

Practical Clinical Training in Skills Labs: Theory and Practice

Abstract

Today, skills laboratories or “skills labs”, i.e. specific practical skill training facilities, are a firmly established part of medical education offering the possibility of training clinical procedures in a safe and fault-forging environment prior to real life application at bedside or in the operating room. Skills lab training follows a structured teaching concept, takes place under supervision and in consideration of methodological-didactic concepts, ideally creating an atmosphere that allows the repeated, anxiety- and risk-free practice of targeted skills.

In this selective literature review, the first section is devoted to (I) the development and dissemination of the skills lab concept. There follows (II) an outline of the underlying idea and (III) an analysis of key efficacy factors. Thereafter, (IV) the training method’s effectiveness and transference are illuminated, before (V) the use of student tutors, in the sense of peer-assisted-learning, in skills labs is discussed separately. Finally, (VI) the efficiency of the skills lab concept is analyzed, followed by an outlook on future developments and trends in the field of skills lab training.

Keywords: skills lab, skills lab training, skills, simulation, medical education

T. J. Bugaj¹

C. Nikendei¹

1 University Hospital
Heidelberg, Center for
Psychosocial Medicine,
Department of General
Internal Medicine and
Psychosomatics, Heidelberg,
Germany

Introduction

In its broadest sense, the term “*skills labs*”, an abbreviation of skills laboratories, refers to specifically equipped practice rooms functioning as training facilities offering medical students, physicians in training and other medical staff alike a protected, fault-forgiving environment for the practice of clinical skills prior to their real life application. The present selective literature review aims to give the interested reader a brief summary of the scientific knowledge relevant to skills lab training in primary medical education and places the focus specifically on the former target group, namely, on medical students. In light of the fact that the majority of – often serious – mistakes come to effect in the first few working years after medical licensure and can often be put down to a lack of (practical) experience, this group appears to draw particular benefit from skills lab training for several reasons [1]. In addition, after years of mostly theoretically-oriented university education, medical students are only given a relatively short period of time to acquaint themselves with the practical clinical reality in the physician’s professional world. Ultimately, these promising young physicians have a particularly long period of responsibility ahead of them and will in turn be responsible for the training of future health worker generations [1]. Against this background, it seems crucial that clinical procedures are trained in a safe and fault-forgiving environment prior to real life application at bedside or in the operating room. Hence, skills labs play a key role in medical training quality assurance.

Here, procedural skills can be trained, repeatedly practiced, and evaluated until the required minimum standard for patient treatment is ensured [2], [3]. Skills lab training provides medical students with the necessary basic skills for later clinical activity by the means of models, phantoms, and fellow students or with the help of standardized patients (SP) [4]. Skills lab training follows a structured teaching concept, takes place under supervision and in consideration of methodological-didactic concepts, ideally creating an atmosphere that allows the repeated, anxiety- and risk-free practice of targeted skills and ensures that all students are given the opportunity to perform these independently.

In this selective literature review, the first section is devoted to

1. the development and dissemination of the skills lab concept. There follows
2. an outline of the underlying idea and (III) an analysis of key efficacy factors. Thereafter,
3. the training method’s effectiveness and transfer are illuminated before
4. the use of student tutors, in the sense of peer-assisted-learning, in skills labs is discussed separately. Finally,
5. the efficiency of the skills lab concept is analyzed, followed by an outlook on future developments and trends in the field of skills lab training.

Methods

The present paper is based on a “narrative” or “selective” literature review, including author-specific expertise and teaching experience as well as a selective search of thematically relevant references in the database “PubMed”. The key reviews considered are summarized in Table 1.

(I) Development and dissemination

The first skills labs were established at the universities of Illinois and Maastricht in the 1970s with the aim of improving clinical practical skills [5], [6]. Whereon, the use of simulation-based teaching units has seen widespread development in medical education over the last 25 years [7]. Moreover, following the amendments to medical licensure laws in 2002, which allotted key importance to the training and evaluation of clinical skills at medical school, skills labs have been established nationwide and are part of medical education at all medical faculties in Germany [8], [9].

(II) The underlying idea

Prior to the widespread introduction of skills labs, the acquisition of individual clinical practical skills, and hence successful medical education, was strongly dependent on “appropriate” patient encounters and well-trained lecturers [10]. Since access to these may be severely limited by availability and time problems [11], skills lab training provides a comparatively simple and almost always-available solution to the sketched dilemma. Furthermore, technical innovations in diagnosis and treatment, as well as large-scale patient safety initiatives have changed the demands on physicians’ skills over the past years, giving even further justification to skills lab training [12], [7]. For instance, technically sophisticated innovations, such as minimally invasive surgery, require the specialized training of psychomotor and spatial awareness skills. In a study from 2003, Ziv et al. point out that the use of simulation-based training in medical education, similar to its use in the fields of aviation or the military, represents, as it were, an ethical imperative and therefore see the acquisition of a basic routine prior to “real patient practice” as an indispensable step in medical training [13]. Hence, simulation-based medicine not only allows for the training of rare emergency measures but is, in itself, a crucial prerequisite to ensure good practice. Especially, the aspect of patient safety is of particular importance here: situations handled by medical students or young physicians with lacking adequate prior medical training have been shown to increase patient risk [14], [15]. Accordingly, in a study from 2006, Takayasu and colleagues were able to show that students particularly appreciated the aspect of experiential “practice without risk” of harming real patients in simulation-based training [16]. In addition to the provision of a fault-forgiving environment, professional feedback in particular is seen to

make skills lab training a valuable experience for students. Accordingly, this important aspect and its influence on behavior are discussed separately below.

(III) Key efficacy factors

A Best Evidence Medical Education (BEME) collaboration review from 2005 [17] offers a list of key efficacy factors for simulation-based training in medical education, which also come to effect in skills lab training. For example, the importance of giving feedback directly during actual simulation-based training is emphasized. Furthermore, in line with the principle of “deliberate practice”, it is mentioned that repeated simulation-based practice is necessary in order to achieve best results. The reflections upon the required degree of realism, as in how close to real-life practice should and simulation training can come, also seem relevant in the establishment of skills lab training units. In addition to requiring coherent integration into the existing curriculum, simulation-based learning should take place in a “controlled” environment. Moreover, in accordance with the BEME guidelines, it is important that simulated skill performance outcome and assessment are measured in a standardized and clearly defined way. All mentioned points shall be discussed below in detail and the said BEME collaboration review key efficacy factors will be enhanced by some further important factors. Accordingly, a section on skills lab training preparation as well as a passage on standardization going beyond the simple definition of learning objectives by, for example, also considering the importance of unified teaching concepts and discussing appropriate assessment methods, can be found below. Finally, it should not go unmentioned that precisely the implementation of these key efficacy factors can often be held responsible for high costs, financial burden or problems related to skills labs operation or establishment.

Setting

The skills lab setting allows students to make mistakes and ideally to discover and correct these accordingly without having to fear adverse consequences for themselves or patients [17]. Accordingly, trainers also need not worry about real patients’ well-being during training and can thus concentrate on the skill development of individual trainees, for example, by highlighting “Teachable Moments” [15]. In addition to this “ideal environment” largely shaped by and attributable to the trainers attitude, there are also structural measures that make a skills lab a prosperous practice field and thus contribute to the establishment of an ideal learning setting in a wider sense: appropriately, today’s skills labs often reflect the real-life medical working environment. This is achieved by, for example, furnishing the skills labs with identical or comparable equipment and facilities. Some skills labs also have adjoining observation rooms or installed cameras that allow the trainers to follow what is happening inside via a one-way mirror or monitor.

Table 1: Important skills-lab training reviews in medical education.

Authors	Study Type	Content	Main statements
Cook DA et al. (2011)	A systematic review including 609 studies	The authors examine the benefits of technology – enhanced medical simulations.	Finding only moderate patient-related effects, technology-enhanced simulation training seems to have large effects on knowledge, skills, and learner behavior as compared to no intervention.
Cook DA et al. (2012)	A systematic review and meta-analysis including 92 studies	The authors identify and evaluate studies which include learners from health professions and compare technology-based simulations with other training modalities.	Small to moderate effects in favor of technology-enhanced, simulation-based training are described in comparison to other training modalities.
Issenberg SB et al. (2005)	A systematic review including 109 studies	A systematic literature review (1969-2003) of high-fidelity simulations leading to effective learning in medical training.	Ten "ideal" learning conditions are named for simulation-based training.
Lynagh M et al. (2007)	A systematic review including 44 studies (only RCTs)	The authors examine the effectiveness of medical skills-lab training and skill transfer to clinical practice.	Medical skills-lab training really seems to improve clinical skills. However, the authors conclude that there are too few high-quality studies on skill transfer to clinical practice.
McGaghie WC et al. (2010)	A selective literature review	A two part literature review of simulation-based medical education: first, the author group's three earlier studies, reviewing literature from 1969 to 2003, are summarized. Second, literature from 2003 to 2009 is critically outlined.	Twelve best practice solutions for simulation-based medical education are identified and discussed.
McGaghie WC et al. (2011)	A meta-analysis including 14 studies	A comparison of the efficacy of traditional clinical training to simulation-based medical education in consideration of Deliberate Practice (DP).	DP and a smaller overall data situation considered, simulation-based medical education appears to be superior to traditional clinical training in regard to the achievement of specific clinical training objectives.

Standardization

In order to learn a practical skill, it is important that learners go through a standardized, trainer-led training program. In this initial phase, free practice time does not seem to be conducive [18]. A coherent didactic concept, such as standard instruction in accordance with Peyton (see below), can be seen as a valid standardized approach in this context. Furthermore, checklists have been shown to be conducive for the quality assurance of students' skills lab education [19] also including internal faculty standards that define examination procedures and principles [20], [21], [22]. Ultimately, the process of standardization provides the basis upon which competence-based assessment of student skills is made possible.

Definition of learning objectives

For the acquisition of procedural skills, learners generally have a larger chance of learning success if the learning objectives are clearly defined and the desired outcome has been clearly communicated in advance [17]. As a result, students are given the possibility to prepare themselves meticulously prior to skills lab training. However, the clear definition of learning objectives is also of essential interest to curriculum planning, as they can serve as blueprints for the appropriate definition of the necessary time frame under the careful consideration of the specific requirements and complexity of the particular activity and the learners' previous experiences. The consensus statement "Practical Skills in Medical Studies" distinguishes three depth dimensions of learning objectives, which seem to be relevant for skills lab learning [23]:

1. To have seen the implementation of the skill
2. To have completed a skill itself several times under supervision
3. To be able to perform a skill independently and routinely

Training preparation

In order to maximize the learning effect and to make optimal use of the often limited training periods, skills lab lessons must be specifically prepared in addition to their above-mentioned general integration into the curriculum. To this effect, students are frequently provided with preparatory texts in paper or electronic form in advance. However, other forms of student preparation have also been reported, such as the targeted analysis of virtual patients by the means of multimedia case studies [24].

Instruction

During skills lab training, learners commonly practice the procedural skills' psychomotor component under the trainers' instruction, who have previously demonstrated the relevant skill. Subsequently, the skills are then performed by the learners themselves under supervision.

Peyton's Four-Step Approach has proven to be most helpful here. This systematic approach to learning practical skills has been increasingly used in the field of medical education and is also the routine approach in the European Society of Cardiology's (ESC) practical training courses since 2000 [25], [26], [27], [28]. The Four-Step Approach consists of the following four clearly defined steps:

1. The trainer demonstrates the skill in real time without giving instructions or explanatory words ("Demonstration").
2. The trainer repeats the procedure, this time describing all necessary sub-steps ("Deconstruction").
3. The trainer performs the skill for a third time, this time following the sub-steps only as described to him by the trainee ("Comprehension"). This step has been identified as the most important step of the Four-Step Approach in the past [29] as deeper processing mechanisms reflecting what was observed in the first two steps are necessary for the trainees' to be able to give instructions.
4. The trainee performs the skill on his/her own ("Performance").

Compared to the provision of simple instructions, Peyton's approach has been shown to be more conducive, especially, in regard to observed professionalism and concomitant doctor-patient communication and also leads to the more rapid implementation of new activities [29], [30]. Though the procedure described above focuses a one-on-one learning situation, a modified version of the approach has also proven to be applicable for the instruction of small groups, typically found in skills lab training settings [31].

Deliberate Practice

First described by K. Anders Ericsson in 1993, the idea of "Deliberate Practice" (DP) was initially derived from various studies with professional musicians, as the relationship between invested practice and achieved level of musical excellence presented itself particularly for empirically investigation [32]. Previously, it was often assumed that experts have innate skills not possessed by other people. However, according to Ericsson these skills are not innate or unchangeable but the result of lifelong and especially deliberate, as in systematic and goal-oriented, practice of an activity [32]. DP involves (a) repetitive practice of the intended skill, combined with (b) the thorough assessment of the skill so that the learner (c) can receive specific, informative feedback, which results in an increasingly (d) better performance of skill. So, according to Ericsson et al., the improved performance of an activity largely depends on how much time one spends actively practicing it – time alone does not suffice to achieve expert status. Even for skills of little complexity, repetitive practice seems very important [33] and is even indispensable for medium or highly-complex skills [34]. Hence, complex skills, for example in the field of anes-

thetia (plexus block, spinal or epidural anesthesia), have been demonstrated to require a significantly higher number of repetitions to achieve mastery [35]. DP therefore appears to play a major role in the learning of skills and thus is a key impact factor in skills lab training. However, it has been argued that fundamental basic skills could well be hereditary and that other factors, such as general cognitive abilities, are also conducive in achieving high skill performance [36], [37]. In order to ascertain the extent to which individual students learn using DP methods, Moulart et al. conducted a survey with medical students. Subsequently, the authors compared the questionnaire study's results with the students' university performance. They were not only able to discover a relationship between DP and the academic performance but were also able to show that the high-performing students were more likely to practice DP learning than the lower performers [38]. In 2011, Duvivier et al. showed that students' OSCE results improved with the increasing use of DP methods [39]. In turn, Griswold and colleagues were able to confirm that the DP method also improved practical skills increasing patient safety consecutively [14]. Moreover, McGhie even reported a strong dose-response relationship: the number of hours subjects spent practicing with high-fidelity simulators correlated with standardized learning outcomes [40].

