

Intervention skills – a neglected field of research in medical education and beyond

Abstract

Intervention reasoning as a critical component of clinical reasoning has been understudied in medical education in contrast to the well-established field of diagnostic reasoning. This resonates in a lack of comprehensive understanding of the cognitive processes involved and a deficit in research to promote intervention skills in future clinicians. In this commentary, we present a conceptual framework for intervention reasoning that includes four phases: generating, selecting, implementing, and evaluating interventions. The conceptualization highlights cognitive processes such as developing interventions based on a patient's diagnosis and signs and symptoms; selecting the most appropriate option by contrasting, prioritizing, and evaluating interventions in terms of feasibility, effectiveness, and the patient's context-specific needs; and predicting patient outcomes within so-called "developmental corridors" to adjust treatments accordingly. In addition to these cognitive processes, interventions require collaborative activities, such as sharing information with other care providers, distributing roles among care teams, or acting together. Future research should validate the proposed framework, examine the impact of intervention reasoning on clinical outcomes, and identify effective training methods (e.g., simulation and AI-based approaches). In addition, it would be valuable to explore the transferability and generalizability of the model to other areas of health education and contexts outside of health education.

Keywords: intervention reasoning, cognitive intervention processes, clinical reasoning, health education

Constanze Richters¹
Ralf Schmidmaier²
Vitaliy Popov^{3,4}
Johann Schredelseker^{1,5}
Frank Fischer⁶
Martin R. Fischer¹

1 LMU Munich, LMU University Hospital, Institute of Medical Education, Munich, Germany

2 LMU Munich, LMU University Hospital, Department of Medicine IV, Munich, Germany

3 University of Michigan Medical School, Department of Learning Health Sciences, Ann Arbor, Michigan, USA

4 University of Michigan, School of Information, Ann Arbor, Michigan, USA

5 LMU Munich, Faculty of Medicine, Walther Straub Institute of Pharmacology and Toxicology, Munich, Germany

6 LMU Munich, Department of Psychology, Munich, Germany

Introduction

A fundamental aspect of clinical practice is the ability of clinicians to gather and integrate information about their patients, thereby reducing uncertainty regarding the etiology of symptoms and other phenomena – a process known as *diagnostic reasoning*. Once sufficient certainty has been achieved, this gathered information is used by clinicians to make decisions about the necessity and effectiveness of potential interventions, such as making decisions about medical drug prescriptions or surgical procedures, referred to as *intervention reasoning*. Diagnostic reasoning, along with intervention reasoning, can be summarized as clinical reasoning.

The field of diagnostic reasoning has been the subject of considerable research [17], [24] and has recently attracted increasing attention beyond medical education [15]. The body of research has developed through studies that build on each other, thereby creating a robust understanding of how clinicians make accurate diagnoses [27]. In contrast, existing literature on intervention reasoning is rather limited and often lacks this cumulative and iterative development [10], resulting in a fragmented understanding of cognitive processes involved in intervention reasoning [8]. This is a concerning issue, as harmful interventions have a direct impact on patients' lives [23]. One reason for the current limitations in research on intervention reasoning can be found in the primary focus of undergraduate medical education on diagnostic reas-

oning [22]. This focus is particularly relevant because the majority of preventable harm in clinical settings worldwide can be attributed to diagnostic errors [18]. However, our limited understanding of intervention reasoning further exacerbates the problem, potentially compromising patient outcomes even when diagnoses are accurate, such as fatal adverse drug reactions – a direct consequence of a patient treatment and a highly underestimated problem in clinical practice worldwide [23]. To prevent such intervention errors, a number of medical societies have developed a wide range of sophisticated consensus-based guidelines which include recommendations relating to both diagnostic and intervention (e.g., [2]). In addition, safety checks are an integral part of clinical practice, including clinical decision support systems [25] and medication safety checks (e.g., [6]). However, it must be acknowledged that such clinical guidelines and cognitive aids are not sufficient: A more comprehensive understanding of the development of intervention reasoning skills is required.

For over a decade, pharmacologists and pharmacists have been advocating for the integration of intervention reasoning in drug prescribing into undergraduate medical curricula. Such integration would enhance interdisciplinary comprehension of the intervention process and facilitate the learning of related skills [22]. However, despite this call to action, structured intervention reasoning training remains absent from undergraduate medical education. Instead, intervention reasoning is currently dispersed across residency training (postgraduate medical education), with varying degrees of integration across medical subspecialties (e.g., internal medicine and dermatology). As the processes and activities involved in intervention reasoning may differ greatly from those involved in diagnostic reasoning, different educational and assessment approaches are required [7]. In addition to cognitive skills, intervention reasoning also involves interdisciplinary and interprofessional skills, as interventions frequently entail a high degree of interdisciplinary collaboration (e.g., radiology and internal medicine) and interprofessional teamwork (e.g., physiotherapy, occupational therapy, or pharmacy) in the delivery of clinical care [13].

In this commentary, we propose a conceptualization of intervention reasoning skills that builds on previous research. Given the limited existing literature, we propose which cognitive activities might be involved. This conceptual framework provides a foundation for further research and development of these important skills in medical education and potentially beyond, ultimately improving professional practice and outcomes for patients or other target groups.

Current state of research on intervention reasoning

In the context of complex problem solving, the term “diagnosing” is used to describe the process of identifying the problem and its underlying causes [1]. The term “in-

tervening” is used to describe the act of solving and improving the identified problem. On the one hand, diagnoses serve as decision points for interventions [15]. On the other hand, intervention decisions serve to confirm or reject (working) diagnoses, such as when the patient’s response to an intervention generates new evidence that is pertinent to a specific suspected diagnosis [8]. This cyclical nature of diagnosis and intervention is particularly evident in emergency or high-acuity situations, where rapid and accurate assessment and treatment are required. In such situations, there is often a necessity for iterative cycles of diagnosis refinement and intervention adjustment (e.g., [19]).

Existing research on intervention reasoning primarily originates from the healthcare field. Such studies use various terms, including therapeutic reasoning, management reasoning, and treatment decision making, in addition to intervention reasoning [10], [20], [28]. These terms are essentially synonymous with the concept of intervention reasoning. We use the term “intervention reasoning” in our conceptualization with the objective of potentially extending its application beyond healthcare to other fields.

Three decades ago, the World Health Organization (WHO) developed a normative model for intervention reasoning that describes six steps in the intervention reasoning process for drug administration. These steps are based on the principles of “rational prescribing” [9]. The development of this manual was an early effort to establish intervention reasoning in undergraduate medical education. The six steps are as follows:

1. define the patient’s problem,
2. specify the therapeutic objective,
3. choose your treatment and verify its suitability,
4. start the treatment,
5. give information, instructions, and warnings, and
6. monitor the treatment and determine whether to stop it.

However, this model is constrained to drug prescriptions as interventions and lacks comprehensive descriptions of reasoning processes. Subsequent research from clinical pharmacology [22] has addressed this limitation by integrating the drug prescription model with theories from cognitive psychology and therapeutic reasoning, yet still with a focus on drugs. A recent scoping review of existing empirical research identified thinking processes such as *analyzing*, *synthesizing*, and *evaluating* as fundamental to intervention reasoning in diverse healthcare fields [10]. In conceptual articles from the clinical reasoning perspective, the *negotiation* of an action plan and the ongoing *monitoring* and *adjustment* of that plan are emphasized as components of intervention reasoning that involve different cognitive processes [7]. These cognitive processes include activities such as *contrasting*, *prioritizing*, and *selecting* from a range of feasible (justifiable) intervention options [8]. Moreover, Parsons et al. [20] introduced the concept of management scripts to describe and explain the organization of intervention options and

decisions. *Management scripts* are mental schemas that help clinicians make decisions by providing structured, pre-compiled, conceptual knowledge for addressing health problems. They can be taught using templates that outline potential actions, which facilitates both the mastery of intervention reasoning and its teaching. Over time, such mental schemas are acquired through study and experience and activated or triggered in case- or problem-specific contexts. Due to the inherently complex nature of intervention in practice, clinicians must constantly adapt their management scripts to successfully treat patients, considering individual and contextual factors such as patients' preferences, beliefs, expectations, and background. With increasing expertise, clinicians are increasingly able to adapt their management scripts for particular problems to the specific circumstances of a situation. Based on a synthesis of these theoretical considerations and empirical findings, the following section describes the intervention process, and the activities involved. First, a definition is provided, and then a conceptualization is introduced, with detailed explanations of the components of intervention reasoning and related cognitive activities. The conceptualization encompasses a series of comprehensive, potentially generalizable intervention activities that can be employed not only for the purpose of intervention reasoning regarding the use of medication, but also for a multitude of other interventions.

Proposing a conceptualization of intervention reasoning skills

Based on previous literature on clinical reasoning (references), we define intervention reasoning as the systematic process of generating, selecting, implementing, and continuously evaluating measures aimed at positively changing conditions or processes for patients. This process may involve individual as well as collaborative efforts, wherein argumentative communication about the suitability and efficacy of the selected interventions (e.g., presenting evidence, weighing alternatives, and reaching consensus) becomes paramount. Intervention measures can be considered both covert and overt actions in which clinicians engage in cognitive and collaborative endeavors (i.e., interdisciplinary or interprofessional) [26]. As the application of professional knowledge (e.g., clinical knowledge) to diagnostic activities is considered a crucial factor in the development of diagnostic reasoning skills [15], we similarly posit that the application of specific knowledge from distinct domains to intervention activities is a crucial factor in the development of intervention reasoning skills. Thus, intervention reasoning skills refer to the ability of clinicians to address problems by applying different types of knowledge, including professional knowledge (i.e., conceptual and strategic knowledge), knowledge of the consequences of interventions, and interprofessional knowledge, to intervention activities, according to professional standards. In medicine, professional knowledge refers to biomedical and clinical know-

ledge. This knowledge application entails considering patients' individual characteristics, tolerating uncertainty and ambiguity, accepting multiple solutions, and complexity, monitoring treatment response and recognizing deviations from therapeutic goals, and considering contextual constraints [7]. Below, we describe the intervention process and activities (see figure 1) in more detail:

Generating intervention options involves the development of a range of solutions or strategies that are deemed reasonable and appropriate for addressing a specific problem or achieving a desired outcome. This activity requires a previous definition of the patient's problem, as well as the specification of the intervention objective [9]. The exact causes of the problem may be known to a greater or lesser degree (i.e., the specificity of problem labeling or the accuracy of a diagnosis). For example, an appropriate treatment for a patient with an HIV infection (for which a specific diagnosis is available) would be antiretroviral therapy, a combination of drugs that suppress HIV replication. In practice, such a specific diagnosis is not always available at the time of initial treatment. For example, a patient may present with shortness of breath, which could be caused by a variety of conditions, including lung problems such as asthma, or heart problems such as a heart attack, allergies, or pulmonary embolism. However, it should be noted that a specific diagnosis is not necessarily required for initial treatment [7]. Immediate steps can and must be taken to stabilize the patient, including the administration of oxygen, monitoring of vital signs, application of anticoagulative treatment, and the provision of supportive care. These measures are critical to prevent the patient's condition from worsening while diagnostic tests are performed to determine the underlying problem. Considering multiple potential causes and appropriate intervention options ensures a comprehensive approach to diagnosing and treating the patient.

