

Significant differences in written assessments as a result of a blended learning approach used in a clinical examination course in internal medicine: a randomized controlled pilot study

Abstract

Background: Taking a medical history and performing a physical examination represent basic medical skills. However, numerous national and international studies show that medical students and physicians-to-be demonstrate substantial deficiencies in the proper examination of individual organ systems.

Aim: The objective of this study was to conduct a randomized controlled pilot study to see if, in the context of a bedside clinical examination course in internal medicine, an additional app-based blended-learning strategy resulted in (a) higher satisfaction, better self-assessments by students when rating their history-taking skills (b1) and their ability to perform physical examinations (b2), as well as (c) higher multiple-choice test scores at the end of the course, when compared to a traditional teaching strategy.

Methods: Within the scope of a bedside course teaching the techniques of clinical examination, 26 students out of a total of 335 students enrolled in the 2012 summer semester and 2012/2013 winter semester were randomly assigned to two groups of the same size. Thirteen students were in an intervention group (IG) with pre- and post-material for studying via an app-based blended-learning tool, and another 13 students were in a control group (CG) with the usual pre- and post-material (handouts). The IG was given an app specifically created for the history-taking and physical exam course, an application program for smart-phones enabling them to view course material directly on the smart-phone. The CG received the same information in the form of paper-based notes. Prior to course begin, all of the students filled out a questionnaire on sociodemographic data and took a multiple-choice pretest with questions on anamnesis and physical examination. After completing the course, the students again took a multiple-choice test with questions on anamnesis and physical examination.

Results: When compared to the CG, the IG showed significantly more improvement on the multiple-choice tests after taking the clinical examination course ($p=0.022$). This improvement on the MC tests in the IG significantly correlated with the amount of time spent using the app (Spearman's $\rho=0.741$, $p=0.004$).

Conclusion: When compared to conventional teaching, an app-based blended-learning approach leads to improvement in test scores, possibly as a result of more intensive preparation for and review of the clinical examination course material.

Keywords: blended learning, course on physical examination techniques, app

Carolin Sonne¹

Hasema Persch^{1,2}

Stefanie Rosner¹

Ilka Ott¹

Ede Nagy³

Christoph Nikendei³

1 Technische Universität München, Deutsches Herzzentrum München, Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen des Erwachsenen, Munich, Germany

2 Universitätsklinikum Ulm, Innere Medizin II, Sektion Sport- und Rehabilitationsmedizin, Ulm, Germany

3 Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Allgemeine Innere Medizin und Psychosomatik, Heidelberg, Germany

1. Introduction

Proper anamnesis and physical examination of patients represent core competencies of professional medical practice. These skills are the basis for a relationship of

trust between doctor and patient and for precise diagnostics and therapy [1]. Up to 70% of suspected diagnoses are made correctly on the basis of taking a patient's medical history and physical examination [2]. The central role of bedside teaching in medical education as

a way to teach these skills is repeatedly emphasized [3], [4], [5]. However, teaching professional behavior and communication with patients [6], medical history taking, clinical examination [7], [8], and basic diagnostic and therapeutic skills to students during practical clinical electives (Famulatur) and during the final practical year of medical study is an enormous challenge.

Studies have shown clear deficiencies in fifth-year medical students in the areas of communicating with patients, taking medical histories, and properly performing physical exams of individual organ systems [9], [10], as well as in the areas of gathering information, giving medical orders, and documenting ward rounds [11]. In one of our own studies it was possible to show that structured changes such as clearly defined learning objectives, the use of course notes for teaching physical examination techniques, and briefing the lecturers led to significant improvement in the student evaluations of “preparation of the teachers”, “structure of the course”, and “self-assessed confidence in performing a physical exam” [12]. New digital learning formats can represent yet another way to improve these core bedside competencies. We have already been able to demonstrate in a study that interactive e-learning cases resulted in improved self-assessments of students regarding history-taking and examination techniques and in diagnostic and therapeutic thinking [13].

To our knowledge, there have been no previous studies on the use of app-based blended-learning approaches in bedside teaching.

The app-based blended-learning approach consists of an app specifically created for the course on anamnesis and examination techniques and an application program for smartphones enabling students to view learning content according to organ systems on their smartphones or mobile tablets and to use the topics to intensively prepare for and review the course content.

The aim of this study was to conduct a randomized controlled pilot study to see if, in the context of a clinical examination course taught at the bedside, an additional app-based blended-learning strategy resulted in (hypothesis a) higher satisfaction and better self-assessments by students when rating their history-taking skills (hypothesis b1) and their ability to perform a physical exam (hypothesis b2), as well as (hypothesis c) better multiple-choice test scores at the end of the course, when compared to a traditional teaching strategy. Also investigated was if the time spent using the app differed from the time spent using the course notes (secondary hypothesis 1) and what influence the time spent using the app or the course notes had on the MC test scores (secondary hypothesis 2).

The results of the pilot study will be initially used to improve the app-based blended-learning approach. In a subsequent main study, after the expansion of the app-based blended-learning tool to include android systems, a skills assessment of the material learned in the clinical examination course will be carried out using an OSCE

(Objective Structured Clinical Examination) to better measure students' communicative and practical skills.

2. Methods

2.1. Sample

At the Clinic for Heart and Cardiovascular Disease (Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen) at the Deutsches Herzzentrum in Munich and at Medical Clinics I, II, and III of the Klinikum rechts der Isar (university hospitals of the Technical University of Munich), a total of 335 medical students in the first year of the clinical phase of study attended the bedside clinical examination course on a total of six wards during the 2012 summer semester and the 2012/2013 winter semester. This course, which met each week for two hours, covered the following topics: cardiovascular system (**heart**), thorax (**lungs**), **abdomen**, **lymphatic system** and neoplasms. The students (group size: 3-6 participants) were taught on the different wards by trained instructors who were familiar with both the learning objectives for the clinical examination course and the study.

Due to the type of course app, the pre-requisite for participating in this study was having a specific kind of smartphone or tablet – an “iPhone” or “iPad.” After introducing the study in an email addressed to all students taking the course and encouraging participation, a total of 26 students participated in this study. These 26 students were randomly divided into two groups: an app-based blended-learning intervention group (IG) and a control group (CG) with conventional preparation materials (handouts/course notes). Both groups attended all of the course sessions.

2.2. Study design and procedure

This study involves a prospective, longitudinal, randomized controlled pilot study to compare an app-based blended-learning tool (course app) with a conventional teaching strategy (course notes). Student satisfaction, student self-assessment and written exam-based learning success represent the points of measurement.

Before the clinical examination course began, a pre-evaluation and a multiple-choice (MC) pretest with 21 MC questions on anamnesis and physical examination were administered online. In the course of the study, all of the students in the IG and CG attended the clinical examination course sessions (1xheart, 1xlungs, 1xabdomen and 1xlymphatic system). At the end of the entire course, the students submitted a final evaluation and took another MC test (21 MC questions) on anamnesis and physical examination. The study procedure is presented in figure 1. The study was approved by the Ethics Commission at the Technical University of Munich (Ethics Commission number: 5189-11).

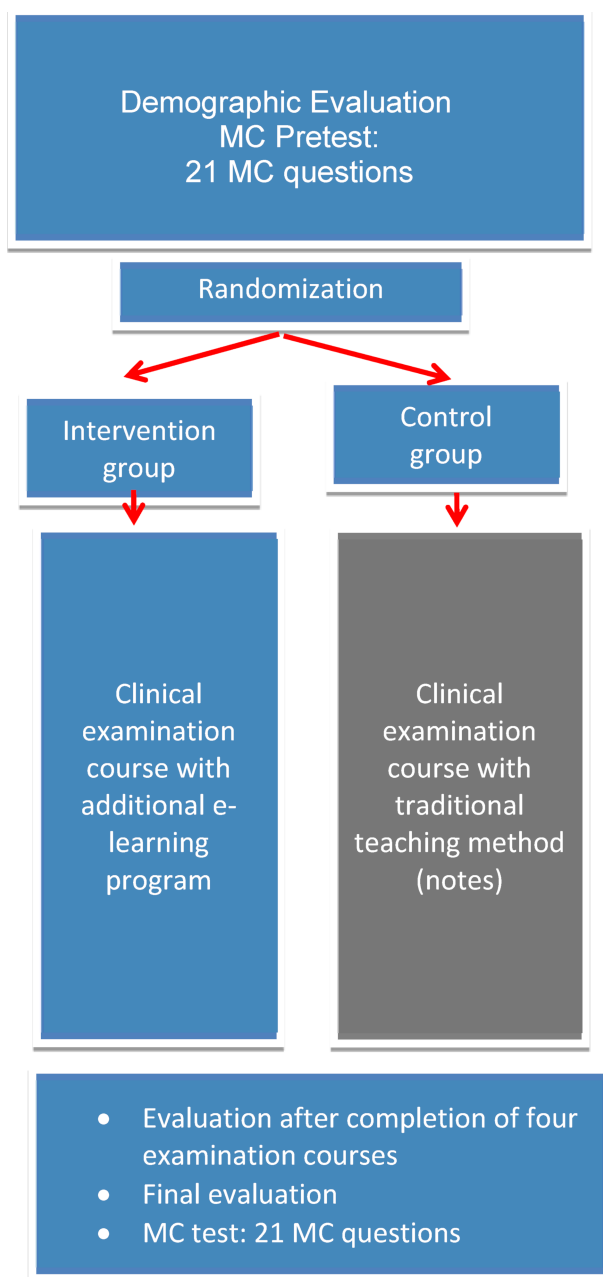


Figure 1: Study procedure

2.3. Blended-learning and conventional teaching strategies

The app-based blended-learning tool consists of an app specifically created for the anamnesis and physical examination course and an application program for smartphones enabling students to view information on their smartphones or tablets and intensively prepare for or review the topics covered in the course. The learning content pertaining to anamnesis and physical examination is presented in the app according to organ systems and explained with descriptive images. The physical examination of each organ system is divided into inspection, auscultation, palpation and interpretation of unusual findings. Use of the app is intuitive with navigation of the content by clicking on the distinctive symbols (see figure 2).

In regard to the conventional teaching approach, students received the same information in the form of course notes meant to be used to prepare for and review the material covered in the individual course sessions (see figure 3). In the clinical examination course sessions, the students were taught on each ward by trained instructors who were familiar with both the course learning objectives and the study. The instructors also encouraged the students to regularly prepare for and review courses sessions using the notes or the app depending on which group they belonged to.

2.4. Evaluation

2.4.1. Questionnaire on sociodemographic data

Information on sociodemographics, grade achieved on the preliminary medical examination (*Physikum*), intensity of digital media use for the purpose of studying, and individual learning strategies was collected on a pre-evaluation using the Sosci-Survey portal [<https://www.soscisurvey.de>] (see figure 4).

2.4.2. Evaluation of the acceptance of the app and the notes

In the final evaluation, also using Sosci-Survey, students were asked, depending on the group they had been assigned to, if the app or the notes had been helpful in preparing for the course and appealing in their design. Students were also asked if they would like to see more digital media in the future for the purpose of preparing for and reviewing the course's content. In addition, the students' self-assessments of their history-taking skills and physical examination skills after completing the course were analyzed. Students rated themselves using the conventional German academic grading scale (grades 1 to 6), whereby 1 is the highest grade and 6 the lowest.

2.4.3. MC test

The MC pretest and MC posttest (each with 21 questions) were administered before and after completing the clinical examination course using online MC tests on the Sosci-Survey portal.

A total of 42 questions on anamnesis and physical examination were randomly divided into pretests and posttests for the online MC tests. All of the MC questions, which had been specifically created based on the information contained in the notes and the app, had only one right answer and were used for the first time in this study.

2.4.4. Longitudinal evaluation of the app and note usage

After receiving weekly email reminders to use the preparation materials, students were also asked how much they had used the app or the notes to prepare for the course (minutes per week, measured as 0, approximately 10, 20, 30, 60, or ≥ 90 minutes per week).