Feedback

Issenberg et al. list feedback, that is the knowledge of the personal performance in the carried out simulation, as the most important factor for effective simulation-based learning [17], which can either be generated by the simulator itself (for example "high-fidelity" simulators, as used in the fields of anesthesia and emergency medicine sporting a high degree of realism, are able to simulate a variety of vital signs) or be given by the trainer or other trainees in the vicinity in "real time". In addition, post hoc feedback by viewing a recorded video footage of the performed skill also represents a possible feedback method [17]. A distinction is generally made between formative and summative feedback. In the context of simulation-based medical training, formative feedback is of higher priority, as it is usually not a question of "pass" or "fail" but of the trainees' skills improvement [41]. Feedback helps trainees to reflect upon their own actions, to recognize possible errors and to subjectively evaluate and observe their learning progress [17]. Just recently, Bosse et al. were able to show that higher-frequency intermittent feedback is superior to low-frequency feedback for the acquisition of procedural skills during skills training [42]. However, other research has indicated that too intensive feedback can be inconducive, especially in the early stages of learning processes [43].

Fidelity

In regard to the effectiveness of skills lab training, the importance of the degree of the simulations' realism has

been controversially discussed: while some studies have found evidence that the degree of realism achieved in a simulation positively impacts on learning effect [17], [44], others argue that the learners' motivation to engage in the simulation and to complement the fictitious situation by augmenting it with personal real-life experiences are further key factors in addition to the simulation's fidelity [45]. Accordingly, other studies have shown no or only minimal training outcome advantages for high-fidelity simulation settings, hardly justifying the ensued considerable extra costs [46], [47], [48]. However, in order to integrate the implementation of procedural skills into a well-functioning role play, the provision of role assignments, role-specific instructions and case vignettes is crucial in skills lab training [19], [49]. A controlled study was able to show that the introduction of role play into skills lab training resulted in both a more realistic perception of the medical role, as well as in more intensive and improved communication accompanying the procedures [19]. Today, Miller's Learning Pyramid is an often-cited guide to describe different levels of knowledge and skills acquisition [50] which distinguishes four levels of competence or training objectives:

1. Knows
2. Knows how
3. Shows how
4. Does

Accordingly, the first two levels describe cognitive aspects, i.e. the acquisition of factual knowledge (level 1) and the application knowledge (level 2). The third and fourth levels refer to procedural skills. Skills lab training takes place on Miller's Pyramid's 3rd competence level, in detail on the level "shows how"/"show as if". The acquisition of procedural skills in turn can take place in simulated environments with a varying degree of realism. In a publication from 2013, Russo and Nickel stress (49) that there is no such thing as an ideal degree of realism for simulations in medical training but that, depending on the training's focus and simulators, suitable conditions for the rehearsal of specific action or movement sequences can be achieved with a relatively low degree of fidelity. However, the authors of this paper believe that even a good simulator, be it in combination with other factors aiming to further increase its degree of realism, such as accompanying role play, fails to achieve Miller's fourth level of competence ("Does") as no simulation can fully reflect and thus endeavor to replace real-life practical action.

Curriculum integration

In 2011, Parmar et al. reported that ideal skills lab training is most likely to be dependent on a combination of the provision of optimum curriculum in conjunction with a suitable phantom [51]. The above-mentioned BEME Collaboration overview from 2005 [17] also implies that simulation-based learning should not be seen as an optional offer but as an integral (and standardized) part of

medical education, particularly as optional services, such as elective subjects, usually arouse much less interest among students [17]. Furthermore, in a study from 2012, Weller and colleagues come to the conclusion that simulated practice should necessarily be in temporal association with practical teaching at bedside allowing for the direct transference and consolidation of learned skills in practice [15]. The more complex the simulation, the greater the risk of frustrating or discouraging students, especially when practical skills lab training is not embedded in a coherent overall curriculum or adapted to the level of training [52]. Hence, simulation-based training should be deemed to be of equivalent importance as bedside teaching, lectures and/or problem-oriented learning, which is a challenge for curriculum development [41]. Already in 2009, Kneebone had indicated that the acquisition of practical skills should not be completely separated from the clinical context and that an excessive simplification of highly complex activities could lead to a superficial understanding in learners [53]. Therefore, it seems all the more important to find the right balance between simulation-based training and clinical reality in a commensurate curriculum conducive to learning.

Linking the skills lab training with practical clinical examinations

Depending on the focus, examinations represent a specific learning incentive to acquire theoretical and practical knowledge or manually-practical skills. The phenomenon known as “assessment drives learning” [54], [55] can be harnessed by creating congruence between the learning and examination format within the respective competence levels (knows, knows how; shows how; does; cf. Miller’s Pyramid [50]). Such “constructive alignment” [56] is achieved, for example, if the set-up of a peripheral IV catheter is practiced in skills lab training (level “shows how”) and the degree of competence acquired is then evaluated via a practical, not theoretical, examination on the same level of competency [57]: hence, the examination format adequately corresponds with the learning level. It has been shown that skills lab training learning content relevant for OSCE examinations (objective structured clinical examination) was continuously and increasingly practiced during the semester itself, whereas training opportunities without relevance to assessment were no longer made use of towards the end the semester [58].

(IV) Effectiveness and transfer in skills labs training

Given the increase in simulation-based training opportunities in medical education, the question as to the effectiveness and transference of practiced skills in skills lab training arises. In 1999, Remmen et al. [59] showed that skills labs training increased the number of independently performed skills by medical students in everyday clinical practice, although the validity of the results is weakened by the small participant number. Also, the quality of the

underlying skills was not considered. In 2005 in a prospective study, Jünger et al. [60] studied the impact of basic practical internal medicine skill training (incl. seven units of skills lab training lasting 90 min. each) on students’ OSCE examination performance. The intervention group performed significantly better in the OSCE examination than the control group, which had only received classic bedside training. In 2012, Lund et al. were able to show that skills lab training not only led to an improved examination performance in practical clinical trials but also to an objective and significantly higher rated transfer capacity for clinical skills acquired in skills lab training (equivalent to the highest level of Kirkpatrick’s hierarchy for the evaluation of training effects [61]) via the example of the set-up of a plastic cannula [62].

In addition, several reviews and meta-analyses on the effectiveness of skills lab training exist: in a review from 2007, Lynagh et al. [63], examined transference to the clinical reality in addition to the question of the effectiveness of skills lab training. Unfortunately, only 20 of the 44 studies included in the review considered the transfer of procedural skills. In turn, eight of the 20 studies used animal carcasses or live animals instead of real patients. Therefore, these studies are, strictly speaking, not able to answer the question of transfer to reality but rather address the question of transference of low fidelity simulations to high-fidelity simulations. However, of the twelve studies that actually examined the transference of procedural skills to clinical reality, eleven studies found that participants who had received a simulation-based training intervention significantly improved in performance compared to the control group. The research group led by Cook and colleagues contributed several important meta-analysis to assess the effectiveness simulation-based training in medicine: in 2011, Cook et al. [64] were able to show that simulation-based interventions were superior to no intervention settings, stressing that no further primary studies of this kind would be necessary as the large effect sizes in the areas of knowledge, attitude and skills and moderate effects on patient care outcome had been clearly proven for simulation-based training. In 2012, in a further meta-analysis, Cook and colleagues examined the superiority of simulation-based training in medicine over other instruction methods and could substantiate small to moderate effects over training forms which had dispensed simulation use [65]. In a meta-analysis in 2011, McGhie et al. [66] also investigated the effect of simulation-based training in medicine using Deliberate Practice (see above) compared to traditional teaching methods and were able to demonstrate its superiority, although they, similar to Cook et al., noted the relative lack of high-quality studies on the effectiveness of simulation-based teaching in medicine. In a randomized controlled trial in 2013, Hermann-Werner and colleagues were able to show that skills lab training learning effects also lasted longer than it seems to be the case with traditional teaching methods [67]. In this study, participants who received skills lab training performed the observed activities (insertion of a peripheral IV catheter and a

gastric tube on a model) significantly better as compared to students who had previously only received training in a “see one – do one” intervention. However, this observation was not only limited to immediately after exercise; in follow-ups three or six months later, skills lab intervention group students required less time to carry out the skills and were also significantly more likely to be rated as clinically competent as compared to students that had been traditionally instructed.

(V) Skills lab training and peer-assisted learning

Skills lab training must not necessarily be led by medical faculty in order to yield long-term success. Moreover, implementing training by specially trained student tutors is quite widespread: according to a recent study published by Blohm et al. the principle of the PAL (peer-assisted learning) is used in about 90% of the skills labs of the surveyed German faculties. This could be down to the fact that several studies have been able to show that PAL is equivalent to medical faculty instructed training [68], [69], [70] as it allows for “eye level learning” [58], [71]. Depending on the focus, students’ cognitive, psychomotor and affective development has been proven to be supported by PAL [72]. Social and cognitive congruence between tutors and students have often been listed as key PAL efficiency factors [73], [74]. The construct of social congruence means that student tutors and students are able to communicate informally and in a particularly empathic manner simply because of their similar social roles [75]. In addition, student tutors and students often share a similar knowledge base and comparable learning experiences, commonly termed “cognitive congruence”. Accordingly, both speak the same “language” facilitating the delivery of explanations at an appropriate level [71].

(VI) Skills-Labs training efficiency

Regardless of the above-discussed question of effectiveness, the question of this measure’s efficiency must inevitably arise. The obvious question of whether the – in some cases very high – effort and resource investment required to achieve the objective is justifiable is at the heart of this deliberation. Accordingly, the methods high cost is also the most frequently mentioned criticism of the concept of simulation-based training in medicine [76]. The exact cost of skills lab training is not easy to elicit, as costs reports are often irregular and / or incomplete according to Zendejas et al. observations [77]. The same meta-analysis from 2013 shows that from a total of 967 identified comparative studies only a fraction (6.1%) even mention the cost of the underlying intervention, with a median of two reported cost factors, although the meta-analysis’ authors identify 21 relevant factors. These figures clearly underline significant deficiencies in the report of simulation costs. Only 1.6% of all studies identified by Zendejas et al. compared the cost of the simulation to those of different training forms. The authors of the meta-analysis list expenditure on simulators and accessories

as the most commonly cited cost factors, followed by spending on consumables and simulation unit maintenance fees. However, the costs for room rental, furniture and employed tutors’ wages are often overseen. Regardless of the exact cost, it is a already well-established fact that medical education is a particularly expensive field of education [78], which may be largely attributable to practical training. Hence, skills labs training should never be implemented as a mere end in itself but should always be subjected to the strict scrutiny of whether the intended learning objective can be reached by the means of other teaching methods, or if the use of simulators offers additional benefit, such as ensuring patient safety. Accordingly, deliberations on cost efficiency must consider that the renunciation of simulation-based training and the return to exclusive training “at bedside” may potentially ensue much higher costs due to the potential harm to patients [79]. Regardless of the obvious and aforementioned ethical concerns, several authors have also noted that the use of real patients for training is by no means inexpensive [80], [81], [82]: unlike in simulation-based training, materials, such as a catheter, rendered unsterile by careless actions can not be reused, therefore, increased material costs must be anticipated. Moreover, without prior simulator-based training, students require more time to carry out skills, which can cause problems even ensuing more costs in the usually tight schedules of clinics. Viewed differently, by offloading time-consuming teaching content from the clinical routine, simulations can also be seen to provide a possibility of saving cost not to be underestimated. The application of a skill in a real-life setting by a learner often ensues a higher level of iatrogenic injuries, which, in turn, require costly treatment.

