

Advancing clinical reasoning in virtual patients – development and application of a conceptual framework

Abstract

Background: Clinical reasoning is a complex skill students have to acquire during their education. For educators it is difficult to explain their reasoning to students, because it is partly an automatic and unconscious process. Virtual Patients (VPs) are used to support the acquisition of clinical reasoning skills in healthcare education. However, until now it remains unclear which features or settings of VPs optimally foster clinical reasoning. Therefore, our aims were to identify key concepts of the clinical reasoning process in a qualitative approach and draw conclusions on how each concept can be enhanced to advance the learning of clinical reasoning with virtual patients.

Methods: We chose a grounded theory approach to identify key categories and concepts of learning clinical reasoning and develop a framework. Throughout this process, the emerging codes were discussed with a panel of interdisciplinary experts. In a second step we applied the framework to virtual patients.

Results: Based on the data we identified the core category as the "multifactorial nature of learning clinical reasoning". This category is reflected in the following five main categories: Psychological Theories, Patient-centeredness, Context, Learner-centeredness, and Teaching/Assessment. Each category encompasses between four and six related concepts.

Conclusions: With our approach we were able to elaborate how key categories and concepts of clinical reasoning can be applied to virtual patients. This includes aspects such as allowing learners to access a large number of VPs with adaptable levels of complexity and feedback or emphasizing dual processing, errors, and uncertainty.

Keywords: Virtual Patients, Clinical Reasoning, Qualitative Research, Healthcare Education

Inga Hege¹
Andrzej A. Kononowicz²
Norman B. Berman³
Benedikt Lenzer¹
Jan Kiesewetter¹

1 LMU Munich, Institute for Medical Education, Munich, Germany

2 Jagiellonian University Medical College, Department of Bioinformatics and Telemedicine, Krakow, Poland

3 Geisel School of Medicine, Dartmouth, USA

Background

Clinical reasoning and related concepts such as clinical decision making or problem-solving have been major topics of healthcare education research. Clinical reasoning is a complex set of skills that encompasses the application of knowledge to collect and integrate information from various sources to arrive at a (working) diagnosis and management plan. The symptoms and findings of a patient have to be matched to a set of differential diagnoses to be able to arrive at a working or final diagnosis. Although clinical reasoning is a fundamental skill and one that has been the focus of research for over 30 years, it is not yet fully understood [1], [2].

Healthcare students must acquire clinical reasoning skills and continue to build upon them in their clinical work [1]. However, experienced healthcare instructors often find it difficult to slow down and fully explain their clinical reasoning; reasons include the dynamic and often unconscious components of the reasoning process [1] and a lack of formal training [2].

During medical school clinical reasoning is often taught in bedside teaching courses or problem-based tutorials, but virtual patients are becoming a more important teaching activity to train and assess this skill to prepare students for real patient encounters [3], [4].

VPs in healthcare education are interactive computer-based programs that simulate real-life clinical scenarios [5]. The form of VPs varies greatly and ranges from basic text-based scenario descriptions to high-fidelity software simulations or virtual reality scenarios [6]. Evidence suggests their use in the form of interactive patient scenarios supports student clinical reasoning skills [7]. The first articles about using computers to simulate clinical reasoning for students were published in the 1970s [8] and VPs have gained popularity in healthcare curricula over the past 40 years. VPs have been integrated into undergraduate healthcare curricula in different formats, such as blended-learning scenarios [9], during clinical clerkships [10], or as assessment tools [11].

The knowledge gap this study intends to address was recognized years ago and remains largely unaddressed.

Cook et al. suggested that VPs should be ideally suited to teach clinical reasoning, but that how learning occurs is not yet fully understood. Further, they concluded that there is insufficient evidence how specific VP design variations, such as content, authenticity, interactivity, or feedback, support clinical reasoning acquisition [7]. How VPs model and influence clinical reasoning and consequently, how VPs should be presented to healthcare students remain unanswered questions.

To advance this question, we decided to "zoom out" from VPs and VP technology as elaborated by Edelbring et al. [12] Thus, our aims were

1. to identify key concepts of learning clinical reasoning in general and
2. evaluate how these concepts are reflected in virtual patients to
3. elaborate recommendations on how to advance the learning of clinical reasoning with virtual patients.

Methods

We chose a qualitative approach based on Glaserian grounded theory [13] to explore the broad topic of clinical reasoning skills acquisition. Grounded theory is an inductive research methodology to understand a phenomenon and develop a theory which is anchored in the data. In an iterative process data collection, coding, and the development of the theory interact with each other [14]. Thus, grounded theory aligned with the focus of our research and allowed us to explore and include a wide range of data sources into our analysis. Figure 1 shows an overview of the study design. Following the grounded theory dictum "all is data" [13] we included a wide range of data sources, such as scientific literature, videos, or websites, into our analysis, since our approach was focused on synthesizing descriptions, frameworks, and teaching approaches of clinical reasoning. In a second step we explored how the emerged framework is represented in virtual patients and introduced conclusions on how to improve virtual patients accordingly.

One researcher (IH), an experienced healthcare education researcher, conducted the study in close communication and cooperation with all authors.

Data collection and analysis

The main researcher started the grounded theory with the book "Developing clinical problem-solving skills" by Barrows et al. [15], which was coded completely. The book covers a broad range of teaching clinical reasoning aspects, and therefore we found it to be an ideal starting point for the analysis. In a cyclic process [16] the researcher applied theoretical sampling based on memoing to guide further data collection. Based on emerging codes she searched for data sources that could

1. further explain,
2. contrast, or

3. add a new perspective.

The Google search engine and PubMed were used as search tools for data sources, additionally, references of a data source were considered as potential new data sources. The search was not limited to a particularly time frame or source or authors.

Before coding a data source the researcher briefly scanned the abstract or summary and decided about its inclusions if at least one of the above described criteria was fulfilled.

For example, during coding the book by Barrows et al. the theme "role of the teacher" emerged, which required further elaboration. The researcher then identified and explored other sources such as an article by Eva [17] or the Massive Open Online Course (MOOC) of the University of Michigan about Instructional Methods in Health Professions Education [<https://www.coursera.org/learn/instructional-methods-education>] to further elaborate this theme.

If the emerging themes could not sufficiently be explored with articles or online resources, the researcher conducted interviews with different stakeholders, such as healthcare educators or researchers to further explore the themes. For example, "learning from errors" and "concept mapping in clinical reasoning" were further explored in interviews (see Attachment 1 for details about all conducted interviews). The interviews were colloquial conversations recorded in field notes; they were held online or face-to-face in a private setting.

A process schema with all data sources and why and when in the process they were included is available on request.

Before the core category - a core theme that integrates all lower level categories - emerged, the researcher open-coded each data resource; after that she applied selective coding to elaborate relations between concepts and further specify the nature of the categories. Codes were constantly compared, revised, and merged into concepts. During the process, the researcher composed concept maps and memos, which included the date of analysis, a brief summary, relations of key aspects, suggestions for further themes to explore, emerging ideas, and specific links to the data source to document the analysis.

Overall, 107 data sources, including six interviews, were coded; a full list can be found in Attachment 1.

Consistent with a theoretical sampling approach, the researcher continued the data collection until saturation was reached, i.e. no additional data were found to develop new themes in categories or new relationships between the themes. The memos and concept maps were then analyzed and a framework constructed based on the emerging categories, concepts, and relations.

Evaluation of virtual patients based on the framework

In a second step we transferred the framework to the virtual patient context and analyzed resources, such as

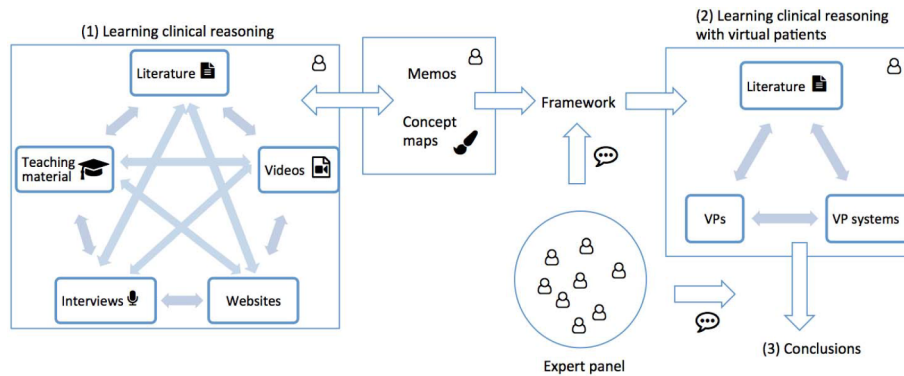


Figure 1: Study design with two steps:

Exploration of learning clinical reasoning with framework development based on memos and concept maps, and application of the framework to virtual patients and elaboration of conclusions.

VP-related literature, virtual patients and VP systems (a full list of data sources can be found in Attachment 2). The researcher analyzed virtual patients and authoring guidelines [<http://www.virtualpatient.eu>], [<http://vpsystems.virtualpatients.net>] based on the categories and concepts of the framework. The findings were complemented with an analysis of scientific articles which were extracted in a purposive literature search for each category.

The researcher then explored how concepts were implemented in these VPs and, similar to the grounded theory approach, documented the findings in memos and concept maps.

We discussed the developed concepts, theoretical saturation, the emerging framework, and our conclusions on virtual patients within an interdisciplinary panel of two healthcare educators, two healthcare professionals, two healthcare education researchers, an undergraduate medical student, and a computer scientist. The concept maps and memos served as a basis for these discussions.

Ethical approval

We received ethical approval from the Ethical Committee of the University of Munich for the interviews conducted for this study.

Results

During the grounded theory analysis we identified the core category "multifactorial nature of learning clinical reasoning". Based on the data we elaborated the following five categories with main actors: Learner-centeredness (learner), Patient-centeredness (patient), Psychological Theories (researcher), Teaching/Assessment (teacher), and Context (healthcare professional). Categories and their dedicated concepts are connected to the core category, but also interrelated with each other (see Figure 2).

Below, we will elaborate on the results of each category, give examples on how they are grounded in the data, and introduce findings from the analysis of the virtual patient presentations based on the framework. A summary of

the results is shown in Attachment 3. Detailed concept maps for each category and an overall map showing the relations of the data sources and the concepts can be provided on request.

Context

Context emerged as an overarching concept that influences most aspects of clinical reasoning and learning [18]. In a clinical encounter patients and healthcare professionals interact in a certain environment, or context, with each other. Emotions influence this interaction and are an important component of the clinical reasoning process [19]. The learning context - where, with whom, and how the learning takes place - is also relevant [20]. In such a learning environment the balance between authenticity and cognitive load influences the learning experience [21], [22].

Time is an important aspect in different ways. First, it plays a role in a clinical encounter in terms of time pressure or when an encounter takes place - for example late at night or during the day. Secondly, learners need time to develop clinical reasoning skills [23], but, in learning contexts time may be restricted due to curricular constraints. And thirdly, time can be an indicator for efficient clinical reasoning (pattern recognition) or a deliberate analytical process.

In contrast to a real patient encounter the learning and the clinical context are separated in a VP environment. Time influences the clinical setting as well as the learning environment [24]. However, VPs are typically static - learners are either rewarded for a long and deliberate engagement with a VP or for a quick and time-efficient problem solving approach.

