

Mastery learning improves students skills in inserting intravenous access: a pre-post-study

Abstract

Objective: Inserting peripheral venous catheters (PVCs) has been identified as a core competency for medical students. Because the performance – even of hygienic standards – of both students and novice physicians is frequently inadequate, medical faculties must focus on competence-based learning objectives and deliberate practice, features that are combined in mastery learning. Our aim was to determine the competency of students in inserting PVCs before and after an educational intervention.

Design: This study comprised a skills assessment with pre- and post-tests of a group of third-year students who received a simulation-based intervention. A newly established curriculum involved one hour of practice at inserting PVCs on simulators. Students were required to pass a test (total 21 points, pass mark 20 points) developed on the concept of mastery learning. An unannounced follow-up test was performed one week (8 days) after the intervention.

Setting: The simulation center of the medical faculty in Muenster.

Participants: Third-year students who received the intervention.

Results: One hundred and nine complete data sets were obtained from 133 students (82.5%). Most students (97.2%) passed the test after the intervention (mean score increase from 15.56 to 20.50, $P < 0.001$). There was a significant decrease in students' performance after one week (8 days): only 74.5% of participants passed this retest (mean score reduction from 20.50 to 20.06, $P < 0.001$).

Conclusion: Mastery learning is an effective form of teaching practical skills to medical students, allowing a thorough preparation for the challenges of daily clinical practice.

Keywords: mastery learning, undergraduate medical education, peripheral venous catheter, medical students

Hendrik Friederichs¹
Britta Brouwer¹
Bernhard Marschall²
Anne Weissenstein¹

1 University of Muenster,
Studienhospital, Muenster,
Germany

2 University of Muenster,
Institute of Medical
Education – IfAS, Muenster,
Germany

Introduction

At present, the requirements of physicians are that they are scientifically and practically trained, able to practice medicine, and undertake training and continuing education independently and responsibly (http://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/BJNR240500002.html cited 4. Dezember 2012). Accordingly, the goal of undergraduate medical education is to enable future physicians to act in a competent and responsible manner. Therefore, medical education should be performed on a scientific basis and be related to medical practice as well as to patients. Despite these requirements, considerable deficits in the competence and performance of students as well as novice physicians are often noted [1], [2]. In addition, a repeated criticism is that education by medical schools is too theoretical, emphasis being primarily on the transmission of knowledge-based content [3]. In response to this criticism, a shift from purely cognitive to more competence-based

learning objectives in medical education is occurring internationally [4].

A methodology in providing competence-based education in medicine is mastery learning. First described by Bloom in 1968, this concept means that learners acquire knowledge and skills, which are measured against fixed achieved standards, the time taken to reach the required outcomes being irrelevant [5], [6]. The aim of mastery learning is to ensure that all learners reach teaching objectives with little or no outcome variance [7]. It describes a process of mastering specific learning objectives and requires clearly defined teaching aims organized into small, successively organized units; students are not only required to understand the material before moving to the next lesson [8], but to achieve a defined proficiency before proceeding [9]. Various studies in postgraduate medical education have examined the acquisition of skills involved in performing invasive procedures and proven the effectiveness of this method. Among others, there is such evidence for learning how to perform extended resuscitation [10], central venous catheter insertion [11],

lumbar puncture in infants [12] and laparoscopic techniques [13]. So far, only one study has described implementation of mastery learning in undergraduate medical education [14]. To our knowledge, the mastery learning method has never been used to teach an invasive procedure to undergraduate medical students. We have therefore conducted a study to integrate and evaluate this type of educational intervention in the medical curriculum. In this study, we implemented the concept of mastery learning in the course “Medical Skills Lab”, which took place in the simulation center of the medical faculty (Studienhospital Muenster®). The framework was insertion of peripheral venous catheters (PVCs), a core clinical skill that students need to acquire. Given that 5-7% of all PVCs have reportedly become colonized by bacteria by the time catheter material [15], [16] and PVC-associated septicemia occurs in up to 2% of all patients with PVCs [16], [17], it is not surprising that insertion and care by specially trained personnel is associated with a significant reduction in occurrence of phlebitis and infection [18], [19]. Thus, in regard to patient safety, it is desirable that medical students are able to perform this task as well as possible. The aims of our study were as follows:

Primary Outcomes

1. To assess whether mastery learning increases third-year (fifth semester) students' skills in inserting PVCs

Secondary Outcomes

1. To evaluate third-year students' skills in inserting PVCs one week (8 days) after the intervention
2. To evaluate the feasibility of integrating mastery learning permanently into the medical curriculum

Methods

Study Design

A skills assessment with pre- and post-tests of a group of third-year students was performed using a simulation-based intervention. Participants' skills in placing PVCs were assessed before and immediately after the course (on the same day) in the form of pre- and post-tests, which were part of the intervention. Follow-up tests were performed eight days after the intervention. Further, relevant data (age, number of clinical internships, and number of previously placed PVCs) were collected from participants.

Participants

From December 2012 to January 2013, the proficiency of 133 third year students at inserting PVCs was assessed before and after the intervention. The students had not received any formal training. In Germany, medical students are required to complete six years of study (12 semesters); thus, the students had already completed their preclinical stage (first two years) and entered the clinical phase of their studies. All participants gave their informed consent before the pre-test. The Ethics Commit-

tee of the Chamber of Physicians, Westfalen-Lippe, and the Medical Faculty of the Westfalian Wilhelms University, Muenster, waived requirements for an ethical approval procedure.

Outcome Measures and Measuring Instrument

The primary outcome measure was comparison of the students' test scores. All three tests (pre-test, post-test, follow-up test) had the same structure and were part of the intervention. They further served as an assessment tool in the form of a checklist, thus providing a guide for the correct insertion of PVCs. The checklist was divided into four units: preparing materials, preparation of the puncture, execution of the puncture, and finally fixation of the venous catheter. Each unit was further subcategorized into smaller, successively organized subunits (seven, four, five and five subunits, respectively). For example, subunits included retrieving gloves, disinfection of the puncture site and announcing the puncture to the patient. The structure and sequence of all units were developed in accordance with the objective structured clinical examination checklist of Juenger and Nikendei [20]. Each successfully performed sub-unit scored one point. Thus, 21 points could be scored; students passed the test once they had scored 20 points. For reasons of patient safety the pass mark in this study was defined as 20 points; thus, it was not possible to pass without correctly disinfecting the skin. After the course, the absolute passing score for the performance examination was defined by a multidisciplinary panel of eight clinical experts, who determined the minimum passing score by the Hofstee (group-based) standard setting method [21]. The panel consisted of faculty members who were certified in family medicine ($n=2$), surgery ($n=1$), orthopedics ($n=1$), internal medicine ($n=1$) and three faculty members involved in medical education. Each panelist received instructions in a standard setting. As a result, a Hofstee score of 20 points was used as the final minimum passing score.