Outlook

In 2002, the amendment of the medical licensing regulations already launched a number of developments in national medical education towards the more focused practical training of future physicians [https://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/BJNR240500002.html]. Today, a further shift in curriculum content in favor of communicative and practical clinical skills training is highly probable in light of the introduction of the “National Competency-based Catalogue of Learning Objectives for Medical Education” [83] and the future “National Longitudinal Core Curriculum of Communications in Medicine”. In addition, the “Master Plan 2020” lists further measures promoting practical relevance in medical education [<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/meldungen/2015/master-plan-medizinstudium-2020.html>]. Consequently, medical education will continue to avert from the outdated model of “see-one, do-one, teach one” and, in all probability, skills lab training will increasingly advance to be a worldwide norm. In addition to further developments in simulation-based learning and training, an increase in meth-

odologically convincing, randomized-controlled, double-blind studies investigating the effectiveness and transfer of the procedural skills learned in skills lab in clinical practice as well as the associated costs, can be expected. Nevertheless, these conducive developments in the field of medical education, should never let us forget that simulation-based training always remains an approximation of real-life practice and can never replace real-life patient practice. Hence, even the most modern skills labs and the expected innovations in simulation-based medical education must always be seen as an essential complement – but can never be understood as a complete replacement of quality teaching at bedside and of supervision by experienced lecturers. Notwithstanding the foregoing, medical education today is no longer conceivable without the numerous opportunities and benefits of simulation-based training in skills labs only hinted at in this present work.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

- Datta R, Upadhyay K, Jaideep C. Simulation and its role in medical education. *Med J Armed Forces India*. 2012;68(2):167-172. DOI: 10.1016/S0377-1237(12)60040-9
- Du Boulay C, Medway C. The clinical skills resource: a review of current practice. *Med Educ*. 1999;33(3):185-191. DOI: 10.1046/j.1365-2923.1999.00384.x
- Bradley P, Postlethwaite K. Setting up a clinical skills learning facility. *Med Educ*. 2003;37 (Suppl 1):6-13. DOI: 10.1046/j.1365-2923.37.s1.11.x
- Barrows HS. An overview of the uses of standardized patients for teaching and evaluating clinical skills. *AAMC. Acad Med*. 1993;68(6):443-451; discussion 51-3. DOI: 10.1097/00001888-199306000-00002
- Sajid A, Lipson LF, Telder V. A simulation laboratory for medical education. *J Med Educ*. 1975;50(10):970-975. DOI: 10.1097/00001888-197510000-00007
- Van Dalen J, Bartholomeus P. Training clinical competence in a skills laboratory. In: Bender W, Hiemstra R, Scherpbier A, Zwiestra R (Hrsg). *Teaching and Assessing Clinical Competence*. Groningen: Stichting TICTAC; 1990.
- Issenberg SB, Scalese RJ. Simulation in health care education. *Perspect Bio Med*. 2008;51(1):31-46. DOI: 10.1353/pbm.2008.0004
- Kruppa E, Junger J, Nikendei C. Innovative teaching and examination methods—taking stock at German medical faculties. *Dtsch Med Wochenschr*. 2009;134(8):371-372.
- Blohm M, Lauter J, Branchereau S, Krautter M, Kohl-Hackert N, Jünger J, Herzog W, Nikendei C. "Peer-assisted learning" (PAL) in the Skills-Lab—an inventory at the medical faculties of the Federal Republic of Germany. *GMS Z Med Ausbild*. 2015;32(1):Doc10. DOI: 10.3205/zma000952
- Scalese RJ, Obeso VT, Issenberg SB. Simulation technology for skills training and competency assessment in medical education. *J Gen Int Med*. 2008;23(Suppl 1):46-49. DOI: 10.1007/s11606-007-0283-4
- Gordon JA, Pawlowski J. Education on-demand: the development of a simulator-based medical education service. *Acad Med*. 2002;77(7):751-752. DOI: 10.1097/00001888-200207000-00042
- Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ*. 2003;37(Suppl 1):22-28. DOI: 10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x
- Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med*. 2003;78(8):783-788. DOI: 10.1097/00001888-200308000-00006
- Griswold S, Ponnuru S, Nishisaki A, Szyld D, Davenport M, Deutsch ES, Nadkarni V. The emerging role of simulation education to achieve patient safety: translating deliberate practice and debriefing to save lives. *Pediatr Clin North Am*. 2012;59(6):1329-1340. DOI: 10.1016/j.pcl.2012.09.004
- Weller JM, Nestel D, Marshall SD, Brooks PM, Conn JJ. Simulation in clinical teaching and learning. *Med J Aust*. 2012;196(9):594. DOI: 10.5694/mja10.11474
- Takayasu JK, Farrell SE, Evans AJ, Sullivan JE, Pawlowski JB, Gordon JA. How do clinical clerkship students experience simulator-based teaching? A qualitative analysis. *Sim Healthcare*. 2006;1(4):215-219. DOI: 10.1097/01.SIH.0000245787.40980.89
- 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
- Fichtner A. Lernen für die Praxis: Das Skills-Lab. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg). *Simulation in der Medizin*. Heidelberg: Springer Medizin; 2013. DOI: 10.1007/978-3-642-29436-5_10
- Nikendei C, Zeuch A, Dieckmann P, Roth C, Schafer S, Volkl M, Schellberg D, Herzog W, Jünger J. Role-playing for more realistic technical skills training. *Med Teach*. 2005;27(2):122-126. DOI: 10.1080/01421590400019484
- Pjontek R, Scheibe F, Tabatabai J. *Heidelberger Standarduntersuchung*. Heidelberg: Medizinische Fakultät Heidelberg; 2013.
- Nikendei C, Kadmon M. *Heidelberger Standardprozeduren*. 1st ed. Heidelberg: Medizinische Fakultät Heidelberg; 2015.
- Nikendei C, Ganschow P, Groener JB, Huwendiek S, Köchel A, Köhl-Hackert N, Pjontek R, Rodrian J, Scheibe F, Stadler AK, Steiner T, Stiepak J, Tabatabai J, Utz A, Kadmon M. "Heidelberg standard examination" and "Heidelberg standard procedures" - Development of faculty-wide standards for physical examination techniques and clinical procedures in undergraduate medical education. ["Heidelberger Standarduntersuchung" und "Heidelberger Standardprozeduren" - Entwicklung fakultätsweiter Standards für körperliche Untersuchungstechniken und klinische Prozeduren im Medizinstudium]. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc54. DOI: 10.3205/zma001053
- Schnabel KP, Boldt PD, Breuer G, Fichtner A, Karsten G, Kujumdshiev S, Schmidts M, Stosch C. [A consensus statement on practical skills in medical school - a position paper by the GMA Committee on Practical Skills]. *GMS Z Med Ausbild*. 2011;28(4):Doc58. DOI: 10.3205/zma000770
- Lehmann R, Bosse HM, Huwendiek S. Blended learning using virtual patients and skills laboratory training. *Med Educ*. 2010;44(5):521-522. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2010.03653.x
- Bullock I. Skill acquisition in resuscitation. *Resuscitation*. 2000;45(2):139-143. DOI: 10.1016/S0300-9572(00)00171-4

26. Bullock I, Davis M, Lockey A, Mackway-Jones K. Pocket Guide to Teaching for Clinical Instructors. Weinheim: Wiley; 2015. DOI: 10.1002/9781119088769
27. R. C. Instructor's manual: advanced cardiovascular life support. Dallas: American Heart Association; 2001.
28. Nolan J, Baskett P, Gabbott D. Advanced life support course provider manual. London: Resuscitation Council (UK); 2001.
29. Krautter M, Weyrich P, Schultz JH, Buss SJ, Maatouk I, Junger J, Nikendei C. Effects of Peyton's four-step approach on objective performance measures in technical skills training: a controlled trial. *Teach Learn Med.* 2011;23(3):244-250. DOI: 10.1080/10401334.2011.586917
30. Krautter M, Dittrich R, Safi A, Krautter J, Maatouk I, Moeltner A, Nikendei C. Peyton's four-step approach: differential effects of single instructional steps on procedural and memory performance - a clarification study. *Adv Med Educ Pract.* 2015;6:399-406. DOI: 10.2147/AMEP.S81923
31. Nikendei C, Huber J, Stiepak J, Huhn D, Lauter J, Herzog W, Jünger J, Krautter M. Modification of Peyton's four-step approach for small group teaching - a descriptive study. *BMC Med Educ.* 2014;14:68. DOI: 10.1186/1472-6920-14-68
32. Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Römer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychol Rev.* 1993;100(3):363. DOI: 10.1037/0033-295X.100.3.363
33. Lammers RL. Learning and retention rates after training in posterior epistaxis management. *Acad Med.* 2008;15(11):1181-1189. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2008.00220.x
34. Ericsson KA. An expert-performance perspective of research on medical expertise: the study of clinical performance. *Med Educ.* 2007;41(12):1124-1130. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02946.x
35. Konrad C, Schupfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analgesia.* 1998;86(3):635-639. DOI: 10.1097/00132586-199810000-00057
36. Hambrick DZ, Meinz EJ. Limits on the predictive power of domain-specific experience and knowledge in skilled performance. *Curr Direct Psychol Sci.* 2011;20(5):275-279. DOI: 10.1177/0963721411422061
37. Campitelli G, Gobet F. Deliberate Practice Necessary But Not Sufficient. *Curr Direct Psychol Sci.* 2011;20(5):280-285. DOI: 10.1177/0963721411421922
38. Moulart V, Verwijnen MG, Rikers R, Scherpier AJ. The effects of deliberate practice in undergraduate medical education. *Med Educ.* 2004;38(10):1044-1052. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2004.01954.x
39. Duvivier RJ, van Dalen J, Muijtens AM, Moulart VR, van der Vleuten CP, Scherpier AJ. The role of deliberate practice in the acquisition of clinical skills. *BMC Med Educ.* 2011;11:101. DOI: 10.1186/1472-6920-11-101
40. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. Effect of practice on standardised learning outcomes in simulation-based medical education. *Med Educ.* 2006;40(8):792-797. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02528.x
41. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ.* 2010;44(1):50-63. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x
42. Bosse HM, Mohr J, Buss B, Krautter M, Weyrich P, Herzog W, Jünger J, Nikendei C. The benefit of repetitive skills training and frequency of expert feedback in the early acquisition of procedural skills. *BMC Med Educ.* 2015;15:22. DOI: 10.1186/s12909-015-0286-5
43. Stefanidis D, Korndorffer JR, Jr, Heniford BT, Scott DJ. Limited feedback and video tutorials optimize learning and resource utilization during laparoscopic simulator training. *Surgery.* 2007;142(2):202-206. DOI: 10.1016/j.surg.2007.03.009
44. Brydges R, Carnahan H, Rose D, Rose L, Dubrowski A. Coordinating progressive levels of simulation fidelity to maximize educational benefit. *Acad Med.* 2010;85(5):806-812. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181d7aabd
45. Dieckmann P. "Ein bisschen wirkliche Echtheit simulieren": über Simulatorsettings in der Anästhesiologie. Dissertation. Oldenburg: Universität Oldenburg; 2005.
46. De Giovanni D, Roberts T, Norman G. Relative effectiveness of high- versus low-fidelity simulation in learning heart sounds. *Med Educ.* 2009;43(7):661-668. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03398.x
47. Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR, Reznick RK, Matsumoto ED, Sidhu RS, Jarvi KA. The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: the use of clinically relevant outcome measures. *Ann Surg.* 2004;240(2):374-381. DOI: 10.1097/01.sla.0000133346.07434.30
48. Matsumoto ED, Hamstra SJ, Radomski SB, Cusimano MD. The effect of bench model fidelity on endourological skills: a randomized controlled study. *J Urology.* 2002;167(3):1243-1247. DOI: 10.1016/S0022-5347(05)65274-3
49. Dieckmann P, Rall M, Eich C, Schnabel K, Junger J, Nikendei C. Role playing as an essential element of simulation procedures in medicine. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes.* 2008;102(10):642-647. DOI: 10.1016/j.zefq.2008.11.020
50. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990;65(9 Suppl):S63-S67. DOI: 10.1097/00001888-199009000-00045
51. Parmar S, Delaney CP. The role of proximate feedback in skills training. *Surgeon.* 2011;9 (Suppl 1):S26-S27. DOI: 10.1016/j.surge.2010.11.006
52. Russo SG, Nickel EA. Wie im wahren Leben: Simulation und Realitätsnähe. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg). *Simulation in der Medizin.* Heidelberg: Springer Medizin; 2013. DOI: 10.1007/978-3-642-29436-5_12
53. Kneebone R. Perspective: Simulation and transformational change: the paradox of expertise. *Acad Med.* 2009;84(7):954-957. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181a843d6
54. Muijtens AM, Hoogenboom RJ, Verwijnen GM, Van Der Vleuten CP. Relative or Absolute Standards in Assessing Medical Knowledge Using Progress Tests. *Adv Health Sci Educ.* 1998;3(2):81-87. DOI: 10.1023/A:1009728423412
55. McLachlan JC. The relationship between assessment and learning. *Med Educ.* 2006;40(8):716-717. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02518.x
56. Biggs J. What the student does: teaching for enhanced learning. *High Educ Res Develop.* 1999;18(1):57-75. DOI: 10.1080/0729436990180105
57. Wass V, Van der Vleuten C, Shatzer J, Jones R. Assessment of clinical competence. *Lancet.* 2001;357(9260):945-949. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04221-5
58. Buss B, Krautter M, Moltner A, Weyrich P, Werner A, Junger J, Nikendei C. Can the 'assessment drives learning' effect be detected in clinical skills training?—implications for curriculum design and resource planning. *GMS Z Med Ausbild.* 2012;29(5):Doc70. DOI: 10.3205/zma000840
59. Remmen R, Derese A, Scherpier A, Denekens J, Hermann I, van der Vleuten C, Van Royen P, Bossaert L. Can medical schools rely on clerkships to train students in basic clinical skills? *Med Educ.* 1999;33(8):600-605. DOI: 10.1046/j.1365-2923.1999.00467.x

