的积极参与;推动对话交流;培养反思学习和授权的文化;提供资源、培训等。针对各个原则中存在的困难和挑战,Reed 等也提供了具体可行的策略。Braithwaite 从复杂科学角度提出了临床质量改进的6条原则^[2],其内容和 SHIFT-Evidence 框架内容基本类似。同时他也从政策制定者,质控团队和一线医务人员角度提出了20条实用策略。另外,Rogers 等提出的在行动研究中培养复杂思维的策略也可以为实施科学研究提供参考和借鉴^[84]。

3.4.2 方法论

国内学者成思危曾提出复杂科学的研究方法需要定性描述和定量计算相结合,微观分析和宏观综合相结合,还原论和整体论相结合,科学推理与哲学思辨相结合。但它并没有对该方法论进行详细论述^[85]。目前个案研究是最常用最推荐的复杂科学视角的实施性研究方法^[52,86]。长期深入的进入个案现场,通过与系统内部人和物的长期互动,收集多种量性和质性数据,深入挖掘叙述性资料,探究项目背后复杂的因果链条,评估项目所带来的变化及其潜在机制,以及项目实施中存在的问题和挑战。在个案研究中同时可以

融入其他的研究方法,如参与式行动研究和现实主义评估(Realist evaluation)^[87]等。参与式的行动研究目的是解放实践者,提高其实践能力和实践质量,改善其现实处境。它是一个螺旋式上升发展的过程,每一个螺旋都包括了计划-行动-考察-反思四个相互联系和相互依赖的环节。“合作模式”下的行动研究,实施性研究问题由研究者、临床医务人员和患者共同讨论协商提出,双方一起制定研究计划和具体方案,共同讨论研究结果的评价标准和方法^[46]。现实主义评估是批判现实主义哲学视角下常用的研究方法,它不回答干预项目的有效性问题,而是评估“什么样的干预措施在什么人群和什么情境中能够发挥作用,为什么?”。它是一种基于理论的评估方法,常在项目中后期,出现或者预期出现某些实施结果时开展。基于项目开展前干预措施制定的初始理论,多角度收集多样化的数据资料,如访谈、现场记录、视频影像和医疗护理记录等等。研究者利用这些资料挖掘其中解释干预措施作用机制的相关信息,同时彼此佐证,从而不断优化项目理论^[88-90]。复杂科学理论在具体实践中不仅可以作为思维视角指导研究设计,还可以

指导资料分析,预测实践结局和解释分析实践效果等^[86]。

目前在干预性研究设计中也逐渐开始引入基于真实世界复杂系统思维的研究设计类型——适应性设计^[91],在实施科学领域比较常用的如序贯多次分组随机试验^[36],多阶段优化策略^[92]等,都强调对干预措施进行多阶段的优化调整。另外复杂科学中的试验性设计强调从小规模的安全试验开始(Safe-to-fail experiment)测试系统的反馈,通过及时觉察微弱信号(Sense weak signal),了解试验效果,进而进一步扩大/强化或减少/抑制干预措施。

4 结语

实施科学不同研究范式的对比见表1。实证主义视角关注实施策略的有效性,通过各种临床试验性设计,标准化的干预方案和实施过程,推动研究结果的可复制性和可推广性。建构主义视角强调人的作用,通过与知识的使用者构建长期稳定的合作伙伴关系,推动权力权衡,促进知识使用者在知识转化全程有意义的参与,进而保障研究成果的相关性和可持续性。复杂科学视角认为健

表1 不同哲学视角下的实施科学研究比较

Table 1. Comparison of the different philosophical perspectives on implementation research