Learner-centeredness

Learner-centeredness emerged as an important category for the learning of clinical reasoning [2]. The concepts in this category are tightly interrelated with each other and other categories (see Figure 2). In self-regulated learning (SRL) environments the learner is autonomous and controls his own learning activities and settings, which can increase his engagement and motivation [25]. Deliberate

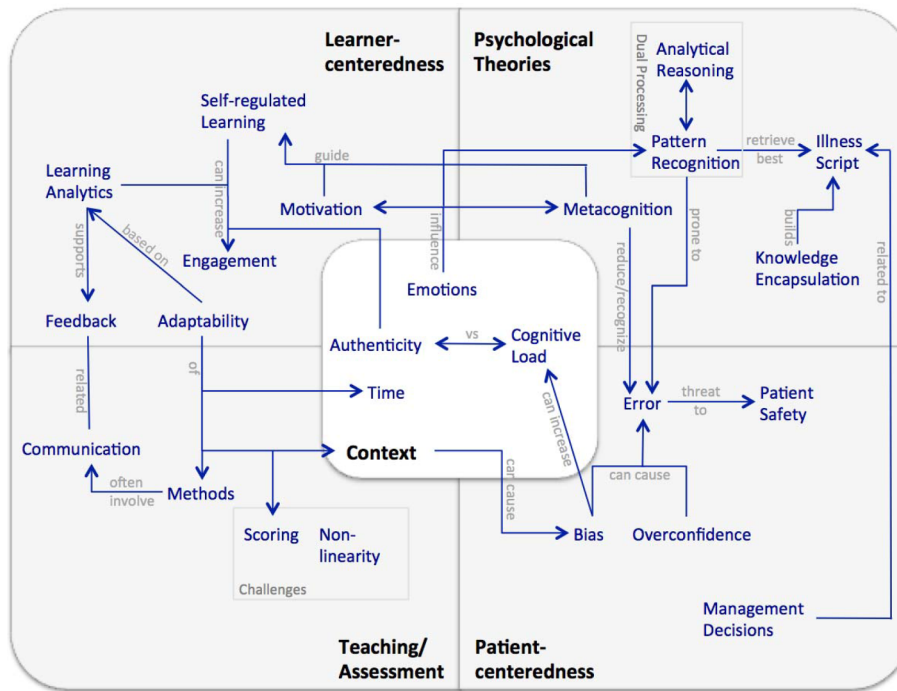


Figure 2: Framework of learning clinical reasoning with the five main categories, related concepts, and interrelations derived in the first step of the study.

and active engagement is necessary to learn clinical reasoning skills [26]. Adaptability emerged as dynamically adjusting learning content, context [18], feedback [27], scaffolding [28], or other activities to the learners' needs and level of expertise [29]. For example, feedback can be adaptable in terms of who provides feedback – an instructor, peers, or the VP – and when, or how detailed it is given.

Learning analytics – i.e. the collection and analysis of learner activities – can form the basis for adapting a learning activity based on the learner's skill level in clinical reasoning. Also, learning analytics can be the basis of the feedback to the learner and recommend next activities [30].

Virtual patients are learner-centered, adaptable activities [31], [32] however, the degree of learner-centeredness is limited, because VPs are often used to standardize teaching and assessment [33].

Psychological Theories

This category is based on psychological theories and frameworks that have been developed to explain the clinical reasoning process. It includes dual processing, which encompasses analytic reasoning, pattern recognition (i.e. non-analytic reasoning), and a continuum between these two approaches [34]. Also, the concept of knowledge encapsulation, a process that supports the development of illness scripts [35] emerged in this category. Both, illness scripts and knowledge encapsulation are prerequisites for pattern recognition and are more prominent in experts than in novice learners. Another concept is metacognition [e.g. 25] - thinking or reflection about one's own thinking. It is an important strategy to

reduce or process cognitive errors in clinical reasoning [36]. Evidence suggests that for developing expertise novices have to compare and contrast many patient cases, to encapsulate their knowledge and develop individual illness scripts [37].

In addition to seeing real patients at the workplace, learning with standardized patients or paper-based cases, virtual patients can be an answer to this requirement, for example by allowing deliberate practice.

To support analytical reasoning most VPs implicitly include components of an illness script, such as a problem list, differential diagnoses or a final diagnosis [38], which can also form the basis for authoring a VP scenario. Learners are either prompted to construct these components or they are automatically revealed in the scenario.

Teaching/Assessment

Assessment and teaching emerged as strongly interrelated with learning of clinical reasoning, but this category focuses more on the educator's view on what and how a learner should learn and be assessed.

Because clinical reasoning is a complex and non-linear process, evaluating and scoring learning or assessment activities is challenging [39]. Often there is no single correct answer and uncertainty and ambiguity need to be addressed.

Numerous methods to assess different steps in the clinical reasoning process have been described [40]; few, such as script concordance testing [41] or concept mapping [42] reflect the non-linear aspects of clinical reasoning.

Based on the data sources, we coded communication as a teaching/assessment concept, that is mainly related

to teaching and assessment of clinical reasoning skills [43], although it is an important aspect for all interactions between actors. Typically, assessment of clinical reasoning skills at the workplace involves communication between a learner and an instructor or senior physician; for example, a learner presenting a summary statement of a patient or elaborating about possible differential diagnoses [43].

VPs are used as assessment tools, especially for formative assessments [44], and they also include a variety of methods to assess clinical reasoning skills, such as multiple choice questions or decision points. However, the non-linearity of clinical reasoning is a challenge for scoring and feedback and the quantitative methods often implemented in VPs, do not sufficiently reflect this.

Patient-centeredness

This category encompasses concepts related to patients, such as patient safety and errors, which may not be covered sufficiently in healthcare education [45]. Different types of errors, such as premature closure, related to different steps in the clinical reasoning process, may occur and consequently affect the patient [46]. Biases (e.g. gender or confirmation bias) or overconfidence with one's own decisions can cause such cognitive errors [36].

Another concept in this category is management decisions. Although related to illness scripts, the management of patients with the same disease is heterogeneous and management decisions need to be individually tailored to the patients' needs [18].

Virtual patients provide a safe environment for learners, patients and educators, which is crucial to allow learners to make errors and to learn from them without threatening a patients' safety [<https://members.aamc.org/eweb/upload/Effective%20Use%20of%20Educational.pdf>], [47].

The patient presentation in a VP varies from one-sentence descriptions, which neither address the patient by name nor give him a face, to more patient-centered representations [48], which include media of the patient and his/her reactions and emotions.

Attachment 3 summarizes the results of the second step of the qualitative exploration, in which we applied the elaborated framework to the state-of-the-art research and development of virtual patients. The Attachment 3 also includes open questions, which should be kept in mind when designing or providing virtual patient-based learning scenarios.

Discussion

We identified five categories and related concepts for "learning clinical reasoning" in a grounded theory approach. The developed framework (see Figure 2) visualizes the main components and interrelations we have identified in our study. It is fairly complex, but we believe it adequately reflects the core category "multifactorial

nature of learning clinical reasoning" and the diversity and richness of the topic.

Based on the five categories and concepts of the framework we suggest improvements in the design and use of VPs for learning clinical reasoning.

Context

The separation of the learning and clinical context in VP scenarios offers the opportunity to let the learners adjust both contexts separately to their needs. We suggest providing an individually increasingly challenging context of the virtual clinical encounter, for example by including irrelevant information or emotionally complex situations depending on the learner's skill level and goals. However, we consider it important to balance authenticity and cognitive load to not overburden the learners.

The often static nature of VPs does not reflect the dynamic character of clinical reasoning. Instead of considering the time on task as a fixed scoring component we suggest including it as component to adapt VP complexity. For example, the available time of the virtual clinical encounter could be limited (time-pressure) for more advanced learners or those who want to challenge themselves. To simulate a clinically authentic and time-pressured environment the learner can also be challenged to solve multiple VPs simultaneously.

Learner-centeredness

We propose a more flexible environment to allow learners to deliberately practice individually or in a team. Learners should be able to choose the level and type of feedback or adapt aspects such as context and content complexity. Computational models integrated in virtual patients can be the basis for such adaptable content

A VP system may recommend next activities, not necessarily limited to VPs, or further adaptations based on the analysis of learner's performance, level of self-direction, and self-defined learning goals for each step of the clinical reasoning process. Such an approach would enable learners to focus on individual areas of weakness. Continuous, timely, and specific feedback should be provided by the VP system, an instructor, or in form of summative peer or expert responses.

Psychological Theories

Although there are still many open questions concerning the exact nature of dual processing, there is evidence for a continuum or interaction between the process of pattern recognition and analytical reasoning. We envision a dynamic representation of the clinical reasoning process in VPs that allows learners to apply analytical reasoning, pattern recognition, or some combination thereof depending on the complexity of a VP, their skill level and goals. We recommend creating a large pool of short and focused VPs to cover a variety of problems and allow learners to

select VPs of varying clinical presentations and levels of complexity.

We recommend uncovering the implicit link between VPs and the illness scripts they are based on. This would engage the learner in actively and explicitly building their own illness scripts based on the VP scenarios. Such individually created illness scripts form stand-alone learning achievements, and learners may be encouraged to further develop and enrich them even outside a VP environment. To support pattern recognition learners could also be allowed or even encouraged to skip steps of the illness script building and make a diagnostic or management decision at any stage of the VP scenario.

Teaching/Assessment

To better reflect the non-linear character of clinical reasoning in VPs, we suggest assessing clinical reasoning as a multi-step process [3] using a variety of assessment and feedback methods for each step, including qualitative methods. For example, concept mapping could be an ideal method to visualize the VPs illness script. Consequently, that requires applying more complex scoring algorithms that take into account the diversity of such maps.

Patient-centeredness

A minimalistic patient presentation reduces the cognitive load for the learner, but does not adequately represent the patient in the clinical reasoning process. Also, it does not account for other factors that influence the clinical reasoning process, such as emotions, communication challenges, or biases.

On the other hand, media-rich VPs are more time-consuming for learners to work through, thus, contradicting the concept of working through many cases to develop illness scripts. To balance these two approaches, we recommend providing at least a basic description of the patient (including name, age, and some contextual information) and an image of the patient in all VPs and enrich some with additional media and elaborated descriptions to more adequately address the patients' role and emotional situations.

Virtual patients provide learners a safe environment in which they can learn at their own pace without harming a real patient. Therefore, we suggest including errors into VP scenarios and we envision advancing this concept by provoking errors and explicitly including potential causes, such as biases. In addition, immediate feedback, an elaboration of the error, and strategies for avoidance should be provided.

Finally, we suggest more explicitly covering the individual nature of management decisions, which can vary from patient to patient. Factors influencing these decisions should be elaborated.

Limitations

We are aware that our study has several limitations. Due to the large amount of data resources, especially literature, related to clinical reasoning, decision making and problem solving, our data sample size was relatively small, even if care was taken to ensure broad and covering sampling and theoretical saturation was discussed with an interdisciplinary panel of content matter experts.

We are also aware that the study design is unusual, since we did not discuss the emerging framework directly, but its application to virtual patients.

Despite our effort to form an interdisciplinary panel of experts representing a wide range of perspectives, we were unable to include patients.. However, patients are important stakeholders in the process of learning clinical reasoning and we suggest further research to include their view.

Except for the lack of patient's perspective we found the size and diversity of the expert panel (seven members) ideal for discussing the study. However, we cannot exclude that with a larger number of experts new perspectives might have arisen and influenced the final framework.

Conclusions

In our two-step approach and "zooming out" from virtual patients we developed a framework for learning clinical reasoning. In the second step we applied this framework to the world of virtual patients and drew conclusions on how clinical reasoning in VPs can be enhanced to be more effective learning resources.

Based on these conclusions we will develop a platform-independent open source clinical reasoning toolbox that can be integrated into VP scenarios. Furthermore, we plan to implement a large-scale, cross-institutional study to evaluate our approach. The results of this study will inform the further development of clinical reasoning in VPs.

Due to the general character of the framework, we believe that it is also applicable when developing or advancing clinical reasoning curricula or faculty development courses about clinical reasoning.

Funding

This project (IH) receives funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 654857 and AK is supported by internal funds at Jagiellonian University No K/ZDS/006367.