Selecting interventions involves *contrasting*, *prioritizing* and *evaluating* interventions based on the most appropriate, reasonable and justified strategies in terms of feasibility, effectiveness, and appropriateness to the specific context, acuity, complexity, and individual needs [7], [20]. For example, oncologists compare the potential benefits and risks of chemotherapy, radiation therapy, and surgery and evaluate them in terms of their effectiveness in shrinking tumors, managing symptoms, and improving survival rates (contrasting). Oncologists also rank these different intervention options based on criteria such as urgency or effectiveness, for example, prioritizing the control of cancer symptoms over the actual treatment of the cancer (prioritizing). In selecting appropriate treatments, clinicians also consider how well the treatment meets the patient's individual needs and preferences, taking into account factors such as treatment side effects and the general condition of the patient (*Threshold to Treat*; [21]), recovery time, and long-term outcomes (evaluating). Thus, selecting interventions involves not only selecting a standard treatment for a specific problem, but also the suitability to that standard treatment for the individual patient [9]. For example, in the case of a patient

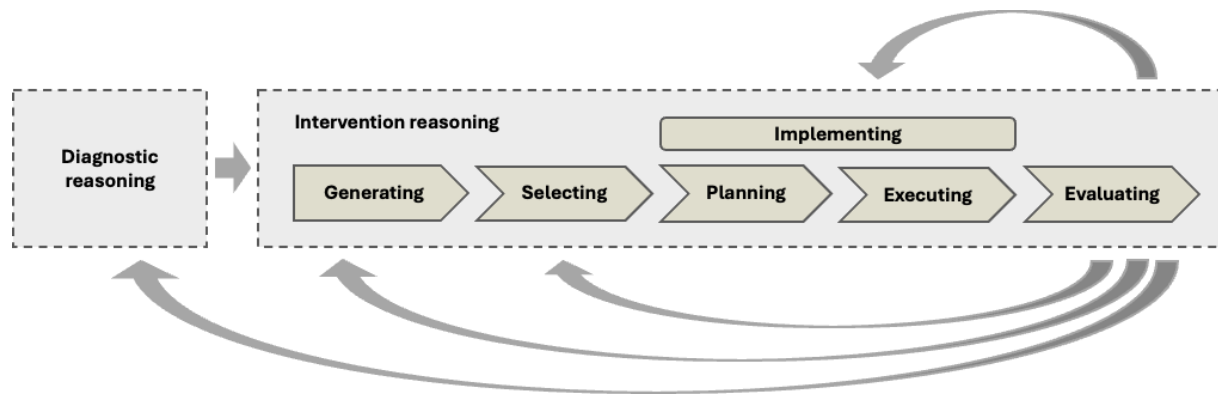


Figure 1: Working model of the conceptualization of intervention reasoning in context with diagnostic reasoning

diagnosed with hypertension, the initial treatment option is typically Lisinopril. However, if the patient has a medical history of angioedema, this first-line strategy is contraindicated. Instead of Lisinopril, amlodipine, a calcium channel blocker, is prescribed to reduce the risk of angioedema. The result of the selection process may be a sequential use of interventions or a combination of several interventions at the same time in case the patient presents with health problems that can be attributed to more than one cause. This is also known as dual diagnosis [16], when a complex condition requires an integrated treatment approach that addresses both a primary disorder and a co-morbidity concurrently. For example, this could include a patient with major depressive disorder and alcohol dependence, or a patient with HIV who develops *Pneumocystis jirovecii* pneumonia (PCP) as an opportunistic infection. The simultaneous treatment of both disorders (e.g., mental health and substance use disorders) is imperative, as each condition can exacerbate the other.

Implementing interventions involves

1. planning and
2. executing interventions.

In the process of *planning* interventions, clinicians define the goals and rules that will be used for monitoring and adjusting the intervention as it is implemented. The planning process also involves sequencing interventions based on their (interactive) effectiveness. For example, a specific drug, such as capecitabine, may enhance the effectiveness of radiation therapy; chemotherapy may be prioritized to reduce the size of the tumor, followed by surgery to remove any remaining cancerous tissue. The rules, along with the previously selected and sequenced interventions, are recorded in an implementation plan, which ensures a transparent exchange of information with the patient, family and all care providers involved in the intervention over time [9]. The implementation plan comprises a monitoring and adjustment plan [7]. The components of the *monitoring plan* include, among others, establishing the goal of the intervention, specifying monitoring parameters (e.g., clinical symptoms), establishing monitoring frequency (e.g., weekly or monthly), and establishing thresholds for adjustment (e.g., patient's symptoms worsen or improve). The *adjustment plan* in-

cludes specific decision criteria and options for adjustments based on those decision criteria. These may include changing a patient's medication dosage, switching to a different medication, changing the frequency of administration, or adding additional therapies. To illustrate, if a patient's blood pressure remains high despite taking 10 mg of lisinopril daily, the adjustment plan may include increasing the dosage to 20 mg daily.

The cognitive processes that enable the specifications and the development of the intervention plan is what we call the "prediction of developmental corridors". The term "developmental corridor" describes the typical range of variation in a patient's health status, which can be influenced by several factors, including social, individual, genetic, and interventional factors. This range includes potential changes when interventions are effective. However, it is not uncommon for a patient's condition to deviate from these established boundaries. Therefore, predictions for developmental corridors consider outcomes both within and beyond this range. Moreover, the predictions in the plan facilitate the transparent delineation of responsibilities and facilitate the transfer of those responsibilities to the patient or to third parties such as other physicians, caregivers, or family members. To the best of our knowledge, the cognitive process of predicting intervention-based developmental corridors is largely unexplored. As a result, there is a lack of knowledge regarding the optimal teaching and support strategies for such prediction processes.

After the planning phase, the intervention(s) are executed. While the intervention plan is primarily a (collaborative) cognitive process, executing the plan involves practical issues such as organization, manual skills, and communication. An example is the performance of surgery, wherein surgeons and anesthetists are required to coordinate the team actions of multiple health professionals and equipment (e.g., assigning roles and tasks), perform the surgery using surgical and anesthesiological skills (e.g., inducing and supervising anesthesia, incision and drainage of an abscess, suturing and knot tying), and communicate effectively with team members (e.g., using techniques such as closed-loop communication).

Evaluating interventions refers to the assessment of the intervention by clinicians in terms of its efficacy in addressing the specific problem or achieving the previously estab-

lished goal. Evaluation is closely linked to monitoring. These processes can result in two primary outcomes: no adjustment or an adjustment. For example, if clinicians decide not to adjust the current intervention based on their monitoring, they may have determined that the current treatment aligns with the predictions of the developmental corridors. Alternatively, particularly in the final evaluation of an intervention, clinicians may conclude that the patient's disease has been effectively cured (e.g., a patient's bacterial pneumonia has been successfully treated with antibiotics). If clinicians opt to adjust the current intervention, they may decide that the implementation needs to be refined. This may entail adapting the intervention itself (e.g., changing the sequence of different treatments or adjusting the drug dosage) or optimizing the execution of the intervention (e.g., better communication with the individual or improving contextual factors). In addition, clinicians may opt to generate or select novel intervention options to complement or supplant current ones. For example, antidepressants may be added to existing behavioral therapy to treat a patient with moderate depression, or an antibiotic may be substituted for another because it is not effective in treating a patient with PCP. Finally, clinicians may revert to diagnostic reasoning (e.g., deciding for further testing based on the *Threshold to Test*; [21]). This process of diagnostic reasoning is continued as long as sufficient certainty for further interventional decisions has been reached.

Learning how to intervene: Identifying conditions for effective training of intervention reasoning

Considering our conceptualization of intervention reasoning skills, we propose some concrete research questions for future investigation. First, the conceptualization of intervention reasoning must be validated. Future research would benefit greatly from studies that contribute to different aspects of validity. Therefore, we call for validation studies, such as observational or interview studies, which test and advance the preliminary conceptualization presented in this article in various ways. With regard to construct validity, the following questions could be addressed:

1. To what extent are the intervention activities outlined in the conceptualization used by clinicians?
2. In what ways do more vs. less experienced clinicians follow the proposed sequence of activities in a linear fashion, or do they engage in a more nonlinear, dynamic process of intervention reasoning? We hypothesize that while experienced clinicians may not consciously follow a linear sequence, their cognitive processes likely still encompass all the proposed activities, albeit in a more fluid and interconnected manner.
3. Does intervention reasoning refer to a single skill (i.e., all sub-dimensions are correlated) or to a set of skills

(i.e., different sub-skills explain variance independently)? We hypothesize that intervention reasoning skills refer to a set of skills rather than a single skill.

In terms of predictive and content validity, the following questions could be addressed:

1. To what extent is professional knowledge (i.e., conceptual and strategic knowledge) correlated with successful engagement in intervention activities and overall intervention success?
2. To what extent can the engagement in either single intervention activities or multiple intervention activities be used to predict the success of interventions (i.e., improvement in a patient's health status)?