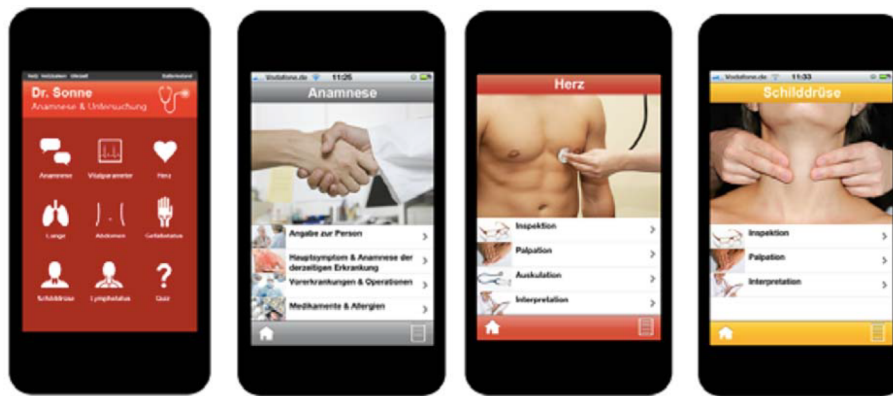


Figure 2: Clinical examination course app (excerpt)

SKRIPT ZUM KURS
SPEZIELLE UNTERSUCHUNGSTECHNIKEN
INNERE MEDIZIN



Aortenklappenstenose (AS)	Mitralklappeninsuffizienz (MI)	Mitralklappenprolaps (MKP)
- Spindelförmiges, raues Systolikum - p.m. 2. ICR rechts parasternal - Fortleitung in die Karotiden - frühsystolischer Ejektion-Klick - Pulsus parvus et tardus - evtl. leiser 2. Herzton, paradoxe Spaltung	- Sofort nach S1 - hochfrequentes, bandförmiges (Holo-)Systolikum - p.m. über der Herzspitze - Fortleitung in die Axilla	- Ein oder mehrere hochfrequente systolische Klicks - Evtl. Mitralsuffizienz-Systolikum
		

Figure 3: Notes for the clinical examination course (excerpt) – german




94% ausgefüllt

1. Herr G. wurde mit Verdacht auf dekompensierte Leberzirrhose auf die internistische Intensivstation verlegt. Welcher der folgenden Befunde der Aufnahmeuntersuchung des Patienten weist am ehesten auf eine mögliche Leberzirrhose hin?

☐ Arthralgien der Hände

☐ Extrasystolen

☐ graubraunes Hautkolorit

☐ Hyperglykämie

☐ Spider naevi

13. Bei der schematischen Darstellung des Auskultationsbefundes eines organischen Herzgeräusches im Bereich des 3. ICR links parasternal (siehe Abbildung) handelt es sich um...

(S1= 1. Herzton, S2= 2. Herzton)



☐ Mitralklappenstenose

☐ Mitralklappeninsuffizienz

☐ Aortenklappeninsuffizienz

☐ Mitralklappeninsuffizienz

☐ Pulmonalklappenstenose

3. Welche Aussage über einen Patienten mit einer akuten Nephrolithiasis und steinbedingten Harnleiterkoliken trifft nicht zu?

☐ Er verhält sich auffällig ruhig. Auf der Liege liegt er auf der Seite und hält die Beine leicht angewinkelt, um den Schmerz zu lindern.

☐ Er hat möglicherweise in der Vergangenheit schon einmal über ähnliche Schmerzen geklagt, diese hätten aber nicht so lange angehalten.

☐ Er präsentiert sich mit in die Leisten- bzw. Schamgegend ausstrahlende Schmerzen.

☐ Er präsentiert sich möglicherweise mit Schmerzen in der Flankengegend.

☐ Eine Mikrohämaturie ohne Leukozyturie erhärtet die Diagnose einer Nephrolithiasis.

Figure 4: MC test question (excerpt) – german

2.5. Data collection and anonymization

To compile the data and ensure differentiation between the two study arms, the information was at first identifiable using the students' matriculation numbers. Immediately after the second MC test (at course end) a study employee compiled the data in a table according to matriculation number. After compilation, the matriculation numbers were deleted in all of the sources and replaced by a serial study ID number. The information was fully anonymized as a result.

2.6. Statistical analysis

The sociodemographic data and the data on the evaluation of acceptance were descriptively analyzed and are shown as mean value and standard deviation. The comparison of the demographic variables (in table 1) was done for continuous variables with t tests (two-sided) for independent samples (assuming equal variances) and for dichotomous variables with Fisher's exact test (two-sided). The comparison of the two groups following the

intervention (in table 2) was done with a t test (two-sided) for independent samples.

The statistical analysis of the MC tests was done with the nonparametric Mann-Whitney U test for independent samples to compare the two groups and with a Wilcoxon signed-rank test for related samples to analyze the change in results on the MC posttest in relation to the MC pretest.

The Wilcoxon signed-rank test is a nonparametric test that shows if a difference exists in the central tendency between related samples. In contrast to the t test, the difference of sample means between the samples does not have to be normally distributed. The statistical comparison of the amount of time spent using the app or the course notes was carried out using the nonparametric Mann-Whitney U test for independent samples. The test of secondary hypothesis 2 (influence of amount of time spent using the app or notes on the MC test score) was done using Spearman's rank correlation coefficient rho (SPSS 17, SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

The level of statistical significance was defined as $\alpha=5\%$.

Table 1: Demographic data for the IG (n=13) and CG (n=13)

	IG (app group) (n=13)	CG (notes group) (n=13)	Group difference p (two-sided)
Age	25±3	24±5	p=0.471(t)
Sex (m. %)	4 (31%)	5 (39%)	p=1.000(F)
Grade on the preliminary medical exam	3.2±0.8	2.8±1.1	p=0.316(t)
Learning methods (%)			
Lecture	9 (69%)	8 (62%)	p=1.000(F)
Own notes	8 (62%)	8 (62%)	p=1.000(F)
Books	9 (69%)	10 (77%)	p=1.000(F)
Study group	2 (15%)	3 (23%)	p=1.000(F)
Old exams	11 (85%)	9 (69%)	p=0.645(F)
Case examples	4 (31%)	3 (23%)	p=1.000(F)
Case presentation	3 (23%)	3 (23%)	p=1.000(F)
Internet	4 (31%)	4 (31%)	p=1.000(F)
Basic practical knowledge (anamnesis)	12 (92%)	11 (85%)	p=1.000(F)
Basic practical knowledge (physical examination)	8 (62%)	6 (46%)	p=0.695(F)
Use of digital media before now	13 (100%)	11 (85%)	p=0.480(F)

Continuous variables: mean value +/- standard deviation
Significance calculations with (t) t test and (F) Fisher's test

Table 2: Acceptance measurement in the final evaluation IG (n=13) and CG (n=13) after completing the clinical examination course (n and % and evaluation using the German academic grading scale, 1 through 6)

	IG (app group) (n=13)	CG (notes groups) (n=13)	Group difference p (two-sided)
Use of app/notes (%)	10 (77%)	8 (62%)	p=0.673(F)
Use of app/notes: when (%):			
Preparation	9 (n=12. 75%)	6 (46%)	p=0.226(F)
During course	3 (n=12. 25%)	5 (39%)	p=0.673(F)
Review	3 (n=12. 25%)	2 (15%)	p=0.645(F)
App/notes helpful (grade 1-6)	2.4±1.7	2.7±1.1	p=0.573(t)
App/notes design (grade 1-6)	2.1±1.4	2.5±1.3	p=0.510(t)
App technical aspects (grade 1-6)	1.7±0.8		n.a.
Self-assessment, anamnesis (grade 1-6)	3.0±1.0	3.0±0.9	p=1.000(t)
Self-assessment, examination (grade 1-6)	3.3±1.0	3.4±1.0	p=0.896(t)
Overall evaluation of the course (grade 1-6)	2.0±0.7	2.0±0.8	p=1.000(t)
Digital media in the future (%)	13 (100%)	13 (100%)	p=1.000 (F)
Digital media in the future > 50% of educational material (%)	11 (84.6%)	9 (69.2%)	p=0.645 (F)

Continuous variables: mean value +/- standard deviation
Significance calculations with (t) t test and (F) Fisher's test

3. Results

3.1. Sample

Out of the 335 students attending the course on clinical examination techniques at the Clinic for Heart and Cardiovascular Disease at the Deutsches Herzzentrum München and at Medical Clinics I, II and III of the Klinikum rechts der Isar (university hospitals of the Technical University of Munich) in the 2012 summer semester and the 2012/2013 winter semester, a total of 26 students who had a specific type of smartphone or tablet – the “iPhone” or “iPad” – participated in this study (7.8%). The demographic data in table 1 shows that no significant differences existed between the groups prior to study begin.

3.2. Response rate

All 26 students (100%) filled out the online pre-evaluation with the questions about demographic characteristics and the online final evaluation with questions about the app, the course notes, and the course itself (see table 1 and table 2). The MC pretest and the MC posttest were also taken by all 26 students (100%) (see table 3).

3.3. Acceptance measurement (hypotheses a, b1 and b2)

The results of the acceptance measurement with questions about the app, the course notes, and the clinical examination course in general (hypothesis a), and of the

Table 3: Results on the MC tests in the IG (n=13) and the CG (n=13) before and after completion of the clinical examination course (points correspond to correct answers to 21 questions on the pretest and 21 questions on the posttest)

	IG (app group) (n=13)	CG (notes group) (n=13)	Significance (group difference):
MC pretest (MC test 1) – points scored	6.5±2.5	6.5±3.1	p=0.960(M)
MC posttest (MC test 2) – points scored	12.4±3.9	9.1±3.9	p=0.044(M)
Change in points (Delta MC tests)	5.9±4.6	2.6±2.6	p=0.022(M)
Significance Delta MC tests	p=0.004(W)	p=0.007(W)	

Continuous variables: mean value +/- standard deviation

Significance calculations with (M) Mann-Whitney U test and (W) Wilcoxon signed-rank test

self-assessment by the students regarding their history-taking skills (hypothesis b1) and their performance of physical exams (hypothesis b2) are presented in table 2. There were no significant differences between the groups (see table 2).

3.4. MC test scores (hypothesis c)

In both groups there was a significant improvement in the MC test scores after completing the clinical examination course (see table 3).

In contrast to the group that was given course notes, the app group showed a significantly higher improvement in the number of points scored (hypothesis c).

3.5. Longitudinal evaluation of app and note usage (secondary hypothesis 1)

The difference in amount of time (minutes/week) spent using the app in the IG (28.5±33.9) compared to the time spent using the course notes in the CG (7.7±7.3) was not significant (p=0.169).

3.6. Correlation between the IG and CG (secondary hypothesis 2)

The improvement on the MC tests in the IG correlated significantly with the amount of time spent using the app (secondary hypothesis, see figure 5).