Educational Intervention

The newly developed course consisted of one-hour practice at inserting PVCs on simulators (IV-arm, Carl Gustav Carus Management GmbH, Dresden, Germany). Students were asked to imagine caring for a real patient and to provide the imaginary patient while commenting each step of their actions. A pre-test was performed for baseline assessment. After the pre-test, the students practiced inserting PVCs in groups of two on simulators for a total of 1 hour (training period of 30 minutes per student) and the deficits noted in the pre-test were discussed. The training sessions were supported by peer-teachers (trained student tutors from higher semesters). Each tutor had received thorough instructions for about one hour and schooling on the checklist prior to the study. A post-test was performed at the end of the educational intervention. Eight days after the course, an unannounced

voluntary follow-up test was offered, allowing students to assess their skills again.

Data Processing and Analysis

Only students with complete data sets (i.e., who had participated in both pre- and post-tests) were included in the analysis. Participants who passed the pre-test on their first attempt were excluded from the study because the desired outcome measure was an increase in students' skills after the intervention, and participants who had passed the pre-test could not further improve their performance. Our primary analysis was a comparison of the mean total test scores (pre-test, post-test) and comparison of follow-up test scores. Data were analyzed with IBM Statistics SPSS 19. Descriptive means and standard deviations were calculated and other parametric tests used. Student's paired t-test was performed to compare the results of pre- and post-tests and of post- and follow-up tests. Pearson's χ^2 test was used to compare pass rates. Further, one-way ANOVA was performed in order to evaluate differences between the groups (significance level $P \leq 0.05$). We used the standard alpha-level of 0.05 for significance and a power level of 0.8. Thus, we needed a sample size of at least 27 participants to detect a medium effect size ($d=0.5$) (G*Power 3.1).

Results

Participants

In all, 133 third-year students performed the pre-test. After exclusion of 16 students who passed the pre-test on their first attempt and a further 8 whose records were incomplete, the final sample comprised 109 third-year students. Baseline characteristics of participants are described in Table 1. Of the 109 third-year students enrolled in the study, 106 completed the follow-up test.

Table 1: Participants' characteristics at baseline

	Third-year students ($n=109$)
Mean age, years	23.15 \pm 3.6
Gender, % (n)	female: 59.6 (56)
Number of clinical internships in weeks (mean)	None
Number of previously placed PVCs (%)	
0	75.2
1-5	21.1
6-10	1.8
more than 10	1.8

Primary Outcomes

Following the educational intervention, 106/109 students (97.2%) passed the test with a mean score (standard deviation) of 20.50 (0.56), whereas the mean score at baseline was 15.56 (2.44). This improvement in the students' performances is highly significant ($P < 0.001$; effect size Cohens' d 2.79). The remaining three students scored 19 points and had the opportunity to repeat the course until they passed the test after the study.

Secondary Outcomes

About one week (8 days) after the educational intervention, 106 students performed a follow-up test, in which they scored significantly less (20.06 [0.94] points) than in the previous test (post-test) (20.50 [0.56] points) ($P < 0.001$). The effect size (Cohen's d) in comparison to the mean score at baseline is 2.43. However, with the pass mark being 20 of a possible 21, three-quarters of the students (74.5%) still passed the test (20.8% of students scored 19 points, 2.8% scored 18 and 1.9% scored 17). The performance of students according to sub-units of the task is depicted in Figure 1.

Discussion

Our results show that our educational intervention significantly increased students' practical skills in inserting PVCs. After the course, the majority of students (97.2%) passed the test. However, there was a significant decrease in students' performances after one week (8 days), only 74.5% of participants passing the test after this interval (mean score reduction from 20.50 to 20.06 points). Inserting PVCs is a core clinical skill students need to possess and physicians expect them to perform this task during their clinical internships. Most patients are willing to let medical students perform even invasive procedures after simulator-training [22]. thus medical schools have the responsibility of preparing students in the best possible way. In accordance with the concept of mastery learning, our intervention focused on clearly defined goals, deliberate practice and precise outcome measures. Another advantage of this method is that, because the outcome measures are standardized, students' learning is no longer dependent on the teaching skills of tutors. Further, self-reflection is a key aspect of mastery learning, thus value was set on the active articulation of performed steps. Mastery learning allows students to learn and practice invasive diagnostic and therapeutic procedures with unprecedented frequency. This concept has become an important component of continuing education because it has been shown to improve the quality of patient care [11], [13], [23], [24]. In our opinion the key element of mastery learning of clinical skills is that learners receive individual, immediate feedback according to transparent standards, allowing them to focus on their own learning needs. It seems logical that this concept be applied to

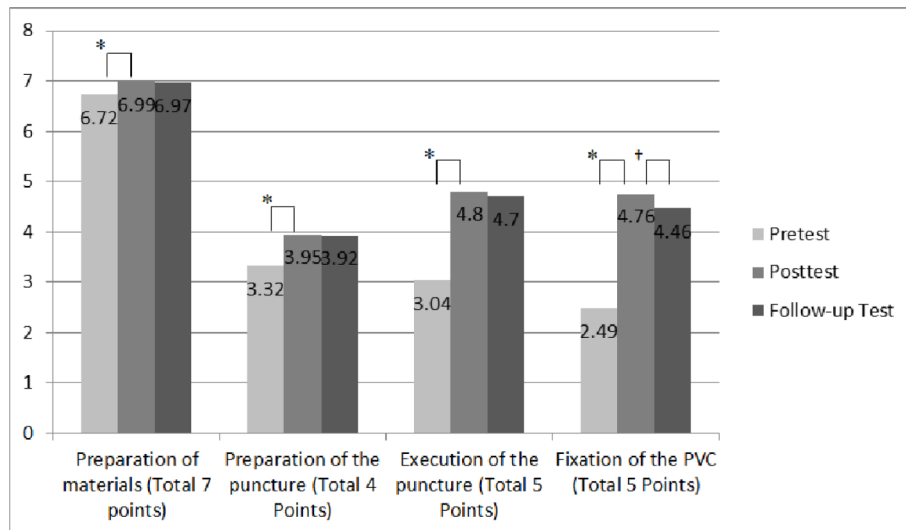


Figure 1: Performance of students according to the sub-units of the task in the pre- and post-tests (n=109) and one week (8 days) after the educational intervention (follow-up test, n=106).

*Significant differences between the pre- and post-test results for all four subunits (P<0.05).
 †Significant difference between post- and follow-up test for “fixation of the PVC” only (P<0.05).

medical education for the benefit of students and, of course, the patients treated by them.