With regard to joint intervening, the following question can be addressed: To what extent can social skills and knowledge in the collaborator's domain be identified as factors that contribute to successful engagement in interdisciplinary or interprofessional intervention activities? After advancing the understanding of intervention reasoning as a construct, research could address the identification of conditions for effective training of intervention reasoning skills. A highly promising educational approach is *simulation-based learning*, which has been demonstrated to be an effective approach for developing complex skills such as (collaborative) diagnostic reasoning in medicine and beyond [5]. The effectiveness of simulations for learning can be enhanced by integrating additional scaffolding for the learning process, such as reflection prompts, external collaboration scripts or worked examples [5]. Educational researchers have recently introduced the concept of *representational scaffolding* [11], which relates to features that are closely aligned with the demands of professional practice. These features include informational complexity (i.e., the amount and degree of interconnectedness of information and the prominence of cues), situational dynamics (i.e., changes in the practice situation over time), and agency/responsibility (i.e., the demands on a professional's ability to act flexibly and appropriately). The effectiveness of this type of scaffolding in learning intervention reasoning, has yet not been empirically investigated. In the following, we propose a set of research questions that must be addressed to advance our understanding of how intervention reasoning skills can be fostered in medical education and beyond.

1. To what extent can the teaching concepts established for diagnostic reasoning be applied to the teaching of intervention reasoning? Where do they differ?
2. To what extent can intervention reasoning skills be enhanced by simulation-based training (e.g., simulated patient cases)?
3. Is it feasible to foster intervention reasoning skills using the same simulations employed for diagnostic reasoning training?
4. To what extent do simulations need to be simplified in terms of complexity, dynamics, and agency/responsibility to facilitate the learning of intervention reasoning skills?

5. How can problem-based learning and inquiry learning be complemented with direct instruction to effectively foster intervention reasoning skills?
6. How can digital learning environments be used to foster intervention reasoning skills, and what is an effective role of AI in personalizing the learning experience?
7. What is the impact of the transfer of intervention reasoning skills from educational settings to clinical practice on the rate of diagnostic errors and subsequent patient outcomes, particularly in the context of high-risk conditions (e.g., stroke, sepsis, pneumonia, lung cancer)?

Finally, as previously stated at the outset of this commentary, an open question is the extent to which intervention reasoning skills are domain specific, or whether such skills are, in terms of problem solving and decision-making processes, generalizable across similar domains in medicine and health education. In addition, basic research on learning to intervene would greatly benefit from studies that address the generalizability of these findings to contexts also outside of medical and health education. Researchers from a variety of fields, including education, psychology, and medicine, have recently emphasized the need for cross-disciplinary research on learning and teaching to address the complex issues of education in the 21st century [14]. In this context, teacher education is particularly interesting, as the processes of diagnosis and intervention also play an important role in the professional practice of teachers. A fundamental responsibility of teachers is to assess students' current learning status in relation to various factors such as cognitive misconceptions or, more broadly, gaps in knowledge, lack of skills, or motivation. Teachers then strive to provide optimal support for student's learning, based on the student's identified needs. Previous research has examined the similarities between medical and teacher education, suggesting potential parallels in areas such as professional knowledge [12] and diagnostic activities (e.g., [3]). A cross-disciplinary research perspective on intervention reasoning skills, through the collaboration between psychology and other fields, has the potential to assist us in leveraging the insights generated from medical education to gain general knowledge outside of medicine. The conceptualization of intervention reasoning presented in this commentary serves as a foundation for advancing our understanding of these skills, which are crucial for professional practice in healthcare and beyond.

Authors' ORCIDs

- Constanze Richters: [0000-0003-1593-3543]
- Ralf Schmidmaier: [0000-0003-3541-3588]
- Vitaliy Popov: [0000-0003-2348-5285]
- Johann Schredelseker: [0000-0002-6657-0466]
- Frank Fischer: [0000-0003-0253-659X]
- Martin R. Fischer: [0000-0002-5299-5025]

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Abele S. Diagnostic problem-solving process in professional contexts: Theory and empirical investigation in the context of car mechatronics using computer-generated log-files. *Vocat Learn*. 2018;11(1):133-159. DOI: 10.1007/s12186-017-9183-x
2. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Aktuelle Leitlinien (COVID-19). AWMF online. Zugänglich unter/available from: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/aktuelle-leitlinien>
3. Bauer E, Fischer F, Kiesewetter J, Shaffer DW, Fischer MR, Zottmann JM, Sailer M. Diagnostic activities and diagnostic practices in medical education and teacher education: An interdisciplinary comparison. *Front Psychol*. 2020;11:562665. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.562665
4. Chernikova O, Heitzmann N, Fink MC, Timothy V, Seidel T, Fischer F. Facilitating diagnostic competences in higher education—A meta-analysis in medical and teacher education. *Educ Psychol Rev*. 2019;32(1):157-196. DOI: 10.1007/s10648-019-09492-2
5. Chernikova O, Heitzmann N, Stadler M, Holzberger D, Seidel T, Fischer F. Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Rev Educ Res*. 2020;90(4):499-541. DOI: 10.3102/0034654320933544
6. Chua GP, Lee KH, Peralta GD, Lim JH. Medication safety: A need to relook at double-checking medicines? *Asia Pac J Oncol Nurs*. 2019;6(3):246-252. DOI: 10.4103/apjon.apjon_2_19
7. Cook DA, Durning SJ, Sherbino J, Gruppen LD. Management Reasoning: Implications for Health Professions Educators and a Research Agenda. *Acad Med*. 2019;94(9):1310-1316. DOI: 10.1097/ACM.0000000000002768
8. Cook DA, Sherbino J, Durning SJ. Management Reasoning: Beyond the Diagnosis. *JAMA*. 2018;319(22):2267-2268. DOI: 10.1001/jama.2018.4385
9. De Vries TP, Henning RH, Hogerzeil HV, Fresle DA. Guide to good prescribing. A practical manual. Geneva: World Health Organization; 1994.
10. Duong QH, Pham TN, Reynolds L, Yeap Y, Walker S, Lyons K. A scoping review of therapeutic reasoning process research. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2023;28(4):1289-1310. DOI: 10.1007/s10459-022-10187-7
11. Fischer F, Bauer E, Seidel T, Schmidmaier R, Radkowsch A, Neuhaus BJ, Hofer SI, Sommerhoff D, Ufer S, Kuhn J, Küchemann S, Sailer M, Koenen J, Gartmeier M, Berberat P, Frenzel A, Heitzmann N, Holzberger D, Pfeffer J, Lewalter D, Niklas F, Schmidt-Hertha B, Gollwitzer M, Vorholzer A, Chernikova O, Schons C, Pickal AJ, Bannert M, Michaelis T, Stadler M, Fischer MR. Representational scaffolding in digital simulations – Learning professional practices in higher education. *Inform Learn Sci*. 2022;123(11/12):645-665. DOI: 10.1108/ILS-06-2022-0076
12. Förtsch C, Sommerhoff D, Fischer F, Fischer MR, Girwidz R, Obersteiner A, Reiss K, Stürmer K, Siebeck M, Schmidmaier R, Seidel T, Ufer S, Wecker C, Neuhaus BJ. Systematizing professional knowledge of medical doctors and teachers: Development of an interdisciplinary framework in the context of diagnostic competences. *Educ Sci*. 2018;8(4):207. DOI: 10.3390/educsci8040207

13. Gantayet-Mathur A, Chan K, Kalluri M. Patient-centered care and interprofessional collaboration in medical resident education: where we stand and where we need to go. *Humanit Soc Sci Commun.* 2022;9(1):206. DOI: 10.1057/s41599-022-01221-5
14. Heitzmann N, Opitz A, Stadler M, Sommerhoff D, Fink MC, Obersteiner A, Schmidmaier R, Neuhaus BJ, Ufer S, Seidel T, Fischer MR, Fischer F. Cross-Disciplinary Research on Learning and Instruction – Coming to Terms. *Front Psychol.* 2021;11:562658. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.562658
15. Heitzmann N, Seidel T, Hetmanek A, Wecker C, Fischer MR, Ufer S, Schmidmaier R, Neuhaus B, Siebeck M, Stürmer K, Obersteiner A, Reiss K, Girwidz R, Fischer F. Facilitating diagnostic competences in simulations in higher education: A framework and a research agenda for medical and teacher education. *Frontline Learn Res.* 2019;7:1-24. DOI: 10.14786/flr.v7i4.384
16. Kessler RC. The epidemiology of dual diagnosis. *Biol Psychiatry.* 2004;56(10):730-737. DOI: 10.1016/j.biopsych.2004.06.034
17. Monteiro SM, Norman G. Diagnostic reasoning: Where we've been, where we're going. *Teach Learn Med.* 2013;25(sup1):S26-S32. DOI: 10.1080/10401334.2013.842911
18. Newman-Toker DE, Nassery N, Schaffer AC, Yu-Moe CW, Clemens GD, Wang Z, Zhu, Saber Tehrani AS, FAnai M, Hassoon A, Siegal D. Burden of serious harms from diagnostic error in the USA. *BMJ Qual Saf.* 2024;33(2):109-120. DOI: 10.1136/bmjqs-2021-014130
19. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, Avis S, Brooks S, Castrén M, Chung SP, Considine J, Couper K, Escalante R, Hatanaka T, Hung KK, Kudenchuk P, Lim SW, Nishiyama C, Ristagno G, Semeraro F, Smith CM, Smyth MA, Vaillancourt C, Nolan JP, Hazinski MF, Morley PT; Adult Basic Life Support Collaborators. Adult basic life support. *Resuscitation.* 2020;156:A35-A79. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2020.09.010
20. Parsons AS, Wijesekera TP, Rencic JJ. The Management Script: A Practical Tool for Teaching Management Reasoning. *Acad Med.* 2020;95(8):1179-1185. DOI: 10.1097/ACM.0000000000003465
21. Pauker SG, Kassirer JP. The Threshold Approach to Clinical Decision Making. *N Engl J Med.* 1980;302(20):1109-1117. DOI: 10.1056/NEJM198005153022003
22. Richir MC, Tichelaar J, Geijteman EC, de Vries TP. Teaching clinical pharmacology and therapeutics with an emphasis on the therapeutic reasoning of undergraduate medical students. *Eur J Clin Pharmacol.* 2008;64(2):217-224. DOI: 10.1007/s00228-007-0432-z
23. Schnurrer JU, Frölich JC. Zur Häufigkeit und Vermeidbarkeit von tödlichen unerwünschten Arzneimittelwirkungen [On the frequency and avoidability of fatal adverse drug reactions]. *Internist.* 2003;44(7):889-895. DOI: 10.1007/s00108-003-0988-3
24. Staal J, Hooftman J, Gunput ST, Mamede S, Frens MA, Van den Broek WW, Alsmas J, Zwaan L. Effect on diagnostic accuracy of cognitive reasoning tools for the workplace setting: systematic review and meta-analysis. *BMJ Qual Saf.* 2022;31(12):899-910. DOI: 10.1136/bmjqs-2022-014865
25. Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, Sadowski DC, Fedorak RN, Kroeker KI. An overview of clinical decision support systems: Benefits, risks, and strategies for success. *Npj Digit Med.* 2020;3(1):17. DOI: 10.1038/s41746-020-0221-y
26. Wittl MJ, Zottmann JM, Wershofen B, Thistlethwaite JE, Fischer F, Fischer MR. FINCA – a conceptual framework to improve interprofessional collaboration in health education and care. *Front Med.* 2023;10:1213300. DOI: 10.3389/fmed.2023.1213300
27. Xu H, Ang BWG, Soh JY, Ponnampereuma GG. Methods to improve diagnostic reasoning in undergraduate medical education in the clinical setting: A systematic review. *J Gen Intern Med.* 2021;36(9):2745-2754. DOI: 10.1007/s11606-021-06916-0
28. Young ME, Thomas A, Lubarsky S, Gordon D, Gruppen LD, Rencic J, Ballard T, Holmboe E, Da Silva A, Ratcliffe T, Schuwirth L, Dory V, Durning SJ. Mapping clinical reasoning literature across the health professions: A scoping review. *BMC Med Educ.* 2020;20(1):107. DOI: 10.1186/s12909-020-02012-9