Acknowledgements

We would like to thank all students, researchers, clinicians, and educators who gave feedback in interviews, discussions, or the survey. We also thank Dr. Katja Kühlmeyer from the Institute for Ethics, History and Theory of Medicine at LMU Munich, who advised and supported us on the study design. Finally, we thank Prof. Leslie Fall, Prof. Martin Fischer, and Martin Adler for supporting the project.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2018-35/zma001159.shtml>

1. Attachment_1.pdf (133 KB)
Data resources on which the grounded theory is based on
2. Attachment_2.pdf (103 KB)
Virtual patient related data resources
3. Attachment_3.pdf (99 KB)
Summary of the findings of step 2 - the application of the framework to virtual patients - for each category

References

1. Norman G. Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Med Educ.* 2005;39(4):418-427. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2005.02127.x
2. Audétat MC, Dory V, Nendaz M, Vanpee D, Pestiaux D, Perron NJ, Charlin B. What is so difficult about managing clinical reasoning difficulties? *Med Educ.* 2012;46(2):216-227. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2011.04151.x
3. Charlin B, Lubarsky S, Millette B, Crevier F, Audétat MC, Charbonneau A, Caire Fon A, Hoff L, Bourdy C. Clinical reasoning processes: unravelling complexity through graphical representation. *Med Educ.* 2012;46(5):454-463. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2012.04242.x
4. Ellaway RH, Poulton T, Smothers V, Greene P. Virtual patients come of age. *Med Teach.* 2009;31(8):683-684. DOI: 10.1080/01421590903124765
5. Ellaway R, Candler C, Greene P, Smothers V. An Architectural Model for MedBiquitous Virtual Patients. *MedBiquitous.* 2006. [cited 2017 Feb 2] Zugänglich unter/available from <http://groups.medbiq.org/medbiq/display/VPWG/MedBiquitous+Virtual+Patient+Architecture>
6. Kononowicz AA, Zary N, Edelbring S, Corral J, Hege I. Virtual patients-what are we talking about? A framework to classify the meanings of the term in healthcare education. *BMC Med Educ.* 2015;15:11. DOI: 10.1186/s12909-015-0296-3
7. Cook D, Triola MM. Virtual patients: a critical literature review and proposed next steps. *Med Educ.* 2009;43(4):303-311. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2008.03286.x
8. Wiener F. A system for the computer simulation of clinical reasoning. *Comput Programs Biomed.* 1974;4(2):59-74. DOI: 10.1016/0010-468X(74)90009-9
9. Edelbring S, Broström O, Henriksson P, Vassiliou D, Spaak J, Dahlgren LO, Fors U, Zary N. Integrating virtual patients into courses: follow-up seminars and perceived benefit. *Med Educ.* 2012;46(4):417-425. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2012.04219.x
10. Berman NB, Fall LH, Smith S, Levine DA, Maloney CG, Potts M, Siegel B, Foster-Johnson L. Integration Strategies for Using Virtual Patients in Clinical Clerkships. *Acad Med.* 2009;84(7):942-949. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181a8c668
11. Courteille O, Bergin R, Stockeld D, Ponzer S, Fors U. The use of a virtual patient case in an OSCE-based exam – A pilot study. *Med Teach.* 2008;30:e66-e76. DOI: 10.1080/01421590801910216
12. Edelbring S. Research into the use of virtual patients is moving forward by zooming out. *Med Educ.* 2013;47(6):544-546. DOI: 10.1111/medu.12206
13. Glaser BG, Holton J. Remodeling Grounded Theory. *Forum Qual Sozialforsch.* 2004;5(2):Art. 4.
14. Strauss A, Corbin J. *Grundlagen Qualitativer Sozialforschung.* Weinheim: Psychologie Verlags Union; 1996.
15. Barrows HS, Pickell GC. *Developing clinical problem-solving skills. A guide to more effective diagnosis and treatment.* London: Norton Medical Books; 1991.
16. Watling CJ, Lingard L. Grounded theory in medical education research: AMEE Guide No. 70. *Med Teach.* 2012;34(10):850-861. DOI: 10.3109/0142159X.2012.704439
17. Eva K. What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Med Educ.* 2005;39(1):98-106. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2004.01972.x
18. Durning S, Artino AR Jr, Pangaro L, van der Vleuten CP, Schuwirt L. Context and clinical reasoning: understanding the perspective of the expert's voice. *Med Educ.* 2011;45(9):927-938. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2011.04053.x
19. Marcum JA. The Role of Emotions in Clinical Reasoning and Decision Making. *J Med Philos.* 2013;38(5):501-519. DOI: 10.1093/jmp/jht040
20. De Figueiredo AD. Learning Contexts: a Blueprint for Research. *Inter Educ Multimedia.* 2005;11:127-139.
21. Durning S, Dong T, Artino AR Jr, LaRochelle MJ, Pangaro LN, van der Vleuten C, Schuwirth L. Instructional Authenticity and Clinical Reasoning in Undergraduate Medical Education: A 2-Year, Prospective, Randomized Trial. *Mil Med.* 2012;177(9):38-43. DOI: 10.7205/MILMED-D-12-00234
22. Patel R, Sandars J, Carr S. Clinical diagnostic decision-making in real life contexts: A trans-theoretical approach for teaching: AMEE Guide No. 95. *Med Teach.* 2015;37(3):211-227. DOI: 10.3109/0142159X.2014.975195
23. Rencic J. Twelve tips for teaching expertise in clinical reasoning. *Med Teach.* 2011;33(11):887-892. DOI: 10.3109/0142159X.2011.558142
24. Gunning WT, Fors UG. Virtual Patients for assessment of medical student ability to integrate clinical and laboratory data to develop differential diagnoses: Comparison of results of exams with/without time constraints. *Med Teach.* 2012;34(4):e222-e228. DOI: 10.3109/0142159X.2012.642830
25. Zimmerman B. Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An overview. *Educ Psychol.* 1990;25(1):3-17. DOI: 10.1207/s15326985ep2501_2

26. Kassirer JP. Teaching clinical reasoning: case-based and coached. *Acad Med.* 2010;85(7):1118-1124. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181d5dd0d
27. Heitzmann N, Fischer F, Kühne-Eversmann L, Fischer MR. Enhancing Diagnostic Competence with Self-Explanation Prompts and Adaptable Feedback. *Med Educ.* 2015;49(10):993-1003. DOI: 10.1111/medu.12778
28. Lajoie SP. Extending the scaffolding metaphor. *Instr Sc.* 2005;33:541-557. DOI: 10.1007/s11251-005-1279-2
29. Bowen JL. Educational Strategies to Promote Clinical Diagnostic Reasoning. *N Engl J Med.* 2006;355(21):2217-2225. DOI: 10.1056/NEJMra054782
30. Wallden S, Mäkinen E. Educational Data Mining and Problem-Based Learning. *Inform Educ.* 2014;13(1):141-156.
31. Tworek J, Coderre S, Wright B, McLaughlin K. Virtual Patients - ED-2 Band-Aid or Valuable Asset in the Learning Portfolio? *Acad Med.* 2010;85(1):155-158. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181c4f8bf
32. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach.* 2005;27(1):10-28. DOI: 10.1080/01421590500046924
33. Cendan J, Lok B. The use of virtual patients in medical school curricula. *Adv Physiol Educ.* 2012;36(1):48-53. DOI: 10.1152/advan.00054.2011
34. Durning SJ, Dong T, Artino AR, van der Vleuten C, Holmboe E, Schuwirth L. Dual processing theory and experts' reasoning: exploring thinking on national multiple-choice questions. *Perspect Med Educ.* 2015;4(4):168-175. DOI: 10.1007/s40037-015-0196-6
35. Charlin B, Boshuizen HP, Custers EJ, Feltovich PJ. Scripts and clinical reasoning. *Med Educ.* 2007;41(12):1178-1184. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02924.x
36. Berner ES, Graber ML. Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine. *Am J Med.* 2008;121(5 suppl):S2-S23. DOI: 10.1016/j.amjmed.2008.01.001
37. Graber ML. Educational strategies to reduce diagnostic error: can you teach this stuff?. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2009;14(Suppl 1):63-69. DOI: 10.1007/s10459-009-9178-y
38. Bryce DA, King NJ, Graebner CF, Myers JH. Evaluation of a Diagnostic Reasoning Program (DxR): Exploring Student Perceptions and Addressing Faculty Concerns. *J Inter Media Educ.* 1998;98(1):1-35. DOI: 10.5334/1998-1
39. Durning SJ, Lubarsky S, Torre D, Dory V, Holmboe E. Considering "Nonlinearity" Across the Continuum in Medical Education Assessment: Supporting Theory, Practice, and Future Research Directions. *J Contin Educ Health Prof.* 2015;35(3):232-243. DOI: 10.1002/chp.21298
40. van Bruggen L, van Woudenberg M, Spierenburg E, Vos J. Preferred question types for computer-based assessment of clinical reasoning: a literature study. *Perspect Med Educ.* 2012;1(4):162-171. DOI: 10.1007/s40037-012-0024-1
41. Lubarsky S, Dory V, Duggan P, Gagnon R, Charlin B. Script concordance testing: From theory to practice: AMEE Guide No. 75. *Med Teach.* 2013;35(3):184-193. DOI: 10.3109/0142159X.2013.760036
42. Torre DM, Durning SJ, Daley BJ. Twelve tips for teaching with concept maps in medical education. *Med Teach.* 2013;35(3):201-208. DOI: 10.3109/0142159X.2013.759644
43. Wolpaw T, Papp KK, Bordage G. Using SNAPPS to Facilitate the Expression of Clinical Reasoning and Uncertainties: A Randomized Comparison Group Trial. *Acad Med.* 2009;84(4):517-523. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31819a8cbf
44. Round J, Conradi E, Poulton T. Improving assessment with virtual patients. *Med Teach.* 2009;31(8):759-763. DOI: 10.1080/01421590903134152
45. Kiesewetter J, Kager M, Lux R, Zwissler B, Fischer MR, Dietz I. German undergraduate medical students' attitudes and needs regarding medical errors and patient safety - A national survey in Germany. *Med Teach.* 2014;36(6):505-510. DOI: 10.3109/0142159X.2014.891008
46. Mamede S, Schmidt HG, Rikers R. Diagnostic errors and reflective practice in medicine. *J Eval Clin Pract.* 2007;13(1):138-145. DOI: 10.1111/j.1365-2753.2006.00638.x
47. Posel N, McGee JB, Fleiszer DM. Twelve tips to support the development of clinical reasoning skills using virtual patient cases. *Med Teach.* 2015;37(9):813-818. DOI: 10.3109/0142159X.2014.993951
48. Smith S, Cookson J, McKendree J, Harden RM. Patient-centred learning-back to the future. *Med Teach.* 2007;29(1):33-37. DOI: 10.1080/01421590701213406
49. Botezatu M, Hult H, Fors UG. Virtual patient simulation: what do students make of it? A focus group study. *BMC Med Educ.* 2010;10:91. DOI:10.1186/1472-6920-10-91
50. Pinnock R, Spence F, Chung A, Booth R. evPaeds: undergraduate clinical reasoning. *Clin Teach.* 2012;9(3):152-157. DOI: 10.1111/j.1743-498X.2011.00523.x
51. Bateman J, Allen M, Samani D, Kidd J, Davies D. Virtual patient design: exploring what works and why. A grounded theory study. *Med Educ.* 2013;47(6):595-606. DOI: 10.1111/medu.12151
52. Fall LH, Berman NB, Smith S, Whit CB, Woodhead JC, Olson AL. Multi-institutional Development and Utilization of a Computer-Assisted Learning Program for the Pediatrics Clerkship: The CLIPP Project. *Acad Med.* 2005;80(9):847-854. DOI: 10.1097/00001888-200509000-00012
53. Huwendiek S, Reichert F, Bosse HM, de Leng BA, van der Vleuten CP, Haag M, Hoffmann GF, Tönshoff B. Design principles for virtual patients: a focus group study among students. *Med Educ.* 2009;43(6):580-588. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03369.x
54. Rivera-Gutierrez DJ, Kopper R, Kleinsmith A, Cendan J, Finney G, Lok B. Exploring Gender Biases with Virtual Patients for High Stakes Interpersonal Skills Training. *Lect Note Comp Sci.* 2014;8637:385-396. DOI: 10.1007/978-3-319-09767-1_50
55. Pataki C, Pato MT, Sugar J, Rizzo AS, Parsons TD, St. George C, Kenny P. Virtual Patients as Novel Teaching Tools in Psychiatry. *Acad Psych.* 2012;36(5):398-400. DOI: 10.1176/appi.ap.10080118
56. Deladisma AM, Cohen, Stevens A, Wagner P, Lok B, Bernard T, Oxendine C, Schumacher L, Johnsen K, Dickerson R, Raji A, Wells R, Duerson M, Harper G, Lind S. Do medical students respond empathetically to a virtual patient? *Am J Surg.* 2007;193(6):756-760. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2007.01.021
57. Cook DA, Erwin PJ, Triola MM. Computerized Virtual Patients in Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad Med.* 2010;85(19):1589-1602. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181edfe13
58. Huwendiek S, Duncker C, Reichert F, De Leng BA, Dolmans D, van der Vleuten CP, Haag M, Hoffmann GF, Tönshoff B. Learner preferences regarding integrating, sequencing and aligning virtual patients with other activities in the undergraduate medical curriculum: A focus group study. *Med Teach.* 2013;35(11):920-929. DOI: 10.3109/0142159X.2013.826790
59. Kim S, Phillips WR, Pinsky L, Brock D, Phillips K, Keary J. A conceptual framework for developing teaching cases: a review and synthesis of the literature across disciplines. *Med Educ.* 2006;40(9):867-876. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02544.x