The results of our study should be compared with the results from a review of mastery simulation-based medical education (SBME) of Cook who states that “In comparison with no intervention, mastery SBME what associated with large effects on skills (41 studies; effect size [ES] 1:29 [95% confidence interval, 1:08 to 1:50])” [9]. Our effect size showed with a value of 2.79 in the post-test and 2.43, eight days later even higher results. Due to the quality of data and analysis the evidence of a meta-analysis is of course significantly higher than the results of our study. But in a subgroup analysis of the described review only 6 trials with a total of 109 medical students were eligible. For them, the effect size was 1.2 (95% CI 0.44 to 1.95) [Attachment Digital Table 2in this publication]. We could already include 106 participants in our study.

Our study has several limitations. First, the pre- and post-tests were performed on the same day and, because of the course structure, it was not possible to blind the tutors according to pre-, post- and follow-up tests. Second, three third-year students did not pass the post-test; however, the concept of mastery learning dictates that all learners reach the learning objectives. Therefore, after the study these students had the opportunity to repeat the course until they succeeded.

How D.A. Cook in his work “If you teach them, they will learn” [25] discussed, studies describing the impact of a single specific training have only a small impact for educational research and the actual teaching. Accordingly, in future a controlled study, ideally even a RCT should be conducted to determine the effectiveness of the teaching intervention in more detail.

Despite these limitations, our study has shown that mastery learning is an effective form of teaching practical skills during the education of medical students. We hope

to further demonstrate that this teaching format could be introduced to continuing graduate education as well as undergraduate medical education. In light of the promising results of our study, both regarding the efficiency of the teaching units and the favorable feedback from students, we have integrated the concept of mastery learning into the medical curriculum on a long-term basis. Mastery learning is a valuable model that helps to prepare medical students for the challenges of daily clinical practice and thus facilitate their entry into professional life.

Authors' contributions

HF conceived of the study and participated in data acquisition, data analysis and the drafting of the manuscript. BB participated in data acquisition and data analysis. BM participated in coordination. AW participated in data analysis and helped to draft the manuscript. All authors have read and approved the final manuscript.

Author information

HF is the head of the study hospital of the medical school in Muenster and has a master's degree in Medical Education (MME). BM is the Dean of the medical faculty and head of the Institute of Medical Education and Student Affairs. AW and BB have medical degrees and work as research assistants in the study hospital.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2016-33/zma001055.shtml>

- Attachment.pdf (116 KB)
Digital Table 2

References

- Mangione S, Nieman LZ. Cardiac auscultatory skills of internal medicine and family practice trainees. A comparison of diagnostic proficiency. *JAMA*. 1997;278(9):717-722. DOI: 10.1001/jama.1997.03550090041030
- March SK, Bedynek JL, Jr., Chizner MA. Teaching cardiac auscultation: effectiveness of a patient-centered teaching conference on improving cardiac auscultatory skills. *Mayo Clin Proc*. 2005;80(11):1443-1448. DOI: 10.4065/80.11.1443
- Cooke M, Irby DM, Sullivan W, Ludmerer KM. American medical education 100 years after the Flexner report. *N Engl J Med*. 2006;355(13):1339-1344. DOI: 10.1056/NEJMra055445
- Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ*. 2006;40(3):254-262. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02394.x
- Bloom BS. Learning for mastery. *Eval Comm*. 1968;1(2):1-12.
- Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Wade LD, Feinglass J, McGaghie WC. Mastery Learning of Advanced Cardiac Life Support Skills by Internal Medicine Residents Using Simulation Technology and Deliberate Practice. *J Gen Intern Med*. 2006;21(3):251-256. DOI: 10.1111/j.1525-1497.2006.00341.x
- McGaghie WC, Siddall VJ, Mazmanian PE, Myers J. Lessons for continuing medical education from simulation research in undergraduate and graduate medical education: effectiveness of continuing medical education: American College of Chest Physicians Evidence-Based Educational Guidelines. *Chest*. 2009;135(3 Suppl):62S-68S. DOI: 10.1378/chest.08-2521
- Anderson JR. Learning and memory: An integrated approach 2nd ed ed. New York: John Wiley and Sons, Inc; 2000.
- Cook DA, Brydges R, Zendejas B, Hamstra SJ, Hatala R. Mastery learning for health professionals using technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med*. 2013;88(8):1178-1186. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31829a365d
- Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Wade LD, Feinglass J, McGaghie WC. Mastery learning of advanced cardiac life support skills by internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *J Gen Intern Med*. 2006;21(3):251-256. DOI: 10.1111/j.1525-1497.2006.00341.x
- Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, Balachandran JS, Wayne DB. Use of simulation-based mastery learning to improve the quality of central venous catheter placement in a medical intensive care unit. *J Hosp Med*. 2009;4(7):397-403. DOI: 10.1002/jhm.468
- Kessler DO, Auerbach M, Pusic M, Tunik MG, Foltin JC. A randomized trial of simulation-based deliberate practice for infant lumbar puncture skills. *Simul Healthc*. 2011;6(4):197-203. DOI: 10.1097/SIH.0b013e318216bfc1
- Zendejas B, Cook DA, Bingener J, Huebner M, Dunn WF, Sarr MG, Farley DR. Simulation-based mastery learning improves patient outcomes in laparoscopic inguinal hernia repair: a randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2011;254(3):502-209. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31822c6994
- Butter J, McGaghie WC, Cohen ER, Kaye M, Wayne DB. Simulation-based mastery learning improves cardiac auscultation skills in medical students. *J Gen Intern Med*. 2010;25(8):780-785. DOI: 10.1007/s11606-010-1309-x
- Bregenzler T, Conen D, Sakmann P, Widmer AF. Is routine replacement of peripheral intravenous catheters necessary? *Arch Intern Med*. 1998;158(2):151-156. DOI: 10.1001/archinte.158.2.151
- Fuchs PC. Indwelling intravenous polyethylene catheters: Factors influencing the risk of microbial colonization and sepsis. *JAMA*. 1971;216(9):1447-1450. DOI: 10.1001/jama.1971.03180350025005
- Ena J, Cercenado E, Martinez D, Bouza E. Cross-sectional epidemiology of phlebitis and catheter-related infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1992;13(1):15-20. DOI: 10.2307/30146963
- Miller JM, Goetz AM, Squier C, Muder RR. Reduction in nosocomial intravenous device-related bacteremias after institution of an intravenous therapy team. *J Intraven Nurs*. 1996;19(2):103-106.
- Soifer NE, Borzak S, Edlin BR, Weinstein RA. Prevention of peripheral venous catheter complications with an intravenous therapy team: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 1998;158(5):473-477. DOI: 10.1001/archinte.158.5.473
- Jünger J, Nikendei C. OSCE Prüfungsvorbereitung Innere Medizin. Stuttgart: Thieme; 2005.
- Downing SM, Tekian A, Yudkowsky R. Procedures for establishing defensible absolute passing scores on performance examinations in health professions education. *Teach Learn Med*. 2006;18(1):50-57. DOI: 10.1207/s15328015tlm1801_11
- Graber MA, Wyatt C, Kasperek L, Xu Y. Does simulator training for medical students change patient opinions and attitudes toward medical student procedures in the emergency department? *Acad Emerg Med*. 2005;12(7):635-639. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2005.tb00920.x
- Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB. Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. *Arch Intern Med*. 2009;169(15):1420-1423. DOI: 10.1001/archinternmed.2009.215
- Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O'Leary KJ, Wayne DB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med*. 2009;37(10):2697-2701. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a57bc1
- Cook DA. If you teach them, they will learn: why medical education needs comparative effectiveness research. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2012(17):305-310. DOI: 10.1007/s10459-012-9381-0