Corresponding author:

Prof. Dr. med. Martin R. Fischer, MME
LMU Munich, LMU University Hospital, Institute of Medical Education, Pettenkoferstr. 8a, D-80336 Munich, Germany
martin.fischer@med.uni-muenchen.de

Please cite as

Richters C, Schmidmaier R, Popov V, Schredelseker J, Fischer F, Fischer MR. *Intervention skills – a neglected field of research in medical education and beyond.* *GMS J Med Educ.* 2024;41(4):Doc48. DOI: 10.3205/zma001703, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017035

This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001703>

Received: 2024-08-02

Revised: 2024-08-09

Accepted: 2024-08-09

Published: 2024-09-16

Copyright

©2024 Richters et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Interventionsfähigkeiten – ein vernachlässigtes Forschungsfeld in der medizinischen Ausbildung und darüber hinaus

Zusammenfassung

Interventionelles Denken als kritischer Bestandteil der klinischen Entscheidungsfindung wurde in der medizinischen Ausbildung im Vergleich zur diagnostischen Entscheidungsfindung bisher zu wenig untersucht. Dies spiegelt sich in einem mangelnden Verständnis der kognitiven Prozesse und einem Forschungsdefizit zur Förderung der Interventionsfähigkeiten zukünftiger Ärztinnen und Ärzte wider. In diesem Kommentar stellen wir ein Konzept des interventionellen Denkens vor, das vier Phasen umfasst: Generierung, Auswahl, Implementierung und Evaluation von Interventionen. Das Konzept betont kognitive Prozesse wie die Entwicklung von Interventionen auf der Grundlage der Symptome und Diagnosen eines Patienten: Auswahl von Interventionen durch Vergleichen, Priorisieren und Bewerten von Interventionen hinsichtlich Machbarkeit, Effektivität und kontextspezifischen Bedürfnissen sowie die Vorhersage von Gesundheitsergebnissen innerhalb sogenannter „Entwicklungskorridore“, um Behandlungen entsprechend anzupassen. Neben diesen kognitiven Prozessen erfordern Interventionen auch kollaborative Aktivitäten wie den Informationsaustausch und die Verteilung von Rollen innerhalb des Betreuungsteams oder die gemeinsame Ausführung von Interventionsmaßnahmen. Zukünftige Forschung sollte das vorgeschlagene Konzept validieren, den Einfluss des interventionellen Denkens auf klinische Ergebnisse untersuchen und effektive Trainingsmethoden (z.B. Simulationen und KI-Techniken) identifizieren. Zudem ist es von Interesse, die Übertragbarkeit und Generalisierbarkeit des Modells auf andere Bereiche innerhalb und außerhalb der Gesundheitsbildung zu erforschen.

Schlüsselwörter: interventionelles Denken, kognitive Interventionsprozesse, klinische Entscheidungsfindung, Gesundheitsbildung

Einführung

Ein grundlegender Aspekt der ärztlichen klinischen Praxis ist die Fähigkeit, Informationen über Patientinnen und Patienten zu sammeln und zu integrieren, um so die Unsicherheit hinsichtlich der Ätiologie von Symptomen und der ihnen zugrundeliegenden Erkrankungen zu verringern – ein Prozess, der als *diagnostisches Denken über diagnostische Entscheidungsfindung* bekannt ist. Sobald

eine ausreichende diagnostische Sicherheit erreicht ist, verwenden Klinikerinnen und Kliniker die gesammelten Informationen als Grundlage, um Entscheidungen über die Notwendigkeit und Wirksamkeit potenzieller Interventionen zu treffen, z. B. Entscheidungen über die Verschreibung von Medikamenten oder über chirurgische Eingriffe, was als *interventionelles Denken oder diagnostische Entscheidungsfindung* bezeichnet werden kann. Diagnostisches Denken kann zusammen mit dem interventionellen Denken unter dem Begriff des klinischen Denkens zusammengefasst werden. Seit einigen Jahrzehnten wird

Constanze Richters¹
Ralf Schmidmaier²
Vitaliy Popov^{3,4}
Johann Schredelseker^{1,5}
Frank Fischer⁶
Martin R. Fischer¹

1 LMU München, LMU Klinikum, Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin, München, Deutschland

2 LMU München, LMU Klinikum, Medizinische Klinik und Poliklinik IV, München, Deutschland

3 University of Michigan Medical School, Department of Learning Health Sciences, Ann Arbor, Michigan, USA

4 University of Michigan, School of Information, Ann Arbor, Michigan, USA

5 LMU München, Medizinische Fakultät, Walther Straub Institut für Pharmazie und Toxikologie, München, Deutschland

6 LMU München, Department Psychologie, München, Deutschland

das diagnostische Denken intensiv erforscht [17], [24] und hat kürzlich auch außerhalb der medizinischen Ausbildung zunehmend Aufmerksamkeit erhalten [15]. Die Forschung hat sich weiterentwickelt, was zu einem fundierten Verständnis darüber geführt hat, wie Klinikerinnen und Kliniker akkurate Diagnosen stellen [27]. Im Gegensatz dazu ist die vorhandene Literatur zum interventionellen Denken bislang eher begrenzt. Der bisherigen Forschung mangelt es an einer kumulativen und iterativen Entwicklung [10], was zu einem fragmentierten Verständnis der kognitiven Prozesse führt, die beim interventionellen Denken beteiligt sind [8]. Dies ist problematisch, da schädliche Interventionen direkte Auswirkungen auf das Leben der Patientinnen und Patienten haben [23].

Ein Grund für die derzeitigen Limitationen in der Forschung zum interventionellen Denken liegt auch im primären Fokus der medizinischen Grundausbildung auf diagnostischem Denken [22]. Dies liegt auch darin begründet, dass die Mehrheit der vermeidbaren Schäden in klinischen Einrichtungen weltweit auf diagnostische Fehler zurückzuführen ist [18]. Unser begrenztes Verständnis des interventionellen Denkens verschärft das Problem weiter, da es die Behandlungsergebnisse von Patientinnen und Patienten auch dann beeinträchtigen kann, wenn die Diagnosen korrekt gestellt worden sind. Ein Beispiel sind tödliche unerwünschte Arzneimittelwirkungen – eine direkte Folge der Behandlung von Patientinnen und Patienten und ein weltweit in der klinischen Praxis unterschätztes Problem [23]. Um solche Interventionsfehler zu vermeiden, haben eine Reihe von medizinischen Fachgesellschaften eine Vielzahl ausgefeilter konsensbasierter Leitlinien entwickelt, die Empfehlungen sowohl zur Diagnostik als auch zur Intervention enthalten (z. B. [2]). Darüber hinaus sind Sicherheitskontrollen ein integraler Bestandteil der klinischen Praxis, einschließlich klinischer Entscheidungsunterstützungssysteme [25] und Medikationssicherheitsüberprüfungen (z. B. [6]). Solche klinischen Richtlinien und Hilfsmittel allein sind aber nicht ausreichend: Ein umfassenderes Verständnis der Entwicklung der vielfältigen und komplexen Fähigkeiten, die beim interventionellen Denken eine Rolle spielen, sind erforderlich, um deren Vermittlung verbessern zu können.

Seit über einem Jahrzehnt setzen sich Lehrende aus Pharmakologie und Pharmazie für eine stärkere Integration interventionellen Denkens hinsichtlich der Verschreibung von Medikamenten ein. Eine solche Integration würde ein interdisziplinäres Verständnis des Interventionsprozesses erleichtern und den Erwerb der damit zusammenhängenden Fähigkeiten fördern [22]. Jedoch fehlt übergreifendes Training im interventionellen Denken im Medizinstudium bis heute. Stattdessen ist der Erwerb von Interventionsfähigkeiten derzeit stark auf die postgraduale Facharztausbildung bezogen, wobei er in den medizinischen Weiterbildungsfächern (z. B. Innere Medizin und Dermatologie) sehr unterschiedlich integriert ist.

Die Prozesse und Aktivitäten, die beim interventionellen Denken beteiligt sind, können sich stark von denen unterscheiden, die mit der Diagnosestellung verbunden sind. Daher sind unterschiedliche Vermittlungs- und

Überprüfungsmethoden erforderlich [7]. Neben kognitiven Fähigkeiten umfasst interventionelles Denken auch interdisziplinäre und interprofessionelle Fähigkeiten, da Interventionen bei der Erbringung klinischer Leistungen häufig ein hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit (z. B. Radiologie und Innere Medizin) und interprofessioneller Teamarbeit (z. B. Physiotherapie, Ergotherapie oder Pharmazie) erfordern [13].

Im vorliegenden Kommentar schlagen wir eine Konzeptualisierung von Interventionsfähigkeiten vor, die auf bestehender Forschung aufbaut und beinhaltet, welche kognitiven Aktivitäten beim Intervenieren beteiligt sein könnten. Dieser konzeptionelle Rahmen dient als Grundlage für die weitere Erforschung und Entwicklung dieser wichtigen Fähigkeiten in der medizinischen Ausbildung und Weiterbildung und potenziell auch in anderen Bereichen, um die berufliche Praxis zu verbessern und letztlich die Qualität der Behandlungsergebnisse für Patientinnen und Patienten oder andere Zielgruppen zu erhöhen.