60. Forsberg E, Ziegert K, Hult H, Fors U. Clinical reasoning in nursing, a think-aloud study using virtual patients - A base for an innovative assessment. *Nurse Educ Today*. 2014;34(4):538-542. DOI: 10.1016/j.nedt.2013.07.010
61. Kernt M, Holzer M, Bauer D, Fischer MR. Concept Mapping zur Unterstützung der differentialdiagnostischen Hypothesenbildung im fallbasierten Online-Lernsystem CASUS: Qualitative Verbesserung der Diagnosefindung durch ICD-10 Kodierung. *GMS Z Med Ausbild*. 2008;25(3):Doc91. Zugänglich unter/available from: <http://www.egms.de/static/de/journals/zma/2008-25/zma000575.shtml>
62. Schladen MM. Formative Research on Instructional Design Theory for Virtual Patients in Clinical Education: A Pressure Ulcer Prevention Clinical Reasoning case. Doctoral Dissertation 2015. Fort Lauderdale: Nova Southeastern University; 2015. Zugänglich unter/available from: http://nsuworks.nova.edu/gscis_etd/35/
63. Friedman CP, France CL, Drossman DD. A Randomized Comparison of Alternative Formats for Clinical Simulations. *Med Decis Making*. 1991;11:265. DOI: 10.1177/0272989X9101100404
64. Talbot TB, Sagae K, John B, Rizzo AA. Sorting out the virtual patient: How to exploit artificial intelligence, game technology and sound educational practices to create engaging role-playing simulations. *Intern J Gaming Comp Media Sim*. 2012;4(3):1-19. DOI: 10.4018/jgcms.2012070101
65. Voelker R. Virtual Patients Help Medical Students Link Basic Science With Clinical Care. *JAMA*. 2003;290(13):1700-1701.
66. Nirenburg S, McShane M, Beale S. Aspects of Metacognitive Self-Awareness in Maryland Virtual Patient. *Cognitive and Metacognitive Educational Systems: Papers from the AAAI Fall Symposium (FS-10-01)*. Arlington; Association for the Advancement of Artificial Intelligence; 2010. S.69-74. Zugänglich unter/available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/0e33/28b34a59053cd10916721bc673f2c85ca157.pdf>

Erratum

The name of the second author Kononowicz was originally misspelled (Kononowic).

Corresponding author:

PD Dr. med. Inga Hege
LMU Munich, Institute for Medical Education,
Pettenkoferstr. 8, D-80336 Munich, Germany
inga.hege@med.uni-muenchen.de

Please cite as

Hege I, Kononowicz AA, Berman NB, Lenzer B, Kiesewetter J. Advancing clinical reasoning in virtual patients – development and application of a conceptual framework. *GMS J Med Educ*. 2018;35(1):Doc12. DOI: 10.3205/zma001159, URN: urn:nbn:de:0183-zma0011598

This article is freely available from

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2018-35/zma001159.shtml>

Received: 2017-03-09

Revised: 2017-06-29

Accepted: 2017-08-17

Published: 2018-02-15

Published with erratum: 2018-02-19

Copyright

©2018 Hege 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/>.

Entwicklung und Anwendung eines konzeptuellen Frameworks zur Erweiterung klinischen Entscheidens mit virtuellen Patienten

Zusammenfassung

Hintergrund: Klinisches Entscheiden ist eine komplexe Fähigkeit die Medizinstudierende während ihrer Ausbildung erwerben müssen. DozentInnen fällt es dagegen oft schwer, ihren Entscheidungsprozess Studierenden zu erklären, da es dieser Prozess oft unbewusst abläuft. Der Einsatz von virtuellen Patienten (VPs) ist sinnvoll, um das Erlernen von klinischem Denken zu unterstützen. Es ist allerdings bis heute nicht ausreichend erforscht, welche Eigenschaften bzw. Rahmenbedingungen das Erlernen von klinischem Entscheiden am effektivsten fördern. Unser Ziel war es zunächst Schlüssel-Konzepte des klinischen Entscheidungsprozesses mit einem qualitativen Ansatz zu identifizieren. In einem zweiten Schritt haben wir Schlussfolgerungen gezogen, wie die einzelnen Konzepte weiterentwickelt werden können, um das Erlernen von klinischem Entscheiden mit virtuellen Patienten zu verbessern.

Methoden: Mittels grounded theory wurden Hauptkategorien und -konzepte des Erlernens von klinischem Entscheiden identifiziert und ein Framework entwickelt. Im Laufe dieses Prozesses wurden die sich entwickelnden Codes mit einer interdisziplinären Expertengruppe diskutiert und in einem zweiten Schritt das Framework auf virtuelle Patienten angewendet.

Ergebnisse: Aus den Daten entwickelte sich als Kernkategorie die „multifaktorielle Natur des Erlernens von klinischem Entscheiden“. Diese Kernkategorie spiegelt sich in den folgenden fünf Hauptkategorien wieder: Psychologische Theorien, Patientenorientierung, Kontext, Lernerzentrierung und Unterrichten/Prüfen. Jede dieser Kategorien umfasst wiederum vier bis sechs zugehörige Konzepte.

Schlussfolgerungen: Mit unserem Ansatz haben wir herausgearbeitet wie die einzelnen Konzepte des klinischen Entscheidens auf virtuelle Patienten übertragen werden können. Dies beinhaltet Aspekte wie den Lernenden das Üben mit vielen VPs zu ermöglichen oder VPs mit anpassbarer Komplexität und Feedback bereitzustellen. Darüberhinaus sollten Aspekte wie dual processing, Fehler und Unsicherheit berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter: Virtuelle Patienten, klinisches Entscheiden, qualitative Forschung, medizinische Ausbildung

Hintergrund

Klinisches Entscheiden („clinical reasoning“) und verwandte Konzepte wie z.B. das klinische Problemlösen oder klinisches Denken sind wichtigen Themen der medizindidaktischen Forschung. Es handelt sich dabei um ein komplexes Set von Fertigkeiten, das das Sammeln und Zusammenführen von Informationen umfasst. Ziele sind dabei eine (Arbeits-) Diagnose zu stellen – wobei Symptome und Befunde eines Patienten mit Differenzialdiagnosen abgeglichen werden – und einen Therapieplan zu

entwickeln. Obwohl das klinisches Entscheiden eine fundamentale Fertigkeit ärztlichen Handelns darstellt und seit über 30 Jahren im Fokus der Ausbildungsforschung steht, ist der Prozess immer noch nicht komplett erforscht [1], [2].

Im Laufe ihres Studiums müssen Medizinstudierende das klinische Entscheiden erlernen und in ihrer späteren klinischen Tätigkeit weiterentwickeln [1]. Dabei besteht eine der Herausforderungen darin, dass es erfahrenen KlinikerInnen oft schwerfällt sich ihrer Entscheidungsstrategien bewusst zu werden und den Studierenden zu erklären; Gründe dafür sind die dynamischen und unbewussten Anteile des Prozesses [1] sowie das Fehlen von

Inga Hege¹

Andrzej A. Kononowicz²

Norman B. Berman³

Benedikt Lenzer¹

Jan Kiesewetter¹

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

2 Jagiellonian University Medical College, Department of Bioinformatics and Telemedicine, Krakow, Polen

3 Geisel School of Medicine, Dartmouth, USA

formalem Training [2]. Während des Studiums wird klinisches Entscheiden oft im Unterricht am Krankenbett oder in problem-basierten Tutorien vermittelt, zunehmend werden aber auch virtuelle Patienten (VPs) eingesetzt, um klinisches Entscheiden zu üben, zu prüfen und Studierende auf Patienten vorzubereiten [3], [4].

VPs in der medizinischen Ausbildung sind interaktive computer-basierte Programme, die reale klinische Szenarien simulieren [5]. Es gibt viele verschiedene Formen von virtuellen Patienten, die von einfachen text-basierten Szenarien bis hin zu high fidelity Simulationen und Szenarien in virtuellen Realitäten reichen [6]. Studien haben gezeigt, dass VPs in Form von interaktiven Patientenszenarien das Erlernen von klinischer Entscheidungskompetenz unterstützen [7]. Erste Artikel über die Nutzung von Computern zur Simulation von klinischen Entscheidungssituationen wurden bereits in den 1970er Jahren veröffentlicht [8]; Seitdem wurden VPs kontinuierlich weiterentwickelt und über die letzten 40 Jahre in medizinische Curricula in verschiedenen Lehrformaten, wie zum Beispiel blended-learning Kurse [9], Praktika [10] oder als Prüfungen [11] integriert.

Die Lücke, die diese Studie adressiert, wurde bereits vor Jahren erkannt, blieb seither aber weitgehend unbeantwortet. Cook et al. zeigten, dass virtuelle Patienten eine ideale Lehrmethode zur Vermittlung von klinischer Entscheidungskompetenz sind, aber es nicht klar ist, wie das Erlernen geschieht. Weiterhin folgerten sie, dass bisher nicht ausreichend gezeigt werden konnte, wie Designvariationen in VPs, beispielsweise bezüglich Inhalt, Authentizität, Interaktivität oder Feedback, das Erlernen von klinischem Entscheiden beeinflussen [7]; Wie genau VPs klinisches Entscheiden modellieren und beeinflussen und wie VPs für die Studierenden angeboten werden sollten, sind bisher unbeantwortete Fragen.

Um diesen Fragen nachzugehen folgten wir dem Vorschlag von Edelbring et al. und erweiterten den Blickwinkel auf virtuelle Patienten und deren Technologie [12]. Dementsprechend waren unsere Ziele

1. Schlüsselkonzepte des Erlernens von klinischem Entscheiden im Allgemeinen zu identifizieren und
2. zu evaluieren wie diese Konzepte sich in virtuellen Patienten widerspiegeln. Darauf basierend arbeiten wir
3. Empfehlungen aus, wie das Erlernen von klinischem Entscheiden in VPs weiterentwickelt werden kann.

Methoden

Wir haben uns für einen qualitativen Forschungsansatz basierend auf der grounded theory von Glaser [13] entschieden, um das weite Feld der klinischen Entscheidungskompetenz zu explorieren. Grounded theory ist eine induktive Forschungsmethode, die dazu geeignet ist, Phänomene besser zu verstehen und eine Theorie, die in den Daten verankert ist, zu entwickeln. In einem iterativen Prozess interagieren Datensammlung, Datenkodierung und Theorieentwicklung mit einander [14]. Somit war es

uns möglich eine Vielzahl verschiedenster Datenquellen in die Analyse mit einzubeziehen; Abbildung 1 zeigt einen Überblick über das Studiendesign. Da unser Fokus darauf ausgerichtet war, Beschreibungen, Frameworks und Lehr-Lernmethoden zu explorieren, berücksichtigten wir, dem grounded theory Diktum „all is data“ [13] folgend, eine Vielzahl verschiedener Datenquellen, wie zum Beispiel wissenschaftliche Artikel, Videos oder Webseiten. In einem zweiten Schritt untersuchten wir, wie das entwickelte Framework auf virtuelle Patienten angewendet werden kann und welche Schlussfolgerungen zur Weiterentwicklung von virtuelle Patienten gezogen werden können.