Corresponding author:

Anne Weissenstein, MD

University of Muenster, Studienhospital, Malmedyweg 17-19, D-48149 Muenster, Germany

anne.weissenstein@gmail.com

Please cite as

Friederichs H, Brouwer B, Marschall B, Weissenstein A. Mastery learning improves students skills in inserting intravenous access: a pre-post-study. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc56. DOI: 10.3205/zma001055, URN: urn:nbn:de:0183-zma0010558

This article is freely available from

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2016-33/zma001055.shtml>

Received: 2015-08-19

Revised: 2016-06-01

Accepted: 2016-07-04

Published: 2016-08-15

Copyright

©2016 Friederichs 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/>.

Mastery Learning verbessert die Fertigkeiten von Studierenden im Legen von peripheren Venenverweilkanülen: eine Prä-Post-Studie

Zusammenfassung

Hintergrund: Das Legen von peripheren Venenverweilkanülen ist als Kernkompetenz von Medizinstudierenden bestimmt worden. Da die diesbezügliche Performance – auch im Hinblick auf hygienische Standards – häufig inadäquat ist, müssen sich medizinische Fakultäten mehr auf kompetenz-basierte Lernziele und “deliberate practice” fokussieren. Diese Aspekte sind im Mastery Learning kombiniert. Unser Ziel war es, die Kompetenz im Legen von peripheren Venenverweilkanülen nach einer Lehrintervention zu messen.

Studiendesign: Diese Studie umfasst eine Vorher-Nachher-Kompetenzmessung von Studierenden im 3. Studienjahr, die eine simulations-basierte Lehrintervention erhielten. Die Studenten mussten einem Test bestehen (insgesamt 21 Punkte, Mindestpunktzahl 20 Punkte), welcher basierend auf dem Konzept der Mastery Learning entwickelt wurde. Ein unangekündigter Follow-up-Test wurde eine Woche (8 Tage) nach dem Eingriff durchgeführt.

Rahmen: Das Studienhospital der Medizinischen Fakultät Münster.

Teilnehmer: Teilnehmer waren Studierende im 3. Studienjahr.

Ergebnisse: Es konnten 109 vollständige Datensätze von 133 Studierenden (82,5%) in die Analyse einbezogen werden. Die meisten Studierenden (97,2 %) haben den Test nach der Lehrintervention bestanden (durchschnittliche Erhöhung der Gesamtpunktzahl von 15,56 auf 20,50, $P < 0,001$). Es gab eine signifikante Abnahme der Performance der Studierenden nach einer Woche (8 Tage): nur 74,5% der Teilnehmer bestanden diesen erneuten Test (mittlere Reduktion der Gesamtpunktzahl von 20,50 auf 20,06, $P < 0,001$).

Schlussfolgerung: Mastery Learning ist ein effektives Mittel um Medizinstudierenden praktische Fertigkeiten beizubringen und ermöglicht damit eine umfassende Vorbereitung auf die Herausforderungen des klinischen Alltags.

Schlüsselwörter: Mastery Learning, Medizinstudium, Venenverweilkanüle, Medizinstudenten

Einleitung

Derzeit sind die Anforderungen an Ärzte, dass sie sowohl wissenschaftlich als auch praktisch geschult sind, in der Lage sind, Medizin zu praktizieren, und ihre weitere Ausbildung selbständig und verantwortungsvoll weiterverfolgen (http://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/BJNR240500002.html zitiert am 04.12.2012). Aus diesem Grund ist das Ziel der medizinischen Ausbildung, zukünftigen Ärzten zu ermöglichen, kompetent und verantwortungsvoll zu handeln. Daher sollte die medizinische Ausbildung auf wissenschaftlicher Basis durchgeführt werden und sowohl zu Patienten als auch zu medizinischer Praxis Bezug haben. Trotz dieser Anforderungen

gibt es erhebliche Defizite in der Kompetenz und Leistung sowohl von Studenten als auch jungen Ärzten [1], [2]. Darüber hinaus besteht die wiederholte Kritik, dass die Ausbildung von medizinischen Fakultäten zu theoretisch ist, da der Schwerpunkt hier in erster Linie auf die Vermittlung von wissensbasierten Inhalten liegt [3]. Als Reaktion auf diese Kritik gibt es in der medizinischen Ausbildung international eine Verschiebung von rein kognitiven zu eher kompetenzbasierten Lernzielen [4].

Eine Methode, welche eine kompetenz-basierte Ausbildung in der Medizin ermöglicht, ist Mastery Learning. Zuerst beschrieben von Bloom im Jahr 1968, bedeutet dieses Konzept, dass die Lernenden Wissen und Fertigkeiten zu erwerben, die mit fest erreichten Standards gemessen werden [5], [6]. Dabei ist die Zeit welche erforderlich ist, um diese Ergebnisse zu erreichen, irrelevant

Hendrik Friederichs¹
Britta Brouwer¹
Bernhard Marschall²
Anne Weissenstein¹

1 Universität Münster,
Studienhospital, Münster,
Deutschland

2 Universität Münster, Institut
für Medizinische Ausbildung
– IfAS, Münster, Deutschland

[7]. Das Ziel beim Mastery Learning ist die Sicherstellung, dass alle Lernenden die Unterrichtsziele mit wenig oder keiner Varianz erreichen. Es beschreibt ein Verfahren, in dem spezifische Lernziele erreicht werden und erfordert klar definierte didaktische Zielsetzungen, welche in kleinschrittig aufeinander aufbauende Einheiten eingeteilt werden; Studenten müssen nicht nur einen Schritt verstanden haben [8], bevor sie den nächsten Schritt erreichen können, sie müssen auch ein festgelegtes Leistungsniveau erreichen, bevor sie zu der nächsten Einheit gelangen können [9]. Verschiedene Studien in der Fort- und Weiterbildung haben den Erwerb von Fertigkeiten bei der Durchführung invasiver Verfahren untersucht und die Wirksamkeit dieser Methode bestätigt. Unter anderem gibt es Nachweise für das Erlernen der Durchführung einer erweiterten Reanimation [10], das Platzieren von zentralen Venenkathetern [11], Lumbalpunktionen bei Säuglingen [12] und laparoskopische Techniken [13]. Bisher wurde nur in einer Studie die Umsetzung von Mastery Learning in der medizinischen Ausbildung beschrieben [14]. Unseres Wissens wurde in der medizinischen Ausbildung die Methode des Mastery Learning noch nie genutzt, um ein invasives Verfahren zu lehren. Wir haben daher eine Studie durchgeführt, um diese Art der Lehrintervention in das medizinische Curriculum zu implementieren und zu bewerten.