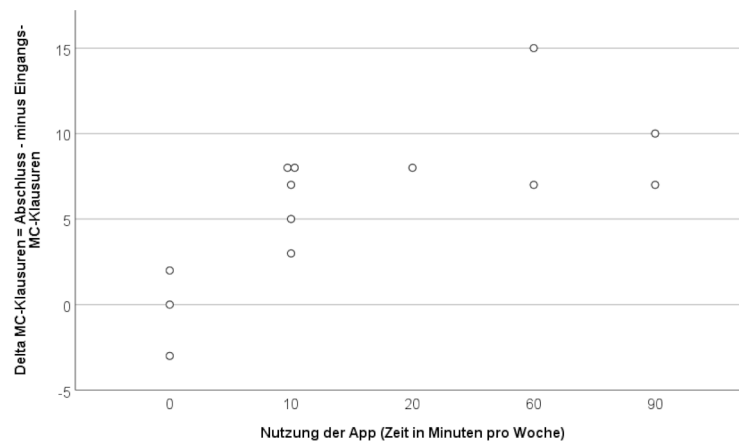
4. Discussion

The aim of this pilot study was to investigate the value of a structured improvement in teaching by means of a blended-learning strategy in a randomized comparison using a clinical examination course. The “blended-learning tool” consists of an app specifically created for a course on medical history taking and physical examination techniques and an application program for smartphones enabling students to view the course content on their phones and tablets. As part of the conventional teaching method, students were given the same information in the

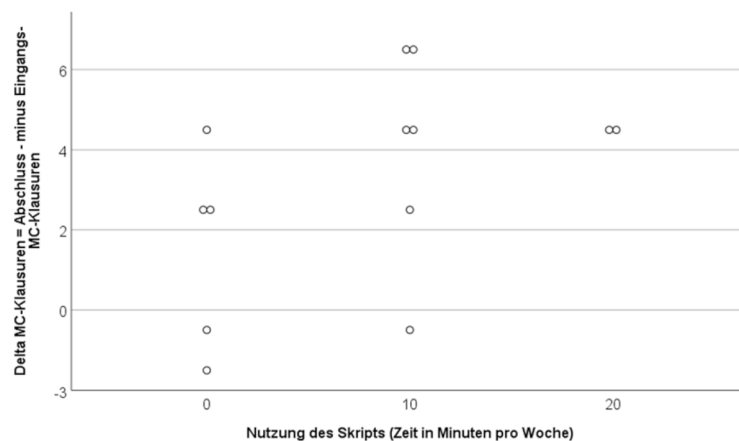
form of course notes to be used to prepare for and review course content. Both strategies resulted in a significant improvement in the scores achieved on the MC posttest in comparison to the MC pretest. However, in comparison to the conventional teaching strategy, the blended-learning strategy led to a significant improvement in the number of points scored on the MC posttest.

Despite the rapid developments in digital teaching and learning in medicine with different successful blended-learning approaches [14], [15], [16], the blended-learning method using an app to prepare for and review the clinical examination course content still remains timely and relevant as a blended-learning approach.

Comparable results to those seen here have been found by several studies looking at the integration of a blended-learning or web-based concept in different areas of medicine [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23]. In a meta-analysis, Liu et al. have already been able to show a positive learning effect in the use of blended learning in the health professions [15]; in part, it was even possible – as in the present study – to achieve a greater effectiveness than with nonblended learning methods. Although these claims must be taken conditionally due to the heterogeneity of the studies, it does appear that the concept of blended learning is at least equally effective in comparison with the traditional teaching strategies or with methods that are purely based on e-learning/online learning [15]. Avers et al. have already shown that students who learned musculoskeletal clinical examination techniques using a web-based module performed significantly better on the OSCE than the group of students who prepared using a textbook [17]. The third student group learned the examination techniques in a course setting with demonstration by a tutor. It is interesting to note that the overall result on the OSCE was comparable between the web-based group and the tutor-taught group [17]. Using a combined teaching strategy, as is the case with blended learning, the readiness to engage more deeply with the learning material was encouraged even further [24], [25]. Through the use of up-to-date, appealing and modern media, such the app used here, students were motivated to more thoroughly prepare for and review the course material [24]. This is also reflected in the sig-



A. Delta MC tests & Duration of app use: *Spearman's rho*=0.747. $p<0.001$



B. Delta MC tests & Duration of notes use: *Spearman's rho*=0.525. $p=0.065$

Figure 5: Correlations between use of the app (A) and notes (B) with the change in points scored on the MC tests

nificant correlation between the amount of time spent using the app and the change in points earned on the MC tests. We believe this could also explain the significantly higher number of points on the final MC test in the blended-learning group. A structured, high-quality e-learning approach in combination with face-to-face teaching appeared to be preferred over the sole use of e-learning or face-to-face teaching [26].

No significant difference was detected between the groups in the self-assessed ability to take a medical history or confidence to perform a physical examination (see evaluation grades). The conventional academic grades "satisfactory" on the self-assessed skills in anamnesis and physical examination after completing the entire clinical examination course, without significant difference between the two groups, showed a lack of confidence regarding very relevant skills that are central to the routine practice of medicine. Funger et al. have shown in a longitudinal course of 4 semesters a significant improvement in self-assessment regarding skills in performing physical examinations after structured changes to the

bedside courses [13]. Despite this, the self-assessment at the end was rated as "good-satisfactory" [13]. In this context, Stormann et al. demonstrated that adequate self-assessment is very difficult for medical students in their final year of study and that almost half rated their abilities to be the opposite of what they were [27]. To acquire sufficient confidence, history taking and properly performing physical examinations require repeated practical training, not only in clinical examination and bedside courses during medical education, but also in practical clinical electives (Famulatur). In addition, the OSCE (Objective Structured Clinical Examination) is more suitable than self-assessment to evaluate practical and communicative skills in history taking and physical examination [27].

Furthermore, no differences were found in the relatively high overall satisfaction of students with the clinical examination course. Thus, it can be stated that, although blended learning contributes in relevant ways to gains in theoretical learning, it cannot replace practical courses [18], [20], [26], [28]. In regard to the app's technical de-

tails, students reported satisfaction with its usability and design. There are various options for applying e-learning strategies to learn practical clinical skills. To date, different web-based methods have been used to learn physical examination techniques [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [26], [29]. However, we are not aware of any publication that refers to the use of an app. A major advantage to using apps is their availability offline. It is also possible to change and update the learning material at any time. The users can be informed of such changes or updates via push messaging. As a result, the learning content on the app is always up to date and available to the user at all times.

In our study it was also seen that a very high percentage of students in each group in 2012 were still using old exam questions to study. This strategy serves only the long outmoded idea of just learning for tests and does nothing to promote long-term retention of knowledge based on the possible contribution of test-taking to the learning process, as described by Müller et al. [30]. On the questionnaire, all students indicated they wanted to use digital media in the future to prepare for medical courses. This trend can already be seen internationally [15], [20], [23], [26], [28], [29], [31]. Blended learning has also been used in subject areas that are primarily more theoretical, such as pharmacotherapy [25]. Despite the high acceptance and the trend noted above, obstacles to developing, implementing and using such methods are also mentioned. In part, the creation of new e-learning materials has been viewed as very time consuming, above all for medical school faculty members [25]. The inclusion of a computer design expert in the implementation of e-learning materials has been suggested as a possible solution [25], [32]. On the other hand, this can lead to increased costs and the risk that specially developed e-learning tools, in part developed for studies, would not be optimized or used further, especially in German states with little funding [31]. In these cases, the optimization and widespread use of structured and established e-learning strategies would be desirable.

5. Limitations

The number of student participants is very low with a total of 26 subjects, and only students who used Apple devices were included in the study. To minimize these influencing factors, students were randomly assigned to one of two study groups. In addition, weekly emails were sent to remind students to record the time spent using the notes or app (minutes per week); however, these emails were retrospective and, as a consequence, were of less importance than the bias of personal memory. Automatic recording of app usage would be better for documenting the time factor. Also, the study measured the gain in theoretical knowledge using only the MC tests, whereas communication and practical skills were not tested. Moreover, it must be pointed out that, due to its ordinal scale, the conventional German academic grading scale is not op-

timal for self-assessment. Given the multiple comparisons, a Bonferroni correction would have been advantageous, but this was not carried out because of the study's pilot status. On the basis of the study results, an improved app-based blended-learning tool, expanded to include android devices, will be used in the planned main study and the assessment of skills acquired in the clinical examination course will be done using an OSCE to better measure communication and practical skills. Despite the continued timeliness of app-based blended-learning approaches in medical education, an expansion of the app to include interactive content, videos, and regular updates in the future is viewed as important and is planned.

6. Conclusion

Following a blended-learning approach, students achieved better test results in comparison to a conventional teaching method. The blended-learning concept could lead to more in-depth learning of skills among medical students in clinical examination or bedside courses. The students favored the increased integration of digital media in higher education such that other innovative methods should also be used.

Authors

Shared 1. authorship: C. Sonne and H. Persch.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Reilly BM. Physical examination in the care of medical inpatients: an observational study. *Lancet*. 2003;362(9390):1100-1105. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)14464-9
2. Kirch W, Schaffi C. Misdiagnosis at a university hospital in 4 medical eras. *Medicine (Baltimore)*. 1996;75(1):29-40. DOI: 10.1097/00005792-199601000-00004
3. Aldeen AZ, Gisondi MA. Bedside teaching in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2006;13(8):860-866.
4. Goldstein EA, Maclaren CF, Smith S, Mengert TJ, Maestas RR, Foy HM, Wenrich MD, Ramsey PG. Promoting fundamental clinical skills: a competency-based college approach at the University of Washington. *Acad Med*. 2005;80(5):423-433. DOI: 10.1097/00001888-200505000-00003
5. Holmboe ES. Faculty and the observation of trainees' clinical skills: problems and opportunities. *Acad Med*. 2004;79(1):16-22. DOI: 10.1097/00001888-200401000-00006
6. Deveugele M, Derese A, De Maesschalck S, Willems S, Van Driel M, De Maeseneer J. Teaching communication skills to medical students, a challenge in the curriculum? *Patient Educ Couns*. 2005;58(3):265-270. DOI: 10.1016/j.pec.2005.06.004