60. Junger J, Schafer S, Roth C, Schellberg D, Friedman Ben-David M, Nikendei C. Effects of basic clinical skills training on objective structured clinical examination performance. *Med Educ*. 2005;39(10):1015-1020. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2005.02266.x
61. Kirkpatrick DL. Evaluation of training. In: Craig RL, Bittel LR (Hrsg). *Training and Development Handbook*. New York: McGraw Hill; 1967. S.87-112
62. Lund F, Schultz JH, Maatouk I, Krautter M, Moltner A, Werner A, Weyrich P, Jünger J, Nikendei C. Effectiveness of IV cannulation skills laboratory training and its transfer into clinical practice: a randomized, controlled trial. *PLoS One*. 2012;7(3):e32831. DOI: 10.1371/journal.pone.0032831
63. Lynagh M, Burton R, Sanson-Fisher R. A systematic review of medical skills laboratory training: where to from here? *Med Educ*. 2007;41(9):879-887. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02821.x
64. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Jama*. 2011;306(9):978-988. DOI: 10.1001/jama.2011.1234
65. Cook DA, Brydges R, Hamstra SJ, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hatala R. Comparative effectiveness of technology-enhanced simulation versus other instructional methods: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*. 2012;7(5):308-320. DOI: 10.1097/SIH.0b013e3182614f95
66. McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med*. 2011;86(6):706-711. DOI: 10.1097/ACM.0b013e318217e119
67. Herrmann-Werner A, Nikendei C, Keifenheim K, Bosse HM, Lund F, Wagner R, Celebi N, Zipfel S, Weyrich P. "Best practice" skills lab training vs. a "see one, do one" approach in undergraduate medical education: an RCT on students' long-term ability to perform procedural clinical skills. *PLoS One*. 2013;8(9):e76354. DOI: 10.1371/journal.pone.0076354
68. Weyrich P, Celebi N, Schrauth M, Moltner A, Lammerding-Koppel M, Nikendei C. Peer-assisted versus faculty staff-led skills laboratory training: a randomised controlled trial. *Med Educ*. 2009;43(2):113-120. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2008.03252.x
69. Hudson JN, Tonkin AL. Clinical skills education: outcomes of relationships between junior medical students, senior peers and simulated patients. *Med Educ*. 2008;42(9):901-908. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2008.03107.x
70. Tolsgaard MG, Gustafsson A, Rasmussen MB, Hoiby P, Muller CG, Ringsted C. Student teachers can be as good as associate professors in teaching clinical skills. *Med Teach*. 2007;29(6):553-557. DOI: 10.1080/01421590701682550
71. Yu TC, Wilson NC, Singh PP, Lemanu DP, Hawken SJ, Hill AG. Medical students-as-teachers: a systematic review of peer-assisted teaching during medical school. *Adv Med Educ Pract*. 2011;2:157-172.
72. Secomb J. A systematic review of peer teaching and learning in clinical education. *J Clin Nurs*. 2008;17(6):703-716. DOI: 10.1111/j.1365-2702.2007.01954.x
73. Ten Cate O, Durning S. Dimensions and psychology of peer teaching in medical education. *Med Teach*. 2007;29(6):546-552. DOI: 10.1080/01421590701583816
74. Lockspeiser TM, O'Sullivan P, Teherani A, Muller J. Understanding the experience of being taught by peers: the value of social and cognitive congruence. *Adv Health Sci Educ*. 2008;13(3):361-372. DOI: 10.1007/s10459-006-9049-8
75. Schmidt HG, Moust JH. What makes a tutor effective? A structural-equations modeling approach to learning in problem-based curricula. *Acad Med*. 1995;70(8):708-714. DOI: 10.1097/00001888-199508000-00015
76. Ker J, Hogg G, N M. Cost effective simulation. In: Walsh K (Hrsg). *Cost Effectiveness in Medical Education*. Abingdon: Radcliffe; 2010.
77. Zendejas B, Wang AT, Brydges R, Hamstra SJ, Cook DA. Cost: the missing outcome in simulation-based medical education research: a systematic review. *Surgery*. 2013;153(2):160-176. DOI: 10.1016/j.surg.2012.06.025
78. Brugger P, Threin M, Wolters M. *Hochschulen auf einen Blick*. Reinbeck bei Hamburg: Rowolt; 2013.
79. Meyer O. Simulators don't teach – Lernprozesse und Simulation. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg). *Simulation in der Medizin*. Heidelberg: Springer Medizin; 2013. DOI: 10.1007/978-3-642-29436-5_5
80. Institute of Medicine Committee on Quality of Health Care in A. In: Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS (Hrsg). *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington (DC): National Academies Press; 2000.
81. Haluck RS, Krummel TM. Simulation and virtual reality for surgical education. *Surg Techn Int*. 1999;8:59-63.
82. Reznick M, Harter P, Krummel T. Virtual reality and simulation: training the future emergency physician. *Acad Emerg Med*. 2002;9(1):78-87. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2002.tb01172.x
83. Fischer MR, Bauer D, Mohn K. Finally finished! National Competence Based Catalogues of Learning Objectives for Undergraduate Medical Education (NKLM) and Dental Education (NKLZ) ready for trial. *GMS Z Med Ausbild*. 2015;32(3):Doc35. DOI: 10.3205/zma000977

Corresponding author:

Apl. Prof. Dr. med. C. Nikendei, MME
University Hospital Heidelberg, Center for Psychosocial
Medicine, Department of General Internal Medicine and
Psychosomatics, Im Neuenheimer Feld, D-69120
Heidelberg, Germany, Phone: +49 (0)6221/56-38663,
Fax: +49 (0)6221/56-5749
christoph.nikendei@med.uni-heidelberg.de

Please cite as

Bugaj TJ, Nikendei C. *Practical Clinical Training in Skills Labs: Theory and Practice*. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc63.
DOI: 10.3205/zma001062, URN: urn:nbn:de:0183-zma0010629

This article is freely available from

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2016-33/zma001062.shtml>

Received: 2015-09-28

Revised: 2016-02-15

Accepted: 2016-05-09

Published: 2016-08-15

Copyright

©2016 Bugaj 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/>.

Von Theorie und Praxis: Die Vermittlung klinisch-praktischer Fertigkeiten im Skills-Lab

Zusammenfassung

Skills-Labs (dt. „Fertigkeitenlabore“, also spezifische Übungsräume zum Erlernen praktischer Fertigkeiten) sind heute nicht mehr aus der medizinischen Ausbildungslandschaft wegzudenken, denn sie bieten die Möglichkeit, klinische Prozeduren noch vor der realen Anwendung am Krankenbett oder im Operationssaal in sicherer und geschützter Atmosphäre zu erproben. Der Unterricht im Skills-Lab erfolgt strukturiert, supervidiert und unter Berücksichtigung methodisch-didaktischer Rahmenaspekte, sodass im Idealfall das wiederholte, angst- und risikofreie Üben von Fertigkeiten gewährt wird. Die vorliegende selektive Literaturübersicht widmet sich in einem ersten Abschnitt der (I) Entstehung und Verbreitung des Skills-Lab-Konzepts. Es folgt (II) eine Darstellung der zugrundeliegenden Hintergrundidee sowie (III) eine Analyse der wichtigsten Wirksamkeitsfaktoren. Im Anschluss werden zunächst (IV) Effektivität und Transfer dieser Ausbildungsmethode beleuchtet, bevor (V) der Einsatz von studentischen Tutoren im Sinne des peer-assisted-learning innerhalb des Skills-Labs gesondert dargestellt wird. Im Anschluss erfolgt eine Analyse (VI) der Effizienz des Skills-Lab-Konzeptes, bevor in einem letzten Abschnitt ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und Trends im Bereich der Skills-Labs gegeben wird.

Schlüsselwörter: Skills Lab, Skills Lab Training, Fertigkeiten, Simulation, medizinische Ausbildung

T. J. Bugaj¹

C. Nikendei¹

1 Universitätsklinik Heidelberg,
Abteilung für Allgemeine
Innere Medizin und
Psychosomatik, Heidelberg,
Deutschland

Einführung

Bei den sogenannten Skills-Labs (engl. Kurzform für „skills laboratories“; dt. „Fertigkeitenlabore“) handelt es sich im weitesten Sinne um spezifisch ausgestattete Übungsräume als Trainingseinrichtung für Medizinstudierende und / oder Ärzte in Weiterbildung sowie medizinisches Fachpersonal, welche die Möglichkeit zum Einüben klinisch-praktischer Fertigkeiten bieten. In der vorliegenden selektiven Literaturübersicht, welche dem interessierten Leser in kurzer Zeit einen Überblick über die wissenschaftlichen Erkenntnisse rund um das Skills-Lab in der Medizinischen Primärausbildung verschaffen möchte, soll der inhaltliche Fokus ausdrücklich auf der erstgenannten Zielgruppe – den Medizinstudierenden – liegen. Diese scheinen aus mehreren Gründen im besonderen Maße vom sogenannten „Skills-Lab-Training“ zu profitieren, denn gerade in den ersten Berufsjahren nach der Approbation werden die meisten – häufig folgenschweren – Fehler bei der Patientenbehandlung manifest, was unter anderem auf einen Mangel an (praktischer) Erfahrung zurückzuführen ist [1]. Hinzu kommt, dass Medizinstudierende nach Jahren der universitären Ausbildung nur eine kurze Zeitspanne haben, um sich nach einem zumeist theoretisch orientierten Studium in die Realität der klinisch-praktischen Berufswelt des Arztes einzufinden. Zuletzt sind es

die jungen Nachwuchsmediziner, die eine besonders lange Zeitspanne verantwortungsvoller Tätigkeit vor sich haben und die ihrerseits die nachfolgenden Generationen der Beschäftigten im Gesundheitswesen ausbilden werden [1]. Vor diesem Hintergrund erscheint es wichtig, dass klinische Prozeduren noch vor der realen Anwendung am Krankenbett oder im Operationssaal in sicherer und geschützter Atmosphäre erprobt und trainiert werden. Dadurch nehmen Skills-Labs eine wichtige Funktion innerhalb der Qualitätssicherung der ärztlichen Ausbildung ein. Prozedurale Fertigkeiten können hier so lange trainiert und beurteilt werden, bis ein notwendiger Mindeststandard für die Patientenbehandlung erreicht ist [2], [3]. In einem Skills-Lab erlernen Medizinstudierende die benötigten Basisfertigkeiten für die spätere klinische Tätigkeit an Modellen und Phantomen, an Kommilitonen oder an sogenannten Standardisierten Patienten (SP) [4]. Der Unterricht im Skills-Lab erfolgt strukturiert, supervidiert und unter Berücksichtigung methodisch-didaktischer Rahmenaspekte.

Diese ermöglichen im Idealfall das wiederholte, angst- und risikofreie Training von Fertigkeiten und stellen sicher, dass alle Studierenden die Möglichkeit bekommen, die zu erlernenden Maßnahmen selbstständig durchzuführen.

Die vorliegende Übersichtsarbeit widmet sich in einem ersten Abschnitt der (I) Entstehung und Verbreitung des Skills-Lab-Konzepts. Es folgt (II) eine Darstellung der zu-

grundlegenden Hintergrundidee sowie (III) eine Analyse der wichtigsten Wirksamkeitsfaktoren. Im Anschluss werden zunächst (IV) Effektivität und Transfer dieser Ausbildungsmethode beleuchtet, bevor (V) der Einsatz von studentischen Tutoren im Sinne des peer-assisted-learning innerhalb des Skills-Labs gesondert dargestellt wird. Im Anschluss erfolgt eine Analyse (VI) der Effizienz des Skills-Lab-Konzeptes, bevor in einem letzten Abschnitt ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und Trends im Bereich der Skills-Labs gewagt wird.

Methodik

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer sogenannten narrativen oder selektiven Literaturübersicht unter Einbeziehung der autorenspezifischen Expertise und der eigenen Lehrerfahrungen sowie einer einschlägigen selektiven Suche nach themenbezogenen Literaturstellen in der Datenbank „PubMed®“. Die wichtigsten berücksichtigten Übersichtsarbeiten werden in Tabelle 1 zusammengefasst dargestellt.

(I) Entstehung und Verbreitung

Mit dem Ziel der Verbesserung klinisch-praktischer Fertigkeiten wurden in den 1970er Jahren an den Universitäten in Illinois und in Maastricht die ersten Skills-Labs gegründet [5], [6]. Während der letzten ca. 25 Jahre gab es bereits eine weitreichende Implementierung simulationsbasierter Lehreinheiten in die medizinische Ausbildung [7] und spätestens seit der geänderten Approbationsordnung von 2002, die der Vermittlung und Überprüfung klinischer Kompetenzen im Medizinstudium eine besondere Bedeutung zumisst, sind Skills-Labs auch in Deutschland flächendeckend etabliert und an jeder medizinischen Fakultät existent [8], [9].

(II) Hintergrundidee

Das Erlernen einzelner klinisch-praktischer Fertigkeiten – und somit auch der Erfolg der medizinischen Ausbildung – hingen vor dieser flächendeckenden Einführung der Skills-Labs stark von den „passenden“ Patientenbegegnungen und gut geschulten Dozierenden ab [10]. Da diese aufgrund von Verfügbarkeits- und Zeitproblemen stark begrenzt sein können [11], stellt das Skills-Lab eine vergleichsweise einfache und nahezu jederzeit verfügbare Lösung für das skizzierte Dilemma dar. Gleichzeitig haben – zumeist technische – Innovationen in Diagnose und Therapie sowie großangelegte Patientensicherheitsinitiativen über die Jahre zu veränderten Anforderungen an die Fähigkeiten der Mediziner geführt, ein Sachverhalt, der den zunehmenden Einsatz von Skills-Labs weiter begründet [12], [7]. So erfordern beispielsweise technisch anspruchsvolle Innovationen wie das minimal-invasive Operieren die spezielle Schulung psychomotorischer Fertigkeiten und des räumlichen Wahrnehmungsvermögens. Ziv und Kollegen weisen in einer Arbeit von 2003

darauf hin, dass die Nutzung von Simulationen in der medizinischen Ausbildung, ähnlich wie in der Luftfahrt oder beim Militär, gewissermaßen ein ethisches Gebot darstellt und daher als wichtiger Schritt vor dem „Üben am Realpatienten“ – zum Erwerb einer grundlegenden Routine – unbedingt erfolgen sollte [13]. So können und müssen auch seltene Notfallmaßnahmen im Rahmen der simulationsbasierten Medizin erprobt werden.

Gerade dem Aspekt der Patientensicherheit kommt dabei eine besondere Bedeutung zu: So birgt es nachweislich Risiken für den Patienten, wenn Studierende oder junge Ärzte gezwungen werden mit Situationen umzugehen, auf die sie in der medizinischen Ausbildung inadäquat vorbereitet wurden [14], [15]. Entsprechend konnten Takayasu und Mitarbeiter in einer Studie von 2006 zeigen, dass Studierende vor allem das „Üben ohne Risiko“ an einer Simulation schätzen, also das Trainieren ohne Gefahr für einen realen Patienten [16]. Neben diesem geschützten Rahmen ist es vor allem das professionelle Feedback, welches die Trainings im Skills-Lab zu einer wertvollen Erfahrung für die Studierenden macht, sodass diesem wichtigen Aspekt und dessen Einfluss auf die Verhaltensmodifikation ein eigener Abschnitt gewidmet wurde (s. unten).