In dieser Studie integrierten wir das Konzept des Mastery Learnings in den Kurs "Medical Skills Lab", welcher im Simulationszentrum der medizinischen Fakultät stattfand (Studienhospital Münster®). Das Thema war das Legen von peripheren Venenkathetern (PVK), einer Kernkompetenz im klinischen Alltag, welche Studenten beherrschen müssen. Da Berichten zufolge 5-7% aller PVK mit Bakterien kolonisiert sind und Kathetermaterial [15], [16] und PVK-assoziierte Sepsis bei 2% aller Patienten mit PVK auftritt [16], [17], ist es nicht verwunderlich, das Legen und die Pflege durch speziell geschultes Personal mit einer signifikanten Reduktion im Auftreten von Phlebitiden und Infektionen assoziiert ist [18], [19]. Somit wäre in Bezug auf die Patientensicherheit wünschenswert, dass Medizinstudenten diese Aufgabe so gut wie möglich durchführen können. Die Ziele unserer Studie waren folgende:

Primärer Endpunkt

1. Messung der Steigerung der Fertigkeit im Legen von PVKs von Studierenden im dritten Studienjahr (5. Semester) durch Mastery Learning

Sekundäre Endpunkte

1. Messung der Fertigkeit im Legen von PVKs von Studierenden im dritten Studienjahr eine Woche (8 Tage) nach der Lehrintervention
2. Die Evaluation der Möglichkeit einer dauerhaften Implementierung von Mastery Learning in das medizinische Curriculum

Methoden

Studiendesign

Die Kompetenzmessung der Studierenden im 3. Studienjahr erfolgte im Rahmen einer simulations-basierten Lehrintervention mithilfe von Prä- und Post-Tests. Die Fertigkeiten der Teilnehmer bei der Platzierung PVK wurden vor und unmittelbar nach dem Kurs (am selben Tag) in Form von Prä und Post-Tests bewertet, die ein Teil der Intervention waren. Ein Follow-Up-Test wurde acht Tage nach der Lehrintervention durchgeführt. Ferner wurden relevante Daten (Alter, Anzahl der klinischen Praktika und die Anzahl der zuvor platzierten PVK) der Teilnehmer eruiert.

Teilnehmer

Von Dezember 2012 bis Januar 2013 wurden die Fertigkeiten von 133 Studierenden im dritten Jahr beim Einsetzen von PVK vor und nach der Intervention beurteilt. Die Studierenden hatten keine formale Ausbildung erhalten. In Deutschland dauert ein Medizinstudium 6 Jahre (12 Semester), das heißt die Studierenden hatten bereits den vorklinischen Teil ihres Studiums (die ersten 2 Jahre) abgeschlossen. Alle Teilnehmer gaben ihre informierte Zustimmung vor Beginn des Pre-Tests. Aufgrund der damaligen Bestimmungen der Ethik-Kommission der Ärztekammer Westfalen-Lippe und der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster war ein entsprechender Antrag nicht erforderlich. Ethische Grundsätze wurden beachtet.

Endpunkte and Messinstrumente

Der primäre Endpunkt war ein Vergleich der Testergebnisse der Studenten. Alle drei Tests (Pre-Test, Post-Test, Follow-Up-Test) hatten die gleiche Struktur und waren Teil der Intervention. Sie dienten zudem als Bewertungswerkzeug in Form einer Checkliste, welcher auch ein Leitfaden für das richtige Einsetzen von PVK darstellt. Die Checkliste wurde in vier Einheiten aufgeteilt: Vorbereitung der Materialien, Vorbereitung der Einstichstelle, Ausführung des Einstiches und schließlich Fixierung des Venenkatheters. Jede Einheit wurde weiter in kleinere, nacheinander organisierte Untereinheiten (jeweils sieben, vier, fünf und fünf Untereinheiten) subkategorisiert. Beispiele für Untereinheiten sind Handschuhe anziehen, Desinfektion der Einstichstelle und Ankündigung des Einstiches gegenüber dem Patienten. Die Struktur und die Reihenfolge der Einheiten wurde in Übereinstimmung mit der objektiven, strukturierten, klinischen Untersuchungs-Checkliste von Juenger und Nikendei entwickelt [20]. Für jede erfolgreich durchgeführte Untereinheit konnte ein Punkt erzielt werden. Insgesamt konnten so 21 Punkte erreicht werden; der Test galt als bestanden wenn 20 Punkte erreicht wurden. Aus Gründen der Patientensicherheit in dieser Studie wurde die Mindestpunktzahl mit 20 Punkten definiert; so war es nicht möglich den Test zu bestehen, ohne nicht die Haut adäquat des-

infiziert zu haben. Nach dem Kurs wurde in einem multidisziplinären Gremium bestehend aus acht klinischen Experten die absolute Mindestpunktzahl für das Bestehen des Tests definiert, basierend auf der Hofstee (gruppenbasiert) Standardwert-Einstellungsmethode [21]. Die Gremium bestand aus Fakultätsmitgliedern, welche der Allgemeinmedizin angehörten ($n=2$), der Chirurgie ($n=1$), der Orthopädie ($n=1$), der Inneren Medizin ($n=1$) und drei Fakultätsmitglieder waren in der medizinischen Ausbildung beteiligt. Jeder Diskussionsteilnehmer erhielt Anweisungen in einer Standard-Einstellung. Als Ergebnis wurde eine Hofstee Punktzahl von 20 Punkten als minimale Punktzahl bestimmt.