7. Mangione S, Nieman LZ. Pulmonary auscultatory skills during training in internal medicine and family practice. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(4 Pt 1):1119-1124. DOI: 10.1164/ajrccm.159.4.9806083
8. Vukanovic-Criley JM, Criley S, Warde CM, Boker JR, Guevara-Matheus L, Churchill WH, Nelson WP, Criley JM. Competency in cardiac examination skills in medical students, trainees, physicians, and faculty: a multicenter study. *Arch Intern Med*. 2006;166(6):610-616. DOI: 10.1001/archinte.166.6.610
9. Krautter M, Diefenbacher K, Koehl-Hackert N, Buss B, Nagelmann L, Herzog W, Jünger J, Nikendei C. Short communication: final year students' deficits in physical examination skills performance in Germany. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes*. 2015;109(1):59-61. DOI: 10.1016/j.zefq.2015.01.003
10. Krautter M, Koehl-Hackert N, Nagelmann L, Jünger J, Norcini J, Tekian A, Nikendei C. Improving ward round skills. *Med Teach*. 2014;36(9):783-788. DOI: 10.3109/0142159X.2014.909585
11. Nikendei C, Kraus B, Schrauth M, Briem S, Junger J. Ward rounds: how prepared are future doctors? *Med Teach*. 2008;30(1):88-91. DOI: 10.1080/01421590701753468
12. Sonne C, Vogelmann R, Lesevic H, Bott-Flugel L, Ott I, Seyfarth M. Significant improvement of a clinical training course in physical examination after basic structural changes in the teaching content and methods. *GMS Z Med Ausbild*. 2013;30(2):Doc21. DOI: 10.3205/zma000864
13. Fünfer SM, Lesevic H, Rosner S, Ott I, Berberat P, Nikendei C, Sonne C. Improved self- and external assessment of the clinical abilities of medical students through structured improvement measures in an internal medicine bedside course. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc59. DOI: 10.3205/zma001058
14. Kuhn S, Frankenhauser S, Tols D. Digitale Lehr- und Lernangebote in der medizinischen Ausbildung: Schon am Ziel oder noch am Anfang? [Digital learning and teaching in medical education : Already there or still at the beginning?]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2018;61(2):201-209. DOI: 10.1007/s00103-017-2673-z
15. Liu Q, Peng W, Zhang F, Hu R, Li Y, Yan W. The Effectiveness of Blended Learning in Health Professions: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2016;18(1):e2. DOI: 10.2196/jmir.4807
16. Tols D, Schöfer C, Raupach T, Kruse L, Sarikas A, Gerhardt-Szép S, Klauer G, Lemos M, Fischer MR, Eichner B, Sostmann K, Hege I. An Introduction to the Inverted/Flipped Classroom Model in Education and Advanced Training in Medicine and in the Healthcare Professions. *GMS J Med Educ*. 2016;33(3):Doc46. DOI: 10.3205/zma001045
17. Avers H, Maraschiello M, van Melle E, Day A. Evaluation of a web-based teaching module on examination of the hand. *J Rheumatol*. 2009;36(3):623-627. DOI: 10.3899/jrheum.080761
18. Back DA, Haberstroh N, Antolic A, Sostmann K, Schmidmaier G, Hoff E. Blended learning approach improves teaching in a problem-based learning environment in orthopedics - a pilot study. *BMC Med Educ*. 2014;14:17. DOI: 10.1186/1472-6920-14-17
19. Back DA, Haberstroh N, Sostmann K, et al. High efficacy and students' satisfaction after voluntary vs mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics—a follow-up study. *J Surg Educ*. 2014;71(3):353-359. DOI: 10.1016/j.jsurg.2013.11.007
20. Back DA, von Malotky J, Sostmann K, Hube R, Peters H, Hoff E. Superior Gain in Knowledge by Podcasts Versus Text-Based Learning in Teaching Orthopedics: A Randomized Controlled Trial. *J Surg Educ*. 2017;74(1):154-160. DOI: 10.1016/j.jsurg.2016.07.008
21. Barteit S, Jahn A, Bowa A, Lüders S, Malunga G, Marimo C, Wolter S, Neuhauss F. How Self-Directed e-Learning Contributes to Training for Medical Licentiate Practitioners in Zambia: Evaluation of the Pilot Phase of a Mixed-Methods Study. *JMIR Med Educ*. 2018;4(2):e10222. DOI: 10.2196/10222
22. Benjamin J, Groner J, Walton J, Noritz G, Gascon GM, Mahan JD. Learning in a Web-Based World: An Innovative Approach to Teach Physical Examination Skills in Patients with Neurodisability. *Acad Pediatr*. 2018;18(6):714-716. DOI: 10.1016/j.acap.2018.02.014
23. El-Ali A, Kamal F, Cabral CL, Squires JH. Comparison of Traditional and Web-Based Medical Student Teaching by Radiology Residents. *J Am Coll Radiol*. 2018.
24. Gormley GJ, Collins K, Boohan M, Bickle IC, Stevenson M. Is there a place for e-learning in clinical skills? A survey of undergraduate medical students' experiences and attitudes. *Med Teach*. 2009;31(1):e6-12. DOI: 10.1080/01421590802334317
25. Phillips JA, Schumacher C, Arif S. Time Spent, Workload, and Student and Faculty Perceptions in a Blended Learning Environment. *Am J Pharm Educ*. 2016;80(6):102. DOI: 10.5688/ajpe806102
26. Morton CE, Saleh SN, Smith SF, Hemani A, Ameen A, Bennie TD, Toro-Troconis M. Blended learning: how can we optimise undergraduate student engagement? *BMC Med Educ*. 2016;16:195. DOI: 10.1186/s12909-016-0716-z
27. Störmann S, Stankiewicz M, Raes P, Bechtold C, Kosanke Y, Illes G, Loose P, Angstwurm MW. How well do final year undergraduate medical students master practical clinical skills? *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc58. DOI: 10.3205/zma001057
28. Dhir SK, Verma D, Batta M, Mishra D. E-Learning in Medical Education in India. *Indian Pediatr*. 2017;54(10):871-877. DOI: 10.1007/s13312-017-1152-9
29. Potomkova J, Mihal V, Zapletalova J, Subova D. Integration of evidence-based practice in bedside teaching paediatrics supported by e-learning. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2010;154(1):83-87. DOI: 10.5507/bp.2010.014
30. Müller A, Schmidt B. Prüfungen als Lernchance: Sinn, Ziele und Formen von Hochschulprüfungen. *Z Hochschulentwickl*. 2009;4(1). DOI: 10.3217/zfhe-4-01/03
31. Barteit S, Jahn A, Banda SS, Bärnighausen T, Bowa A, Chileshe G, Guzek D, Jorge MM, Lüders S, Malunga G, Neuhauss F. E-Learning for Medical Education in Sub-Saharan Africa and Low-Resource Settings: Viewpoint. *J Med Internet Res*. 2019;21(1):e12449. DOI: 10.2196/12449
32. Bristol TJ, Zerwekh J. *Essentials of e-learning for nurse educators*. Philadelphia: F. A. Davis Company; 2011.

Corresponding author:

PD Dr. med. Carolin Sonne
Technische Universität München, Deutsches Herzzentrum München, Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen des Erwachsenen, Munich, Germany, Phone: +49 (0)178/6139340
sonnecarolin@gmail.com

Please cite as

Sonne C, Persch H, Rosner S, Ott I, Nagy E, Nikendei C. Significant differences in written assessments as a result of a blended learning approach used in a clinical examination course in internal medicine: a randomized controlled pilot study. *GMS J Med Educ*. 2021;38(2):Doc42. DOI: 10.3205/zma001438, URN: urn:nbn:de:0183-zma0014387

This article is freely available from

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2021-38/zma001438.shtml>

Received: 2019-07-30

Revised: 2020-08-14

Accepted: 2020-09-30

Published: 2021-02-15

Copyright

©2021 Sonne 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/>.

Signifikante Unterschiede in der schriftlichen Wissenskontrolle durch ein Blended-Learning-Konzept im Rahmen eines internistischen Untersuchungskurses: eine randomisiert-kontrollierte Pilotstudie

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Erhebung der Anamnese und die Durchführung körperlicher Untersuchungstechniken stellen eine grundlegende Kompetenz des ärztlichen Handelns dar. Allerdings zeigen zahlreiche nationale und internationale Studien, dass bei Medizinstudierenden und angehenden Ärzten erhebliche Defizite in der korrekten Durchführung der körperlichen Untersuchung einzelner Organsysteme vorliegen.

Zielsetzung: Ziel der vorliegenden Studie war es, in einer randomisiert-kontrollierten Pilotstudie zu überprüfen, ob im Rahmen eines internistischen Bedside-Teaching ein zusätzliches App-basiertes Blended-Learning-Konzept im Vergleich zum klassischen Lehrkonzept (a) zu einer höheren Zufriedenheit, zu einer besseren Selbsteinschätzung der Studierenden bezüglich der Anamneserhebung (b1) und der Durchführung der körperlichen Untersuchung (b2), als auch (c) zu besseren Multiple-Choice (MC)-Prüfungsergebnissen am Ende des Kurses führt.

Methodik: Im Rahmen des internistischen Untersuchungskurses / Bedside-Teaching wurden von insgesamt 335 Studierenden des Sommersemesters 2012 und des Wintersemesters 2012/2013 26 Studierende randomisiert zwei gleich großen Gruppen zugewiesen: 13 Studierende einer Interventionsgruppe (IG) mit Vor- und Nachbereitungsmaterial anhand eines App-basierten Blended-Learning-Konzepts und 13 Studierende einer Kontrollgruppe (KG) mit konventionellem Vor- und Nachbereitungsmaterial (Handout). Die IG erhielt eine auf den Anamnese- und Untersuchungskurs zugeschnittene App, ein Anwendungsprogramm für Smartphones, das es ermöglicht, Lehrmaterial für den Untersuchungskurs direkt auf dem Smartphone einzusehen. Die KG erhielt dieselben Informationen anhand von Skripten. Vor Beginn des Untersuchungskurses füllten alle Studierenden Fragebögen zu soziodemographischen Daten aus und nahmen an einer Eingangs-MC-Klausur mit MC-Fragen zur Anamnese und körperlicher Untersuchung teil. Nach Abschluss des Untersuchungskurses nahmen die Studierenden erneut an einer MC-Klausur mit MC-Fragen zu Anamnese und körperlicher Untersuchung teil.

Ergebnisse: Die IG zeigte im Vergleich zur KG eine signifikant höhere Verbesserung in den MC-Klausuren nach Durchlaufen des Untersuchungskurses ($p=0,022$). Die Verbesserung in den MC-Klausuren korrelierte in der IG signifikant mit der zeitlichen Beschäftigung mit der App (Spearman's $\rho=0,741$, $p=0,004$).

Schlussfolgerung: Ein App-basiertes Blended-Learning-Konzept führt im Vergleich zum klassischen Lehrkonzept, möglicherweise durch einer intensiveren Vor- und Nachbereitung des klinischen Untersuchungskurses, zu einer Verbesserung in den Prüfungsergebnissen.

Schlüsselwörter: Blended Learning, Untersuchungskurs, App

Carolyn Sonne¹

Hasema Persch^{1,2}

Stefanie Rosner¹

Ilka Ott¹

Ede Nagy³

Christoph Nikendei³

1 Technische Universität München, Deutsches Herzzentrum München, Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen des Erwachsenen, München, Deutschland

2 Universitätsklinikum Ulm, Innere Medizin II, Sektion Sport- und Rehabilitationsmedizin, Ulm, Deutschland

3 Universitätsklinikum Heidelberg, Klinik für Allgemeine Innere Medizin und Psychosomatik, Heidelberg, Deutschland

1. Einleitung

Die kompetente Durchführung der Anamnese und körperlichen Untersuchung von Patienten stellen Kernkompetenzen des ärztlichen Handelns dar. Diese Fertigkeiten sind die Grundlage für den Aufbau einer vertrauensvollen Patienten-Arzt-Beziehung und für eine zielgenaue Diagnostik und Behandlungsplanung [1]. Bis zu 70% der Verdachtsdiagnosen werden bereits mittels Anamnese und körperlicher Untersuchung zutreffend erhoben [2]. Die zentrale Rolle des Unterrichts am Krankenbett in der medizinischen Ausbildung zur Vermittlung dieser Fertigkeiten wird immer wieder betont [3], [4], [5]. Allerdings stellt die Vermittlung des professionellen Umgangs und Kommunikation mit dem Patienten [6], Anamneseerhebung, klinischen Untersuchung [7], [8], sowie diagnostische und therapeutische Basisfertigkeiten für Studierende in Famulaturen und auch am Ende des Studiums im Praktischen Jahr eine große Herausforderung dar.

Studien zeigten die deutlichen Defizite von Medizinstudierenden im Praktischen Jahr in den Bereichen Kommunikation mit dem Patienten, Anamnese und korrekter Durchführung der körperlichen Untersuchung einzelner Organsysteme [9], [10], sowie zudem in den Bereichen Informationsbeschaffung, ärztliche Verordnung und Dokumentation im Rahmen von ärztlichen Visiten [11]. In einer eigenen Studie konnte bereits gezeigt werden, dass strukturierte Veränderungen wie klar definierte Lernziele, Verwendung von Untersuchungskurs-Skripten und Dozentenbriefing zu einer signifikanten Verbesserung der Evaluationsnoten in den Bereichen „Vorbereitung der Dozenten“, „Struktur des Kurses“ und „selbst eingeschätzte Sicherheit beim Durchführen einer Untersuchung“ führten [12].

Neue, digitale Lernformate können hier eine zusätzliche Möglichkeit zur Verbesserung dieser zentralen Kompetenzen am Patientenbett darstellen. In einer Studie konnten wir bereits zeigen, dass interaktive E-Learning Fälle zu einer verbesserten Leistung in der Selbsteinschätzung der Studierenden im Hinblick auf Anamnese- und Untersuchungstechniken sowie diagnostisches und therapeutisches Denken führten [13].

Bisher existieren unseres Wissens keine Studien zur Verwendung von App-basierten Blended-Learning-Konzepten in Untersuchungskursen am Patientenbett.