Aktueller Forschungsstand zum interventionellen Denken

Im Zusammenhang mit der Lösung komplexer Probleme wird der Begriff des Diagnostizierens verwendet, um den Prozess der Identifizierung des Problems und seiner zugrunde liegenden Ursachen zu beschreiben [1]. Der Begriff des Intervenierens wird verwendet, um den Vorgang der Lösung und Verbesserung des identifizierten Problems zu beschreiben. Einerseits dienen Diagnosen als Entscheidungsgrundlage für Interventionen [15]. Andererseits dienen Interventionsentscheidungen dazu, (vorläufige) Diagnosen zu bestätigen oder zu verwerfen, beispielsweise wenn die Reaktion einer Patientin oder eines Patienten auf eine Intervention neue Erkenntnisse in Bezug auf eine bestimmte Verdachtsdiagnose liefert [8]. Die zyklische Natur von Diagnose und Intervention zeigt sich besonders deutlich in Notfällen oder Situationen mit hoher Dringlichkeit, in denen eine schnelle und genaue Beurteilung und Behandlung erforderlich sind. In solchen Fällen ist oft ein iterativer Zyklus von Anpassung der Diagnose und Intervention notwendig (z. B. [19]). Die bisherige Forschung zu interventionellem Denken stammt hauptsächlich aus der Medizin bzw. dem Gesundheitswesen. In diesen Studien werden neben dem Begriff des interventionellen Denkens verschiedene weitere Begriffe verwendet, darunter „therapeutisches Denken“, „Management-bezogenes Denken“ und „Entscheidungsfindung bei Behandlungen“ [10], [20], [28]. Diese Begriffe sind im Wesentlichen gleichbedeutend mit dem Konzept des interventionellen Denkens. Wir verwenden den Begriff „interventionelles Denken“ in unserer Konzeptualisierung mit dem Ziel, seine Anwendung auch über das Gesundheitswesen hinaus auf andere Bereiche ausdehnen zu können.

Vor drei Jahrzehnten entwickelte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ein normatives Modell für interventionelles Denken, das sechs Schritte im Prozess der Arzneimittelverabreichung beschreibt. Diese Schritte basieren

auf den Prinzipien des „rationalen Verschreibens“ [9]. Die Entwicklung dieses Handbuchs war ein früher Versuch, interventionelles Denken im Medizinstudium zu etablieren. Die sechs Schritte lauten wie folgt:

1. Definieren Sie das Problem der Patientin bzw. des Patienten,
2. spezifizieren Sie das therapeutische Ziel,
3. wählen Sie Ihre Behandlung aus und überprüfen Sie ihre Eignung,
4. beginnen Sie mit der Behandlung,
5. kommunizieren Sie Informationen, Anweisungen und Warnungen und
6. überwachen Sie die Behandlung und entscheiden Sie, ob sie fortgesetzt oder abgebrochen werden soll.

Dieses Modell beschränkt sich jedoch auf Arzneimittelverschreibungen als Intervention und bietet keine umfassende Beschreibung der zugrundeliegenden Denkprozesse. Nachfolgende Forschung aus der klinischen Pharmakologie [22] verknüpfte das Modell der Medikamentenverschreibung mit Theorien aus der kognitiven Psychologie und der therapeutischen Argumentation – wobei der Schwerpunkt weiterhin auf der medikamentösen Therapie lag. Ein kürzlich durchgeführtes Scoping Review bestehender empirischer Forschung identifizierte Denkprozesse wie das *Analysieren*, daraus *Synthesen* ableiten und *Bewerten* als grundlegend für das interventionelle Denken in verschiedenen Gesundheitsbereichen [10]. In konzeptionellen Artikeln aus dem Bereich des klinischen Denkens werden die *Aushandlung* eines Aktionsplans und das fortlaufende *Überwachen* und *Anpassen* dieses Plans als weitere Komponenten des interventionellen Denkens identifiziert, die verschiedene kognitive Prozesse beinhalten [7]. Zu diesen kognitiven Prozessen gehören Aktivitäten wie das *Vergleichen*, *Priorisieren* und *Auswählen* aus einer Reihe von möglichen (vertretbaren) Behandlungsmaßnahmen [8]. Darüber hinaus haben Parsons et al. [20] das Konzept der Managementskripts entwickelt, um die Organisation von Interventionsoptionen und -entscheidungen zu beschreiben und zu erklären. Managementskripts sind mentale Schemata, die Klinikern und Klinikern bei der Entscheidungsfindung helfen, indem sie strukturiertes, vorab zusammengestelltes, konzeptionelles Wissen zur Bewältigung von Gesundheitsproblemen bereitstellen. Sie können mithilfe von Vorlagen vermittelt werden, die potenzielle Maßnahmen skizzieren, was das Lehren und Lernen von interventionellem Denken erleichtert. Im Laufe der Zeit werden solche mentalen Schemata durch Studium und Erfahrung erworben und in fall- oder problembezogenen Kontexten aktiviert oder abgerufen. Aufgrund der komplexen Natur von Interventionen in der Praxis müssen Klinikern und Klinikern ihre Managementskripts fortlaufend anpassen, um ihre Patientinnen und Patienten erfolgreich zu behandeln, wobei individuelle und kontextbezogene Faktoren wie die Präferenzen, Überzeugungen, Erwartungen und der persönliche Hintergrund der Patientinnen und Patienten berücksichtigt werden müssen. Mit zunehmender Expertise sind Klinikern und Klinikern dann immer besser in der Lage, ihre

Managementskripts für spezifische Probleme an die besonderen Umstände einer Situation anzupassen.

Basierend auf einer Synthese dieser theoretischen Überlegungen und empirischen Erkenntnisse beschreibt der folgende Abschnitt den Interventionsprozess und die damit verbundenen Aktivitäten. Zunächst wird eine Definition gegeben, gefolgt von einer Konzeptualisierung, die eine detaillierte Erklärung der Komponenten des interventionellen Denkens und der damit verbundenen kognitiven Aktivitäten umfasst. Die Konzeptualisierung beinhaltet eine Reihe umfassender, potenziell generalisierbarer Interventionsaktivitäten, die nicht nur für das interventionelle Denken im Hinblick auf den Einsatz von Medikamenten verwendet werden kann, sondern auch für eine Vielzahl anderer Interventionen.

Vorschlag einer Konzeptualisierung von Argumentationsfähigkeiten bei Interventionen

Auf der Grundlage bisheriger Literatur zum klinischen Denken definieren wir interventionelles Denken als den systematischen Prozess des Generierens, Auswählens, Implementierens und fortlaufenden Evaluierens von Maßnahmen, die darauf abzielen, Zustände oder Prozesse für Patientinnen und Patienten positiv zu verändern. Dieser Prozess kann sowohl individuelle als auch kollaborative Bemühungen umfassen, wobei argumentative Kommunikation über die Eignung und Wirksamkeit der ausgewählten Interventionen (z. B. das Vorlegen von Beweisen, das Abwägen von Alternativen und das Erreichen eines Konsenses) im Vordergrund steht. Interventionsmaßnahmen können sowohl verdeckte als auch sichtbare Handlungen umfassen, bei denen Klinikern und Klinikern sich an kognitiven und kollaborativen Aktivitäten (d. h. interdisziplinären oder interprofessionellen) beteiligen [26]. Da die Anwendung von Fachwissen (z. B. klinischem Wissen) in diagnostischen Aktivitäten ein entscheidender Faktor für die Entwicklung diagnostischer Fähigkeiten ist [15], gehen wir davon aus, dass die Anwendung von Wissen aus distinkten Bereichen in Interventionsaktivitäten auch ein entscheidender Faktor für die Entwicklung von Interventionsfähigkeiten ist. Interventionsfähigkeiten beziehen sich daher auf die Fähigkeit von Klinikern und Klinikern, Probleme anzugehen, indem sie verschiedene Wissensarten, einschließlich Fachwissen (d. h. konzeptuelles und strategisches Wissen), Wissen über die Folgen von Interventionen und interprofessionelles Wissen, gemäß professioneller Standards in Interventionsaktivitäten anwenden. In der Medizin bezieht sich Fachwissen auf biomedizinisches und klinisches Wissen. Die Anwendung dieses Wissens umfasst die Berücksichtigung der individuellen Merkmale der Patientin oder des Patienten, das Tolerieren von Unsicherheit und Mehrdeutigkeit, Komplexität, das Überwachen der Behandlungsergebnisse und das Erkennen von Abweichungen von den therapeutischen Zielen sowie das Berücksichtigen

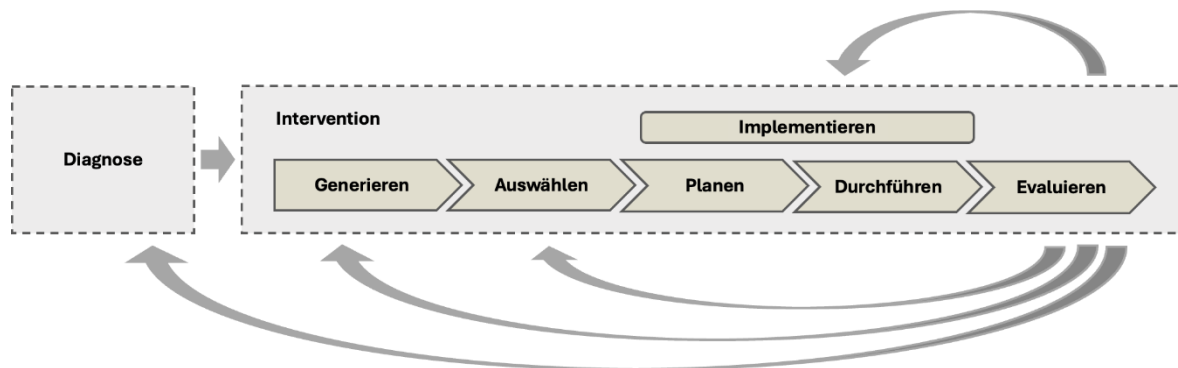


Abbildung 1: Arbeitsmodell zur Konzeptualisierung des interventionellen Denkens im Kontext des diagnostischen Denkens

kontextueller Einschränkungen [7]. Im Folgenden beschreiben wir den Interventionsprozess und die damit verbundenen Aktivitäten (siehe Abbildung 1) ausführlicher:

Generieren von Interventionsoptionen umfasst die Entwicklung einer Reihe von Lösungen oder Strategien, die als vernünftig und angemessen erachtet werden, um ein bestimmtes Problem anzugehen oder ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen. Diese Aktivität erfordert zunächst eine Definition des Problems der Patientin oder des Patienten sowie die Festlegung des Interventionsziels [9]. Die genauen Ursachen des Problems können dabei in unterschiedlichem Maße bekannt sein (d. h. die Spezifität der Problembeschreibung oder die Genauigkeit einer Diagnose). Zum Beispiel wäre eine geeignete Behandlung für einen Patienten mit einer HIV-Infektion als vorliegender spezifischer Diagnose eine antiretrovirale Therapie, eine Kombination von Medikamenten, die die HIV-Replikation unterdrücken. In der Praxis liegt jedoch zum Zeitpunkt der Erstbehandlung nicht immer eine spezifische Diagnose vor. Ein Patient kann beispielsweise mit akuter Atemnot vorstellig werden, die durch eine Reihe von Erkrankungen verursacht werden kann (z. B. Asthma bronchiale, Myokardinfarkt oder eine Lungenembolie). Für die Erstbehandlung ist eine spezifische Diagnose nicht immer möglich und zwingend erforderlich [7]. Sofortige Maßnahmen müssen ergriffen werden, um den Zustand des Patienten zu stabilisieren, einschließlich z. B. der Verabreichung von Sauerstoff, der Überwachung der Vitalfunktionen, der Anwendung einer Antikoagulationstherapie und der Bereitstellung unterstützender Pflege. Diese Maßnahmen sind von entscheidender Bedeutung, um eine akute Verschlechterung des Zustands des Patienten zu verhindern, während diagnostische Tests durchgeführt werden, um das zugrundeliegende spezifische Problem zu ermitteln. Die Berücksichtigung verschiedener möglicher Ursachen und geeigneter Interventionsoptionen gewährleistet einen umfassenden Ansatz bei der Diagnose und Behandlung der Patientin bzw. des Patienten.

Auswählen von Interventionen umfasst das *Vergleichen*, *Priorisieren* und *Bewerten* von Interventionen auf der Grundlage der am besten geeigneten, vernünftigen und gerechtfertigten Strategien hinsichtlich Durchführbarkeit, Wirksamkeit und Angemessenheit im spezifischen Kontext, Dringlichkeit, Komplexität und den individuellen Bedürfnissen der Patientin bzw. des Patienten [7], [20].

Zum Beispiel vergleichen Ärztinnen und Ärzte in Tumorboards die potenziellen Vor- und Nachteile von Chemotherapie, Strahlentherapie und Operation und bewerten diese im Hinblick auf ihre Wirksamkeit beim Schrumpfen von Tumoren, der Symptombehandlung und der Verbesserung von Überlebenschancen im individuellen Falle (Vergleichen). Onkologinnen und Onkologen ordnen diese verschiedenen Interventionen auch nach Kriterien wie Dringlichkeit oder Wirksamkeit, z. B. indem sie die Kontrolle von Krebsymptomen über die eigentliche Behandlung des Krebses stellen (Priorisierung). Bei der Auswahl geeigneter Behandlungen berücksichtigen Klinikerinnen und Kliniker zudem, wie gut die Behandlung den individuellen Bedürfnissen und Präferenzen der Patientin bzw. des Patienten entspricht, einschließlich Faktoren wie Nebenwirkungen der Behandlung, allgemeiner Gesundheitszustand der Patientin bzw. des Patienten (*Threshold to Treat*; [21]), Genesungszeit und langfristigen Ergebnissen (Evaluierung). Das Auswählen von Interventionen umfasst also nicht nur die Auswahl einer Standardbehandlung für ein bestimmtes Problem, sondern auch die Eignung dieser Standardbehandlung für die individuelle Patientin bzw. den individuellen Patienten [9]. Bei einem Patienten, bei dem beispielsweise Bluthochdruck diagnostiziert wurde, ist die erste Behandlungsoption in der Regel die Gabe eines ACE-Hemmers wie Lisinopril. Wenn dieser Patient jedoch in der Anamnese ein Angioödem aufweist, ist diese Erststrategie kontraindiziert. Anstelle von Lisinopril kann dann z. B. Amlodipin, ein Calciumantagonist, verschrieben werden, um das Risiko eines Angioödems zu verringern. Das Ergebnis dieses Auswahlprozesses kann eine sequenzielle Anwendung von Interventionen oder eine Kombination mehrerer Interventionen zur gleichen Zeit sein, wenn die Patientin bzw. der Patient Gesundheitsprobleme aufweist, die auf mehr als eine Ursache zurückzuführen sind. Letzteres wird auch als Doppeldiagnose bezeichnet [16], wenn eine komplexe Erkrankung einen integrierten Behandlungsansatz erfordert, der sowohl eine primäre Erkrankung als auch eine Komorbidität gleichzeitig behandelt. Dies könnte beispielsweise eine Patientin mit einer schweren Depression und Alkoholabhängigkeit sein oder ein Patient mit HIV-Infektion, der eine Lungenentzündung mit *Pneumocystis jirovecii* (PCP) als opportunistische Infektion entwickelt. Die gleichzeitige Behandlung beider Erkrankungen (z. B.

psychische Gesundheit und Substanzstörungen) ist unerlässlich, da sich die Erkrankungen gegenseitig verstärken können.

Die *Implementierung von Interventionen* umfasst

1. die Planung und
2. die Durchführung von Interventionen.

Bei der Planung von Interventionen legen Klinikerinnen und Kliniker die Ziele und Regeln fest, die zur Überwachung und Anpassung der Intervention während ihrer Durchführung verwendet werden. Darüber hinaus umfasst der Planungsprozess auch das Sequenzieren von Interventionen basierend auf deren (miteinander verbundener) Wirksamkeit. Ein Medikament wie Capecitabin kann beispielsweise die Wirksamkeit einer Strahlentherapie erhöhen; eine Chemotherapie kann priorisiert werden, um zunächst die Tumorgroße zu reduzieren, gefolgt von einer Operation zur Entfernung des verbleibenden Tumorgewebes. Die genannten Regeln sowie die vorher ausgewählten und sequenzierten Interventionen werden in einem Implementierungsplan festgehalten, der einen transparenten Informationsaustausch mit der Patientin bzw. dem Patienten, der Familie und allen an der Intervention beteiligten Leistungserbringern über die Zeit gewährleistet [9]. Der Implementierungsplan umfasst einen Überwachungs- und Anpassungsplan [7]. Zu den Bestandteilen des *Überwachungsplans* gehören unter anderem das Festlegen des Interventionsziels, das Spezifizieren von Überwachungsparametern (z. B. klinische Symptome), das Festlegen der Überwachungsfrequenz (z. B. wöchentlich oder monatlich) und das Festlegen von Schwellenwerten für Anpassungen (z. B. Verschlechterung oder Verbesserung der Symptome der Patientin bzw. des Patienten). Der *Anpassungsplan* enthält spezifische Entscheidungskriterien und Optionen für Anpassungen basierend auf diesen Entscheidungskriterien. Dazu können Änderungen der Medikation, Wechsel zu einem anderen Medikament, Anpassungen der Verabreichungsfrequenz oder das Hinzufügen zusätzlicher Therapien gehören. Wenn der Blutdruck einer Patientin trotz täglicher Einnahme von 10 mg Lisinopril beispielsweise zu hoch bleibt, könnte der Anpassungsplan eine Erhöhung der Dosierung auf 20 mg täglich vorsehen. Die kognitiven Prozesse, die die Spezifizierung und die Entwicklung des Interventionsplans ermöglichen, bezeichnen wir als „Vorhersage von Entwicklungskorridoren“. Der Begriff „Entwicklungskorridor“ beschreibt den typischen Bereich der Variation im Gesundheitszustand einer Patientin bzw. eines Patienten, der durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst werden kann, darunter soziale, individuelle, genetische und interventionale Faktoren. Dieser Bereich umfasst potenzielle Veränderungen, wenn Interventionen wirksam sind. Es ist jedoch nicht ungewöhnlich, dass der Zustand einer Patientin bzw. eines Patienten von diesen festgelegten Grenzen abweicht. Daher berücksichtigen Vorhersagen für Entwicklungskorridore Ergebnisse sowohl innerhalb als auch außerhalb dieses Bereichs. Darüber hinaus tragen die Vorhersagen im Implementierungsplan zu einer transpa-

renten Abgrenzung von Verantwortlichkeiten bei und erleichtern die Übertragung dieser Verantwortlichkeiten auf die Patientin bzw. den Patienten oder Dritte wie andere Ärztinnen und Ärzte, Pflegekräfte oder Familienmitglieder. Nach unserem Kenntnisstand ist der kognitive Prozess der Vorhersage interventionsbasierter Entwicklungskorridore weitgehend unerforscht. Daher fehlt es bisher an Wissen über optimale Lehr- und Unterstützungsstrategien für solche Vorhersageprozesse.

Nach der Planungsphase werden die Interventionen durchgeführt. Während der Interventionsplan in erster Linie ein (kollaborativer) kognitiver Prozess ist, umfasst die Durchführung des Plans praktische Aspekte wie Organisation, manuelle Fähigkeiten und Kommunikation. Ein Beispiel hierfür ist die Durchführung einer Operation, bei der Chirurginnen bzw. Chirurgen und Anästhesistinnen bzw. Anästhesisten die Teamaktionen weiterer medizinischer Fachkräfte sowie Geräte koordinieren (z. B. Zuweisung von Rollen und Aufgaben), die Operation unter Einsatz chirurgischer und anästhesiologischer Fähigkeiten durchführen (z. B. Einleitung und Überwachung der Anästhesie, Inzision und Drainage eines Abszesses, Wundnaht) und effektiv mit den Teammitgliedern kommunizieren (z. B. unter Verwendung von Techniken wie der sogenannten „closed-loop communication“).