	实证主义	建构主义	批判现实主义(复杂科学视角)
核心关注点	干预措施	人	系统
作用机制	还原论,线性因果论,保证干预方案的依从性,降低实施过程的不确定性	研究者与被研究者互为主体,辩证对话,互动与反思,共同建构研究结果	充分利用复杂系统内部要素的相互作用和自组织性;持续的质量改进过程
研究方法	干预性研究设计,常包括结构化、标准化、可重复的复杂干预。如:群组随机对照试验,阶梯设计整群随机试验	进入研究现场,建立长期合作互动的伙伴关系,保证利益相关者有意义的参与。如:参与式的行动研究,民族志等	获取丰富的个案信息,多方位地了解组织情境,灵活使用多种量性、质性的数据收集方法。深入挖掘叙述性资料,探究项目背后复杂的因果链条,如:个案研究,参与式行动研究,现实性评估等
评价方法	有效性、可持续性和经济学效益等(结局评价);实施过程的依从性,实施质量和潜在的变革机制(过程评价)	研究者与知识使用者的互动程度和伙伴关系的建立;知识使用者和利益相关者在实施过程中的参与度,以及这种伙伴关系对于组织转化实践的影响	通过分析叙述性资料评估项目所带来的变化及其潜在机制,项目是如何被采纳的,或者项目失败的原因
优势	结构化、标准化、可重复	发挥利益相关者在转化实践中的积极性、自主性和创造性,推动转化成果的相关性和持续性	贴近真实世界,研究结果的临床适用性、实用性、持续性和可推广性较强
缺点	忽略或者割裂系统内部要素之间,以及系统与外界之间的互动联系	耗费大量的时间、精力和财力,实施难度较大	存在不确定性和不可预测性,在系统内部长期持续地收集大量的数据资料

康照护是一个复杂的自适应系统,有着非线性、开放性、不确定性、涌现性和自组织性等特点,它需要我们从一个系统思维的角度看待健康照护中的实施问题,接受不确定性带来的创造性机遇,深入了解本土情境和组织模式,促进知识使用者实践过程中的主体地位等。长期深入的个案研究可以作为复杂科学视角下开展实施性研究的方法。

目前实施科学研究已经在国内逐渐兴起,循证医学的研究者也逐渐认识到生产证据并不能改变临床实践。临床实践的变革需要研究者和实践者的合作,采用科学的方法促进证据的临床转化,进而改变患者结局。目前国际上实施科学并没有一套既定的统一的研究模式。研究者可以参考国外较为先进的研究方法开展实施性研究,同时也应该跳出方法学的思维局限,从研究范式和理论视角深度分析临床实践变革。希望本文能够给国内实施科学的研究者提供另一种研究视角。