Intervention

Der neu entwickelte Kurs bestand aus einer Stunde Praxis im Legen von PVK an Simulatoren (IV-Arm, Carl Gustav Carus Management GmbH, Dresden, Deutschland). Die Studierenden wurden gebeten, so zu tun als würden sie einen richtigen Patienten behandeln, während sie die einzelnen Schritte ihres Handelns kommentierten. Ein Pre-Test wurde für die Beurteilung der Ausgangslage durchgeführt. Nach dem Pre-Test, übten die Studierenden das Legen von PVK in Zweiergruppen an Simulatoren für insgesamt 1 Stunde (Ausbildungszeit von 30 Minuten pro Studierendem) und die Defizite, welche im Pre-Test festgestellt worden waren, wurden diskutiert. Die Schulungen wurden von Peer-Lehrern (ausgebildete Tutoren aus höheren Semestern) unterstützt. Jeder Tutor erhielt vor der Studie eine gründliche Einweisung im Umfang von ca. 1 Stunde und wurde im Umgang mit der Checkliste eingewiesen.

Ein Post-Test wurde am Ende der Intervention durchgeführt. Acht Tage nach dem Kurs wurde ein unangekündigter freiwilliger Follow-Up-Test angeboten, welche den Studierenden erlaubte, ihre Fertigkeiten erneut zu beurteilen.

Datenverarbeitung und Analyse

Nur Studierende mit kompletten Datensätzen (die in sowohl Prä-Test als auch Post-Test teilgenommen haben) wurden in die Analyse einbezogen. Die Teilnehmer, die den Prä-Test bei ihrem ersten Versuch bestanden haben, wurden von der Studie ausgeschlossen, weil der zu messende Endpunkt die Steigerung der Fertigkeiten der Studenten nach der Intervention war, und die Teilnehmer, welche den Prä-Test beim ersten Durchgang bestanden hatten, konnte ihre Leistung nicht weiter verbessern. Unsere primäre Analyse war ein Vergleich der mittleren Gesamtergebnisse (Pre-Test, Post-Test) und ein Vergleich mit den Ergebnissen des Follow-Up-Tests. Die Daten wurden mit IBM SPSS Statistics 19 analysiert. Deskriptive Werte und Standardabweichungen wurden berechnet und parametrische Testverfahren wurden verwendet. Ein Student-t-Test für verbundene Stichproben wurde durchgeführt, um die Ergebnisse des Prä- und Post-Tests und des Post- und Follow-up-Tests zu vergleichen. Pear-

sons χ^2 Test wurde verwendet, um Erfolgsquoten zu vergleichen. Zudem wurde eine einfache ANOVA durchgeführt, um Unterschiede zwischen den Gruppen (Signifikanzniveau $p \leq 0,05$) herauszufinden. Wir verwendeten den Standard alpha-Wert von 0,05 als Signifikanzlevel und eine Power von 0,8. Demnach wurde eine Stichprobengröße von mindestens 27 Teilnehmern benötigt, um eine mittlere Effektgröße ($d=0,5$) ($G * Power 3.1$) zu erkennen.

Ergebnisse

Teilnehmer

Insgesamt nahmen 133 Studenten im dritten Jahr an dem Prä-Test teil. Nach Ausschluss von 16 Studenten, die den Prä-Test beim ersten Versuch bestanden haben und weiteren 8, deren Aufzeichnungen unvollständig waren, konnten die Datensätze von 109 Studenten in unsere Studie aufgenommen werden. Basischarakteristika der Teilnehmer sind in Tabelle 1 beschrieben. Von den 109 Studenten, welche in die Studie aufgenommen wurden, haben 106 an dem Follow-Up-Test teilgenommen.

Tabelle 1: Teilnehmermerkmale zu Beginn der Studie

	Studenten im dritten Jahr ($n=109$)
Durchschnittliches Alter, Jahre	23,15 \pm 3,6
Geschlecht, % (n)	weiblich: 59,6 (56)
Anzahl klinischer Praktika in Wochen (Durchschnitt)	Keine
Anzahl bisher gelegter PVK (%)	
0	75,2
1-5	21,1
6-10	1,8
mehr als 10	1,8

Primärer Endpunkt

Nach der Intervention haben 106/109 Studenten (97,2%) den Test mit einer mittleren Punktzahl (Standardabweichung) von 20,50 (0,56) bestanden, während die mittlere Punktzahl zu Beginn der Studie bei 15,56 (2,44) lag. Diese Verbesserung der Punktzahlen ist hoch signifikant ($p < 0,001$; Effektgröße Cohens 'd 2,79). Die restlichen drei Studierende erzielten 19 Punkte und hatten die Gelegenheit nach der Studie den Kurs zu wiederholen, bis sie den Test bestanden hatten.

Sekundäre Endpunkte

Etwa eine Woche (8 Tage) nach der Intervention, nahmen 106 Studenten an einem Follow-Up-Test teil, in dem sie deutlich weniger Punkte (20,06 [0,94] Punkte) als in dem

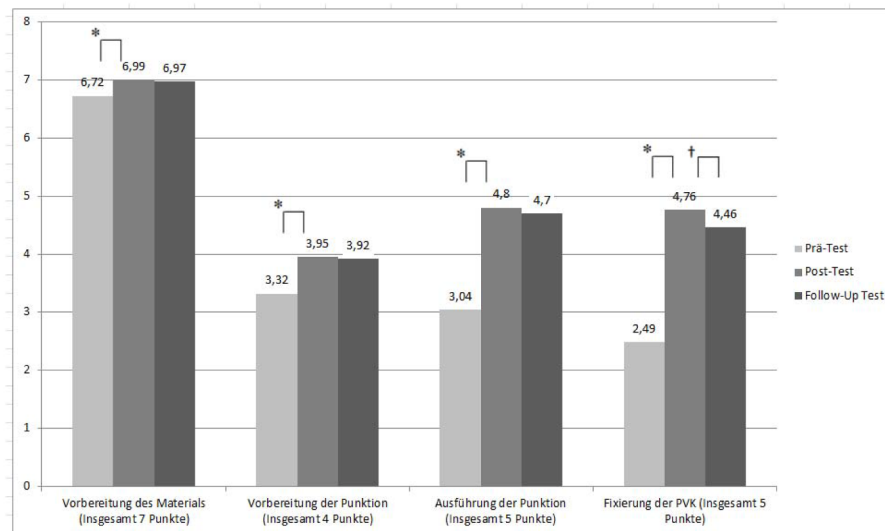


Abbildung 1: Leistung der Studenten in den Untereinheiten der Intervention in den Pre- und Post-Tests (n=109) und eine Woche (8 Tage) nach der Intervention (Follow-Up-Test, n=106).

* Signifikante Unterschiede zwischen den Pre- und Post-Testergebnissen für alle vier Untereinheiten (P<0,05).