IH, eine erfahrene Forscherin aus dem Bereich der Medizindidaktik, führte die Studie in engem Austausch mit den anderen Autoren durch.

Datensammlung und -analyse

IH begann die grounded theory mit dem Buch „Developing clinical problem-solving skills“ von Barrows et al. [15], das komplett kodiert wurde. Das Buch beschreibt viele Aspekte des Unterrichts von klinischer Entscheidungskompetenz und war daher ein geeigneter Startpunkt der Analyse. Ein zyklischer Prozess [16] theoretischen Samplings auf der Grundlage der verfassten Memos leitete die weitere Datensammlung. Basierend auf den entstehenden Codes wurden Datenquellen untersucht, die

1. weitere Erklärungen,
2. Kontrastierungen oder
3. neue Perspektiven boten.

Mit Hilfe der Google Suchmaschine und PubMed wurde nach neue Datenquellen gesucht, zusätzlich wurden auch Literatur-Referenzen als mögliche neue Datenquellen berücksichtigt. Die Suche war dabei weder auf einen bestimmten Zeitraum, noch eine Gruppe von ForscherInnen begrenzt. Vor der Kodierung einer Datenquelle wurde die Zusammenfassung analysiert, um basierend auf den o.g. Kriterien zu entscheiden, ob diese kodiert würde. Zum Beispiel entwickelte sich beim Kodieren des Buches von Barrows et al. das Thema „Rolle des Unterrichtenden“, das eine tiefergehende Analyse erforderte. Daraufhin wurden weitere Quellen identifiziert und analysiert, wie z.B. ein Artikel von Eva [17] oder ein Massive Open Online Course (MOOC) der University of Michigan über instruktionale Methoden in der Ausbildung von Gesundheitsberufen [<https://www.coursera.org/learn/instructional-methods-education>], um das Thema weitergehend zu elaborieren. Wenn entstehenden Themen oder Codes auch nach der Explorierung von Artikeln oder online Ressourcen noch nicht hinreichend untersucht waren, wurden Interviews mit verschiedenen Akteuren, wie z.B. DozentInnen oder MedizindidaktikforscherInnen, durchgeführt, um gezielt solche Themen weiter zu untersuchen. Zum Beispiel wurden die Themen „Lernen aus Fehlern“ und „klinisches Entscheiden mit concept mapping“ mit Hilfe von Interviews weitergehend elaboriert (Anhang 1 umfasst die Details aller geführten Interviews). Die Interviews wurden

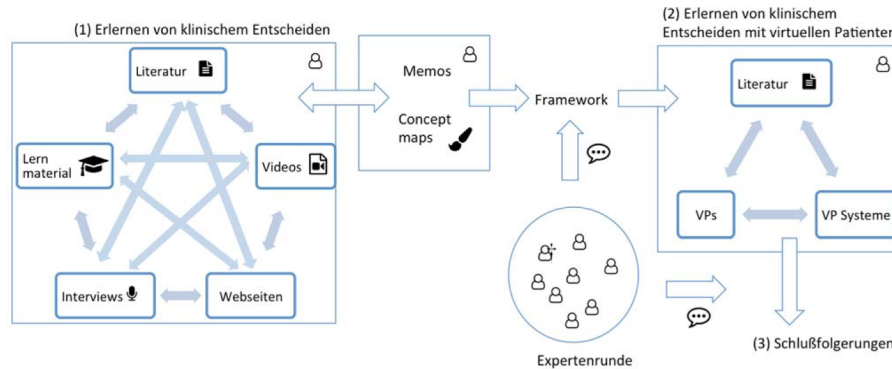


Abbildung 1: Studiendesign mit folgenden zwei Schritten:

Explorieren des Erlernens von klinischem Entscheiden, Entwicklung eines Frameworks basierend auf Memos und concept maps und Anwendung des Frameworks auf virtuelle Patienten und Ausarbeiten von Schlussfolgerungen.

im Stil eines kollegialen Gespräches geführt und mit Hilfe von Gesprächsnotizen aufgezeichnet; sie wurden sowohl persönlich als auch online in einem privaten Setting geführt. Ein Prozessschema mit allen Datenquellen inklusive warum und wann diese in die Analyse einbezogen wurden, kann auf Anfrage bereitgestellt werden.

Bevor sich die Kernkategorie – ein Schlüssel-Thema, das alle Kategorien umfasst – entwickelte, wurden alle Datenquellen offen kodiert, danach wurde selektives Kodieren angewendet, um die Zusammenhänge zwischen Konzepten zu elaborieren und die Eigenschaften der Kategorien weiter zu spezifizieren.

Die Codes wurden laufend verglichen, überarbeitet und in Konzepte zusammengeführt; dabei wurde der gesamte Prozess mit concept maps und Memos dokumentiert. Ein Memo besteht dabei aus dem Datum der Analyse, einer kurzen Zusammenfassung, Zusammenhänge der wichtigsten Aspekte, weitere Themen, die untersucht werden sollten, sich entwickelnde Ideen sowie Links zu der Datenquelle. Insgesamt wurden auf diese Weise 107 Datenquellen, davon sechs Interviews, kodiert; eine Liste der Quellen befindet sich in Anhang 1.

Dem Ansatz des theoretischen Samplings folgend, wurde die Datensammlung so lange fortgesetzt bis eine Sättigung erreicht wurde, d.h. weitere Daten keine neuen Themen oder Zusammenhänge lieferten. Die Memos und concept maps wurden ausgewertet und basierend auf den Kategorien, Konzepten und Zusammenhängen wurde ein Framework entwickelt.

Evaluation von virtuellen Patienten mit Hilfe des Frameworks

In einem zweiten Schritt wurde das entwickelte Framework auf den Kontext der virtuellen Patienten angewendet und weitere Datenquellen analysiert (eine vollständige Liste findet sich in Anhang 2). Basierend auf den Kategorien und Konzepten des Frameworks wurden VPs, VP Systeme und Autorenhandbücher [<http://www.virtual-patient.eu>], [<http://vpsystems.virtualpatients.net>] analysiert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden mit einer Analyse von VP-bezogener wissenschaftlicher Lite-

ratur, aus einer selektiven Literatursuche für jede Kategorie, komplementiert.

IH explorierte wie die Konzepte in VPs umgesetzt sind und dokumentierte wie im ersten Schritt der Studie die Erkenntnisse in Memos und concept maps.

Die Entwicklung der Konzepte sowie des Frameworks, das Erreichen der theoretischen Sättigung und die Schlussfolgerungen wurden in einer interdisziplinären Runde von zwei MedizindidaktikerInnen, zwei MitarbeiterInnen aus dem Gesundheitswesen, zwei MedizindidaktikforscherInnen, einem Medizinstudierenden und einem Informatiker diskutiert. Dazu dienten die concept maps und Memos als Basis.

Ethikvotum

Für die Durchführung der Interviews wurde ein Ethikvotum der medizinischen Fakultät der LMU München eingeholt.

Ergebnisse

Während des grounded theory Prozesses entwickelten wir die Kernkategorie „Erlernen von klinischem Entscheiden als multifaktorieller Prozess“. Auf Grundlage der Daten elaborierten wir die folgenden fünf Kategorien mit jeweils einem Hauptakteur: Lernerzentrierung (Lerner), Patientenorientierung (Patient), psychologische Theorien (Forscher), Unterrichten/Prüfen (Lehrender), und Kontext (Mitarbeiter im Gesundheitswesen). Diese Kategorien und untergeordneten Konzepte spiegeln sich in der Kernkategorie wieder, interagieren aber auch untereinander (siehe Abbildung 2).

In den nächsten Abschnitten stellen wir die Ergebnisse der Kategorien und Beispiele für die Verankerung in den Daten vor und erörtern Erkenntnisse aus der Analyse von virtuellen Patienten in Bezug auf das Framework.

Eine zusammenfassende Darstellung zeigt Anhang 3. Detaillierte concept maps für jede Kategorie und eine Gesamtdarstellung der Zusammenhänge aller Datenquellen können wir auf Nachfrage zur Verfügung stellen.

Kontext

Der Kontext bildete sich als Kategorie aus, die die meisten Aspekte des Erlernens von klinischem Entscheiden beeinflusst [18]. Ein Patient und ein Mitarbeiter aus dem Gesundheitswesen (z.B. eine Ärztin) interagieren in einer bestimmten Umgebung oder einem Kontext miteinander, wobei Emotionen diese Interaktionen beeinflussen und eine wichtige Rolle im klinischen Entscheidungsprozess darstellen [19]. Ebenfalls relevant ist in diesem Zusammenhang der Lernkontext – wo, mit wem und wie das Lernen stattfindet [20]. In einer Lernumgebung beeinflusst ein Gleichgewicht aus Realitätsnähe und kognitiver Beanspruchung die Lernerfahrung [21], [22].

Die Zeit spielt ebenfalls auf verschiedene Arten eine wichtige Rolle. Zum einen beeinflusst sie in Form von Zeitdruck oder Tageszeit die Begegnung von PatientInnen und Arzt/Ärztinnen. Zum anderen benötigen Lernende Zeit, um klinische Entscheidungskompetenz zu erwerben [23], wohingegen im Lernkontext möglicherweise Zeit aufgrund curriculärer Rahmenbedingungen nur begrenzt zur Verfügung steht. Außerdem kann die benötigte Zeit ein Hinweis für effizientes klinisches Entscheiden (Mustererkennung) oder abwägendes analytisches Entscheiden sein.

Im Gegensatz zu Patientenkontakten sind in einer virtuellen Umgebung der Lern- und der klinische Kontext getrennt, beide werden aber von zeitbezogenen Aspekten beeinflusst [24]. Virtuelle Patienten sind in dieser Hinsicht oft statisch, d.h. die Lernenden werden entweder für ein langes Beschäftigen mit dem VP oder für einen schnellen zeitsparenden Problemlöse-Ansatz belohnt.

Lernerzentrierung

Lernerzentrierung stellte eine weitere wichtige Kategorie im Prozess des Erlernens von klinischem Entscheiden dar [2]. Die Konzepte dieser Kategorie stehen in engen Wechselbeziehungen, sowohl miteinander als auch mit den anderen Kategorien (siehe Abbildung 2). In selbstgesteuerten Lernumgebungen (SRL) ist der Lernende selbstständig und kann seine Lernaktivitäten selbst steuern, was zu einer erhöhten Lernbereitschaft („engagement“) und Motivation führt [25]. Bewusstes und aktives Lernen wiederum sind zentrale Voraussetzungen, um klinische Entscheidungskompetenz zu erwerben [26].

Das Konzept der Adaptivität entwickelte als an die Bedürfnisse und Expertise des Lernenden dynamisch anpassbare Lerninhalte, Kontexte [18], Feedback [27] und Scaffolding (gezieltes Anbieten von Hilfestellungen) [28], [29]. Beispielsweise kann Feedback an die Bedürfnisse des Lernenden angepasst werden durch Variierung des Feedbackgebers (z.B. DozentInnen, KommilitonInnen oder in einem VP), des Zeitpunktes oder Detailgrades.

Learning analytics – d.h. die Sammlung und Analyse von Lerneraktivitäten – kann die Basis für die Adaptivität einer solchen Lernaktivität sein. Außerdem kann es die Grundlage für Feedback und Empfehlungen für weitere Lernaktivitäten an den Lernenden darstellen [30].

Virtuelle Patienten sind eine Form von lernerzentrierten und adaptiven Aktivitäten [31], [32], allerdings ist die Lernerzentrierung limitiert, da VPs häufig eingesetzt werden, um den Unterricht oder Prüfungen für alle Lernenden zu standardisieren [33].