参考文献

- Chalmers I, Glasziou P. Avoidable waste in the production and reporting of research evidence[J]. *Lancet*, 2009, 374(9683): 86–89. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60329-9.
- Braithwaite J. Changing how we think about healthcare improvement[J]. *BMJ*, 2018, 361: k2014. DOI: 10.1136/bmj.k2014.
- Braithwaite J, Hibbert PD, Jaffe A, et al. Quality of health care for children in Australia, 2012–2013[J]. *JAMA*, 2018, 319(11): 1113–1124. DOI: 10.1001/jama.2018.0162.
- Zhao JQ, Demery Varin M, Graham ID. Guidelines do not self-implement: time for a research paradigm shift from massive creation to effective implementation in evidence-based medicine research in China[J]. *BMJ Evid Based Med*, 2020, 25(4): 118–119. DOI: 10.1136/bmjebm-2019-111193.
- Grimshaw JM, Eccles MP, Lavis JN, et al. Knowledge translation of research findings[J]. *Implement Sci*, 2012, 7(1): 50. DOI: 10.1186/1748-5908-7-50.
- McKibbon KA, Lokker C, Wilczynski NL, et al. A cross-sectional study of the number and frequency of terms used to refer to knowledge translation in a body of health literature in 2006: a Tower of Babel?[J]. *Implement Sci*, 2010, 5(1): 16. DOI: 10.1186/1748-5908-5-16.
- Tetroe JM, Graham ID, Foy R, et al. Health research funding agencies' support and promotion of knowledge translation: an international study[J]. *Milbank Q*, 2008, 86(1): 125–55. DOI: 10.1111/j.1468-0009.2007.00515.x.
- Yost J, Ganann R, Thompson D, et al. The effectiveness of knowledge translation interventions for promoting evidence-informed decision-making among nurses in tertiary care: a systematic review and meta-analysis[J]. *Implement Sci*, 2015, 10(1): 98. DOI: 10.1186/s13012-015-0286-1.
- Ament SM, de Groot JJ, Maessen JM, et al. Sustainability of professionals' adherence to clinical practice guidelines in medical care: a systematic review[J]. *BMJ open*, 2015, 5(12): e008073. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-008073.
- Hill JE, Stephani AM, Sapple P, et al. The effectiveness of continuous quality improvement for developing professional practice and improving health care outcomes: a systematic review[J]. *Implement Sci*, 2020, 15(1): 23. DOI: 10.1186/s13012-020-0975-2.
- Curran JA, Brehaut J, Patey AM, et al. Understanding the Canadian adult CT head rule trial: use of the theoretical domains framework for process evaluation[J]. *Implement Sci*, 2013, 8: 25. DOI: 10.1186/1748-5908-8-25.
- Rycroft-Malone J, Seers K, Eldh AC, et al. A realist process evaluation within the Facilitating Implementation of Research Evidence (FIRE) cluster randomised controlled international trial: an exemplar[J]. *Implement Sci*, 2018, 13(1): 138. DOI: 10.1186/s13012-018-0811-0.
- Eccles MP, Mittman BS. Welcome to Implementation Science[J]. *Implement Sci*, 2006, 1(1). DOI: 10.1186/1748-5908-1-1.
- Peters DH, Adam T, Alonge O, et al. Implementation research: what it is and how to do it[J]. *BMJ*, 2013, 347: f6753. DOI: 10.1136/bmj.f6753.
- Rubenstein LV, Pugh J. Strategies for promoting organizational and practice change by advancing implementation research[J]. *J Gen Intern Med*, 2006, 21 (Suppl 2):S58–S64. DOI: 10.1111/j.1525-1497.2006.00364.x.
- 钟婕, 周英凤. 实施性研究的方法学及应用进展 [J]. *中华护理杂志*, 2018, 53(7): 862–866. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2018.07.019. [Zhong J, Zhou XF. The Methodology and Application Status of Implementation Research[J]. *Chin J Nurs*, 2018, 53(7): 862–866.]
- 屈智勇, 郭帅, 张维军, 等. 实施科学对我国心理健康服务体系建设的启示 [J]. *北京师范大学学报(社会科学版)*, 2017, (2): 29–36. DOI: 1002-0209(2017)02-0029-08. [Qu ZY, Guo S, Zhang WJ, et al. The Enlightenment of implementing science to the construction of mental health service system in China[J]. *Journal of Beijing Normal University (Social Sciences)*, 2017, (2): 29–36.]
- National Institute of Mental Health. Dissemination and implementation research in mental health[EB/OL]. (2002–