(III) Wichtige Wirksamkeitsfaktoren

In einer Übersichtsarbeit der Best Evidence Medical Education (BEME) Collaboration von 2005 [17] findet sich eine Aufstellung einiger wichtiger Wirksamkeitsfaktoren von Simulationen in der medizinischen Ausbildung, welche auch im Skills-Lab zum Tragen kommen. So betonen die Autoren beispielsweise die Wichtigkeit eines Feedbacks noch während der Lerneinheit am Simulator. Des Weiteren findet sich der Vermerk, dass Lernende für bestmögliche Ergebnisse *wiederholt* an einem Simulator üben sollen, was dem Prinzip der sogenannten „deliberate practice“ entspricht. Auch die Überlegungen zur Abbildungstreue, also dem Realitätsgrad einer Simulation, erscheinen beim Aufbau eines Skills-Labs relevant. Neben der Forderung Simulationen in das bestehende Curriculum zu integrieren, sollte simulationsbasiertes Lernen in einem „kontrollierten“ Umfeld erfolgen. Es erscheint außerdem in Anlehnung an den BEME Guide wichtig, dass Outcome und Beurteilung der Performanz einer simulierten Fertigkeit standardisiert und klar definiert werden. Sämtliche genannten Punkte sollen nachfolgend ausführlich dargestellt werden, wobei die von der BEME Collaboration aufgeführten Wirksamkeitsfaktoren um einige weitere wichtige Faktoren ergänzt werden. So finden sich untenstehend auch ein Abschnitt *zur Vorbereitung* des Skills-Lab-Trainings und eine Passage zur Standardisierung über die Lernzieldefinition hinaus, beispielsweise im Sinne eines einheitlichen didaktischen Konzeptes, sowie einige Bemerkungen zur Verknüpfung des Skills-Lab-Trainings mit geeigneten Prüfungsformen. Zuletzt sollte nicht unerwähnt bleiben, dass häufig gerade die Umsetzung der unten genannten Wirksamkeitsfaktoren

Tabelle 1: Wichtige Übersichtsarbeiten zu Skills-Labs in der Medizinischen Ausbildung.

Autoren	Studientyp	Inhalt	Hauptaussagen
Cook DA et al. (2011)	Systematisches Review mit 609 eingeschlossenen Arbeiten	Die Autoren untersuchen die Vorteile technologiegestützter medizinischer Simulation.	Technologiegestützte Simulationstrainings scheinen – im Vergleich zur ausbleibenden Intervention – große Effekte auf Wissen, Fertigkeiten und Verhalten der Lernenden zu haben, bei nur moderaten patientenbezogenen Effekten.
Cook DA et al. (2012)	Systematisches Review und Meta-Analyse mit 92 eingeschlossenen Arbeiten	Die Autoren identifizieren und werten diejenigen Studien aus, die Lernende aus Gesundheitsberufen einschließen und die technologiegestützte Simulation mit einer anderen Trainingsmodalität vergleichen.	Es werden kleine bis moderate Effekte zu Gunsten der technologiegestützten simulationsbasierten Lehre im Vergleich mit anderen Lehrmodalitäten beschrieben.
Issenberg SB et al. (2005)	Systematisches Review mit 109 eingeschlossenen Arbeiten	System. Literaturübersicht (1969-2003) zu denjenigen High-Fidelity-Simulationen in der med. Ausbildung, die zu einem effektiven Lernen führen.	Zehn "ideale" Lernbedingungen für Simulationstrainings werden benannt.
Lynagh M et al. (2007)	Systematisches Review mit 44 eingeschlossenen Arbeiten (ausschließlich RCTs)	Die Autoren untersuchen die Wirksamkeit der medizinischen Skills-Labs sowie den Transfer der gelernten Fähigkeiten in den klinischen Alltag.	Medizinische Skills-Labs scheinen zu einer tatsächlichen Verbesserung der klinischen Fähigkeiten zu führen, allerdings schlussfolgern die Autoren, dass es zu wenige qualitativ hochwertige Untersuchungen zum Transfer in die klinische Praxis gibt.
McGaghie WC et al. (2010)	Selektive Literaturübersicht	Literaturübersicht zur simulationsbasierten medizinischen Ausbildung bestehend aus zwei Teilen: Zunächst werden drei frühere Arbeiten der Autorengruppe zusammengefasst, die Literatur von 1969 – 2003 berücksichtigen. Anschließend wird die Literatur von 2003 – 2009 kritisch zusammengefasst.	Zwölf Best-Practice-Lösungen der simulationsbasierten medizinischen Ausbildung werden identifiziert und diskutiert.
McGaghie WC et al. (2011)	Meta-Analyse mit 14 eingeschlossenen Arbeiten	Vergleich der Wirksamkeit der traditionellen klinischen Ausbildung mit der simulationsbasierten medizinischen Ausbildung unter Berücksichtigung von Deliberate Practice (DP).	Die simulationsbasierte medizinische Ausbildung unter Berücksichtigung von DP scheint – bei insgesamt kleiner Datenlage – der herkömmlichen klinischen Ausbildung zur Erreichung spezifischer klinischer Ausbildungsziele überlegen zu sein.

unmittelbar mit dem hohen Aufwand, den finanziellen Belastungen oder den möglichen Problemen, die sich rund um den Betrieb oder den Aufbau eines Skills-Labs ergeben können, verbunden ist.

Setting

In dem Setting des Skills-Labs dürfen Studierende Fehler machen und diese im besten Fall sogar selbst aufdecken und entsprechend korrigieren – ohne nachteilige Konsequenzen für sich oder einen Patienten – fürchten zu müssen [17]. Genauso wenig müssen sich die Dozierenden um reale Patienten sorgen und können sich somit auf die Förderung der einzelnen Lernenden, beispielsweise durch die Akzentuierung sogenannter „Teachable Moments“, konzentrieren [15]. Neben diesem – im Wesentlichen durch die Haltung des Dozierenden geprägten „ideellen Umfeld“ – gibt es auch Maßnahmen baulicher Natur, die einen Übungsraum zu einem Skills-Lab machen und somit im weitesten Sinne zum idealen Setting beitragen: So spiegeln die heutigen Skills-Labs häufig die medizinische Arbeitsumgebung wider; was etwa durch eine vergleichbare apparative Ausstattung gewährleistet wird. Einige Skills-Labs verfügen auch über anliegende Beobachtungsräume oder installierte Kameras, die es den Lehrenden ermöglichen, (etwa durch eine Einwegscheibe) das Geschehen im Skills-Lab zu verfolgen.

Standardisierung

Für das Erlernen einer praktischen Fertigkeit ist es wichtig, ein standardisiertes, von einem Dozenten angeleitetes Training zu durchlaufen – freies Üben scheint in dieser Initialphase hingegen nicht zielführend [18]. Als standardisiertes Vorgehen gilt in diesem Kontext beispielsweise ein einheitliches didaktisches Konzept (z.B. einheitliche Instruktion nach Peyton, s. unten). Auch Checklisten dienen in diesem Sinne der Qualitätssicherung der studentischen Ausbildung im Skills-Lab [19]. Hierzu zählen auch fakultätsinterne Standards, die die Untersuchungs- und Prozedurenabläufe festlegen [20], [21], [22]. Schließlich ist es auch die Standardisierung, welche ein kompetenzbasiertes Assessment der studentischen Fertigkeiten überhaupt erst möglich macht.

Lernzieldefinition

Lernende haben beim Erwerb prozeduraler Fertigkeiten grundsätzlich größere Erfolgsaussichten, wenn die Lernziele klar definiert werden und das erstrebenswerte Outcome den Studierenden vorab mitgeteilt wird [17]. Dies ermöglicht seitens der Studierenden eine dezidierte Vorbereitung auf das Skills-Lab-Training. Aber auch aus der Perspektive der Curriculumplaner ist eine solche Festlegung der Lernziele unerlässlich, da sie im Sinne eines Blueprints den korrekten Zeitpunkt – unter Berücksichtigung von Schwere der jeweiligen Tätigkeit und Vorerfahrung der Lernenden – für die vermittelnde Tätigkeit festlegt. Das Konsensusstatement „Praktische Fertigkeiten

im Medizinstudium“ unterscheidet drei Lernzieltiefen, welche für das Lernen im Skills-Lab relevant erscheinen [23]:

- Die Durchführung einer Fertigkeit gesehen haben
- Eine Fertigkeit einige Male unter Aufsicht selbst durchgeführt haben
- Eine Fertigkeit eigenständig und routiniert durchführen können

Vorbereitung des Trainings

Um einen größtmöglichen Lerneffekt zu erzielen und die oft knapp bemessenen Trainingseinheiten optimal zu nutzen, bedarf es neben der oben erwähnten allgemeinen Integration ins Curriculum auch einer spezifischen Vorbereitung der Skills-Lab-Unterrichte. Häufig bekommen Studierende im Vorfeld vorbereitende Texte in Papierform ausgehändigt oder als PDF zugesendet. Jedoch existieren auch Berichte über andere Formen der studentischen Vorbereitung – etwa der gezielten Auseinandersetzung mit virtuellen Patienten in Form von multimedialen Fallstudien [24].

Instruktion

Die Lernenden im Skills-Lab trainieren die psychomotorische Komponente prozeduraler Fertigkeiten üblicherweise auf Anweisung von Dozenten oder Tutoren, die die zu erlernende Fertigkeit vorab demonstrieren. Nachfolgend führt der Student die Fertigkeit selbstständig durch. Hierfür hat sich der sogenannte Four-Step Approach nach Peyton bewährt. Dieses systematisierte Vorgehen zum Erlernen praktischer Fertigkeiten hat sich in der medizinischen Ausbildungslandschaft zunehmend verbreitet und stellt seit dem Jahr 2000 auch das Routinevorgehen innerhalb der praktischen Ausbildungskurse der European Society of Cardiology (ESC) [25], [26], [27], [28] dar. Der Four-Step Approach setzt sich aus den folgenden vier definierten Schritten zusammen:

1. Der Lehrende führt die Fertigkeit in Echtzeit vor - ohne Instruktionen oder erklärende Worte („Demonstration“)
2. Der Lehrende wiederholt die Prozedur und beschreibt dieses Mal sämtliche nötigen Prozessschritte („Dekonstruktion“)
3. Als nächstes benennt der Studierende all diese einzelnen Schritte und der Lehrende führt die Tätigkeit erneut aus – richtet sich dabei aber nur nach den Instruktionen des Lernenden („Verständnis“). Dieser Schritt wurde in der Vergangenheit als wichtigster Schritt des Four-Step Approach identifiziert [29], denn um dem Dozenten Anweisungen geben zu können, muss der oder die Studierende reflektieren, was er zuvor in den ersten beiden Schritten gelernt hat.
4. Der Studierende führt die gesamte Tätigkeit erstmalig selbstständig aus.

Das Vorgehen nach Peyton hat sich gegenüber der einfachen Instruktion gerade in Bezug auf den beobachteten

Professionalismus und die begleitende Arzt-Patienten-Kommunikation als überlegen gezeigt und führt zur rascheren Durchführung einer neuen Tätigkeit [29], [30]. Während das dargestellte Vorgehen zunächst die 1:1-Lehrsituation berücksichtigt, eignet sich eine modifizierte Version auch zur Instruktion von Kleingruppen, wie sie typischerweise im Skills-Lab vorkommen [31].

Deliberate Practice

Die Idee des „bewussten Übens“ (engl.: „Deliberate Practice“; im Folgenden als DP abgekürzt) wurde 1993 erstmals von K. Anders Ericsson beschrieben und zunächst aus verschiedenen Studien bei Berufsmusikern abgeleitet, da sich dort empirisch besonders gut das Verhältnis zwischen erbrachter Übungsleistung und dem erreichten musikalischen Niveau nachweisen ließ [32]. Zuvor wurde häufig angenommen, dass Experten über angeborene Fähigkeiten verfügen, die andere Menschen nicht besitzen. Diese sind laut Ericsson jedoch nicht angeboren oder unveränderlich, sondern das Ergebnis von lebenslangem und vor allem bewusstem, d.h. planvollem und zielgerichteten Üben einer Tätigkeit [32]. DP beinhaltet ein (a) repetitives Üben der intendierten Fertigkeit, gepaart mit (b) der gründlichen Beurteilung der Fertigkeit, sodass der Lernende (c) ein spezifisches, informatives Feedback erhält, welches in einer zunehmend (d) besseren Ausübung der Fertigkeit resultiert. Man verbessert sich in einer Tätigkeit nach Ericsson und Kollegen also hauptsächlich dann, wenn man sehr viel Zeit mit dem aktiven Einüben dieser Tätigkeit verbringt – wohingegen die Zeit alleine nicht zum Expertenstatus verhilft. Bereits bei wenig komplexen Fähigkeiten scheint redundantes Üben sehr wichtig [33] und bei mittel oder hoch-komplexen Fähigkeiten sogar unverzichtbar [34]. So erfordern komplexe Skills, beispielsweise in der Anästhesie (Plexusblock, Spinal-, Epiduralanästhesie), nachweislich eine deutlich höhere Anzahl an Wiederholungen, bis sie beherrscht werden [35]. DP scheint also eine große Rolle beim Erlernen von Fähigkeiten zu spielen und damit ein wichtiger Wirkfaktor für das Training im Skills-Lab zu sein, jedoch argumentieren verschiedene Autoren, dass grundlegende Basisfähigkeiten durchaus vererbt werden und dass weitere Faktoren wie etwa allgemeine kognitive Fähigkeiten auch zum Erreichen einer hohen Performanz beitragen [36], [37]. Um in Erfahrung zu bringen, inwiefern die einzelnen Studierenden mit Methoden der DP lernen, führten Moulaert und Mitarbeiter eine Befragung unter Medizinstudierenden durch. Anschließend verglichen die Autoren die Ergebnisse der Fragebogenstudie mit dem universitären Abschneiden der Studierenden. Dabei entdeckten sie nicht nur eine Verbindung von Aspekten der DP und der Studienleistung, sondern zeigten auch, dass die leistungsstarken Studierenden eher im Sinne des DP lernen als die leistungsschwachen [38]. Duvivier und Kollegen konnten 2011 zeigen, dass sich die OSCE-Ergebnisse der Studierenden mit zunehmender Verwendung von DP-Methodik verbesserten [39]. Auch Griswold und Kollegen bescheinigten der DP-Methodik

ebenfalls eine Verbesserung der praktischen Fähigkeiten, was die Patientensicherheit konsekutiv erhöht [14]. McGaghie berichtete in diesem Zusammenhang sogar von einer starken Dosis-Wirkungs-Beziehung: Die Anzahl der Stunden, die Probanden an high-fidelity Simulatoren übten, korrelierte mit dem standardisierten Lernergebnis [40].