Psychologische Theorien

Diese Kategorie stützt sich auf psychologische Theorien und Frameworks, die entwickelt wurden, um den Prozess des klinischen Entscheidens zu beschreiben. Die Kategorie beinhaltet das sogenannte dual processing – das Zusammenspiel von analytischem Entscheiden, Mustererkennung (bzw. nicht analytisches Entscheiden) und ein Kontinuum zwischen diesen beiden Prozessen [34]. Ebenso entwickelte sich in dieser Kategorie das Konzept der Wissensenkapsulierung, ein Prozess der die Entwicklung von illness scripts unterstützt [35]. Illness scripts sind Wissensstrukturen die klinisch relevante Informationen zu einer Erkrankung mit Beispielen und Symptomen in Verbindung bringen. Sowohl illness scripts, als auch Wissensenkapsulierung sind Voraussetzungen für die Entwicklung von Mustererkennung und sind bei Experten ausgeprägter vorhanden, als bei Novizen.

Ein weiteres Konzept in dieser Kategorie ist Metakognition [23] – das Nachdenken oder Reflektieren über das eigene Denken. Metakognition stellt eine wichtige Strategie zur Vermeidung und Aufarbeitung kognitiver Fehler beim klinischen Entscheiden dar [36]. Studien zeigen, dass Novizen für die Expertise Entwicklung viele Patientenfälle vergleichen und kontrastieren müssen, um ihr Wissen zu enkapsulieren und individuelle illness scripts zu entwickeln [37].

Dabei können zusätzlich zum Umgang mit Patienten in klinischer Umgebung auch das Lernen mit papier-basierten Fällen, standardisierten Patienten oder VPs eine Antwort auf diese Anforderung sein, beispielsweise durch das Ermöglichen von deliberate practice – selbstbestimmtes und zielgerichtetes Üben, um die eigene Leistung kontinuierlich zu verbessern.

Um v.a. das analytische Denken zu fördern, basieren die meisten VPs implizit auf Komponenten von illness scripts, wie z.B. Liste von Befunden, Differenzialdiagnosen oder finalen Diagnosen [38], wobei illness scripts auch als Basis für das Erstellen von virtuellen Patienten dienen können. Lernende werden in VP Szenarien dann entweder aufgefordert die Komponenten des illness scripts aktiv zu erstellen, oder diese werden im Laufe des Szenarios automatisch angezeigt.

Unterrichten/Prüfen

Das Unterrichten/Prüfen von klinischem Entscheiden entwickelte sich als eine Kategorie, die eng mit der Lernerzentrierung verknüpft ist; sie fokussiert jedoch mehr auf die Perspektive der Lehrenden und was und wie Lernende unterrichtet und geprüft werden sollten. Da der Prozess des klinischen Entscheidens komplex und nicht linear ist, stellt die Auswertung und Bewertung von Lern-

aktivitäten oder Prüfungsleistungen eine große Herausforderung dar [39]. Oft gibt es keine eindeutige richtige oder falsche Antwort und Unsicherheiten und Unklarheiten müssen bei einer Bewertung berücksichtigt werden. Zahlreiche Methoden zum Überprüfen der einzelnen Schritte im klinischen Entscheidungsprozess wurden beschrieben [40], davon berücksichtigen einige wenige, wie z.B. der Skript Konkordanz Test [41] oder concept mapping [42] die Nicht-Linearität des klinischen Entscheidens. Ausgehend von den Datenquellen haben wir auch Kommunikation als ein Konzept innerhalb der Unterrichten/Prüfen Kategorie kodiert [43]. Dabei bezieht sich Kommunikation hier hauptsächlich auf das Unterrichten und Prüfen von klinischem Entscheiden, ist aber gleichzeitig auch ein wichtiger Aspekt für Interaktionen zwischen allen Beteiligten. Typischerweise besteht das arbeitsplatzbezogene Prüfen von klinischem Entscheiden aus der Kommunikation zwischen dem Lernenden und einem erfahreneren Arzt/Ärztin oder Ausbilder; zum Beispiel kann ein solches Szenario daraus bestehen, dass der Lernende eine kurze Zusammenfassung über einen Patienten präsentiert und über mögliche Differenzialdiagnosen elaboriert [43].

Auch VPs werden als Prüfungsinstrumente, insbesondere für formative Prüfungen verwendet [44]; weitere Methoden zum Prüfen klinischer Entscheidungskompetenz können wiederum in virtuellen Patienten integriert sein, z.B. Multiple Choice Fragen oder Entscheidungspfade. Die Nicht-Linearität des klinischen Entscheidungsprozesses stellt auch in VPs eine große Herausforderung dar, die von den oft quantitativen Bewertungsmethoden und Feedback nicht ausreichend berücksichtigt wird.

Patientenorientierung

Diese Kategorie umfasst Konzepte, die sich auf Patienten beziehen, wie z.B. Patientensicherheit und kognitive Fehler – Themen, die möglicherweise nicht ausreichend in der Ausbildung von Gesundheitsberufen abgebildet sind [45]. Es gibt verschiedene Arten von Fehlern, wie z.B. premature closure (ein frühes Akzeptieren des ersten Gedankens), die an verschiedenen Punkten im klinischen Entscheidungsprozess auftreten können und sich in der Folge auf Patienten auswirken können [46]. Systematische Fehler wie z.B. Bestätigungsfehler oder Selbstüberschätzung können solche kognitiven Fehler verursachen [36].

Ein weiteres Konzept in dieser Kategorie sind Therapieentscheidungen. Auch wenn diese mit illness scripts verknüpft sind, kann die Therapie der gleichen Diagnose bei Patienten sehr verschieden sein und sollte individuell auf Patienten zugeschnitten sein [18].

Virtuelle Patienten bieten eine sichere Umgebung für Lernende, Patienten und Dozenten. Dies ist eine zwingende Voraussetzung, damit Lernende Fehler machen und daraus lernen können ohne Patienten zu gefährden [<https://members.aamc.org/eweb/upload/Effective%20Use%20of%20Educational.pdf>], [47].

Die Darstellung eines Patienten in einem VP Szenario kann dabei stark variieren - von einer Ein-Satz Beschreibung ohne Namen oder Gesicht, bis hin zu eher patientenzentrierten Darstellungen [48] die mit Hilfe von Medien auch Reaktionen und Emotionen eines Patienten abbilden.

Anhang 3 fasst die Ergebnisse des zweiten Schrittes der qualitativen Erforschung, in der wir das entwickelte Framework auf den aktuellen Stand und die Entwicklung von VPs anwenden, zusammen. Der Anhang 3 enthält zusätzlich offene Fragen, die bei der Erstellung oder Integration von VPs berücksichtigt werden sollten.

Diskussion

Mit dem grounded theory Ansatz haben wir fünf Kategorien und untergeordnete Konzepte für das "Erlernen klinischen Entscheidens" identifiziert. Das entwickelte Framework (siehe Abbildung 2) visualisiert die Hauptkomponenten und Verknüpfungen. Es weist zwar eine hohe Komplexität auf, wir denken aber, dass es die Kernkategorie „Erlernen von klinischem Entscheiden als multifaktorieller Prozess“ sowie die Vielfalt und Reichhaltigkeit des Themas angemessen repräsentiert. Basierend auf den fünf Kategorien und zugeordneten Konzepten diskutieren wir im Folgenden Verbesserungen sowohl im Design als auch in der Verwendung von virtuellen Patienten für das Erlernen von klinischem Entscheiden.

Kontext

Die Trennung von Lern- und klinischem Kontext in VP Szenarien ermöglicht den Lernenden beide Kontexte separat an ihre Bedürfnisse anzupassen. Wir empfehlen den Kontext eines virtuellen Szenarios individuell und abhängig von der Expertise oder den Lernzielen des Lernenden zunehmend komplexer zu gestalten, zum Beispiel durch das Hinzufügen irrelevanter Informationen oder der Darstellung emotional schwieriger Situationen. Dabei ist es wichtig, Authentizität und kognitive Belastung zu berücksichtigen, um den Lernenden nicht zu überfordern. Die zumeist eher statischen Eigenschaften von VPs reflektieren die Dynamik des klinischen Entscheidens nicht adäquat; statt die Lernzeit für einen VP fest zu bewerten, empfehlen wir sie als adaptive Komponente für die Komplexität eines VPs zu berücksichtigen. Zum Beispiel könnte die verfügbare Zeit für ein virtuelles Szenario für fortgeschrittene Lerner oder solche, die sich fordern möchten, begrenzt werden (Zeitdruck). Um Zeitdruck und eine klinisch authentische Umgebung zu simulieren, können Lernende auch über die gleichzeitige Bearbeitung mehrerer virtueller Patienten gefordert werden.

Lernerzentrierung

Wir schlagen eine flexible Lernumgebung vor, um den Lernenden sowohl in individuellen, als auch in kooperativen Lernszenarien, konzentriertes und zielgerichtetes

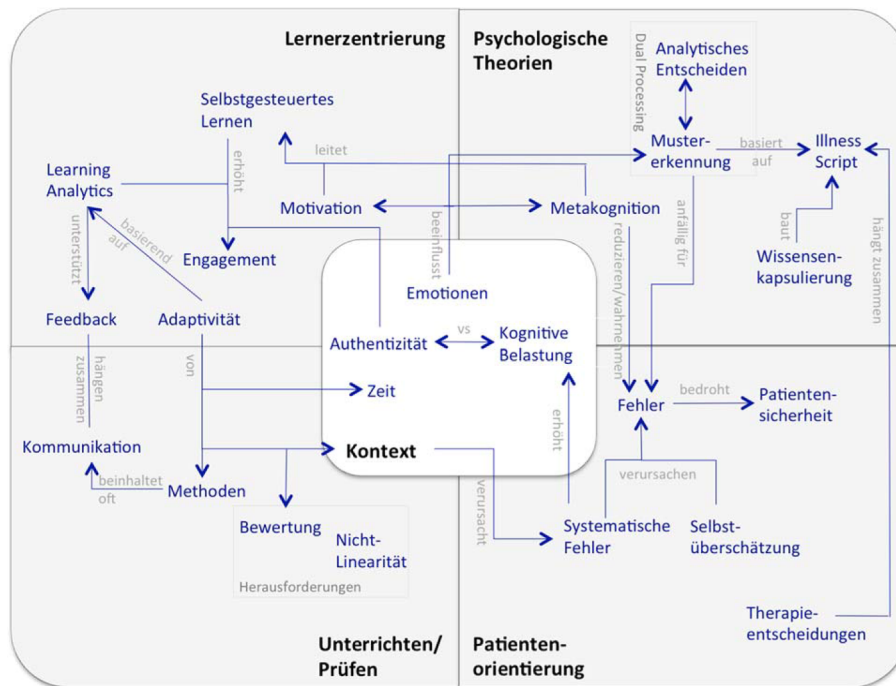


Abbildung 2: Framework zum Lernen von klinischem Entscheiden bestehend aus fünf Hauptkategorien, zugehörigen Konzepten und Zusammenhängen.

Üben zu ermöglichen. Die Lernenden sollten dabei Level und Art des Feedbacks, des Kontextes und der Komplexität des Szenarios selbst wählen können. In virtuelle Patientenprogramme integrierte Computermodelle könnten die Basis für solche anpassbaren Inhalte sein. Ein VP Programm könnte außerdem den Lernenden weiterführende Lernaktivitäten, nicht nur auf virtuelle Patienten bezogen, oder weitere Adaptionen empfehlen. Eine solche Empfehlung könnte auf einer Analyse des bisherigen Lernerfolgs, Level des selbstgesteuerten Lernens und individuellen Lernzielen, basieren. Auf diese Weise würde es den Lernenden ermöglicht, sich auf individuelle Schwächen in den einzelnen klinischen Entscheidungsschritten zu konzentrieren. Kontinuierliches, zeitnahes und spezifisches Feedback sollten durch das VP Programm, einen Betreuer, in Form eines summativen Peer Feedbacks oder Rückmeldungen von Experten, angeboten werden.