- 08-14)[Access on 2020-05-22]. <https://grants.nih.gov/grants/guide/notice-files/NOT-MH-02-009.html>.
- 19 Glasgow RE, Vinson C, Chambers D, et al. National Institutes of Health Approaches to Dissemination and Implementation Science: Current and Future Directions[J]. *Am J Public Health*, 2012, 102(7): 1274-1281. DOI: 10.2105/Ajph.2012.300755.
- 20 McLean RK, Graham ID, Bosompra K, et al. Understanding the performance and impact of public knowledge translation funding interventions: protocol for an evaluation of Canadian Institutes of Health Research knowledge translation funding programs[J]. *Implement Sci*, 2012, 7: 57. DOI: 10.1186/1748-5908-7-57.
- 21 Canadian Institutes of Health Research. Knowledge translation at CIHR[EB/OL]. (2016-07-28)[Access on 2020-05-22]. <http://www.cihr-irsc.gc.ca/e/29418.html>.
- 22 Peters DH, Tran NT, Adam T. Implementation research in health: a practical guide. 2013: World Health Organization.
- 23 Cochrane. Cochrane Community, Knowledge translation[EB/OL]. [Access on 2020-05-22]. <https://community.cochrane.org/review-production/knowledge-translation>.
- 24 Damschroder LJ. Clarity out of Chaos: Use of Theory in Implementation Research[J]. *Psychiatry Res* 2019. DOI: 10.1016/j.psychres.2019.06.036.
- 25 Nilsen P. Making sense of implementation theories, models and frameworks[J]. *Implementation sci*, 2015, 10(1): 53. DOI: 10.1186/s13012-015-0242-0.
- 26 Michie S, Johnston M, Francis J, et al. From theory to intervention: mapping theoretically derived behavioural determinants to behaviour change techniques[J]. *Appl Psychol*, 2008, 57(4): 660-680. DOI: 10.1111/j.1464-0597.2008.00341.x.
- 27 Striffler L, Cardoso R, McGowan J, et al. Scoping review identifies significant number of knowledge translation theories, models, and frameworks with limited use[J]. *J Clin Epidemiol*, 2018, 100: 92-102. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2018.04.008.
- 28 Cheng L, Feng S, Hu Y. Evidence-based nursing implementation in Mainland China: A scoping review[J]. *Nurs Outlook*, 2017, 65(1): 27-35. DOI: 10.1016/j.outlook.2016.07.016.
- 29 王薇, 李朝煜, 张敏, 等. 关注实践过程的循证护理模式研究进展 [J]. *中国护理管理*, 2018, 18(3): 428-432. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2018.03.032. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2018.03.032. [Wang W, Li ZY, Zhang M, et al. Evidence-Based Nursing models: focusing on the process of evidence-based practice[J]. *Chin Nurs Manag*, 2018, 18(3): 428-432.]
- 30 李朝煜, 牛玉婷, 王薇, 等. 关注循证实践本质的循证护理模式研究进展 [J]. *中国护理管理*, 2017, 17(12): 1720-1725. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2017.12.033. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2017.12.033. [Li ZY, Niu YT, Wang W, et al. The research progress of Evidence-Based Nursing models: focusing on the essence of Evidence-Based Practice[J]. *Chin Nurs Manag*, 2017, 17(12): 1720-1725.]
- 31 Mdege ND, Man MS, Taylor Nee Brown CA, et al. Systematic review of stepped wedge cluster randomized trials shows that design is particularly used to evaluate interventions during routine implementation[J]. *J Clin Epidemiol*, 2011, 64(9): 936-948. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2010.12.003.
- 32 Curran GM, Bauer M, Mittman B, et al. Effectiveness-implementation hybrid designs: combining elements of clinical effectiveness and implementation research to enhance public health impact[J]. *Med Care*, 2012, 50(3): 217-226. DOI: 10.1097/MLR.0b013e3182408812.
- 33 Bernet AC, Willens DE, Bauer MS. Effectiveness-implementation hybrid designs: implications for quality improvement science[J]. *Implement Sci*, 2013, 8(Suppl 1): S2. DOI:10.1186/1748-5908-8-S1-S2.
- 34 邵华, 王琦琦, 胡跃华, 等. 中断时间序列分析及其在公共卫生领域中的应用 [J]. *中华流行病学杂志*, 2015, 36(9): 1015-1017. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2015.09.023. [Shang H, Wang QQ, Hu YH, et al. Interrupted time-series analysis and its application in public health[J]. *Chin J Epidemiol*, 2015, 36(9): 1015-1017.]
- 35 Straus S, Tetroe J, Graham ID. Knowledge translation in health care: moving from evidence to practice[M]. John Wiley & Sons, 2013.
- 36 Collins LM, SA Murphy, Strecher V. The multiphase optimization strategy (MOST) and the sequential multiple assignment randomized trial (SMART): new methods for more potent eHealth interventions[J]. *Am J Prev Med* 2007, 32(5): S112-S118. DOI: 10.1016/j.amepre.2007.01.022.
- 37 Pinnock H, Epiphaniou E, Sheikh A, et al. Developing standards for reporting implementation studies of complex interventions (StaRI): a systematic review and e-Delphi[J]. *Implement Sci*, 2015, 10: 42. DOI: 10.1186/s13012-015-0235-z.
- 38 Pinnock H, Barwick M, Carpenter CR, et al. Standards for Reporting Implementation Studies (StaRI) Statement[J]. *BMJ*, 2017, 356: i6795. DOI: 10.1136/bmj.i6795.
- 39 Pinnock H, Barwick M, Carpenter CR, et al. Standards for Reporting Implementation Studies (StaRI): explanation and elaboration document[J]. *BMJ Open*, 2017, 7(4): e013318. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-013318.
- 40 邢唯杰, 朱政, 胡雁, 等. 实施性研究的报告规范 (StaRI) 解读 [J]. *中国循证医学杂志*, 2019, 19(1): 97-101. DOI: 10.7507/1672-2531.201808102. DOI:

- 10.7507/1672-2531.201808102. [Xing WJ, Zhu Z, Hu Y, et al. Interpretation of standards for reporting implementation studies (StaRI)[J]. *Chin J Evid-Based Med*, 2019, 19(1): 97-101.]
- 41 Registered Nurses' Association of Ontario. Toolkit: Implementation of Best Practice Guidelines Second Edition[EB/OL]. [Access on 2020-05-22]. <https://rnao.ca/bpg/resources/toolkit-implementation-best-practice-guidelines-second-edition>.
- 42 TDR. TDR Implementation research toolkit[EB/OL]. [Access on 2020-05-22]. <http://adphealth.org/irtoolkit/>.
- 43 Greenhalgh T. How to implement evidence-based healthcare[M]. John Wiley & Sons, 2017.
- 44 Wensing M, Grol R, Grimshaw J. Improving patient care: the implementation of change in health care[M]. Wiley-Blackwell, 2020.
- 45 Guba EG, Lincoln YS. Competing paradigms in qualitative research[M]. Thousand Oaks, CA: Sage, 1994.
- 46 陈向明. 质的研究方法与社会科学研究[M]. 北京: 教育科学出版社, 2000. [Chen XM. Qualitative research method and social science research[M]. Beijing: Educational Science Publishing House, 2000.]
- 47 Grant BM, Giddings LS. Making sense of methodologies: A paradigm framework for the novice researcher[J]. *Contemp Nurse*, 2002, 13(1): 10-28. DOI: 10.5172/conu.13.1.10.
- 48 Graham ID, Logan J, Harrison MB, et al. Lost in knowledge translation: time for a map?[J]. *J Contin Educ Health Prof*, 2006, 26(1): 13-24. DOI: 10.1002/chp.47.
- 49 French SD, Green SE, O' Connor DA, et al. Developing theory-informed behaviour change interventions to implement evidence into practice: a systematic approach using the Theoretical Domains Framework[J]. *Implement Sci*, 2012, 7(1): 38.
- 50 Middleton S, Dale S, Cheung NW, et al. Nurse-Initiated Acute Stroke Care in Emergency Departments[J]. *Stroke*, 2019: STROKEAHA.118.020701. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.020701.
- 51 Middleton S, Levi C, Dale S, et al. Triage, treatment and transfer of patients with stroke in emergency department trial (the T(3) Trial): a cluster randomised trial protocol[J]. *Implement Sci*, 2016, 11(1): 139. DOI: 10.1186/s13012-016-0503-6.
- 52 Greenhalgh T, Papoutsis C. Spreading and scaling up innovation and improvement[J]. *BMJ*, 2019, 365: l2068. DOI: 10.1136/bmj.l2068.
- 53 Gagliardi AR, Kothari A, Graham ID. Research agenda for integrated knowledge translation (IKT) in healthcare: what we know and do not yet know[J]. *J Epidemiol Community Health*, 2017, 71(2): 105-106. DOI: 10.1136/jech-2016-207743.
- 54 Hoekstra F, Mrklas KJ, Khan M, et al. A review of reviews on principles, strategies, outcomes and impacts of research partnerships approaches: a first step in synthesising the research partnership literature[J]. *Health Res Policy Syst*, 2020, 18(1): 51. DOI: 10.1186/s12961-020-0544-9.
- 55 Gifford W, Thomas R, Barton G, et al. Providing culturally safe cancer survivorship care with Indigenous communities: study protocol for an integrated knowledge translation study[J]. *Pilot Feasibility Stud*, 2019, 5(1): 33. DOI: 10.1186/s40814-019-0422-9.
- 56 Gifford W, Thomas R, Barton G, et al. "Breaking the Silence" to Improve Cancer Survivorship Care for First Nations Peoples: A Study Protocol for an Indigenous Knowledge Translation Strategy[J]. *Int J Qual Methods*, 2018, 17: 1-6. DOI: 10.1177/1609406918774133.
- 57 McWilliam CL, Kothari A, Ward-Griffin C, et al. Evolving the theory and praxis of knowledge translation through social interaction: a social phenomenological study[J]. *Implement Sci*, 2009, 4: 26. DOI: 10.1186/1748-5908-4-26.
- 58 Thomas A, Menon A, Boruff J, et al. Applications of social constructivist learning theories in knowledge translation for healthcare professionals: a scoping review[J]. *Implement Sci*, 2014, 9: 54. DOI: 10.1186/1748-5908-9-54.
- 59 Oliver K, Kothari A, Mays N. The dark side of coproduction: do the costs outweigh the benefits for health research?[J]. *Health Res Policy Syst*, 2019, 17(1): 33. DOI: 10.1186/s12961-019-0432-3.
- 60 Williams O, Sarre S, Papoulias SC, et al. Lost in the shadows: reflections on the dark side of co-production[J]. *Health Res Policy Syst*, 2020, 18(1): 43. DOI: 10.1186/s12961-020-00558-0.
- 61 Memer B, Hill S, Colombo C, et al. Consumers and health providers working in partnership for the promotion of person - centred health services: a co - produced qualitative evidence synthesis[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019(2). DOI: 10.1002/14651858.CD013274.
- 62 陈晓平. 复杂系统论的方法论性质及其科学—哲学双重性——从协同学的角度看[J]. *晋阳学刊*, 2016(6): 79-84. DOI: 1000-2987(2016)06-0079-06. [Chen XP. The methodological nature of complex system theory and its science philosophy duality - from the perspective of Synergetics[J]. *Academic Journal of JinYang*, 2016(6): 79-84.]
- 63 于丹妮. 复杂性科学视角下教育研究方法论变革探究[D]. 2013, 青海师范大学. [Yu DN. On the reform of educational research methodology from the perspective of complexity science[D]. 2013, Qinghai Normal University.]
- 64 Cohn S, Clinch M, Bunn C, et al. Entangled complexity: why complex interventions are just not complicated enough[J]. *J Health Serv Res Policy*, 2013, 18(1): 40-43. DOI: 10.1258/