Das App-basierte Blended-Learning-Konzept beinhaltet eine auf Anamneseerhebung und Untersuchungskurs zugeschnittene App, ein Anwendungsprogramm für Smartphones, das es den Studierenden ermöglicht, die jeweiligen Lehrinhalte nach Organsystemen strukturiert, auf Ihrem Smartphone, oder tragbarem Tablet-Computer einzusehen, und sich somit im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Untersuchungskurse intensiv mit den jeweiligen Themen zu beschäftigen.

Ziel der vorliegenden Studie war es, in einer randomisiert-kontrollierten Pilotstudie zu überprüfen, ob im Rahmen des internistischen Untersuchungskurses/Bedside-Teachings ein zusätzliches App-basiertes Blended-Learning-Konzept im Vergleich zum klassischen Lehrkonzept (Hy-

pothese a) zu einer höheren Zufriedenheit, zu einer besseren Selbsteinschätzung der Studierenden bezüglich der Anamneseerhebung (Hypothese b1) und der Durchführung der körperlichen Untersuchung (Hypothese b2), als auch (Hypothese c) zu besseren Multiple-Choice (MC)-Prüfungsergebnissen am Ende des Kurses führt. Zusätzlich sollte untersucht werden, ob sich die zeitliche Nutzung der App und der Skripten unterscheiden (Nebenhypothese 1), und welchen Einfluss die zeitliche Beschäftigung mit der App bzw. den Skripten auf das Ergebnis der MC-Klausuren hat (Nebenhypothese 2).

Die Ergebnisse der Pilotstudie sollen zunächst für einer Verbesserung des App-basierten Blended-Learning-Konzepts benutzt werden. In einer darauffolgenden Hauptstudie soll nach Erweiterung des App-basierten Blended-Learning-Konzepts auch auf Android-Systeme die Kompetenzüberprüfung des Untersuchungskurses zur besseren Abbildung der kommunikativen und praktischen Fertigkeiten mittels einer OSCE (Objective Structured Clinical Examination)-Prüfung durchgeführt werden

2. Methoden

2.1. Stichprobe

In der Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen am Deutschen Herzzentrum München sowie in der 1., 2. und 3. Medizinischen Klinik des Klinikums rechts der Isar (Kliniken der Technischen Universität München) nahmen im Sommersemester 2012 und Wintersemester 2012/2013 insgesamt 335 Studierende des 1. Jahres im klinischen Studienabschnitt am klinischen Untersuchungskurs auf insgesamt sechs Stationen teil. Die wöchentlichen zweistündigen Untersuchungskurse umfassten folgende Themengebiete: kardiovaskuläres System (**Herz**), Thorax (**Lunge**), **Abdomen**, lymphatisches System (**Lymphsystem**) und Neubildungen. Die Studierenden, Gruppengröße 3-6 Teilnehmer, wurden auf der jeweiligen Station von geschulten Dozenten betreut, die mit den Lernzielen des klinischen Untersuchungskurses und der Studie vertraut waren.

Voraussetzung für die Teilnahme an dieser Studie war aufgrund der Untersuchungskurs-App, der Besitz eines spezifischen Smartphones, dem „iPhone“, und Tablet-Computer, dem „iPad“. Nach Vorstellung der Studie in einer Email an alle Kursteilnehmer und Motivation zur Teilnahme, nahmen insgesamt 26 Studierende an dieser Studie teil. Diese 26 Studierenden wurden in eine App-basierte Blended-Learning-Interventionsgruppe (IG) und eine Kontrollgruppe (KG) mit klassischem Vorbereitungs-material (Handout/Skript) randomisiert. Beide Gruppen nahmen an allen Untersuchungskursen teil.

2.2. Studiendesign und Ablauf der Studie

Bei dieser Studie handelt es sich um eine prospektive, longitudinale randomisiert kontrollierte Pilotstudie zum Vergleich eines App-basierten Blended-Learning-Konzept

tes (Untersuchungskurs-App) mit einem klassischen Lehrkonzept (Skripten). Messpunkte stellen die Studierendenzufriedenheit, die Selbsteinschätzung und der schriftliche Lernerfolg dar.

Vor Beginn des Untersuchungskurses wurde eine Eingangsevaluation und eine Eingangs-MC-Klausur mit 21 MC-Fragen zur Anamneseerhebung und körperlichen Untersuchung online durchgeführt. Im Verlauf nahmen alle Studierenden der IG und KG an den Untersuchungskursen (1xHerz, 1xLunge, 1xAbdomen und 1xLymphsystem) teil. Am Ende des Gesamtkurses nahmen die Studierenden erneut an einer Abschlussevaluation und -MC-Klausur (21 MC-Fragen) zu Anamnese und körperlicher Untersuchung teil. Der Studienablauf ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Technischen Universität München genehmigt (Ethikkommissionsnummer: 5189-11).

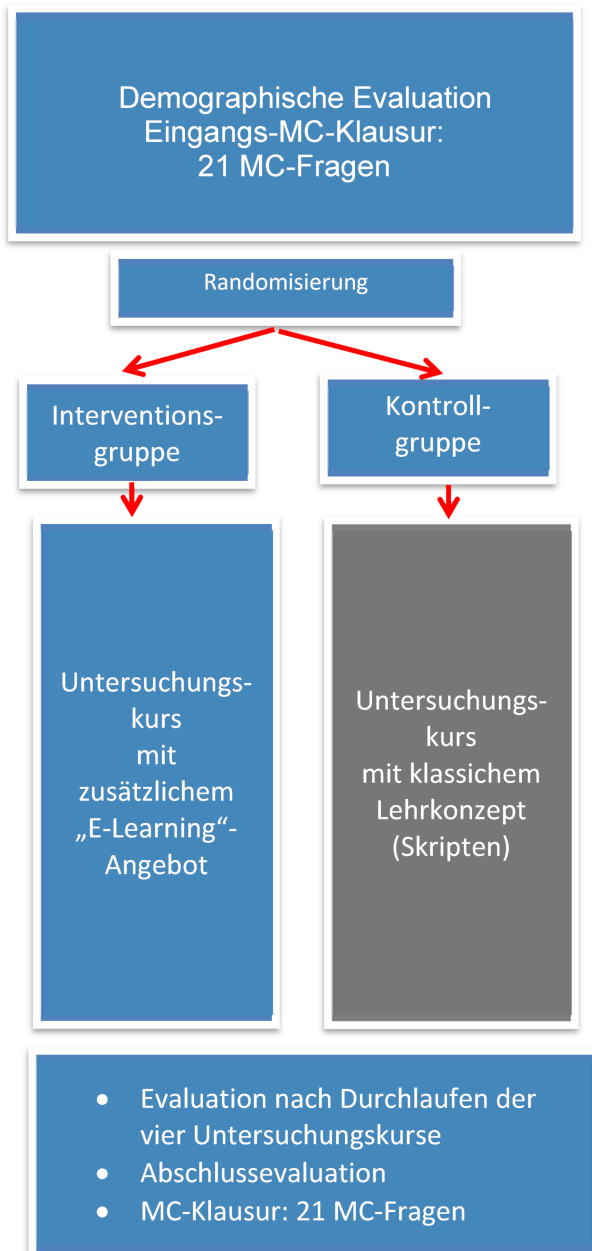


Abbildung 1: Studienablauf

2.3. Blended-Learning- und klassisches Lehrkonzept

Das App-basierte Blended-Learning-Konzept beinhaltet eine auf Anamneseerhebung und Untersuchungskurs zugeschnittene App, ein Anwendungsprogramm für Smartphones, das es den Studierenden ermöglicht, Informationen auf Ihrem Smartphone, oder tragbarem Tablet-Computer einzusehen, und sich somit im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Untersuchungskurse intensiv mit den jeweiligen Themen zu beschäftigen. Die jeweiligen Lehrinhalte für Anamnese und körperliche Untersuchung sind in der App nach Organsystemen strukturiert dargestellt und mit anschaulichen Bildern erläutert. Die körperliche Untersuchung der jeweiligen Organsysteme ist in Inspektion, Auskultation, Palpation und Interpretation von auffälligen Befunden eingeteilt. Die Handhabung der App ist intuitiv mit Erreichen der jeweiligen Lehrinhalte durch Klicken auf die anschaulichen Symbole (siehe Abbildung 2).

Im Rahmen des klassischen Lehrkonzepts erhielten die Studierenden dieselben Informationen an Hand von Skripten zur Vor- und Nachbereitung der Untersuchungskurse (siehe Abbildung 3). In den Untersuchungskursen wurden die Studierenden auf der jeweiligen Station von geschulten Dozenten betreut, die mit den Lernzielen des klinischen Untersuchungskurses und der Studie vertraut waren, und die Studierenden regelmäßig zur Vor- und Nachbereitung, je nach Gruppenzugehörigkeit mit den Skripten oder der App, anregten.

2.4. Evaluation

2.4.1. Fragebogen zu soziodemographischen Daten

In einer Eingangsevaluation wurden mit dem Portal „Sosci-Survey“ [<https://www.soscisurvey.de>], (siehe Abbildung 4) soziodemographische Daten, die erlangte Physikumsnote, die Intensität der Benutzung von elektronischen Medien im Studium und die individuellen Lernmethoden erfragt.

2.4.2. Evaluation der Akzeptanz der App und der Skripten

In der Abschlussevaluation wurden die Studierenden mit dem Portal „Sosci-Survey“ entsprechend der Gruppenzugehörigkeit befragt, ob die App oder die Skripten hilfreich bei der Kursvorbereitung und vom Design ansprechend waren. Zudem wurden sie befragt, ob sie sich in Zukunft mehr elektronische Medien zur Vor- und Nachbereitung der Kurse wünschen würden. Zusätzlich wurde die Selbsteinschätzung der Studierenden bezüglich der Fertigkeiten Anamnese und körperliche Untersuchung nach Durchlaufen des Untersuchungskurses evaluiert. Die Evaluation erfolgte mittels deutschem Schulnotensystem (Note 1 bis 6), wobei 1 die beste und 6 die schlechteste Note darstellt.

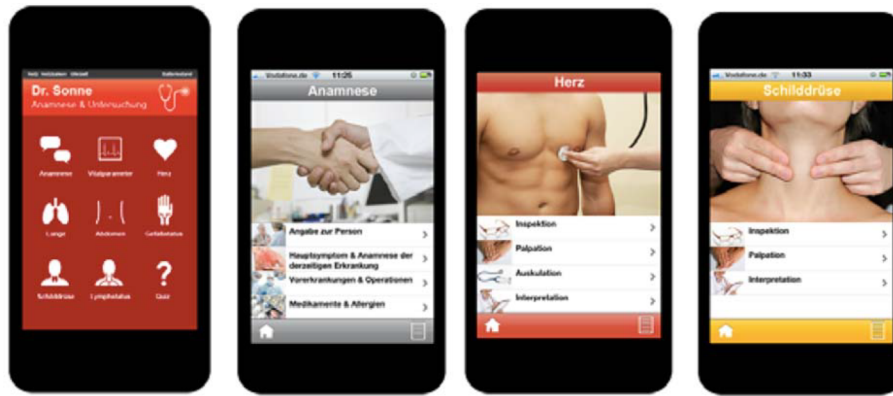


Abbildung 2: Untersuchungskurs-App (Ausschnitte)

SKRIPT ZUM KURS
SPEZIELLE UNTERSUCHUNGSTECHNIKEN
INNERE MEDIZIN

Aortenklappenstenose (AS)	Mitralklappeninsuffizienz (MI)	Mitralklappenprolaps (MKP)
• Spindelförmiges, raues Systolikum • p.m. 2. ICR rechts parasternal • Fortleitung in die Karotiden • frühsystolischer Ejektion-Klick • Pulsus parvus et tardus • evtl. leiser 2. Herzton, paradoxe Spaltung	• Sofort nach S1 • hochfrequentes, bandförmiges (Holo-)Systolikum • p.m. über der Herzspitze • Fortleitung in die Axilla	• Ein oder mehrere hochfrequente systolische Klicks • Evtl. Mitralsuffizienz-Systolikum

Abbildung 3: Skript zum Untersuchungskurs (Ausschnitte)



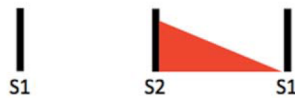
94% ausgefüllt

1. Herr G. wurde mit Verdacht auf dekompensierte Leberzirrhose auf die internistische Intensivstation verlegt. Welcher der folgenden Befunde der Aufnahmeuntersuchung des Patienten weist am ehesten auf eine mögliche Leberzirrhose hin?