Psychologische Theorien

Auch wenn noch zahlreiche unbeantwortete Fragen bezüglich der genauen Eigenschaften des dual processing bestehen, gibt es Hinweise für ein Kontinuum bzw. Interaktion zwischen den Prozessen der Mustererkennung und analytischem Entscheiden. Wir stellen uns daher eine dynamische Repräsentation des klinischen Entscheidungsprozesses vor, die es Lernern abhängig von der Komplexität des VPs, der Expertise oder den Lernzielen erlaubt analytisches Vorgehen, Mustererkennung oder eine Kombination dieser beiden Ansätze anzuwenden. Dazu empfehlen wir, einen großen Pool an kurzen und fokussierten VPs zur Verfügung zu stellen, um damit eine große

Bandbreite an klinischen Problemen abzudecken und den Lernenden eine Auswahl zu ermöglichen. Es empfiehlt sich die implizite Verbindung von VPs und den illness scripts, auf denen sie basieren, sichtbar zu machen. Somit können die Lernenden aktiv und explizit ihre eigenen Skripte für VP Szenarien entwickeln. Solche erstellten illness scripts sind wiederum eigenständige Lernleistungen, die von den Lernenden auch außerhalb einer VP Umgebung weiterentwickelt werden können. Um Mustererkennungsansätze zu unterstützen, könnte es Lernenden erlaubt werden, bzw. sie könnten sogar ermutigt werden, einzelne Schritte der illness script Entwicklung zu überspringen und Diagnose- und Therapieentscheidungen zu jedem Zeitpunkt eines VP Szenarios zu treffen.

Unterrichten/Prüfen

Um den nicht-linearen Charakter des klinischen Entscheidungsprozesses in VPs besser abzubilden, empfehlen wir klinisches Entscheiden als mehrstufigen Prozess [3] zu prüfen und verschiedene Prüfungs- und Feedbackmethoden, inklusive qualitativer Methoden, für die einzelnen Schritte umzusetzen. Ein geeignetes Prüfungsformat wäre beispielsweise die Anwendung von concept maps zur Visualisierung von illness scripts. Dies erfordert allerdings die Umsetzung von komplexeren Bewertungsalgorithmen, die auch die Vielfalt solcher concept maps berücksichtigen.

Patientenorientierung

Eine minimalistische Darstellung eines Patienten in einem VP Szenario reduziert die kognitive Belastung für die Lernenden, repräsentiert aber den Patienten im klinischen

Entscheidungsprozess nicht angemessen. Auch andere Faktoren, die das klinische Entscheiden beeinflussen, wie Emotionen, Voreingenommenheit oder schwierige Gesprächssituationen, können so nicht abgebildet werden.

Andererseits benötigen Lernende mehr Zeit, um medienintensive VP Szenarien zu bearbeiten, was dem Konzept viele Fälle zur Entwicklung von illness scripts zu bearbeiten, entgegensteht. Um beiden Herangehensweisen gerecht zu werden, empfehlen wir zumindest eine einfache Beschreibung des Patienten (Name, Alter und kontextuelle Informationen) sowie eine mediale Darstellung des Patienten in alle VP Szenarien zu integrieren und einige VPs mit zusätzlichen Medien und elaborierten Patientendarstellungen anzureichern, um die Rolle des Patienten und emotionale Situationen abzubilden.

Virtuelle Patienten Szenarien bieten eine sichere Lernumgebung in der die Lernenden in ihrer Lerngeschwindigkeit arbeiten können und Patienten nicht gefährdet werden. Daher sind sie geeignet, Fehler zuzulassen und aus diesen zu lernen. Dieses Konzept könnte sogar insofern weiterentwickelt werden, als dass Fehler provoziert werden und z.B. systemische Fehler explizit in VP Szenarien integriert werden. Zusätzlich sollte unmittelbares und elaboriertes Feedback, sowie Strategien zur Vermeidung angeboten werden.

Als letzten Aspekt empfehlen wir expliziter auf die Individualität von Therapieentscheidungen und -maßnahmen einzugehen und Einflussfaktoren auf Entscheidungen zu elaborieren.

Limitationen

Wir sind uns bewusst, dass die Studie Limitationen aufweist. Verglichen mit der großen Anzahl an Datenquellen, insbesondere der wissenschaftlichen Literatur, die sich auf klinisches Entscheiden, und Problemlösen bezieht, war der Anteil der kodierten Quellen relativ gering, auch wenn wir auf eine breite Abdeckung geachtet haben und die theoretische Sättigung mit Inhaltsexperten ausführlich diskutiert wurde.

Auch das Studiendesign ist etwas ungewöhnlich, da wir nicht direkt das entstehende Framework diskutierten, sondern seine Anwendung auf das Themengebiet der virtuellen Patienten.

Unser Ziel war es, das Expertenpanel so interdisziplinär wie möglich zu bilden und möglichst viele Blickwinkel zu berücksichtigen; leider war es uns aber nicht möglich PatientInnen mit einzubeziehen, obwohl die Sichtweise von PatientInnen natürlich sehr wichtig ist und in Folgestudien berücksichtigt werden sollte.

Abgesehen von der fehlenden Patientensicht fanden wir die Größe und Zusammensetzung des Expertenpanels (sieben Teilnehmer) ideal, um die Studie zu diskutieren. Wir können jedoch nicht ausschließen, dass sich mit einer größeren Anzahl von Akteuren weitere Perspektiven entwickelt und das Framework beeinflusst hätten.

Schlussfolgerungen

Mit dem zwei-stufigen Ansatz und dem erweiterten Blickwinkel auf virtuelle Patienten haben wir zunächst ein Framework zum Erlernen von klinischem Entscheiden entwickelt. In einem zweiten Schritt haben wir das Framework auf das Themengebiet der virtuellen Patienten angewendet und Schlussfolgerungen für eine Weiterentwicklung gezogen.

Ausgehend von diesen Schlussfolgerungen planen wir die Entwicklung eines plattform-unabhängigen open source Werkzeuges für virtuelle Patienten Programme, das speziell das Üben von klinischen Entscheidungen unterstützen soll. In einer multi-institutionellen Studie werden wir das Werkzeug evaluieren, wobei die Ergebnisse dieser Studie in die weitere Entwicklung des Werkzeuges und der VPs einfließen werden.

Wir denken, dass das Framework wegen seines allgemeinen Charakters auch unabhängig von VPs Anwendung finden kann, z.B. für die Konzeptionierung oder Weiterentwicklung von Curricula oder Fakultätsentwicklungskurse zum klinischen Entscheiden.

Förderung

Das Projekt (IH) wird aus dem Europäischen Horizon 2020 Forschungs- und Innovationsprogramm unter dem Marie Skłodowska-Curie Fellowship Nr. 654857 und AK durch finanzielle Mittel der Jagiellonian University No K/ZDS/006367 gefördert.

Danksagung

Wir möchten uns bei allen Studierenden, ForscherInnen, KlinikerInnen und Unterrichtenden, die Feedback in Interviews oder Diskussionsrunden gegeben haben, bedanken. Auch danken wir Dr. Katja Kühlmeyer vom Institut für Ethik, Geschichte und Theorie der Medizin, die uns bezüglich des Studiendesigns beraten und unterstützt hat, ganz herzlich. Abschließend möchten wir uns bei Prof. Leslie Fall, Prof. Martin Fischer und Martin Adler für die großartige Unterstützung des Projektes bedanken.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Anhänge

Verfügbar unter

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2018-35/zma001159.shtml>

1. Anhang_1.pdf (133 KB)

Datenquellen in denen die grounded theory verankert ist

2. Anhang_2.pdf (103 KB)
Datenquellen für die Analyse der virtuelle Patienten
3. Anhang_3.pdf (103 KB)
Zusammenfassung der Ergebnisse des zweiten Studienschrittes - kategorienbezogene Anwendung der Frameworks auf virtuelle Patienten

Literatur

1. Norman G. Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Med Educ.* 2005;39(4):418-427. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2005.02127.x
2. Audétat MC, Dory V, Nendaz M, Vanpee D, Pestiaux D, Perron NJ, Charlin B. What is so difficult about managing clinical reasoning difficulties? *Med Educ.* 2012;46(2):216-227. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2011.04151.x
3. Charlin B, Lubarsky S, Millette B, Crevier F, Audétat MC, Charbonneau A, Caire Fon A, Hoff L, Bourdy C. Clinical reasoning processes: unravelling complexity through graphical representation. *Med Educ.* 2012;46(5):454-463. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2012.04242.x
4. Ellaway RH, Poulton T, Smothers V, Greene P. Virtual patients come of age. *Med Teach.* 2009;31(8):683-684. DOI: 10.1080/01421590903124765
5. Ellaway R, Candler C, Greene P, Smothers V. An Architectural Model for MedBiquitous Virtual Patients. *MedBiquitous.* 2006. [cited 2017 Feb 2] Zugänglich unter/available from <http://groups.medbiq.org/medbiq/display/VPWG/MedBiquitous+Virtual+Patient+Architecture>
6. Kononowicz AA, Zary N, Edelbring S, Corral J, Hege I. Virtual patients-what are we talking about? A framework to classify the meanings of the term in healthcare education. *BMC Med Educ.* 2015;15:11. DOI: 10.1186/s12909-015-0296-3
7. Cook D, Triola MM. Virtual patients: a critical literature review and proposed next steps. *Med Educ.* 2009;43(4):303-311. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2008.03286.x
8. Wiener F. A system for the computer simulation of clinical reasoning. *Comput Programs Biomed.* 1974;4(2):59-74. DOI: 10.1016/0010-468X(74)90009-9
9. Edelbring S, Broström O, Henriksson P, Vassiliou D, Spaak J, Dahlgren LO, Fors U, Zary N. Integrating virtual patients into courses: follow-up seminars and perceived benefit. *Med Educ.* 2012;46(4):417-425. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2012.04219.x
10. Berman NB, Fall LH, Smith S, Levine DA, Maloney CG, Potts M, Siegel B, Foster-Johnson L. Integration Strategies for Using Virtual Patients in Clinical Clerkships. *Acad Med.* 2009;84(7):942-949. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181a8c668
11. Courteille O, Bergin R, Stockeld D, Ponzer S, Fors U. The use of a virtual patient case in an OSCE-based exam – A pilot study. *Med Teach.* 2008;30:e66-e76. DOI: 10.1080/01421590801910216
12. Edelbring S. Research into the use of virtual patients is moving forward by zooming out. *Med Educ.* 2013;47(6):544-546. DOI: 10.1111/medu.12206
13. Glaser BG, Holton J. Remodeling Grounded Theory. *Forum Qual Sozialforsch.* 2004;5(2):Art. 4.
14. Strauss A, Corbin J. *Grundlagen Qualitativer Sozialforschung.* Weinheim: Psychologie Verlags Union; 1996.
15. Barrows HS, Pickell GC. *Developing clinical problem-solving skills. A guide to more effective diagnosis and treatment.* London: Norton Medical Books; 1991.
16. Watling CJ, Lingard L. Grounded theory in medical education research: AMEE Guide No. 70. *Med Teach.* 2012;34(10):850-861. DOI: 10.3109/0142159X.2012.704439
17. Eva K. What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Med Educ.* 2005;39(1):98-106. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2004.01972.x
18. Durning S, Artino AR Jr, Pangaro L, van der Vleuten CP, Schuwirt L. Context and clinical reasoning: understanding the perspective of the expert's voice. *Med Educ.* 2011;45(9):927-938. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2011.04053.x
19. Marcum JA. The Role of Emotions in Clinical Reasoning and Decision Making. *J Med Philos.* 2013;38(5):501-519. DOI: 10.1093/jmp/jht040
20. De Figueiredo AD. Learning Contexts: a Blueprint for Research. *Inter Educ Multimedia.* 2005;11:127-139.
21. Durning S, Dong T, Artino AR Jr, LaRochelle MJ, Pangaro LN, van der Vleuten C, Schuwirth L. Instructional Authenticity and Clinical Reasoning in Undergraduate Medical Education: A 2-Year, Prospective, Randomized Trial. *Mil Med.* 2012;177(9):38-43. DOI: 10.7205/MILMED-D-12-00234
22. Patel R, Sandars J, Carr S. Clinical diagnostic decision-making in real life contexts: A trans-theoretical approach for teaching: AMEE Guide No. 95. *Med Teach.* 2015;37(3):211-227. DOI: 10.3109/0142159X.2014.975195
23. Rencic J. Twelve tips for teaching expertise in clinical reasoning. *Med Teach.* 2011;33(11):887-892. DOI: 10.3109/0142159X.2011.558142
24. Gunning WT, Fors UG. Virtual Patients for assessment of medical student ability to integrate clinical and laboratory data to develop differential diagnoses: Comparison of results of exams with/without time constraints. *Med Teach.* 2012;34(4):e222-e228. DOI: 10.3109/0142159X.2012.642830
25. Zimmerman B. Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An overview. *Educ Psychol.* 1990;25(1):3-17. DOI: 10.1207/s15326985ep2501_2
26. Kassirer JP. Teaching clinical reasoning: case-based and coached. *Acad Med.* 2010;85(7):1118-1124. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181d5dd0d
27. Heitzmann N, Fischer F, Kühne-Eversmann L, Fischer MR. Enhancing Diagnostic Competence with Self-Explanation Prompts and Adaptable Feedback. *Med Educ.* 2015;49(10):993-1003. DOI: 10.1111/medu.12778
28. Lajoie SP. Extending the scaffolding metaphor. *Instr Sc.* 2005;33:541-557. DOI: 10.1007/s11251-005-1279-2
29. Bowen JL. Educational Strategies to Promote Clinical Diagnostic Reasoning. *N Engl J Med.* 2006;355(21):2217-2225. DOI: 10.1056/NEJMr054782
30. Wallden S, Mäkinen E. Educational Data Mining and Problem-Based Learning. *Inform Educ.* 2014;13(1):141-156.
31. Tworek J, Coderre S, Wright B, McLaughlin K. Virtual Patients - ED-2 Band-Aid or Valuable Asset in the Learning Portfolio? *Acad Med.* 2010;85(1):155-158. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181c4f8bf
32. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach.* 2005;27(1):10-28. DOI: 10.1080/01421590500046924
33. Cendan J, Lok B. The use of virtual patients in medical school curricula. *Adv Physiol Educ.* 2012;36(1):48-53. DOI: 10.1152/advan.00054.2011