- jhsrp.2012.012036.
- 65 Lindberg C, Nash S, Lindberg C. On the edge: Nursing in the age of complexity[M]. Bordentown, NJ: Plexus Press, 2008.
 - 66 Clark AM, Lissel SL, C Davis Complex Critical Realism: Tenets and Application in Nursing Research [J]. *ANS Adv Nurs Sci* 2008, 31(4): E67–E79. DOI: 10.1097/01.ANS.0000341421.34457.2a.
 - 67 Castellani B, Hafferty FW. Sociology and complexity science: a new field of inquiry[M]. Springer Science & Business Media, 2009.
 - 68 Cochran-Smith M, Ell F, Grudnoff L, et al. When complexity theory meets critical realism: A platform for research on initial teacher education[J]. *Teacher Education Quarterly*, 2014, 41(1): 105–122.
 - 69 Cilliers P, Spurrett D. Complexity and post-modernism: Understanding complex systems[J]. *S Afr J Philos*, 1999, 18(2): 258–274. DOI: 10.1080/02580136.1999.10878187.
 - 70 Long KM, McDermott F, Meadows GN. Being pragmatic about healthcare complexity: our experiences applying complexity theory and pragmatism to health services research[J]. *BMC Med*, 2018, 16(1): 94. DOI: 10.1186/s12916-018-1087-6.
 - 71 Rescher N. Complexity: A philosophical overview[M]. Transaction Publishers, 1998.
 - 72 Bhaskar R. A realist theory of science[M]. Leeds, UK: Leeds Books, 1975.
 - 73 Bhaskar R. The Possibility of Naturalism[M]. Sussex, UK: Harvester Press, 1979.
 - 74 Bhasker R. Reclaiming reality[M]. London: Verso, 1989.
 - 75 Maxwell JA, Mittapalli K. Realism as a stance for mixed methods research[M]. Thousand Oaks, CA: Sage, 2010.
 - 76 Patomäki H, Wight C. After postpositivism? The promises of critical realism[J]. *International Studies Quarterly*, 2000, 44(2): 213–237.
 - 77 Schiller CJ. Critical realism in nursing: an emerging approach[J]. *Nurs Philos*, 2016, 17(2): 88–102. DOI: 10.1111/nup.12107.
 - 78 Ellis B. Complexity in practice: understanding primary care as a complex adaptive system[J]. *Inform Prim Care* 2010, 18(2): 135–140. DOI: 10.14236/jhi.v18i2.763.
 - 79 Holden LM. Complex adaptive systems: concept analysis[J]. *J Adv Nurs*, 2005, 52(6): 651–657. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03638.x.
 - 80 Chaffee MW, McNeill MM. A model of nursing as a complex adaptive system[J]. *Nurs Outlook*, 2007, 55(5): 232–241. e3. DOI: 10.1016/j.outlook.2007.04.003.
 - 81 Leykum LK, Lanham HJ, Pugh JA, et al. Manifestations and implications of uncertainty for improving healthcare systems: an analysis of observational and interventional studies grounded in complexity science[J]. *Implement Sci*, 2014, 9(1): 165. DOI: 10.1186/s13012-014-0165-1.