Die *Evaluierung von Interventionen* bezieht sich auf die Bewertung der Intervention durch Klinikerinnen und Klinikern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bei der Lösung des spezifischen Problems oder beim Erreichen des zuvor festgelegten Ziels. Die Evaluierung ist eng mit der Überwachung verbunden. Diese Prozesse können zu zwei Hauptergebnissen führen: keine Anpassung oder eine Anpassung. Wenn die behandelnde Ärztin bzw. der Arzt empfehlen, die aktuelle Intervention auf Grundlage ihrer Überwachung nicht anzupassen, könnten sie zum Beispiel festgestellt haben, dass die aktuelle Behandlung mit den Vorhersagen der Entwicklungskorridore übereinstimmt. Alternativ können sie, insbesondere bei der abschließenden Evaluierung einer Intervention, zum Schluss kommen, dass die Erkrankung ihrer Patientin bzw. ihres Patienten effektiv geheilt wurde (z. B. wenn eine bakterielle Lungenentzündung erfolgreich mit einem Antibiotikum behandelt wurde). Wenn sich die Behandlungsverantwortlichen dafür entscheiden, die aktuelle Intervention anzupassen, könnten sie feststellen, dass die Implementierung verfeinert werden muss. Dies kann eine Anpassung der Intervention selbst (z. B. die Änderung der Abfolge verschiedener Behandlungen oder die Anpassung der Medikamentendosis) oder eine Optimierung der Durchführung der Intervention (z. B. bessere Kommunikation oder Verbesserung der Kontextfaktoren) beinhalten. Darüber hinaus könnten sich die Behandlungsverantwortlichen dafür entscheiden, neue Interventionsoptionen zu generieren oder auszuwählen, um bestehende Interventionen zu ergänzen oder zu ersetzen. Beispielsweise könnten Antidepressiva zu einer bestehenden Verhaltenstherapie hinzugefügt werden, um eine Patientin mit mittelschwerer Depression zu behandeln, oder ein Antibiotikum könnte

durch ein anderes ersetzt werden, weil es bei der Behandlung eines Patienten mit PCP nicht wirksam ist. Schließlich können die Klinikerinnen und Kliniker wieder zurück zum Diagnoseprozess gehen (z. B. Entscheidung für weitere Tests basierend auf dem *Threshold to Test*; [21]. Der Diagnoseprozess wird dann solange fortgesetzt, bis eine ausreichende Sicherheit für weitere Interventionsentscheidungen erreicht wurde.

Lernen zu intervenieren: Identifizierung von Bedingungen für eine effektive Förderung von Interventionsfähigkeiten

Im Hinblick auf unsere vorgeschlagene Konzeptualisierung von interventionellem Denken schlagen wir einige konkrete Forschungsfragen für zukünftige Untersuchungen vor. Zunächst muss die Konzeptualisierung des interventionellen Denkens validiert werden. Zukünftige Forschung würde stark von Studien profitieren, die verschiedene Aspekte der Validität überprüfen. Daher schlagen wir Validierungsstudien wie Beobachtungs- oder Interviewstudien vor, die die in diesem Artikel vorgestellte vorläufige Konzeptualisierung auf verschiedene Weise testen und weiterentwickeln. Im Hinblick auf die Konstruktvalidität könnten folgende Fragen untersucht werden:

1. Inwieweit werden die in der Konzeptualisierung dargelegten Interventionsaktivitäten von Klinikerinnen und Klinikern tatsächlich genutzt?
2. Auf welche Weise folgen erfahrene vs. weniger erfahrene Klinikerinnen und Kliniker der vorgeschlagenen Abfolge von Aktivitäten linear, oder engagieren sich in einem eher nichtlinearen, dynamischen Prozess des interventionellen Denkens? Wir vermuten, dass erfahrene Klinikerinnen und Kliniker zwar möglicherweise nicht bewusst einer linearen Abfolge folgen, ihre kognitiven Prozesse jedoch wahrscheinlich dennoch alle vorgeschlagenen Aktivitäten umfassen, wenn auch auf fluide und vernetzte Weise.
3. Bezieht sich interventionelles Denken auf eine einzelne Fähigkeit (d. h. alle Subdimensionen sind korreliert) oder auf eine Reihe von Fähigkeiten (d. h. verschiedene Subfähigkeiten erklären die Varianz unabhängig)? Wir vermuten, dass Interventionsfähigkeiten eher auf eine Reihe von Fähigkeiten als auf eine einzelne Fähigkeit verweisen.

In Bezug auf die prädiktive und inhaltliche Validität könnten folgende Fragen untersucht werden:

1. Inwieweit korreliert professionelles Wissen (d. h. konzeptuelles und strategisches Wissen) mit erfolgreichem Engagement in Interventionsaktivitäten und dem Erfolg von Interventionen?
2. Inwieweit kann das Engagement in einzelnen Interventionsaktivitäten oder in mehreren Interventionsaktivitäten genutzt werden, um den Erfolg von Interventio-

nen (d. h. die Verbesserung des Gesundheitszustands der Patientin bzw. des Patienten) vorherzusagen?

Im Hinblick auf kollaboratives Intervenieren sollte folgende Frage untersucht werden: Inwieweit können soziale Fähigkeiten und Kenntnisse der Kollaborationspartner als Faktoren identifiziert werden, die zu einem erfolgreichen Engagement bei interdisziplinären oder interprofessionellen Interventionsaktivitäten beitragen?

Nachdem das Verständnis von interventionellem Denken als Konstrukt vertieft wurde, könnte die Forschung sich auf die Identifikation von Bedingungen für ein effektiveres Training von Interventionsfähigkeiten konzentrieren. Ein vielversprechender pädagogischer Ansatz ist das *simulationsbasierte Lernen*, das sich als effektiv für die Entwicklung komplexer Fähigkeiten wie (kollaborativer) Diagnosefähigkeiten in der Medizin und darüber hinaus erwiesen hat [5]. Die Wirksamkeit von Simulationen für das Lernen kann durch die Integration zusätzlicher instruktionaler Unterstützungsmaßnahmen, wie Reflexionsprompts, externer Kollaborationsskripts oder Fallbeispiele gesteigert werden [5]. In der Bildungsforschung wurde kürzlich das Konzept des *repräsentationalen Scaffoldings* eingeführt [11], das sich auf Merkmale bezieht, die eng mit den Anforderungen der beruflichen Praxis verknüpft sind. Diese Merkmale umfassen die Informationskomplexität (d. h. die Menge und den Grad der Vernetzung von Informationen und die Sichtbarkeit von Hinweisen), die situative Dynamik (d. h. Veränderungen in der Praxissituation im Laufe der Zeit) und die Handlungsfähigkeit/Verantwortung (d. h. die Anforderungen an die Fähigkeit von Fachkräften, flexibel und angemessen zu handeln). Die Wirksamkeit der systematischen Anpassung dieser Merkmale als Unterstützungsmaßnahmen beim Erwerb von Interventionsfähigkeiten wurde jedoch bisher nicht empirisch untersucht. Im Folgenden schlagen wir daher eine Reihe von Forschungsfragen vor, die beantwortet werden müssen, um unser Verständnis dafür zu vertiefen, wie Interventionsfähigkeiten in der medizinischen Aus- und Weiterbildung und darüber hinaus gefördert werden können.

1. Inwieweit können die für das diagnostische Denken entwickelten Lehrkonzepte auf das Lehren des interventionellen Denkens angewendet werden? Wo liegen die Unterschiede?
2. Inwieweit können Interventionsfähigkeiten durch simulationsbasiertes Training (z. B. simulierte Patientinnen- bzw. Patientenfälle) verbessert werden?
3. Ist es möglich, Interventionsfähigkeiten mit denselben Simulationen zu fördern, die für die Förderung des diagnostischen Denkens verwendet werden?
4. Inwieweit müssen Simulationen in Bezug auf Komplexität, Dynamik und Handlungsfähigkeit/Verantwortung vereinfacht werden, um das Erlernen von Interventionsfähigkeiten zu erleichtern?
5. Wie können problembasiertes und forschendes Lernen durch direkte Instruktion ergänzt werden, um Interventionsfähigkeiten effektiv zu fördern?
6. Wie können digitale Lernumgebungen genutzt werden, um Interventionsfähigkeiten zu fördern, und auf wel-

che Weise kann KI zur Personalisierung der Lernumgebungen sinnvoll eingesetzt werden?

7. Welchen Einfluss hat der Transfer von Interventionsfähigkeiten aus Bildungskontexten in die klinische Praxis auf die Rate diagnostischer Fehler und damit verbundene Outcomes von Patientinnen und Patienten, insbesondere im Kontext von Hochrisikokrankheiten (z. B. Schlaganfall, Sepsis, Pneumonie, Lungenkrebs)?

Abschließend bleibt, wie eingangs dieser Kommentierung bereits angeschnitten, die offene Frage, inwieweit Interventionsfähigkeiten domänenspezifisch sind oder ob solche Fähigkeiten im Hinblick auf Problemlöse- und Entscheidungsprozesse über ähnliche Domänen in der Medizin und der Gesundheitsbildung hinweg generalisierbar sind. Darüber hinaus würde Grundlagenforschung zum Lernen von Interventionsfähigkeiten stark von Studien profitieren, die die Generalisierbarkeit dieser Erkenntnisse auch auf Kontexte außerhalb der medizinischen und gesundheitsbezogenen Bildung untersuchen. Forscherinnen und Forscher aus verschiedenen Bereichen, darunter Bildung, Psychologie und Medizin, haben in jüngster Zeit die Notwendigkeit einer disziplinübergreifenden Forschung zum Lehren und Lernen hervorgehoben, um die komplexen Bildungsfragen des 21. Jahrhunderts anzugehen [14]. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Lehrerbildung interessant, da Diagnose- und Interventionsprozesse auch in der beruflichen Praxis von Lehrkräften eine wichtige Rolle spielen. Eine grundlegende Aufgabe von Lehrkräften besteht darin, den aktuellen Lernstand der einzelnen Schülerin bzw. des einzelnen Schülers in Bezug auf verschiedene Faktoren zu beurteilen, wie z. B. kognitive Fehlvorstellungen oder, allgemeiner ausgedrückt, Wissenslücken, fehlende Fähigkeiten oder Motivationsprobleme. Lehrkräfte bemühen sich dann, das Lernen der Schülerinnen und Schüler auf Grundlage ihrer ermittelten Bedürfnisse bestmöglich zu unterstützen. Frühere Untersuchungen haben die Ähnlichkeiten zwischen Medizin- und Lehrerbildung untersucht und Parallelen und Unterschiede in Bereichen wie dem Fachwissen [12] und diagnostischen Aktivitäten (z. B. [3]) aufgezeigt. Eine interdisziplinäre Forschungsperspektive auf Interventionsfähigkeiten durch die Zusammenarbeit zwischen Bildungsforscherinnen und Bildungsforschern aus der Psychologie und anderen Fachgebieten hat das Potenzial, das aus dem Medizin- und Gesundheitskontext erworbene Wissen zu nutzen, um allgemeines Wissen zu Interventionsfähigkeiten zu generieren.