34. Durning SJ, Dong T, Artino AR, van der Vleuten C, Holmboe E, Schuwirth L. Dual processing theory and experts' reasoning: exploring thinking on national multiple-choice questions. *Perspect Med Educ.* 2015;4(4):168-175. DOI: 10.1007/s40037-015-0196-6
35. Charlin B, Boshuizen HP, Custers EJ, Feltovich PJ. Scripts and clinical reasoning. *Med Educ.* 2007;41(12):1178-1184. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02924.x
36. Berner ES, Graber ML. Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine. *Am J Med.* 2008;121(5 suppl):S2-S23. DOI: 10.1016/j.amjmed.2008.01.001
37. Graber ML. Educational strategies to reduce diagnostic error: can you teach this stuff?. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2009;14(Suppl 1):63-69. DOI: 10.1007/s10459-009-9178-y
38. Bryce DA, King NJ, Graebner CF, Myers JH. Evaluation of a Diagnostic Reasoning Program (DxR): Exploring Student Perceptions and Addressing Faculty Concerns. *J Inter Media Educ.* 1998;98(1):1-35. DOI: 10.5334/1998-1
39. Durning SJ, Lubarsky S, Torre D, Dory V, Holmboe E. Considering "Nonlinearity" Across the Continuum in Medical Education Assessment: Supporting Theory, Practice, and Future Research Directions. *J Contin Educ Health Prof.* 2015;35(3):232-243. DOI: 10.1002/chp.21298
40. van Bruggen L, van Woudenberg M, Spierenburg E, Vos J. Preferred question types for computer-based assessment of clinical reasoning: a literature study. *Perspect Med Educ.* 2012;1(4):162-171. DOI: 10.1007/s40037-012-0024-1
41. Lubarsky S, Dory V, Duggan P, Gagnon R, Charlin B. Script concordance testing: From theory to practice: AMEE Guide No. 75. *Med Teach.* 2013;35(3):184-193. DOI: 10.3109/0142159X.2013.760036
42. Torre DM, Durning SJ, Daley BJ. Twelve tips for teaching with concept maps in medical education. *Med Teach.* 2013;35(3):201-208. DOI: 10.3109/0142159X.2013.759644
43. Wolpaw T, Papp KK, Bordage G. Using SNAPPS to Facilitate the Expression of Clinical Reasoning and Uncertainties: A Randomized Comparison Group Trial. *Acad Med.* 2009;84(4):517-523. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31819a8cbf
44. Round J, Conradi E, Poulton T. Improving assessment with virtual patients. *Med Teach.* 2009;31(8):759-763. DOI: 10.1080/01421590903134152
45. Kiesewetter J, Kager M, Lux R, Zwissler B, Fischer MR, Dietz I. German undergraduate medical students' attitudes and needs regarding medical errors and patient safety - A national survey in Germany. *Med Teach.* 2014;36(6):505-510. DOI: 10.3109/0142159X.2014.891008
46. Mamede S, Schmidt HG, Rikers R. Diagnostic errors and reflective practice in medicine. *J Eval Clin Pract.* 2007;13(1):138-145. DOI: 10.1111/j.1365-2753.2006.00638.x
47. Posel N, McGee JB, Fleiszer DM. Twelve tips to support the development of clinical reasoning skills using virtual patient cases. *Med Teach.* 2015;37(9):813-818. DOI: 10.3109/0142159X.2014.993951
48. Smith S, Cookson J, McKendree J, Harden RM. Patient-centred learning-back to the future. *Med Teach.* 2007;29(1):33-37. DOI: 10.1080/01421590701213406
49. Botezatu M, Hult H, Fors UG. Virtual patient simulation: what do students make of it? A focus group study. *BMC Med Educ.* 2010;10:91. DOI:10.1186/1472-6920-10-91
50. Pinnock R, Spence F, Chung A, Booth R. *evPaeds: undergraduate clinical reasoning.* *Clin Teach.* 2012;9(3):152-157. DOI: 10.1111/j.1743-498X.2011.00523.x
51. Bateman J, Allen M, Samani D, Kidd J, Davies D. Virtual patient design: exploring what works and why. A grounded theory study. *Med Educ.* 2013;47(6):595-606. DOI: 10.1111/medu.12151
52. Fall LH, Berman NB, Smith S, Whit CB, Woodhead JC, Olson AL. Multi-institutional Development and Utilization of a Computer-Assisted Learning Program for the Pediatrics Clerkship: The CLIPP Project. *Acad Med.* 2005;80(9):847-854. DOI: 10.1097/00001888-200509000-00012
53. Huwendiek S, Reichert F, Bosse HM, de Leng BA, van der Vleuten CP, Haag M, Hoffmann GF, Tönshoff B. Design principles for virtual patients: a focus group study among students. *Med Educ.* 2009;43(6):580-588. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03369.x
54. Rivera-Gutierrez DJ, Kopper R, Kleinsmith A, Cendan J, Finney G, Lok B. Exploring Gender Biases with Virtual Patients for High Stakes Interpersonal Skills Training. *Lect Note Comp Sci.* 2014;8637:385-396. DOI: 10.1007/978-3-319-09767-1_50
55. Pataki C, Pato MT, Sugar J, Rizzo AS, Parsons TD, St. George C, Kenny P. Virtual Patients as Novel Teaching Tools in Psychiatry. *Acad Psych.* 2012;36(5):398-400. DOI: 10.1176/appi.ap.10080118
56. Deladisma AM, Cohen, Stevens A, Wagner P, Lok B, Bernard T, Oxendine C, Schumacher L, Johnsen K, Dickerson R, Raji A, Wells R, Duerson M, Harper G, Lind S. Do medical students respond empathetically to a virtual patient? *Am J Surg.* 2007;193(6):756-760. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2007.01.021
57. Cook DA, Erwin PJ, Triola MM. Computerized Virtual Patients in Health Professions Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad Med.* 2010;85(19):1589-1602. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181e3181e
58. Huwendiek S, Duncker C, Reichert F, De Leng BA, Dolmans D, van der Vleuten CP, Haag M, Hoffmann GF, Tönshoff B. Learner preferences regarding integrating, sequencing and aligning virtual patients with other activities in the undergraduate medical curriculum: A focus group study. *Med Teach.* 2013;35(11):920-929. DOI: 10.3109/0142159X.2013.826790
59. Kim S, Phillips WR, Pinsky L, Brock D, Phillips K, Keary J. A conceptual framework for developing teaching cases: a review and synthesis of the literature across disciplines. *Med Educ.* 2006;40(9):867-876. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02544.x
60. Forsberg E, Ziegert K, Hult H, Fors U. Clinical reasoning in nursing, a think-aloud study using virtual patients - A base for an innovative assessment. *Nurse Educ Today.* 2014;34(4):538-542. DOI: 10.1016/j.nedt.2013.07.010
61. Kernt M, Holzer M, Bauer D, Fischer MR. Concept Mapping zur Unterstützung der differentialdiagnostischen Hypothesenbildung im fallbasierten Online-Lernsystem CASUS: Qualitative Verbesserung der Diagnosefindung durch ICD-10 Kodierung. *GMS Z Med Ausbild.* 2008;25(3):Doc91. Zugänglich unter/available from: <http://www.egms.de/static/de/journals/zma/2008-25/zma000575.shtml>
62. Schladen MM. Formative Research on Instructional Design Theory for Virtual Patients in Clinical Education: A Pressure Ulcer Prevention Clinical Reasoning case. Doctoral Dissertation 2015. Fort Lauderdale: Nova Southeastern University; 2015. Zugänglich unter/available from: http://nsuworks.nova.edu/gscis_etd/35/
63. Friedman CP, France CL, Drossman DD. A Randomized Comparison of Alternative Formats for Clinical Simulations. *Med Decis Making.* 1991;11:265. DOI: 10.1177/0272989X9101100404
64. Talbot TB, Sagae K, John B, Rizzo AA. Sorting out the virtual patient: How to exploit artificial intelligence, game technology and sound educational practices to create engaging role-playing simulations. *Intern J Gaming Comp Media Sim.* 2012;4(3):1-19. DOI: 10.4018/jgcms.2012070101
65. Voelker R. Virtual Patients Help Medical Students Link Basic Science With Clinical Care. *JAMA.* 2003;290(13):1700-1701.

66. Nirenburg S, McShane M, Beale S. Aspects of Metacognitive Self-Awareness in Maryland Virtual Patient. Cognitive and Metacognitive Educational Systems: Papers from the AAAI Fall Symposium (FS-10-01). Arlington; Association for the Advancement of Artificial Intelligence; 2010. S.69-74. Zugänglich unter/available from:
<https://pdfs.semanticscholar.org/0e33/28b34a59053cd10916721bc673f2c85ca157.pdf>

Bitte zitieren als

Hege I, Kononowicz AA, Berman NB, Lenzer B, Kiesewetter J. Advancing clinical reasoning in virtual patients – development and application of a conceptual framework. *GMS J Med Educ.* 2018;35(1):Doc12.
DOI: 10.3205/zma001159, URN: urn:nbn:de:0183-zma0011598

Artikel online frei zugänglich unter

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2018-35/zma001159.shtml>

Eingereicht: 09.03.2017

Überarbeitet: 29.06.2017

Angenommen: 17.08.2017

Veröffentlicht: 15.02.2018

Veröffentlicht mit Erratum: 19.02.2018

Erratum

Der Name des zweiten Autors Kononowicz wurde zunächst falsch geschrieben (Kononowic).

Korrespondenzadresse:

PD Dr. med. Inga Hege
Klinikum der Universität München, Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin, Pettenkoferstr. 8, 80336 München, Deutschland
inga.hege@med.uni-muenchen.de

Copyright

©2018 Hege 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/>.