 - 82 Lanham HJ, Leykum LK, Taylor BS, et al. How complexity science can inform scale-up and spread in health care: understanding the role of self-organization in variation across local contexts[J]. *Soc Sci Med*, 2013, 93: 194–202. DOI: 10.1016/j.socscimed.2012.05.040.
 - 83 Reed JE, Howe C, Doyle C, et al. Simple rules for evidence translation in complex systems: A qualitative study[J]. *BMC Med*, 2018, 16(1): 92. DOI: 10.1186/s12916-018-1076-9.
 - 84 Rogers KH, Luton R, Biggs H, et al. Fostering complexity thinking in action research for change in social - ecological systems[J]. *Ecol Soc*, 2013, 18(2). DOI: 10.5751/ES-05330-180231.
 - 85 成思危. 复杂科学与管理 [J]. *南昌大学学报 (人文社会科学版)*, 2000(3): 1–6. DOI: 10.3969/j.issn.1006-0448.2000.03.001. [Cheng SW. Complex science and management[J]. *Journal of Nanchang University(Humanities and Social Sciences)*, 2000(3): 1–6.]
 - 86 Thompson DS, Fazio X, Kustra E, et al. Scoping review of complexity theory in health services research[J]. *BMC Health Serv Res*, 2016, 16(1): 87. DOI: 10.1186/s12913-016-1343-4.
 - 87 Braithwaite J, Churrua K, Long JC, et al. When complexity science meets implementation science: a theoretical and empirical analysis of systems change[J]. *BMC Med*, 2018, 16(1): 63. DOI: 10.1186/s12916-018-1057-z.
 - 88 Pawson R., N. Tilley. Realistic evaluation[M]. Thousand Oaks, CA: Sage, 1997.
 - 89 Pawson R, Tilley N. An introduction to scientific realist evaluation, in *Evaluation for the 21st century: A handbook*[M]. Thousand Oaks, CA: Sage, 1997.
 - 90 Wong G, Westhorp G, Manzano A, et al. RAMESES II reporting standards for realist evaluations[J]. *BMC Med*, 2016, 14(1): 96. DOI: 10.1186/s12916-016-0643-1.
 - 91 衡明莉, 王北琪, 王骏. 对美国 FDA 适应性设计指导原则的介绍 [J]. *中国临床药理学杂志*, 2019, 35(12): 1316–1320. DOI: 10.13699/j.cnki.1001-6821.2019.12.027. [Heng ML, Wang BQ, Wang J. Introduction to the guidance for industry on adaptive designs for clinical trials of drugs and biologics issued by FDA[J]. *Chin J Clin Pharmacol*, 2019,35(12): 1316–1320.]
 - 92 Guastaferrero K, Collins LM. Achieving the Goals of Translational Science in Public Health Intervention Research: The Multiphase Optimization Strategy (MOST) [J]. *Am J Public Health*, 2019, 109(S2): S128–S129. DOI: 10.2105/AJPH.2018.304874.

收稿日期: 2020年5月22日 修回日期: 2020年7月3日
 本文编辑: 李 阳 杨智华