Feedback

Issenberg und Mitarbeiter nennen Feedback, also das Wissen über das persönliche Abschneiden in der durchgeführten Simulation, den wichtigsten Faktor für ein effektives simulationsbasiertes Lernen [17], wobei das Feedback durch den Simulator generiert (sog. „High-Fidelity“-Simulatoren mit besonders hoher Abbildungstreue, wie sie etwa in der Anästhesie und Notfallmedizin zum Einsatz kommen, sind beispielsweise in der Lage, eine Vielzahl von Vitalparametern zu simulieren) oder in „real time“ durch einen anwesenden Dozierenden oder durch Kommilitonen formuliert werden kann. Auch ein Post-hoc-Feedback durch das Betrachten eines aufgezeichneten Videos stellt eine mögliche Feedbackvariante dar [17]. Grundsätzlich wird zwischen formativem und summativem Feedback unterschieden, wobei im Kontext simulationsbasierter medizinischer Ausbildung das formative Feedback einen höheren Stellenwert hat, da es hierbei im Regelfall nicht um „Bestehen“ oder Durchfallen“ geht, sondern die Fertigkeiten des Lernenden verbessert werden sollen [41]. Dabei hilft das Feedback, das eigene Handeln zu reflektieren, die unterlaufenen Fehler zu erkennen und den Lernfortschritt subjektiv einzuschätzen und zu beobachten [17]. Erst kürzlich zeigten Bosse und Kollegen, dass höherfrequentes intermittierendes Feedback während des Skills-Trainings für den Erwerb von prozeduralen Fertigkeiten dem niederfrequenten Feedback überlegen ist [42], auch wenn es andere Forschungsarbeiten gibt, die darauf hinweisen, dass gerade in der frühen Phase des Lernprozesses zu intensives Feedback hinderlich sein kann [43].

Abbildungstreue

Die Bedeutung der Realitätstreue von Simulationen für die Wirksamkeit des Skills-Lab-Trainings wird widersprüchlich diskutiert: Während es Arbeiten gibt, die Hinweise darauf geben, dass sich das Ausmaß, mit dem die Realität in der Simulation hergestellt wird, positiv auf den Lernerfolg auswirkt [17], [44], gehen andere Autoren davon aus, dass es nicht ausschließlich auf die Realitätstreue der Simulation ankommt, sondern insbesondere auf die Bereitschaft der Lernenden, sich auf die Simulation einzulassen und die vorhandenen Fiktionshinweise in der eigenen Vorstellung zu einer realitätsnahen Situation zu komplettieren [45]. Dementsprechend haben andere Studien keine oder nur minimale, die zusätzlichen Kosten kaum rechtfertigende, Vorteile einer höheren Realitätstreue des Simulationssettings für das Outcome des Trainings gezeigt [46], [47], [48]. Für das Skills-Lab-Training

von besonderer Bedeutung sind hingegen die Integration von Rollenzuweisungen, rollenspezifische Instruktionen und Fallvignetten, um die Durchführung der prozeduralen Fertigkeiten in ein funktionierendes Rollenspiel einzubetten [19], [49]. In einer kontrollierten Studie konnte gezeigt werden, dass die Einführung solcher Rollenspiele in das Skills-Lab-Training sowohl zu einer realistischeren Wahrnehmung der ärztlichen Rolle als auch zu einer intensiveren und verbesserten die Prozeduren begleitenden Kommunikation führt [19]. Die von Miller entwickelte Lernpyramide wird heute zumeist herangezogen, um verschiedene Level des Wissens- und Kompetenzerwerbs zu beschreiben [50]. Mit ihr können insgesamt vier Kompetenzstufen oder Ausbildungsziele unterschieden werden:

1. Knows (wissen)
2. Knows how (wissen wie)
3. Shows how (zeigen wie)
4. Does (in der Realität vollzogenes Handeln)

Die ersten beiden Ebenen beschreiben dementsprechend kognitive Aspekte, also den Erwerb von Faktenwissen (Ebene 1) und Anwendungswissen (Ebene 2). Die dritte und vierte Ebene stellen prozedurale Kompetenzen dar. Das Skills-Lab-Training spielt sich bezogen auf die „Miller-Pyramide“ auf dem 3. Kompetenzlevel, der Ebene „shows how“ / „zeigen so als ob“ ab. Der Erwerb von prozeduralen Kompetenzen wiederum kann in simulierten Umgebungsbedingungen mit unterschiedlich ausgestalteter Realitätstreue stattfinden. Russo und Nickel bemerken in einer Publikation von 2013 [50], dass es keinesfalls „die eine“ notwendige Realitätsnähe für Simulation in der medizinischen Ausbildung gibt, sodass je nach Fokus auch Simulatoren mit vergleichsweise niedriger Abbildungstreue zum Einstudieren eines spezifischen Handlungs- oder Bewegungsablaufs geeignet sind. Nach Meinung der Autoren dieser Übersichtsarbeit erreicht selbst ein guter Simulator – in Kombination mit weiteren, die Realität „verstärkenden“ Faktoren (etwa ein begleitendes Rollenspiel) – jedoch nie die Realitätstreue des vierten Kompetenzniveaus nach Miller, denn keine Simulation kann das Handeln in der Realität („Does“) vollumfänglich widerspiegeln und damit evtl. ersetzen.

Integration in das Curriculum

Parmar und Mitarbeiter berichteten 2011, dass das ideale Skills-Lab Training am wahrscheinlichsten von einer Kombination aus optimalem Curriculum in Verbindung mit einem geeigneten Phantom abhängt [51]. Auch der o.g. Übersichtsarbeit der BEME Collaboration von 2005 [17] ist zu entnehmen, dass simulationbasiertes Lernen nicht als fakultatives Angebot sondern als fester (und standardisierter) Bestandteil der medizinischen Ausbildung verstanden werden sollte, insbesondere da optionale Angebote (z.B. Wahlfächer) im Regelfall viel weniger Interesse bei den Studierenden wecken [17]. Auch Weller und Kollegen kamen in einer Arbeit von 2012 zu dem Schluss, dass simuliertes Üben unbedingt in zeitlichem

Zusammenhang mit dem praktischen Unterricht am Patientenbett stehen sollte, sodass erlernte Fähigkeiten direkt in die Praxis übertragen werden und weiter gefestigt werden können [15]. Je komplexer die Simulation, desto größer ist auch die Gefahr, dass die Studierenden frustriert oder entmutigt werden, sofern das praktische Training im Skills-Lab nicht in ein stimmiges Gesamtcurriculum eingebettet und dem jeweiligen Ausbildungsstand angepasst wird [52]. Dies bedeutet also, dass Simulationen gleichberechtigt neben dem Unterricht am Krankenbett, Vorlesungen und/oder problemorientiertem Lernen vorkommen sollten, was eine Herausforderung für die Curriculumentwicklung darstellt [41]. Kneebone wies bereits im Jahr 2009 darauf hin, dass das Erlernen praktischer Fertigkeiten nicht völlig vom klinischen Kontext getrennt werden sollte und dass eine zu starke Simplifizierung von eigentlich hochkomplexen Tätigkeiten zu einem nur oberflächlichen Verständnis seitens der Lernenden führen könnte [53]. Umso wichtiger erscheint es also, in einem ausgewogenen und lernförderlichen Curriculum die richtige Balance zwischen Simulation und klinischer Realität zu ermöglichen.

Verknüpfung des Skills-Lab-Trainings mit klinisch-praktischen Prüfungen

Prüfungen stellen einen spezifischen Lernanreiz dar, sich – je nach Fokus – theoretisches Wissen, Anwendungswissen oder auch manuell-praktische Fertigkeiten anzueignen. Dieses als „Assessment drives learning“ bekannte Phänomen [54], [55] kann genutzt werden, indem innerhalb der jeweiligen Kompetenzstufen (Knows; Knows how; Shows how; Does; vgl. Miller Pyramide [50]) eine Kongruenz zwischen Lern- und Prüfungsformat hergestellt wird. Ein solches „constructive alignment“ [56] ist z.B. dann gegeben, wenn im Skills-Lab-Training (Kompetenzstufe „Shows how“) die Anlage einer peripheren Venenverweilkanüle praktisch geübt werden kann und dieser Kompetenzerwerb anschließend mit einer praktischen (und nicht theoretischen) Prüfung (ebenfalls Kompetenzstufe „Shows how“) evaluiert wird [57], sodass wie in diesem Fall das Prüfungsformat die Lernebene angemessen repräsentiert. Es konnte gezeigt werden, dass Lerninhalte des Skills-Lab-Trainings mit Relevanz für eine OSCE-Prüfung am Semesterende während des Semesters selbst kontinuierlich und zunehmend geübt wurden, wohingegen solche Trainingsangebote ohne Prüfungsrelevanz gegen Semesterende nicht mehr in Anspruch genommen wurden [58].

(IV) Effektivität und Transfermöglichkeiten von Skills-Labs

Vor dem Hintergrund der Zunahme simulationsbasierter Trainingsmöglichkeiten in der Ausbildung von Medizinstudierenden, stellt sich die Frage nach der Effektivität und Transfermöglichkeit der im Skills-Lab eingeübten Fertigkeiten. Remmen und Kollegen [59] zeigten schon 1999, dass das Training in Skills-Labs die Anzahl der im klini-

schen Stationsalltag selbstständig angewandten Fertigkeiten von Medizinstudierenden erhöht, wenngleich die Aussagekraft der Ergebnisse durch eine niedrige n-Zahl geschwächt wurde. Auch die Qualität der durchgeführten Fertigkeiten wurde in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Jünger und Mitarbeiter [60] untersuchten schon 2005 in einer prospektiven Studie die Auswirkung des Trainings klinischer Basisfertigkeiten der Inneren Medizin (inkl. sieben Einheiten Skills-Lab-Training à 90 min.) auf die Prüfungsleistung von Studierenden in einer OSCE-Prüfung (objective structured clinical examination). Die Interventionsgruppe schnitt bei der OSCE-Prüfung signifikant besser ab als die Kontrollgruppe, welche lediglich ein klassisches Bed-Side-Teaching erhalten hatte. Dass ein Skills-Lab-Training nicht nur zu einer besseren Prüfungsleistung in klinisch-praktischen Prüfungen, sondern auch zu einer objektiv und signifikant besser bewerteten Transferleistung von den im Skills-Lab erlernten Fertigkeiten in die klinische Praxis führt (entsprechend der höchsten Stufe der sogenannten Kirkpatrick-Hierarchie zur Bewertung von Ausbildungseffekten [61]), das zeigten 2012 Lund und Kollegen am Beispiel der Anlage einer Venenverweilkanüle [62].

Zudem existieren einige Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen zur Wirksamkeit von Skills-Lab-Trainings: Lynagh und Mitarbeiter [63] untersuchten in einem Review von 2007 neben der Frage der Effektivität von Skills-Lab-Trainings auch die spezifische Frage nach dessen Transfermöglichkeit in die klinische Realität. Leider befassten sich lediglich 20 der 44 in das Review eingeschlossenen Studien mit diesem Transfer der prozeduralen Fertigkeiten. Acht dieser 20 Studien verwendeten zu diesem Zweck wiederum Tierkadaver oder lebende Tiere anstelle von realen Patienten. Diese Studien beantworten also streng genommen nicht die Frage nach dem Transfer in die Realität, sondern die Frage nach der Übertragbarkeit von einer Simulationsform niedriger Abbildungstreue (sogenannte low-fidelity Simulation) in eine Simulationsform höherer Abbildungstreue (sogenannte high-fidelity Simulation). Von den zwölf Studien, die tatsächlich den Transfer prozeduraler Fertigkeiten in die klinische Realität untersuchten, konnten allerdings elf Studien eine – gegenüber der Kontrollgruppe signifikante – Verbesserung der Performanz der Teilnehmer, die ein simulationsbasiertes Training als Intervention erhalten hatten, nachweisen. Auch die Arbeitsgruppe um Cook und Kollegen steuerte gleich mehrere wichtige Meta-Analysen zur Beurteilung der Wirksamkeit simulationsbasierter Ausbildung in der Medizin bei: Sie zeigten [64], dass die Simulation gegenüber einer ausbleibenden Intervention überlegen sei und argumentierten gleichzeitig, dass keine weiteren Primärstudien dieser Art nötig seien, hatte man doch eindeutig gezeigt, dass die Simulation als Ausbildungsmethode große Effekte in den Bereichen Wissen, Haltung und Fertigkeiten – bei moderaten Effekten für das Outcome der Patientenversorgung – habe. Im Jahr 2012 folgte eine Meta-Analyse von Cook und Kollegen, die schließlich die Überlegenheit der simulationsbasierten Ausbildung in der Medizin gegenüber anderen Instruktionsmethoden

untersuchte und belegen konnte: So wurden kleine bis moderate Effekte gegenüber Ausbildungsformen nachgewiesen, welche auf den Einsatz von Simulation verzichteten [65]. Auch McGaghie und Kollegen [66] untersuchten in einer Meta-Analyse von 2011 den Effekt der simulationsbasierten Ausbildung in der Medizin unter der Anwendung von Deliberate Practice (s. oben) gegenüber traditioneller Lehrformen und konnten eine Überlegenheit nachweisen, wenngleich sie – ähnlich wie die Arbeitsgruppe um Cook – den relativen Mangel an qualitativ hochwertigen Arbeiten über die Effektivität simulationsbasierter Lehre in der Medizin beklagten.