Die in diesem Kommentar vorgestellte Konzeptualisierung des interventionellen Denkens kann als Grundlage für ein besseres Verständnis dieser Fähigkeiten dienen, die für die berufliche Praxis im Gesundheitswesen und darüber hinaus von entscheidender Bedeutung sind.

ORCID^s der Autor*innen

- Constanze Richters: [0000-0003-1593-3543]
- Ralf Schmidmaier: [0000-0003-3541-3588]
- Vitaliy Popov: [0000-0003-2348-5285]
- Johann Schredelseker: [0000-0002-6657-0466]
- Frank Fischer: [0000-0003-0253-659X]
- Martin R. Fischer: [0000-0002-5299-5025]

Interessenkonflikt

Die Autor*innen erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Literatur

1. Abele S. Diagnostic problem-solving process in professional contexts: Theory and empirical investigation in the context of car mechatronics using computer-generated log-files. *Vocat Learn*. 2018;11(1):133-159. DOI: 10.1007/s12186-017-9183-x
2. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Aktuelle Leitlinien (COVID-19). AWMF online. Zugänglich unter/available from: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/aktuelle-leitlinien>
3. Bauer E, Fischer F, Kiesewetter J, Shaffer DW, Fischer MR, Zottmann JM, Sailer M. Diagnostic activities and diagnostic practices in medical education and teacher education: An interdisciplinary comparison. *Front Psychol*. 2020;11:562665. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.562665
4. Chernikova O, Heitzmann N, Fink MC, Timothy V, Seidel T, Fischer F. Facilitating diagnostic competences in higher education—A meta-analysis in medical and teacher education. *Educ Psychol Rev*. 2019;32(1):157-196. DOI: 10.1007/s10648-019-09492-2
5. Chernikova O, Heitzmann N, Stadler M, Holzberger D, Seidel T, Fischer F. Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Rev Educ Res*. 2020;90(4):499-541. DOI: 10.3102/0034654320933544
6. Chua GP, Lee KH, Peralta GD, Lim JH. Medication safety: A need to relook at double-checking medicines? *Asia Pac J Oncol Nurs*. 2019;6(3):246-252. DOI: 10.4103/apjon.apjon_2_19
7. Cook DA, Durning SJ, Sherbino J, Gruppen LD. Management Reasoning: Implications for Health Professions Educators and a Research Agenda. *Acad Med*. 2019;94(9):1310-1316. DOI: 10.1097/ACM.0000000000002768
8. Cook DA, Sherbino J, Durning SJ. Management Reasoning: Beyond the Diagnosis. *JAMA*. 2018;319(22):2267-2268. DOI: 10.1001/jama.2018.4385
9. De Vries TP, Henning RH, Hogerzeil HV, Fresle DA. Guide to good prescribing. A practical manual. Geneva: World Health Organization; 1994.
10. Duong QH, Pham TN, Reynolds L, Yeap Y, Walker S, Lyons K. A scoping review of therapeutic reasoning process research. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2023;28(4):1289-1310. DOI: 10.1007/s10459-022-10187-7

11. Fischer F, Bauer E, Seidel T, Schmidmaier R, Radkowsch A, Neuhaus BJ, Hofer SI, Sommerhoff D, Ufer S, Kuhn J, Küchemann S, Sailer M, Koenen J, Gartmeier M, Berberat P, Frenzel A, Heitzmann N, Holzberger D, Pfeffer J, Lewalter D, Niklas F, Schmidt-Hertha B, Gollwitzer M, Vorholzer A, Chernikova O, Schons C, Pickal AJ, Bannert M, Michaelis T, Stadler M, Fischer MR. Representational scaffolding in digital simulations – Learning professional practices in higher education. *Inform Learn Sci.* 2022;123(11/12):645-665. DOI: 10.1108/ILS-06-2022-0076
12. Förtsch C, Sommerhoff D, Fischer F, Fischer MR, Girwidz R, Obersteiner A, Reiss K, Stürmer K, Siebeck M, Schmidmaier R, Seidel T, Ufer S, Wecker C, Neuhaus BJ. Systematizing professional knowledge of medical doctors and teachers: Development of an interdisciplinary framework in the context of diagnostic competences. *Educ Sci.* 2018;8(4):207. DOI: 10.3390/educsci8040207
13. Gantayet-Mathur A, Chan K, Kalluri M. Patient-centered care and interprofessional collaboration in medical resident education: where we stand and where we need to go. *Humanit Soc Sci Commun.* 2022;9(1):206. DOI: 10.1057/s41599-022-01221-5
14. Heitzmann N, Opitz A, Stadler M, Sommerhoff D, Fink MC, Obersteiner A, Schmidmaier R, Neuhaus BJ, Ufer S, Seidel T, Fischer MR, Fischer F. Cross-Disciplinary Research on Learning and Instruction – Coming to Terms. *Front Psychol.* 2021;11:562658. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.562658
15. Heitzmann N, Seidel T, Hetmanek A, Wecker C, Fischer MR, Ufer S, Schmidmaier R, Neuhaus B, Siebeck M, Stürmer K, Obersteiner A, Reiss K, Girwidz R, Fischer F. Facilitating diagnostic competences in simulations in higher education: A framework and a research agenda for medical and teacher education. *Frontline Learn Res.* 2019;7:1-24. DOI: 10.14786/flr.v7i4.384
16. Kessler RC. The epidemiology of dual diagnosis. *Biol Psychiatry.* 2004;56(10):730-737. DOI: 10.1016/j.biopsych.2004.06.034
17. Monteiro SM, Norman G. Diagnostic reasoning: Where we've been, where we're going. *Teach Learn Med.* 2013;25(sup1):S26-S32. DOI: 10.1080/10401334.2013.842911
18. Newman-Toker DE, Nassery N, Schaffer AC, Yu-Moe CW, Clemens GD, Wang Z, Zhu, Saber Tehrani AS, FAnai M, Hassoon A, Siegal D. Burden of serious harms from diagnostic error in the USA. *BMJ Qual Saf.* 2024;33(2):109-120. DOI: 10.1136/bmjqs-2021-014130
19. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, Avis S, Brooks S, Castrén M, Chung SP, Considine J, Couper K, Escalante R, Hatanaka T, Hung KK, Kudenchuk P, Lim SW, Nishiyama C, Ristagno G, Semeraro F, Smith CM, Smyth MA, Vaillancourt C, Nolan JP, Hazinski MF, Morley PT; Adult Basic Life Support Collaborators. Adult basic life support. *Resuscitation.* 2020;156:A35-A79. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2020.09.010
20. Parsons AS, Wijesekera TP, Rencic JJ. The Management Script: A Practical Tool for Teaching Management Reasoning. *Acad Med.* 2020;95(8):1179-1185. DOI: 10.1097/ACM.0000000000003465
21. Pauker SG, Kassirer JP. The Threshold Approach to Clinical Decision Making. *N Engl J Med.* 1980;302(20):1109-1117. DOI: 10.1056/NEJM198005153022003
22. Richir MC, Tichelaar J, Geijteman EC, de Vries TP. Teaching clinical pharmacology and therapeutics with an emphasis on the therapeutic reasoning of undergraduate medical students. *Eur J Clin Pharmacol.* 2008;64(2):217-224. DOI: 10.1007/s00228-007-0432-z
23. Schnurrer JU, Frölich JC. Zur Häufigkeit und Vermeidbarkeit von tödlichen unerwünschten Arzneimittelwirkungen [On the frequency and avoidability of fatal adverse drug reactions]. *Internist.* 2003;44(7):889-895. DOI: 10.1007/s00108-003-0988-3
24. Staal J, Hoofman J, Gunput ST, Mamede S, Frens MA, Van den Broek WW, Alsma J, Zwaan L. Effect on diagnostic accuracy of cognitive reasoning tools for the workplace setting: systematic review and meta-analysis. *BMJ Qual Saf.* 2022;31(12):899-910. DOI: 10.1136/bmjqs-2022-014865
25. Sutton RT, Pincock D, Baumgart DC, Sadowski DC, Fedorak RN, Kroeker KI. An overview of clinical decision support systems: Benefits, risks, and strategies for success. *Npj Digit Med.* 2020;3(1):17. DOI: 10.1038/s41746-020-0221-y
26. Wittl MJ, Zottmann JM, Wershofen B, Thistlethwaite JE, Fischer F, Fischer MR. FINCA – a conceptual framework to improve interprofessional collaboration in health education and care. *Front Med.* 2023;10:1213300. DOI: 10.3389/fmed.2023.1213300
27. Xu H, Ang BWG, Soh JY, Ponnampereuma GG. Methods to improve diagnostic reasoning in undergraduate medical education in the clinical setting: A systematic review. *J Gen Intern Med.* 2021;36(9):2745-2754. DOI: 10.1007/s11606-021-06916-0
28. Young ME, Thomas A, Lubarsky S, Gordon D, Gruppen LD, Rencic J, Ballard T, Holmboe E, Da Silva A, Ratcliffe T, Schuwirth L, Dory V, Durning SJ. Mapping clinical reasoning literature across the health professions: A scoping review. *BMC Med Educ.* 2020;20(1):107. DOI: 10.1186/s12909-020-02012-9

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Martin R. Fischer, MME
LMU München, LMU Klinikum, Institut für Didaktik und
Ausbildungsforschung in der Medizin, Pettenkoflerstr. 8a,
80336 München, Deutschland
martin.fischer@med.uni-muenchen.de

Bitte zitieren als

Richters C, Schmidmaier R, Popov V, Schredelseker J, Fischer F,
Fischer MR. Intervention skills – a neglected field of research in medical
education and beyond. *GMS J Med Educ.* 2024;41(4):Doc48.
DOI: 10.3205/zma001703, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017035

Artikel online frei zugänglich unter

<https://doi.org/10.3205/zma001703>

Eingereicht: 02.08.2024

Überarbeitet: 09.08.2024

Angenommen: 09.08.2024

Veröffentlicht: 16.09.2024

Copyright

©2024 Richters et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und
steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution
4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.