† signifikanter Unterschied zwischen Post- und Follow-Up-Test für "Fixierung des PVC" nur (P<0,05).

vorangegangenen Test (Post-Test) (20,50 [0,56] Punkte) (P<0,001) erreichten. Die Effektgröße (Cohens d) im Vergleich zum Mittelwert der Punktzahl zu Beginn der Studie ist 2,43. Da jedoch die Bestehensgrenze bei 20 von 21 möglichen Punkten liegt, haben noch immer drei Viertel (74,5%) der Studierenden den Test bestanden (20,8% der Studierenden erzielten 19 Punkte, 2,8% erzielten 18 und 1,9% erzielten 17 Punkte). Die Leistung der Studierenden in den einzelnen Untereinheiten ist in Abbildung 1 dargestellt.

Diskussion

Unsere Ergebnisse zeigen, dass unsere Lehrintervention die praktischen Fertigkeiten der Studierenden im Legen von Venenverweilkanülen signifikant steigern konnte. Nach dem Kurs bestand die Mehrheit der Studierenden (97,2%) die Prüfung. Trotzdem gab es eine signifikante Verschlechterung der studentischen Performance nach einer Woche (8 Tage), so dass nur noch 74,5 % der Teilnehmer die Prüfung nach diesem Intervall bestanden haben (Reduktion des Durchschnitt-Scores von 20,50 auf 20,06 Punkte).

Das Legen von Venenverweilkanülen ist eine grundlegende praktische Fertigkeit, die Studierende beherrschen müssen. Die Durchführung dieser Aufgabe wird von ihnen während der Famulaturen von den betreuenden Ärzten auch erwartet [22]. Die meisten Patienten würden Studierende invasive Prozeduren nach einem Simulator-Training auch erlauben, so dass medizinische Fakultäten in der Verantwortung stehen, ihre Studierenden auf die bestmögliche Art darauf vorzubereiten. In Übereinstimmung mit dem Konzept des Mastery Learnings fokussierte sich unsere Lehrintervention auf klar definierte Lernziele, „deliberate practice“ und eine präzise Outcome-Messung. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist nämlich, dass das

Lernen der Studierenden nicht mehr von der Lehrfähigkeit ihrer Tutoren abhängig ist, da die Outcome-Messung standardisiert ist. Zudem ist Selbstreflexion ein zentraler Aspekt des Mastery Learnings, so dass viel Wert auf die aktive Artikulation der durchgeführten Schritte gelegt wurde. Mastery Learning erlaubt den Studierenden das Lernen und Üben von invasiven diagnostischen und therapeutischen Prozeduren mit vielen Wiederholungen. Dieses Konzept ist ein wichtiger Baustein in der Fortbildung von Ärzten geworden, da gezeigt werden konnte, dass es sogar die Qualität in der Krankenversorgung steigert [11], [13], [23], [24]. Unserer Meinung nach ist das Schlüsselement des Mastery Learnings von klinischen Fertigkeiten, dass die Lerner individuelles und unmittelbares Feedback nach transparenten Standards bekommen, so dass sie sich auf ihre eigenen Lernbedürfnisse fokussieren können. Es ist nur konsequent, dass dieses Konzept seine Anwendung zum Wohl der Studierenden und natürlich der von ihnen behandelten Patienten in der medizinischen Ausbildung findet.

Die Ergebnisse unserer Studie sollten mit den Ergebnissen eines Reviews zum „Simulation-based Mastery Learning“ von Cook verglichen werden, der feststellt, dass „In comparison with no intervention, mastery SBME what associated with large effects on skills (41 studies; effect size [ES] 1:29 [95% confidence interval, 1:08 to 1:50])“ [9]. Unsere Effektstärke zeigte mit einem Wert von 2,79 im Post-Test und 2,43 acht Tage später sogar noch höhere Ergebnisse. In Bezug auf die Qualität der Daten und deren Analyse ist die Evidenz einer Meta-Analyse natürlich signifikant höher zu bewerten als die Ergebnisse unserer Studie. Aber für die entsprechende Subgruppen-Analyse des beschriebenen Reviews waren nur 6 Studien mit insgesamt 109 Medizinstudierenden verfügbar. Für diese lag die Effektstärke bei 1,2 (95%-KI 0,44 bis 1,95) [Anhang: ergänzende Tabelle 2 dieser Publikation]. Wir

konnten dagegen alleine schon 106 Teilnehmer in unsere Studie einschließen.

Unsere Studie unterliegt diversen Einschränkungen. Erstens wurde der Prä- und der Post-Test am selben Tag durchgeführt und es war wegen des Kursaufbaus nicht möglich, die Prüfer bezüglich des Prä-, Post- und Follow-up-Tests zu verblinden. Zweitens gab es drei Studierende aus dem 3. Studienjahr, die den Post-Test nicht bestanden haben, obwohl das Konzept des Mastery Learnings eigentlich beinhaltet, dass alle Lerner die Lernziele erreichen sollen. Deshalb hatten diese Studierenden nach Durchführung der Studie die Möglichkeit, den Kurs bis zum Bestehen zu wiederholen.

Wie Cook in seiner Arbeit „If you teach them, they will learn“ [25] diskutiert hat, haben Studien, die den Einfluss einer einzelnen spezifischen Lehrmethode beschreiben, nur sehr geringe Relevanz für die Ausbildungsforschung und die aktuelle Lehre. Dementsprechend sollten zukünftig kontrollierte Studien, idealerweise sogar RCTs durchgeführt werden, um die Effektivität dieser Lehrintervention im Detail zu untersuchen.

Trotz dieser Einschränkungen hat unsere Studie zeigen können, dass Mastery Learning eine effektive Art der Lehre von praktischen Fertigkeiten in der Ausbildung von Medizinstudierenden ist. Wir denken, dass wir weiterhin zeigen konnten, dass dieses Lehrformat nicht nur in der Fortbildung, sondern auch in der Ausbildung einsetzbar ist. In Anbetracht der vielversprechenden Ergebnisse unserer Studie bezüglich der Effizienz der Lehrinhalte und des positiven Feedbacks der Studierenden haben wir das Mastery Learning-Konzept langfristig in das Curriculum integriert. Mastery Learning ist eine wertvolle Methode, die die Medizinstudierenden gut auf die Herausforderung der klinischen Praxis vorbereiten kann und ihnen den Einstieg ins Berufsleben erleichtert.

Beiträge der Autoren

HF plante die Studie und hat an der Datengewinnung und -analyse, sowie der Erstellung des Manuskripts mitgewirkt. BB hat an der Datengewinnung und -analyse mitgearbeitet. BM war an der Studienkoordination beteiligt. AW wirkte an der Datenanalyse sowie der Manuskripterstellung mit. Alle Autoren haben das finale Manuskript (englischsprachige Version) gelesen und freigegeben.