Hermann-Werner und Kollegen zeigten 2013 in einer randomisierten kontrollierten Studie, dass die Lerneffekte des Skills-Lab-Trainings auch länger anhalten, als es bei traditionellen Lehrmethoden der Fall zu sein scheint [67]. Die Studienteilnehmer, die ein Training im Skills-Lab erhalten hatten, führten in dieser Untersuchung die beobachteten Tätigkeiten (Legen einer peripheren Venenverweilkanüle und einer Magensonde am Modell) signifikant korrekter durch als jene Studierende, die zuvor nach einem „see one - do one“-Prinzip unterrichtet worden waren. Diese Beobachtung konnte aber nicht nur unmittelbar nach dem Training gemacht werden; auch im weiteren Verlauf (drei bzw. sechs Monate später) benötigten die Studierenden der Interventionsgruppe weniger Zeit für die Durchführung der Fertigkeit und wurden signifikant häufiger als klinisch kompetent bewertet als ihre Kommilitonen, die traditionell instruiert worden waren.

(V) Peer Assisted Learning

Ein Skills-Lab-Training muss dabei nicht zwingend von ärztlichen Dozenten geleitet werden, um einen nachhaltigen Erfolg zu zeigen. Das Training durch speziell ausgebildete studentische Tutoren ist sogar weit verbreitet: Laut einer kürzlich veröffentlichten Studie von Blohm und Kollegen kommt das Prinzip des PAL (peer-assisted learning) in über 90% der befragten deutschen Fakultäten innerhalb der jeweiligen Skills-Labs zum Einsatz. Das mag daran liegen, dass sich PAL in mehreren Studien als gleichwertig zum ärztlich instruierten Training erwiesen hat [68], [69], [70], denn es ermöglicht ein „Lernen auf Augenhöhe“ [58], [71]. Bei den studentischen Lernenden wird durch das PAL nachweislich – je nach Fokus – die kognitive, psychomotorische und affektive Entwicklung unterstützt [72]. Die Wirksamkeitsfaktoren des PAL wurden häufig als sogenannte soziale und kognitive Kongruenz zwischen studentischen Tutoren und Studierenden benannt [73], [74]. Das Konstrukt der sozialen Kongruenz bedeutet, dass studentische Tutoren und Studierende gerade aufgrund ihrer ähnlichen sozialen Rollen informell und auf besonders empathische Art miteinander kommunizieren können [75]. Darüber hinaus verfügen die studentischen Tutoren und die Studierenden über eine ähnliche Wissensbasis und vergleichbare Lernerfahrungen, was als kognitive Kongruenz bezeichnet wird. Dementsprechend sprechen beide die gleiche „Sprache“,

sodass Erklärungen auf einem geeigneten Niveau erfolgen [71].

(VI) Effizienz der Skills-Labs

Unabhängig von der oben diskutierten Frage nach der Wirksamkeit (Effektivität) stellt sich bei jeder Ausbildungsmethode zwangsläufig auch die Frage nach der Effizienz, also der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme. Im Fokus dieser Betrachtungen steht die naheliegende Frage, ob sich der teils enorm hohe Aufwand sowie der Einsatz der benötigten Ressourcen zur Erreichung des Zieles lohnt. So sind die hohen Kosten auch ein häufig genannter Kritikpunkt am Konzept der simulationsbasierten Ausbildung innerhalb der Medizin [76]. Grundsätzlich ist es nicht einfach die exakten Kosten der Skills-Lab-Ausbildung zu eruieren, denn die Kostenberichterstattung erfolgt laut Zendejas und Mitarbeitern unregelmäßig und/oder unvollständig [77]. Aus derselben Meta-Analyse von 2013 geht hervor, dass von insgesamt 967 identifizierten Vergleichsstudien lediglich ein Bruchteil (6,1%) überhaupt die Kosten der zugrundeliegenden Intervention erwähnt, wobei der Median der berichteten Kostenpunkte bei 2 liegt, obgleich die Autoren der Meta-Analyse insgesamt 21 relevante Kostenpunkte herausstellen. Diese Zahlen unterstreichen eindrücklich, dass es erhebliche Defizite in der Berichterstattung der Simulationskosten gibt. Nur 1,6% aller von Zendejas und Kollegen identifizierten Studien vergleichen die Kosten der Simulation mit denen andersartiger Ausbildungsformen. Die Autoren der Meta-Analyse identifizieren die Ausgaben für die Simulatoren und Zubehör als den häufigsten genannten Kostenpunkt, gefolgt von den Ausgaben für Verbrauchsmaterialien und die Gebühren für die Wartung der Simulationseinheiten, vermissen aber häufig Angaben zur Raummiete, zu den Kosten der benutzten Möbel und/oder den Löhnen der beschäftigten Tutoren. Unabhängig von den exakten Kosten ist ohnehin bekannt, dass es sich beim Medizinstudium um ein besonders teures Studium handelt [78], was zum Großteil auf die praktische Ausbildung zurückzuführen sein dürfte. Aus den genannten Gründen sollte die Lehre im Skills-Lab nie zum bloßen Selbstzweck erfolgen und stets kritisch hinterfragt werden, ob das anvisierte Lernziel auch mit anderen Unterrichtsmethoden zu erreichen ist bzw. ob die Nutzung des Simulators überhaupt irgendwelche Vorteile mit sich bringt (etwa einen wichtigen Beitrag zur Patientensicherheit). Es sollte unbedingt beachtet werden, dass der Verzicht auf die Simulation, also das ausschließliche Lernen „am Patientenbett“ unter Umständen ungleich höhere Kosten durch die potentielle Schädigung von Patienten verursachen kann [79]. Mehrere Autoren haben, unabhängig von den offenkundigen und bereits erwähnten ethischen Bedenken, darauf hingewiesen, dass auch das Üben am realen Patienten keinesfalls kostengünstig ist [80], [81], [82]: Durch unachtsame Handlungen unsteril gewordene Materialien (beispielsweise Katheter) können, anders als in der Simulation, nicht wiederverwendet werden, weshalb mit höheren Materialkosten zu rechnen ist. Dazu benötigt der oder

die Studierende – ohne vorherige Übung am Simulator – mehr Zeit für die Durchführung der Fertigkeit, was im straffen Zeitplan der Kliniken ein auch finanzielles Problem darstellen kann. Anders betrachtet bietet die Simulation also durch Auslagerung zeitintensiver Lehrinhalte aus dem klinischen Routinebetrieb auch eine nicht zu unterschätzende Möglichkeit der Kostenersparnis. Das Ausüben einer Fertigkeit im realen Setting durch den Lernenden oder die Lernende bringt zuletzt noch ein höheres Maß an iatrogenen Verletzungen mit sich, welche möglicherweise kostspielig versorgt werden müssen.

Ausblick

Nachdem die Novelle der ärztlichen Approbationsordnung im Jahre 2002 zahlreiche Entwicklungen in der nationalen medizinischen Ausbildung hin zu einer praktischeren Ausbildung der zukünftigen Ärzte angestoßen hat [https://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/BJNR240500002.html], ist eine weitere Verschiebung der Curriculumsinhalte zugunsten kommunikativer und klinisch-praktischer Kompetenzen durch die bereits erfolgte Einführung des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin [83] sowie das zukünftige „Nationale longitudinale Mustercurriculum Kommunikation in der Medizin“ sehr wahrscheinlich. Auch der sogenannte „Masterplan 2020“ besteht aus Maßnahmen zur Förderung der Praxisnähe innerhalb des Medizinstudiums [<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/meldungen/2015/masterplan-medizinstudium-2020.html>]. Folgerichtig wird sich die medizinische Ausbildung aller Voraussicht nach immer weiter vom überholten Auslaufmodell des „See-one, do-one, teach-one“ abwenden und das Training in Skills-Labs wird zunehmend zur weltweiten Normalität werden. Neben einer Weiterentwicklung der simulationsbasierten Lehr- und Ausbildungsmöglichkeiten darf man auch auf eine Zunahme der methodisch überzeugenden, randomisiert-kontrollierten, doppelblinden Studien hoffen, die die Effektivität und den Transfer der im Skills-Lab erlernten prozeduralen Fertigkeiten in den klinischen Alltag sowie die damit verbundenen Kosten untersuchen. Trotz all dieser sinnvollen Entwicklungen innerhalb der medizinischen Ausbildungslandschaft darf nie vergessen werden, dass eine Simulation stets eine Näherung an die Realität bleibt, den realen Einsatz am Patienten aber nie ersetzen kann. Dies bedeutet auch, dass selbst die modernsten Skills-Labs und die zu erwartenden Innovationen in der simulationsbasierten medizinischen Ausbildung stets als essenzielle Ergänzung – niemals aber als vollständiger Ersatz – zur hochwertigen Lehre am Krankenbett und zur Supervision durch erfahrene Dozierende zu verstehen sind. Gleichzeitig ist das heutige Medizinstudium ohne die zahlreichen, im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur angedeuteten Möglichkeiten und Vorteile der simulationsbasierten medizinischen Ausbildung im Skills-Lab nicht mehr vorstellbar.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Literatur

- Datta R, Upadhyay K, Jaideep C. Simulation and its role in medical education. *Med J Armed Forces India*. 2012;68(2):167-172. DOI: 10.1016/S0377-1237(12)60040-9
- Du Boulay C, Medway C. The clinical skills resource: a review of current practice. *Med Educ*. 1999;33(3):185-191. DOI: 10.1046/j.1365-2923.1999.00384.x
- Bradley P, Postlethwaite K. Setting up a clinical skills learning facility. *Med Educ*. 2003;37 (Suppl 1):6-13. DOI: 10.1046/j.1365-2923.37.s1.11.x
- Barrows HS. An overview of the uses of standardized patients for teaching and evaluating clinical skills. *AAMC. Acad Med*. 1993;68(6):443-451; discussion 51-3. DOI: 10.1097/00001888-199306000-00002
- Sajid A, Lipson LF, Telder V. A simulation laboratory for medical education. *J Med Educ*. 1975;50(10):970-975. DOI: 10.1097/00001888-197510000-00007
- Van Dalen J, Bartholomeus P. Training clinical competence in a skills laboratory. In: Bender W, Hiemstra R, Scherpbier A, Zwiestra R (Hrsg). *Teaching and Assessing Clinical Competence*. Groningen: Stichting TICTAC; 1990.
- Issenberg SB, Scalese RJ. Simulation in health care education. *Perspect Bio Med*. 2008;51(1):31-46. DOI: 10.1353/pbm.2008.0004
- Kruppa E, Junger J, Nikendei C. Innovative teaching and examination methods—taking stock at German medical faculties. *Dtsch Med Wochenschr*. 2009;134(8):371-372.
- Blohm M, Lauter J, Branchereau S, Krautter M, Kohl-Hackert N, Jünger J, Herzog W, Nikendei C. "Peer-assisted learning" (PAL) in the Skills-Lab—an inventory at the medical faculties of the Federal Republic of Germany. *GMS Z Med Ausbild*. 2015;32(1):Doc10. DOI: 10.3205/zma000952
- Scalese RJ, Obeso VT, Issenberg SB. Simulation technology for skills training and competency assessment in medical education. *J Gen Int Med*. 2008;23(Suppl 1):46-49. DOI: 10.1007/s11606-007-0283-4
- Gordon JA, Pawlowski J. Education on-demand: the development of a simulator-based medical education service. *Acad Med*. 2002;77(7):751-752. DOI: 10.1097/00001888-200207000-00042
- Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ*. 2003;37(Suppl 1):22-28. DOI: 10.1046/j.1365-2923.37.s1.9.x
- Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med*. 2003;78(8):783-788. DOI: 10.1097/00001888-200308000-00006
- Griswold S, Ponnuru S, Nishisaki A, Szyld D, Davenport M, Deutsch ES, Nadkarni V. The emerging role of simulation education to achieve patient safety: translating deliberate practice and debriefing to save lives. *Pediatr Clin North Am*. 2012;59(6):1329-1340. DOI: 10.1016/j.pcl.2012.09.004
- Weller JM, Nestel D, Marshall SD, Brooks PM, Conn JJ. Simulation in clinical teaching and learning. *Med J Aust*. 2012;196(9):594. DOI: 10.5694/mja10.11474
- Takayasu JK, Farrell SE, Evans AJ, Sullivan JE, Pawlowski JB, Gordon JA. How do clinical clerkship students experience simulator-based teaching? A qualitative analysis. *Sim Healthcare*. 2006;1(4):215-219. DOI: 10.1097/01.SIH.0000245787.40980.89
- 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
- Fichtner A. Lernen für die Praxis: Das Skills-Lab. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg). *Simulation in der Medizin*. Heidelberg: Springer Medizin; 2013. DOI: 10.1007/978-3-642-29436-5_10
- Nikendei C, Zeuch A, Dieckmann P, Roth C, Schafer S, Volkl M, Schellberg D, Herzog W, Jünger J. Role-playing for more realistic technical skills training. *Med Teach*. 2005;27(2):122-126. DOI: 10.1080/01421590400019484
- Pjontek R, Scheibe F, Tabatabai J. *Heidelberger Standarduntersuchung*. Heidelberg: Medizinische Fakultät Heidelberg; 2013.
- Nikendei C, Kadmon M. *Heidelberger Standardprozeduren*. 1st ed. Heidelberg: Medizinische Fakultät Heidelberg; 2015.
- Nikendei C, Ganschow P, Groener JB, Huwendiek S, Köchel A, Köhl-Hackert N, Pjontek R, Rodrian J, Scheibe F, Stadler AK, Steiner T, Stiepak J, Tabatabai J, Utz A, Kadmon M. "Heidelberg standard examination" and "Heidelberg standard procedures" - Development of faculty-wide standards for physical examination techniques and clinical procedures in undergraduate medical education. ["Heidelberger Standarduntersuchung" und "Heidelberger Standardprozeduren" - Entwicklung fakultätsweiter Standards für körperliche Untersuchungstechniken und klinische Prozeduren im Medizinstudium]. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc54. DOI: 10.3205/zma001053
- Schnabel KP, Boldt PD, Breuer G, Fichtner A, Karsten G, Kujumdshiev S, Schmidts M, Stosch C. [A consensus statement on practical skills in medical school - a position paper by the GMA Committee on Practical Skills]. *GMS Z Med Ausbild*. 2011;28(4):Doc58. DOI: 10.3205/zma000770
- Lehmann R, Bosse HM, Huwendiek S. Blended learning using virtual patients and skills laboratory training. *Med Educ*. 2010;44(5):521-522. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2010.03653.x
- Bullock I. Skill acquisition in resuscitation. *Resuscitation*. 2000;45(2):139-143. DOI: 10.1016/S0300-9572(00)00171-4
- Bullock I, Davis M, Lockey A, Mackway-Jones K. *Pocket Guide to Teaching for Clinical Instructors*. Weinheim: Wiley; 2015. DOI: 10.1002/9781119088769
- R. C. *Instructor's manual: advanced cardiovascular life support*. Dallas: American Heart Association; 2001.
- Nolan J, Baskett P, Gabbott D. *Advanced life support course provider manual*. London: Resuscitation Council (UK); 2001.
- Krautter M, Weyrich P, Schultz JH, Buss SJ, Maatouk I, Junger J, Nikendei C. Effects of Peyton's four-step approach on objective performance measures in technical skills training: a controlled trial. *Teach Learn Med*. 2011;23(3):244-250. DOI: 10.1080/10401334.2011.586917
- Krautter M, Dittrich R, Safi A, Krautter J, Maatouk I, Moeltner A, Nikendei C. Peyton's four-step approach: differential effects of single instructional steps on procedural and memory performance - a clarification study. *Adv Med Educ Pract*. 2015;6:399-406. DOI: 10.2147/AMEP.S81923
- Nikendei C, Huber J, Stiepak J, Huhn D, Lauter J, Herzog W, Jünger J, Krautter M. Modification of Peyton's four-step approach for small group teaching - a descriptive study. *BMC Med Educ*. 2014;14:68. DOI: 10.1186/1472-6920-14-68

32. Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Römer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychol Rev.* 1993;100(3):363. DOI: 10.1037/0033-295X.100.3.363
33. Lammers RL. Learning and retention rates after training in posterior epistaxis management. *Acad Med.* 2008;15(11):1181-1189. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2008.00220.x
34. Ericsson KA. An expert-performance perspective of research on medical expertise: the study of clinical performance. *Med Educ.* 2007;41(12):1124-1130. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02946.x
35. Konrad C, Schupfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analgesia.* 1998;86(3):635-639. DOI: 10.1097/00132586-199810000-00057
36. Hambrick DZ, Meinz EJ. Limits on the predictive power of domain-specific experience and knowledge in skilled performance. *Curr Direct Psychol Sci.* 2011;20(5):275-279. DOI: 10.1177/0963721411422061
37. Campitelli G, Gobet F. Deliberate Practice Necessary But Not Sufficient. *Curr Direct Psychol Sci.* 2011;20(5):280-285. DOI: 10.1177/0963721411421922
38. Moulart V, Verwijnen MG, Rikers R, Scherpbier AJ. The effects of deliberate practice in undergraduate medical education. *Med Educ.* 2004;38(10):1044-1052. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2004.01954.x
39. Duvivier RJ, van Dalen J, Muijtens AM, Moulart VR, van der Vleuten CP, Scherpbier AJ. The role of deliberate practice in the acquisition of clinical skills. *BMC Med Educ.* 2011;11:101. DOI: 10.1186/1472-6920-11-101
40. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. Effect of practice on standardised learning outcomes in simulation-based medical education. *Med Educ.* 2006;40(8):792-797. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02528.x
41. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ.* 2010;44(1):50-63. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x
42. Bosse HM, Mohr J, Buss B, Krautter M, Weyrich P, Herzog W, Jünger J, Nikendei C. The benefit of repetitive skills training and frequency of expert feedback in the early acquisition of procedural skills. *BMC Med Educ.* 2015;15:22. DOI: 10.1186/s12909-015-0286-5
43. Stefanidis D, Korndorffer JR, Jr, Heniford BT, Scott DJ. Limited feedback and video tutorials optimize learning and resource utilization during laparoscopic simulator training. *Surgery.* 2007;142(2):202-206. DOI: 10.1016/j.surg.2007.03.009
44. Brydges R, Carnahan H, Rose D, Rose L, Dubrowski A. Coordinating progressive levels of simulation fidelity to maximize educational benefit. *Acad Med.* 2010;85(5):806-812. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181d7aabd
45. Dieckmann P. "Ein bisschen wirkliche Echtheit simulieren": über Simulatorsettings in der Anästhesiologie. Dissertation. Oldenburg: Universität Oldenburg; 2005.
46. De Giovanni D, Roberts T, Norman G. Relative effectiveness of high- versus low-fidelity simulation in learning heart sounds. *Med Educ.* 2009;43(7):661-668. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03398.x
47. Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR, Reznick RK, Matsumoto ED, Sidhu RS, Jarvi KA. The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: the use of clinically relevant outcome measures. *Ann Surg.* 2004;240(2):374-381. DOI: 10.1097/01.sla.0000133346.07434.30
48. Matsumoto ED, Hamstra SJ, Radomski SB, Cusimano MD. The effect of bench model fidelity on endourological skills: a randomized controlled study. *J Urology.* 2002;167(3):1243-1247. DOI: 10.1016/S0022-5347(05)65274-3
49. Dieckmann P, Rall M, Eich C, Schnabel K, Junger J, Nikendei C. Role playing as an essential element of simulation procedures in medicine. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes.* 2008;102(10):642-647. DOI: 10.1016/j.zefq.2008.11.020
50. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990;65(9 Suppl):S63-S67. DOI: 10.1097/00001888-199009000-00045
51. Parmar S, Delaney CP. The role of proximate feedback in skills training. *Surgeon.* 2011;9 (Suppl 1):S26-S27. DOI: 10.1016/j.surge.2010.11.006
52. Russo SG, Nickel EA. Wie im wahren Leben: Simulation und Realitätsnähe. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg). *Simulation in der Medizin.* Heidelberg: Springer Medizin; 2013. DOI: 10.1007/978-3-642-29436-5_12
53. Kneebone R. Perspective: Simulation and transformational change: the paradox of expertise. *Acad Med.* 2009;84(7):954-957. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181a843d6
54. Muijtens AM, Hoogenboom RJ, Verwijnen GM, Van Der Vleuten CP. Relative or Absolute Standards in Assessing Medical Knowledge Using Progress Tests. *Adv Health Sci Educ.* 1998;3(2):81-87. DOI: 10.1023/A:1009728423412
55. McLachlan JC. The relationship between assessment and learning. *Med Educ.* 2006;40(8):716-717. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02518.x
56. Biggs J. What the student does: teaching for enhanced learning. *High Educ Res Develop.* 1999;18(1):57-75. DOI: 10.1080/0729436990180105
57. Wass V, Van der Vleuten C, Shatzer J, Jones R. Assessment of clinical competence. *Lancet.* 2001;357(9260):945-949. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04221-5
58. Buss B, Krautter M, Moltner A, Weyrich P, Werner A, Junger J, Nikendei C. Can the 'assessment drives learning' effect be detected in clinical skills training?—implications for curriculum design and resource planning. *GMS Z Med Ausbild.* 2012;29(5):Doc70. DOI: 10.3205/zma000840
59. Remmen R, Derese A, Scherpbier A, Denekens J, Hermann I, van der Vleuten C, Van Royen P, Bossaert L. Can medical schools rely on clerkships to train students in basic clinical skills? *Med Educ.* 1999;33(8):600-605. DOI: 10.1046/j.1365-2923.1999.00467.x
60. Junger J, Schafer S, Roth C, Schellberg D, Friedman Ben-David M, Nikendei C. Effects of basic clinical skills training on objective structured clinical examination performance. *Med Educ.* 2005;39(10):1015-1020. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2005.02266.x
61. Kirkpatrick DL. Evaluation of training. In: Craig RL, Bittel LR (Hrsg). *Training and Development Handbook.* New York: McGraw Hill; 1967. S.87-112
62. Lund F, Schultz JH, Maatouk I, Krautter M, Moltner A, Werner A, Weyrich P, Jünger J, Nikendei C. Effectiveness of IV cannulation skills laboratory training and its transfer into clinical practice: a randomized, controlled trial. *PloS One.* 2012;7(3):e32831. DOI: 10.1371/journal.pone.0032831
63. Lynagh M, Burton R, Sanson-Fisher R. A systematic review of medical skills laboratory training: where to from here? *Med Educ.* 2007;41(9):879-887. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02821.x
64. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Jama.* 2011;306(9):978-988. DOI: 10.1001/jama.2011.1234

65. Cook DA, Brydges R, Hamstra SJ, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hatala R. Comparative effectiveness of technology-enhanced simulation versus other instructional methods: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*. 2012;7(5):308-320. DOI: 10.1097/SIH.0b013e3182614f95
66. McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med*. 2011;86(6):706-711. DOI: 10.1097/ACM.0b013e318217e119
67. Herrmann-Werner A, Nikendei C, Keiffenheim K, Bosse HM, Lund F, Wagner R, Celebi N, Zipfel S, Weyrich P. "Best practice" skills lab training vs. a "see one, do one" approach in undergraduate medical education: an RCT on students' long-term ability to perform procedural clinical skills. *PLoS One*. 2013;8(9):e76354. DOI: 10.1371/journal.pone.0076354
68. Weyrich P, Celebi N, Schrauth M, Moltner A, Lammerding-Koppel M, Nikendei C. Peer-assisted versus faculty staff-led skills laboratory training: a randomised controlled trial. *Med Educ*. 2009;43(2):113-120. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2008.03252.x
69. Hudson JN, Tonkin AL. Clinical skills education: outcomes of relationships between junior medical students, senior peers and simulated patients. *Med Educ*. 2008;42(9):901-908. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2008.03107.x
70. Tolsgaard MG, Gustafsson A, Rasmussen MB, Hoiby P, Muller CG, Ringsted C. Student teachers can be as good as associate professors in teaching clinical skills. *Med Teach*. 2007;29(6):553-557. DOI: 10.1080/01421590701682550
71. Yu TC, Wilson NC, Singh PP, Lemanu DP, Hawken SJ, Hill AG. Medical students-as-teachers: a systematic review of peer-assisted teaching during medical school. *Adv Med Educ Pract*. 2011;2:157-172.
72. Secomb J. A systematic review of peer teaching and learning in clinical education. *J Clin Nurs*. 2008;17(6):703-716. DOI: 10.1111/j.1365-2702.2007.01954.x
73. Ten Cate O, Durning S. Dimensions and psychology of peer teaching in medical education. *Med Teach*. 2007;29(6):546-552. DOI: 10.1080/01421590701583816
74. Lockspeiser TM, O'Sullivan P, Teherani A, Muller J. Understanding the experience of being taught by peers: the value of social and cognitive congruence. *Adv Health Sci Educ*. 2008;13(3):361-372. DOI: 10.1007/s10459-006-9049-8
75. Schmidt HG, Moust JH. What makes a tutor effective? A structural-equations modeling approach to learning in problem-based curricula. *Acad Med*. 1995;70(8):708-714. DOI: 10.1097/00001888-199508000-00015
76. Ker J, Hogg G, N M. Cost effective simulation. In: Walsh K (Hrsg). *Cost Effectiveness in Medical Education*. Abingdon: Radcliffe; 2010.
77. Zendejas B, Wang AT, Brydges R, Hamstra SJ, Cook DA. Cost: the missing outcome in simulation-based medical education research: a systematic review. *Surgery*. 2013;153(2):160-176. DOI: 10.1016/j.surg.2012.06.025
78. Brugger P, Threin M, Wolters M. *Hochschulen auf einen Blick*. Reinbeck bei Hamburg: Rowolt; 2013.
79. Meyer O. Simulators don't teach – Lernprozesse und Simulation. In: St.Pierre M, Breuer G (Hrsg). *Simulation in der Medizin*. Heidelberg: Springer Medizin; 2013. DOI: 10.1007/978-3-642-29436-5_5
80. Institute of Medicine Committee on Quality of Health Care in A. In: Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS (Hrsg). *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington (DC): National Academies Press; 2000.
81. Haluck RS, Krummel TM. Simulation and virtual reality for surgical education. *Surg Techn Int*. 1999;8:59-63.
82. Reznick M, Harter P, Krummel T. Virtual reality and simulation: training the future emergency physician. *Acad Emerg Med*. 2002;9(1):78-87. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2002.tb01172.x
83. Fischer MR, Bauer D, Mohn K. Finally finished! National Competence Based Catalogues of Learning Objectives for Undergraduate Medical Education (NKLM) and Dental Education (NKLZ) ready for trial. *GMS Z Med Ausbild*. 2015;32(3):Doc35. DOI: 10.3205/zma000977

Korrespondenzadresse:

Apl. Prof. Dr. med. C. Nikendei, MME
 Universitätsklinik Heidelberg, Abteilung für Allgemeine
 Innere Medizin und Psychosomatik, Im Neuenheimer Feld
 410, 69120 Heidelberg, Deutschland, Tel.: +49
 (0)6221/56-38663, Fax: +49 (0)6221/56-574
 christoph.nikendei@med.uni-heidelberg.de

Bitte zitieren als

Bugaj TJ, Nikendei C. *Practical Clinical Training in Skills Labs: Theory and Practice*. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc63.
 DOI: 10.3205/zma001062, URN: urn:nbn:de:0183-zma0010629

Artikel online frei zugänglich unter

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2016-33/zma001062.shtml>

Eingereicht: 28.09.2015

Überarbeitet: 15.02.2016

Angenommen: 09.05.2016

Veröffentlicht: 15.08.2016

Copyright

©2016 Bugaj 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/>.