- ☐ Arthralgien der Hände
- ☐ Extrasystolen
- ☐ graubraunes Hautkolorit
- ☐ Hyperglykämie
- ☐ Spider naevi

13. Bei der schematischen Darstellung des Auskultationsbefundes eines organischen Herzgeräusches im Bereich des 3. ICR links parasternal (siehe Abbildung) handelt es sich um...

(S1= 1. Herzton, S2= 2. Herzton)



- ☐ Mitralklappenstenose
- ☐ Mitralklappeninsuffizienz
- ☐ Aortenklappeninsuffizienz
- ☐ Mitralklappeninsuffizienz
- ☐ Pulmonalklappenstenose

3. Welche Aussage über einen Patienten mit einer akuten Nephrolithiasis und steinbedingten Harnleiterkoliken trifft nicht zu?

- ☐ Er verhält sich auffällig ruhig. Auf der Liege liegt er auf der Seite und hält die Beine leicht angewinkelt, um den Schmerz zu lindern.
- ☐ Er hat möglicherweise in der Vergangenheit schon einmal über ähnliche Schmerzen geklagt, diese hätten aber nicht so lange angehalten.
- ☐ Er präsentiert sich mit in die Leisten- bzw. Schamgegend ausstrahlende Schmerzen.
- ☐ Er präsentiert sich möglicherweise mit Schmerzen in der Flankengegend.
- ☐ Eine Mikrohämaturie ohne Leukozyturie erhärtet die Diagnose einer Nephrolithiasis.

Abbildung 4: MC-Klausurfragen (Ausschnitt)

2.4.3. MC-Klausur

Die MC-Eingangs- und Abschluss-MC-Klausuren (aus jeweils 21 Fragen) wurden vor Beginn und nach Durchlaufen des Untersuchungskurses mittels online-MC-Klausuren auf dem Portal „Sosci-Survey“ durchgeführt. Insgesamt 42 Fragen zu Anamnese und körperlicher Untersuchung wurden für die online-MC-Klausuren per Zufall in die Eingangs- und Abschluss-MC-Klausuren verteilt. Alle MC-Fragen waren vom Typ Einfachauswahl. Sie wurden spezifisch für den in den Skripten und der App abgebildeten Lehrinhalt des Untersuchungskurses kreiert und in dieser Studie erstmals verwendet.

2.4.4. Longitudinale Evaluation der App- und Skript-Nutzung

Zudem wurden die Studierenden, nach wöchentlicher Email-Erinnerung zur Nutzung dieser Vorbereitungsmaterialien, befragt, wieviel sie nach der eigenen Einschätzung die App oder die Skripten zur Vorbereitung auf die Untersuchungskurse verwendet hatten (Minuten/pro Woche,

eingeteilt in: 0, ca. 10, 20, 30, 60, oder ≥ 90 Minuten pro Woche).

2.5. Datenerhebung und Anonymisierung

Um die Daten nach der Erhebung zusammenzuführen, sowie eine Unterscheidung zu den beiden Studienarmen gewährleisten zu können, wurden die Angaben durch die Matrikelnummern der Studierenden identifiziert. Direkt nach Abschluss der MC-Klausur (nach dem Untersuchungskurs) wurden die erhobenen Daten anhand der Matrikelnummern durch Studienmitarbeiter in einer Tabelle zusammengeführt. Nach der Zusammenführung wurden die Matrikelnummern in allen Quellen gelöscht und durch eine fortlaufende Studien-ID-Nummer ersetzt. Hierdurch wurden die Angaben vollständig anonymisiert.

2.6. Statistische Auswertung

Die soziodemographischen Daten, sowie die Daten zur Akzeptanzevaluation wurden deskriptiv ausgewertet und sind als Mittelwert und Standardabweichung angegeben. Der Vergleich der demographischen Variablen (in Tabelle

Tabelle 1: Demographische Daten der IG (N=13) und KG (N=13)

	IG (App-Gruppe) (N=13)	KG (Skript-Gruppe) (N=13)	Gruppenunterschied p (zweiseitig)
Alter	25±3	24±5	p=0,471(t)
Geschlecht (m, %)	4 (31%)	5 (39%)	p=1,000(F)
Physikumsnote	3,2±0,8	2,8±1,1	p=0,316(t)
Lernmethoden (%)			
Vorlesung	9 (69%)	8 (62%)	p=1,000(F)
Eigene Skripten	8 (62%)	8 (62%)	p=1,000(F)
Bücher	9 (69%)	10 (77%)	p=1,000(F)
Lerngruppe	2 (15%)	3 (23%)	p=1,000(F)
Altklausuren	11 (85%)	9 (69%)	p=0,645(F)
Fallbeispiele	4 (31%)	3 (23%)	p=1,000(F)
Patientenvorstellung	3 (23%)	3 (23%)	p=1,000(F)
Internet	4 (31%)	4 (31%)	p=1,000(F)
Praktische Grundkenntnisse (Anamnese)	12 (92%)	11 (85%)	p=1,000(F)
Praktische Grundkenntnisse (Untersuchung)	8 (62%)	6 (46%)	p=0,695(F)
Verwendung elektronischer Medien bisher	13 (100%)	11 (85%)	p=0,480(F)

Kontinuierliche Variablen: Mittelwert +/- Standardabweichung, Signifikanzberechnungen mit (t) t-Test und (F) Fisher-Test

Tabelle 2: Akzeptanzmessung in der Abschlussevaluation IG (N=13) und KG (N=13) nach Durchlaufen des Untersuchungskurses (N und %, sowie Evaluation mittels deutschem Schulnotensystem, Note 1 bis 6)

	IG (App-Gruppe) (N=13)	KG (Skripten-Gruppe) (N=13)	Gruppenunterschied p (zweiseitig)
Nutzung App/Skripten (%)	10 (77%)	8 (62%)	p=0,673(F)
Nutzung App/Skripten: wann (%):			
Vorbereitung	9 (N=12,75%)	6 (46%)	p=0,226(F)
im Kurs	3 (N=12,25%)	5 (39%)	p=0,673(F)
Nachbereitung	3 (N=12,25%)	2 (15%)	p=0,645(F)
App/Skripten hilfreich (Note 1-6)	2,4±1,7	2,7±1,1	p=0,573(t)
App/Skripten Design (Note 1-6)	2,1±1,4	2,5±1,3	p=0,510(t)
App technisch (Note 1-6)	1,7±0,8		n.a.
Selbsteinschätzung Anamnese (Note 1-6)	3,0±1,0	3,0±0,9	p=1,000(t)
Selbsteinschätzung Untersuchung (Note 1-6)	3,3±1,0	3,4±1,0	p=0,896(t)
Bewertung Untersuchungskurs insgesamt (Note 1-6)	2,0±0,7	2,0±0,8	p=1,000(t)
Elektronische Medien in Zukunft (%)	13 (100%)	13 (100%)	p=1,000 (F)
Elektronische Medien in Zukunft > 50% des Lehrmaterials (%)	11 (84,6%)	9 (69,2%)	p=0,645 (F)

Kontinuierliche Variablen: Mittelwert +/- Standardabweichung, Signifikanzberechnungen mit (t) t-Test und (F) Fisher-Test

1) erfolgte für kontinuierliche Variablen mit t-Tests (zweiseitig) für unabhängige Stichproben (unter Annahme gleicher Varianzen) und für dichotome Variablen mit Fishers exaktem Test (zweiseitig). Der Vergleich der beiden Gruppen nach der Intervention (in Tabelle 2) erfolgte mit einem t-Test (zweiseitig) für unabhängige Stichproben. Die statistische Auswertung der MC-Klausuren erfolgte mit dem nicht-parametrischen Mann-Whitney U-Test für unabhängige Stichproben zum Vergleich der beiden Gruppen, sowie mit einem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für verbundene Stichproben zur Untersuchung der Veränderung der Ergebnisse der Abschluss-MC-Klausur zur Eingangs-MC-Klausur.

Der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test ist ein nicht-parametrischer Test, der überprüft, ob ein Unterschied in der

zentralen Tendenz zwischen verbundenen Stichproben besteht. Im Gegensatz zum t-Test müssen beim Wilcoxon-Test die Differenzwerte zwischen den Stichproben nicht normalverteilt sein. Der statistische Vergleich der zeitlichen Nutzung der App und der Skripten erfolgte mit dem nicht-parametrischen Mann-Whitney U-Test für unabhängige Stichproben. Die Prüfung der Nebenhypothese 2 (Einfluss der zeitlichen Beschäftigung mit der App bzw. den Skripten auf das Ergebnis der MC-Klausuren) erfolgte mit dem Spearmans Rangkorrelationskoeffizient rho (SPSS 17, SPSS Inc. Chicago, IL, USA).

Als Signifikanzniveau wurde $\alpha=5\%$ gewählt.

3. Ergebnisse

3.1. Stichprobe

Von den insgesamt 335 Studierenden des klinischen Untersuchungskurses in der Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen am Deutschen Herzzentrum München sowie in der 1., 2. und 3. Medizinischen Klinik des Klinikums rechts der Isar (Kliniken der Technischen Universität München) im Sommersemester 2012 und Wintersemester 2012/2013 nahmen insgesamt 26 Studierende im Besitz eines spezifischen Smartphones, dem „iPhone“, und Tablet-Computer, dem „iPad“ an dieser Studie teil (7,8%). Die demographischen Daten in Tabelle 1 zeigen, dass es zwischen den Gruppen keinerlei signifikanten Unterschiede vor Studienbeginn gab.

3.2. Rücklauf

Alle 26 Studierende (100%) führten die Eingangsevaluation mit Fragen zu demographischen Daten, sowie die Abschlussevaluation mit Fragen zur App, den Skripten und zum Untersuchungskurs allgemein nach Durchlaufen des Untersuchungskurses online durch (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2). Auch die Eingangs-MC-Klausur und die Abschluss-MC-Klausur wurden von allen 26 Studierenden (100%) durchgeführt (siehe Tabelle 3).

3.3. Akzeptanzmessung (Hypothesen a, b1 und b2)

Die Ergebnisse der Akzeptanzmessung mit Fragen zur App, den Skripten und zum Untersuchungskurs allgemein (Hypothese a), als auch zur Selbsteinschätzung der Studierenden bezüglich der Anamneseerhebung (Hypothese b1) und der Durchführung der körperlichen Untersuchung (Hypothese b2) sind in Tabelle 2 dargestellt. Es zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (siehe Tabelle 2).

3.4. MC-Klausurergebnisse (Hypothese c)

In beiden Gruppen zeigte sich eine signifikante Verbesserung der MC-Klausurergebnisse nach Durchlaufen der Untersuchungskurse (siehe Tabelle 3). Gegenüber der Skriptgruppe zeigte die App-Gruppe eine signifikant höhere Punktverbesserung (Hypothese c).

3.5. Longitudinale Evaluation der App- und Skript-Nutzung (Nebenhypothese 1)

Der Unterschied der zeitlichen Nutzung (in Minuten/Woche) der App in der IG ($28,5 \pm 33,9$) zur zeitlichen Nutzung der Skripten in der KG ($7,7 \pm 7,3$) war nicht signifikant ($p=0,169$).