Autoreninformationen

HF ist ärztlicher Leiter des Studienhospitals der Medizinischen Fakultät Münster und ist Master of Medical Education (MME). BM ist Studiendekan der Medizinischen Fakultät und Geschäftsführer des Instituts für Ausbildung und Studienangelegenheiten (IfAS). AW und BB sind Ärztinnen und forschen ebenfalls im Studienhospital.

Interessenkonflikt

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

Anhänge

Verfügbar unter

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2016-33/zma001055.shtml>

1. Anhang.pdf (106 KB)
ergänzende Tabelle 2

Literatur

1. Mangione S, Nieman LZ. Cardiac auscultatory skills of internal medicine and family practice trainees. A comparison of diagnostic proficiency. *JAMA*. 1997;278(9):717-722. DOI: 10.1001/jama.1997.03550090041030
2. March SK, Bedynek JL, Jr., Chizner MA. Teaching cardiac auscultation: effectiveness of a patient-centered teaching conference on improving cardiac auscultatory skills. *Mayo Clin Proc*. 2005;80(11):1443-1448. DOI: 10.4065/80.11.1443
3. Cooke M, Irby DM, Sullivan W, Ludmerer KM. American medical education 100 years after the Flexner report. *N Engl J Med*. 2006;355(13):1339-1344. DOI: 10.1056/NEJMra055445
4. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ*. 2006;40(3):254-262. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02394.x
5. Bloom BS. Learning for mastery. *Eval Comm*. 1968;1(2):1-12.
6. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Wade LD, Feinglass J, McGaghie WC. Mastery Learning of Advanced Cardiac Life Support Skills by Internal Medicine Residents Using Simulation Technology and Deliberate Practice. *J Gen Intern Med*. 2006;21(3):251-256. DOI: 10.1111/j.1525-1497.2006.00341.x
7. McGaghie WC, Siddall VJ, Mazmanian PE, Myers J. Lessons for continuing medical education from simulation research in undergraduate and graduate medical education: effectiveness of continuing medical education: American College of Chest Physicians Evidence-Based Educational Guidelines. *Chest*. 2009;135(3 Suppl):62S-68S. DOI: 10.1378/chest.08-2521
8. Anderson JR. Learning and memory: An integrated approach 2nd ed ed. New York: John Wiley and Sons, Inc; 2000.
9. Cook DA, Brydges R, Zendejas B, Hamstra SJ, Hatala R. Mastery learning for health professionals using technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med*. 2013;88(8):1178-1186. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31829a365d
10. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Wade LD, Feinglass J, McGaghie WC. Mastery learning of advanced cardiac life support skills by internal medicine residents using simulation technology and deliberate practice. *J Gen Intern Med*. 2006;21(3):251-256. DOI: 10.1111/j.1525-1497.2006.00341.x
11. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, Balachandran JS, Wayne DB. Use of simulation-based mastery learning to improve the quality of central venous catheter placement in a medical intensive care unit. *J Hosp Med*. 2009;4(7):397-403. DOI: 10.1002/jhm.468
12. Kessler DO, Auerbach M, Pusic M, Tunik MG, Foltin JC. A randomized trial of simulation-based deliberate practice for infant lumbar puncture skills. *Simul Healthc*. 2011;6(4):197-203. DOI: 10.1097/SIH.0b013e318216bfc1

13. Zendejas B, Cook DA, Bingener J, Huebner M, Dunn WF, Sarr MG, Farley DR. Simulation-based mastery learning improves patient outcomes in laparoscopic inguinal hernia repair: a randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2011;254(3):502-209. DOI: 10.1097/SLA.0b013e31822c6994
14. Butter J, McGaghie WC, Cohen ER, Kaye M, Wayne DB. Simulation-based mastery learning improves cardiac auscultation skills in medical students. *J Gen Intern Med.* 2010;25(8):780-785. DOI: 10.1007/s11606-010-1309-x
15. Bregenzler T, Conen D, Sakmann P, Widmer AF. Is routine replacement of peripheral intravenous catheters necessary? *Arch Intern Med.* 1998;158(2):151-156. DOI: 10.1001/archinte.158.2.151
16. Fuchs PC. Indwelling intravenous polyethylene catheters: Factors influencing the risk of microbial colonization and sepsis. *JAMA.* 1971;216(9):1447-1450. DOI: 10.1001/jama.1971.03180350025005
17. Ena J, Cercenado E, Martinez D, Bouza E. Cross-sectional epidemiology of phlebitis and catheter-related infections. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1992;13(1):15-20. DOI: 10.2307/30146963
18. Miller JM, Goetz AM, Squier C, Muder RR. Reduction in nosocomial intravenous device-related bacteremias after institution of an intravenous therapy team. *J Intraven Nurs.* 1996;19(2):103-106.
19. Soifer NE, Borzak S, Edlin BR, Weinstein RA. Prevention of peripheral venous catheter complications with an intravenous therapy team: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 1998;158(5):473-477. DOI: 10.1001/archinte.158.5.473
20. Jünger J, Nikendei C. OSCE Prüfungsvorbereitung Innere Medizin. Stuttgart: Thieme; 2005.
21. Downing SM, Tekian A, Yudkowsky R. Procedures for establishing defensible absolute passing scores on performance examinations in health professions education. *Teach Learn Med.* 2006;18(1):50-57. DOI: 10.1207/s15328015tlm1801_11
22. Graber MA, Wyatt C, Kasperek L, Xu Y. Does simulator training for medical students change patient opinions and attitudes toward medical student procedures in the emergency department? *Acad Emerg Med.* 2005;12(7):635-639. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2005.tb00920.x
23. Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB. Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. *Arch Intern Med.* 2009;169(15):1420-1423. DOI: 10.1001/archinternmed.2009.215
24. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O'Leary KJ, Wayne DB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med.* 2009;37(10):2697-2701. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a57bc1
25. Cook DA. If you teach them, they will learn: why medical education needs comparative effectiveness research. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2012(17):305-310. DOI: 10.1007/s10459-012-9381-0

Korrespondenzadresse:

Anne Weissenstein, MD
 Universität Münster, Studienhospital, Malmedyweg 17-19,
 48149 Münster, Deutschland
 anne.weissenstein@gmail.com

Bitte zitieren als

Friederichs H, Brouwer B, Marschall B, Weissenstein A. Mastery learning improves students skills in inserting intravenous access: a pre-post-study. *GMS J Med Educ.* 2016;33(4):Doc56.
 DOI: 10.3205/zma001055, URN: urn:nbn:de:0183-zma0010558

Artikel online frei zugänglich unter

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2016-33/zma001055.shtml>

Eingereicht: 19.08.2015

Überarbeitet: 01.06.2016

Angenommen: 04.07.2016

Veröffentlicht: 15.08.2016

Copyright

©2016 Friederichs 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/>.