3.6. Korrelation zwischen der IG und KG (Nebenhypothese 2)

Die Verbesserung in den MC-Klausuren in der IG korrelierte signifikant mit der zeitlichen Nutzung der App (Nebenhypothese, siehe Abbildung 5).

4. Diskussion

Ziel der vorliegenden Pilotstudie war es, am Beispiel eines klinischen Untersuchungskurses den Wert einer strukturierten Verbesserung der Lehrform durch ein Blended-Learning-Konzept im randomisierten Vergleich zu untersuchen. Das sogenannte Blended-Learning-Konzept beinhaltet eine auf den Anamnese und Untersuchungskurs zugeschnittene App, ein Anwendungsprogramm für Smartphones, das es den Studierenden ermöglichte, die spezifischen Lehrinhalte für den Kurs auf Ihrem Smartphone oder tragbarem Tablet-Computer einzusehen. Im Rahmen des klassischen Lehrkonzepts erhielten die Studierenden dieselben Informationen anhand von Skripten zur Vor- und Nachbereitung. Mit beiden Konzepten konnte eine signifikante Verbesserung der Ergebnisse in der Abschluss-MC-Klausur im Vergleich zur Eingangs-MC-Klausur erzielt werden. Das Blended-Learning-Konzept führte im Vergleich zum klassischen Lehrkonzept jedoch zu einer signifikanten Verbesserung in der erzielten Punktzahl in der Abschluss-MC-Klausur.

Trotz der rasanten Weiterentwicklung der digitalen Lehre und des digitalen Lernens in der Medizin mit verschiedenen erfolgreichen Blended-Learning-Ansätzen [14], [15], [16], bleibt die Blended-Learning-Methode mit Nutzung einer App zur Vor- und Nachbereitung auf den Untersuchungskurs als Blended-Learning-Ansatz aktuell.

Vergleichbare Ergebnisse wie in der vorliegenden Studie erzielten mehrere Studien durch die Integration eines Blended-Learning- bzw. web-basierten Konzeptes in unterschiedlichen, medizinischen Bereichen [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23]. Bereits Liu et al. konnte in seiner Meta-Analyse einen positiven Lerneffekt bei der Verwendung des Blended-Learning-Konzepts im Bereich der Gesundheitsberufe aufweisen [15]; teilweise war sogar – wie in der vorliegenden Studie – eine bessere Effektivität erzielbar als bei „non-blended“-Lehrkonzepten. Zwar sind aufgrund der Heterogenität der Studien diese Aussagen mit Vorbehalt zu werten, jedoch schien das Blended-Learning-Konzept zumindest gleich effektiv im Vergleich zu den traditionellen Lehrkonzepten bzw. zu reinen E-Learning/Online-Learning Methoden zu sein [15]. Bereits Avers et al. konnten nachweisen, dass Studierende, die anhand eines web-basierten Moduls muskulo-skelettale Untersuchungstechniken erlernten, signifikant besser in der OSCE (Objective Structured Clinical Examination)-Prüfung abschnitten als die Studierendengruppe, die sich anhand eines Lehrbuchs vorbereitete [17]. Die 3. Studierendengruppe erlernte die Untersuchungstechniken durch einen Untersuchungskurs mit Anleitung durch einen Tutor. Interessanterweise war das Gesamtergebnis in der OSCE-

Tabelle 3: Ergebnisse MC-Klausuren in der IG (N=13) und der KG (N=13) vor und nach Durchlaufen des Untersuchungskurses (Punkte entsprechen richtigen Antworten auf jeweils 21 Fragen in der Eingangs-MC-Klausur und 21 Fragen in der Abschluss-MC-Klausur)

	IG (App-Gruppe) (N=13)	KG (Skripten-Gruppe) (N=13)	Signifikanz (Gruppen- unterschied):
Eingangs-MC-Klausur (MC-Klausur 1) – erreichte Punkte	6,5±2,5	6,5±3,1	p=0,960(M)
Abschluss-MC-Klausur (MC-Klausur 2) – erreichte Punkte	12,4±3,9	9,1±3,9	p=0,044(M)
Punktveränderung (Delta MC-Klausuren)	5,9±4,6	2,6±2,6	p=0,022(M)
Signifikanz Delta MC-Klausuren	p=0,004(W)	p=0,007(W)	

Kontinuierliche Variablen: Mittelwert +/- Standardabweichung, Signifikanzberechnungen mit (M) Mann-Whitney-U-Test und (W) Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test

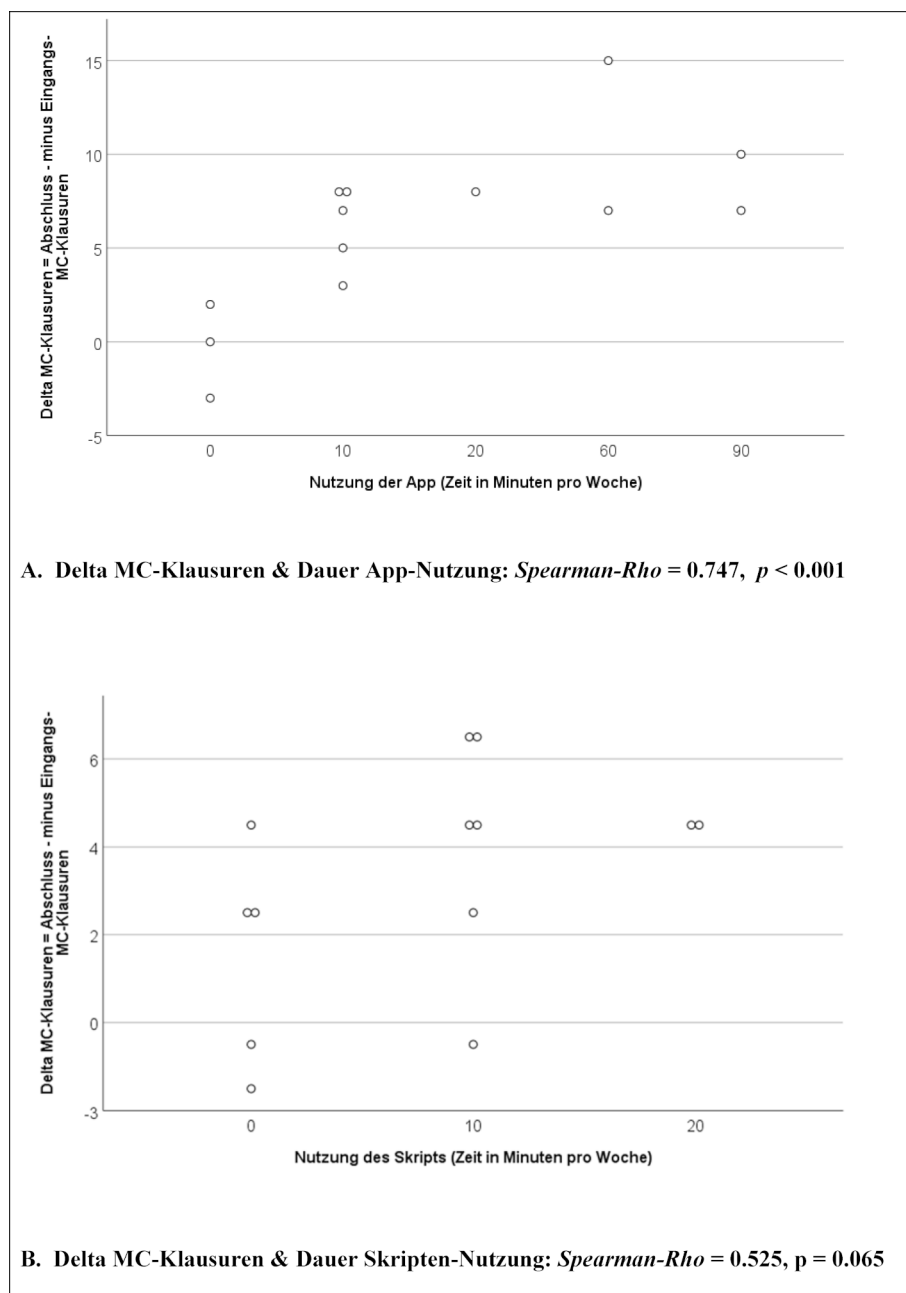


Abbildung 5: Korrelationen der App (A)- und Skript (B)-Nutzung mit der Punktveränderung in den MC-Klausuren

Prüfung zwischen der web-basierten Gruppe und der Tutor-Gruppe vergleichbar [17]. Durch ein kombiniertes Lehrkonzept, wie im „Blended-Learning“, wurde die Bereitschaft sich intensiver mit dem Lernmaterial zu beschäftigen, nochmals gefördert [24], [25]. Durch die Verwendung von aktuellen, ansprechenden, modernen Medien, wie der hier verwendeten App, konnten die Studierenden zu einer intensiveren Auf-/Nachbereitung des Kurses motiviert werden [24]. Dies spiegelt sich auch in der signifikanten Korrelation zwischen der Verwendungsdauer der App und den Punktveränderungen in den MC-Klausuren wider. Unserer Einschätzung nach könnte dies auch die signifikant höhere Punktzahl in der Abschluss-MC-Klausur in der Blended-Learning-Gruppe erklären. Ein strukturiertes und hoch qualitatives E-Learning-Konzept in Kombination mit einem „Face-to-Face“-Lehrkonzept schien der alleinigen E-Learning- bzw. „Face-to-Face“-Lehrmethode bevorzugt zu werden [26].

Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zeigte sich in den Selbsteinschätzungen der Anamnese und der Sicherheit beim Durchführen einer Untersuchung (s. Evaluationsnoten). Die Schulnoten „befriedigend“ zur Selbsteinschätzung von Anamnese und körperlicher Untersuchung nach Durchlaufen des gesamten Untersuchungskurses ohne signifikanten Unterschied in beiden Gruppen zeigten Unsicherheiten zu sehr relevanten und im medizinischen Alltag zentralen Fertigkeiten. Bereits Fänger et al. konnten im longitudinalen Verlauf von 4 Semestern eine signifikante Verbesserung der Selbsteinschätzung bezüglich der Fertigkeiten der körperlichen Untersuchung durch strukturierte Veränderungsmaßnahmen in den Bedside-Kursen aufzeigen [13]. Dennoch wurde die Selbsteinschätzung am Ende als „gut-befriedigend“ bewertet [13]. In diesem Kontext konnte Störmann et al. nachweisen, dass die adäquate Selbsteinschätzung für Medizinstudierende im Praktischen Jahr sehr schwierig war und fast die Hälfte ihre Leistungsfähigkeit verkehrt einschätzte [27]. Die Fertigkeiten Anamnese und körperlicher Untersuchung bedürfen daher wiederholtem praktischem Training, sowohl in Untersuchungs- und Bedside-Kursen im Studium, als auch in Famulaturen, um ausreichende Sicherheit zu erwerben. Zudem ist die OSCE (Objective Structured Clinical Examination)-Prüfung zur Evaluation der praktischen und kommunikativen Kompetenzen Anamnese und Durchführen einer körperlichen Untersuchung geeigneter als die Selbsteinschätzung [27].

Weiterhin zeigten sich keine Unterschiede in der relativ hohen Zufriedenheit der Studierenden mit dem Untersuchungskurs insgesamt. Somit konnte Blended-Learning zwar relevant zum theoretischen Lernerfolg beitragen, aber praktische Kurse keinesfalls ersetzen [18], [20], [26], [28]. Bezüglich der technischen Details der App zeigten sich die Studierenden zufrieden mit der Handhabung der App und dem Design. Es gibt verschiedene Möglichkeiten die E-Learning Konzepte für das Erlernen von klinischen/praktischen Fertigkeiten zu verwenden. Bisher fanden verschiedene webbasierte Methoden Anwendung zur Erlernung von Untersuchungstechniken

[17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [26], [29]. Es ist uns jedoch keine Veröffentlichung bekannt, die hierzu eine App verwendet hätte. Ein großer Vorteil bei der Verwendung von Apps ist die offline Verfügbarkeit. Zudem können Änderungen und Aktualisierungen von Lerninhalten zu jeder Zeit angepasst werden. Der Verwender/Abonnent wird dann entsprechend über Push-Benachrichtigungen darüber informiert. Somit ist der Lerninhalt stets auf dem aktuellsten Stand und für den Verwender jederzeit verfügbar.

In unserer Studie zeigte sich zudem, dass ein sehr hoher Prozentsatz an Studierenden beider Gruppen im Jahr 2012 noch anhand von Altfragen lernt. Dies dient lediglich dem längst überholten didaktischen Prinzip des ausschließlichen Lernens für Prüfungen, jedoch nicht der langfristigen Wissensretention durch den möglichen Beitrag zum Lernprozess durch Prüfungen, wie von Müller et al. beschrieben [30]. In der Befragung gaben alle Studierende an, in Zukunft elektronische Medien zur Vorbereitung auf medizinische Kurse nutzen zu wollen. Dieser Trend lässt sich bereits international erkennen [15], [20], [23], [26], [28], [29], [31]. Das Blended-Learning-Konzept fand auch im Bereich der primär eher theoretisch zu vermittelnden Felder, wie z.B. der Pharmakotherapie Anwendung [25]. Trotz der hohen Akzeptanz und dem oben benannten Trend, sind auch Hürden in der Entwicklung, Implementierung und Anwendung solcher Methoden zu benennen. Teilweise wurde hierbei die Erstellung von neuen E-Learning-Materialien als sehr zeitaufwendig, v. a. für die Fakultätsmitglieder angesehen [25]. Als Lösungsmöglichkeit wurde bei der Implementierung von E-Learning-Materialien auch das Hinzuziehen eines Design-IT-Experten vorgeschlagen [25], [32]. Andererseits kann dies auch zu erhöhten Kosten führen und die teilweise für Studien entwickelten E-Learning-Formate werden nicht weiter optimiert oder weiterverwendet, insbesondere in Ländern mit geringen finanziellen Mitteln [31]. Hier wäre die Optimierung und weitflächige Nutzung von strukturierten und etablierten E-Learning-Konzepten wünschenswert.

5. Limitationen der Studie

Die Anzahl der Studienteilnehmer ist mit insgesamt 26 Probanden gering und es wurden nur Studierende eingeschlossen, die Apple-User waren. Um diese Einflussfaktoren zu minimieren, erfolgte eine Randomisierung in die beiden Studiengruppen. Zudem wurde zur Erfassung der zeitlichen Nutzung der Skripten, sowie der App, zwar wöchentlich mit Emails erinnert (Minuten/pro Woche), dies ist jedoch weiterhin retrospektiv und dadurch dem Bias der persönlichen Erinnerung unterlegen. Besser zur Erhebung des zeitlichen Faktors wäre eine automatische Erfassung bei Nutzung der App. Zudem wurde in dieser Studie mittels MC-Klausuren rein der Wissenszuwachs geprüft, wohingegen kommunikative und praktische Fertigkeiten nicht geprüft wurden. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass die Schulnotenskala aufgrund der Ordinalskalierung nicht optimal für die Beschreibung der

Selbsteinschätzung ist. Aufgrund der multiplen Testung wäre zudem eine Korrektur nach Bonferroni vorteilhaft gewesen, eine solche wurde jedoch aufgrund des Pilotcharakters der Studie nicht durchgeführt. In der geplanten Hauptstudie soll ein anhand dieser Studienergebnisse verbessertes App-basiertes Blended-Learning-Konzept mit Erweiterung auch auf Android-Systeme angewendet werden und die Kompetenzüberprüfung des Untersuchungskurses zur besseren Abbildung der kommunikativen und praktischen Fertigkeiten mittels einer OSCE (Objective Structured Clinical Examination)-Prüfung durchgeführt werden. Trotz der weiterhin bestehenden Aktualität eines App-basierten Blended-Learning-Ansatzes in der medizinischen Ausbildung ist eine Erweiterung der App mit interaktivem Inhalt und Videos und auch zukünftig ein regelmäßiges Update der App sinnvoll und geplant.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen des Blended-Learning-Konzepts ließen sich bessere Prüfungsergebnisse im Vergleich zum klassischen Lehrkonzept erzielen. Das Blended-Learning-Konzept könnte bei Medizinstudierenden die erlernten Fertigkeiten im Rahmen von Untersuchungskursen oder Bedside-Kursen vertiefen. Die Studierenden befürworteten die vermehrte Integration von elektronischen Medien auch im Studium, so dass hier weitere innovative Verfahren Verwendung finden sollten.

Anmerkung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird ausschließlich der männliche Genus verwendet, auch wenn jeweils weibliche und männliche Personen gemeint sind.

Autoren

Geteilte 1. Autorenschaft: C. Sonne und H. Persch

Interessenkonflikt

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

Literatur

1. Reilly BM. Physical examination in the care of medical inpatients: an observational study. *Lancet*. 2003;362(9390):1100-1105. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)14464-9
2. Kirch W, Schafii C. Misdiagnosis at a university hospital in 4 medical eras. *Medicine (Baltimore)*. 1996;75(1):29-40. DOI: 10.1097/00005792-199601000-00004
3. Aldeen AZ, Gisondi MA. Bedside teaching in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2006;13(8):860-866.
4. Goldstein EA, Maclaren CF, Smith S, Mengert TJ, Maestas RR, Foy HM, Wenrich MD, Ramsey PG. Promoting fundamental clinical skills: a competency-based college approach at the University of Washington. *Acad Med*. 2005;80(5):423-433. DOI: 10.1097/00001888-200505000-00003
5. Holmboe ES. Faculty and the observation of trainees' clinical skills: problems and opportunities. *Acad Med*. 2004;79(1):16-22. DOI: 10.1097/00001888-200401000-00006
6. Deveugele M, Derese A, De Maesschalck S, Willems S, Van Driel M, De Maeseneer J. Teaching communication skills to medical students, a challenge in the curriculum? *Patient Educ Couns*. 2005;58(3):265-270. DOI: 10.1016/j.pec.2005.06.004
7. Mangione S, Nieman LZ. Pulmonary auscultatory skills during training in internal medicine and family practice. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(4 Pt 1):1119-1124. DOI: 10.1164/ajrccm.159.4.9806083
8. Vukanovic-Criley JM, Criley S, Warde CM, Boker JR, Guevara-Matheus L, Churchill WH, Nelson WP, Criley JM. Competency in cardiac examination skills in medical students, trainees, physicians, and faculty: a multicenter study. *Arch Intern Med*. 2006;166(6):610-616. DOI: 10.1001/archinte.166.6.610
9. Krautter M, Diefenbacher K, Koehl-Hackert N, Buss B, Nagelmann L, Herzog W, Jünger J, Nikendei C. Short communication: final year students' deficits in physical examination skills performance in Germany. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhwes*. 2015;109(1):59-61. DOI: 10.1016/j.zefq.2015.01.003
10. Krautter M, Koehl-Hackert N, Nagelmann L, Jünger J, Norcini J, Tekian A, Nikendei C. Improving ward round skills. *Med Teach*. 2014;36(9):783-788. DOI: 10.3109/0142159X.2014.909585
11. Nikendei C, Kraus B, Schrauth M, Briem S, Junger J. Ward rounds: how prepared are future doctors? *Med Teach*. 2008;30(1):88-91. DOI: 10.1080/01421590701753468
12. Sonne C, Vogelmann R, Lesevic H, Bott-Flugel L, Ott I, Seyfarth M. Significant improvement of a clinical training course in physical examination after basic structural changes in the teaching content and methods. *GMS Z Med Ausbild*. 2013;30(2):Doc21. DOI: 10.3205/zma000864
13. Fünfer SM, Lesevic H, Rosner S, Ott I, Berberat P, Nikendei C, Sonne C. Improved self- and external assessment of the clinical abilities of medical students through structured improvement measures in an internal medicine bedside course. *GMS J Med Educ*. 2016;33(4):Doc59. DOI: 10.3205/zma001058
14. Kuhn S, Frankenhauser S, Tolks D. Digitale Lehr- und Lernangebote in der medizinischen Ausbildung: Schon am Ziel oder noch am Anfang? [Digital learning and teaching in medical education : Already there or still at the beginning?]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2018;61(2):201-209. DOI: 10.1007/s00103-017-2673-z
15. Liu Q, Peng W, Zhang F, Hu R, Li Y, Yan W. The Effectiveness of Blended Learning in Health Professions: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2016;18(1):e2. DOI: 10.2196/jmir.4807
16. Tolks D, Schöfer C, Raupach T, Kruse L, Sarikas A, Gerhardt-Szép S, Klauer G, Lemos M, Fischer MR, Eichner B, Sostmann K, Hege I. An Introduction to the Inverted/Flipped Classroom Model in Education and Advanced Training in Medicine and in the Healthcare Professions. *GMS J Med Educ*. 2016;33(3):Doc46. DOI: 10.3205/zma001045
17. Avers H, Maraschiello M, van Melle E, Day A. Evaluation of a web-based teaching module on examination of the hand. *J Rheumatol*. 2009;36(3):623-627. DOI: 10.3899/jrheum.080761

18. Back DA, Haberstroh N, Antolic A, Sostmann K, Schmidmaier G, Hoff E. Blended learning approach improves teaching in a problem-based learning environment in orthopedics - a pilot study. *BMC Med Educ.* 2014;14:17. DOI: 10.1186/1472-6920-14-17
19. Back DA, Haberstroh N, Sostmann K, et al. High efficacy and students' satisfaction after voluntary vs mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics—a follow-up study. *J Surg Educ.* 2014;71(3):353-359. DOI: 10.1016/j.jsurg.2013.11.007
20. Back DA, von Malotky J, Sostmann K, Hube R, Peters H, Hoff E. Superior Gain in Knowledge by Podcasts Versus Text-Based Learning in Teaching Orthopedics: A Randomized Controlled Trial. *J Surg Educ.* 2017;74(1):154-160. DOI: 10.1016/j.jsurg.2016.07.008
21. Barteit S, Jahn A, Bowa A, Lüders S, Malunga G, Marimo C, Wolter S, Neuhann F. How Self-Directed e-Learning Contributes to Training for Medical Licentiate Practitioners in Zambia: Evaluation of the Pilot Phase of a Mixed-Methods Study. *JMIR Med Educ.* 2018;4(2):e10222. DOI: 10.2196/10222
22. Benjamin J, Groner J, Walton J, Noritz G, Gascon GM, Mahan JD. Learning in a Web-Based World: An Innovative Approach to Teach Physical Examination Skills in Patients with Neurodisability. *Acad Pediatr.* 2018;18(6):714-716. DOI: 10.1016/j.acap.2018.02.014
23. El-Ali A, Kamal F, Cabral CL, Squires JH. Comparison of Traditional and Web-Based Medical Student Teaching by Radiology Residents. *J Am Coll Radiol.* 2018.
24. Gormley GJ, Collins K, Boohan M, Bickle IC, Stevenson M. Is there a place for e-learning in clinical skills? A survey of undergraduate medical students' experiences and attitudes. *Med Teach.* 2009;31(1):e6-12. DOI: 10.1080/01421590802334317
25. Phillips JA, Schumacher C, Arif S. Time Spent, Workload, and Student and Faculty Perceptions in a Blended Learning Environment. *Am J Pharm Educ.* 2016;80(6):102. DOI: 10.5688/ajpe806102
26. Morton CE, Saleh SN, Smith SF, Hemani A, Ameen A, Bennie TD, Toro-Troconis M. Blended learning: how can we optimise undergraduate student engagement? *BMC Med Educ.* 2016;16:195. DOI: 10.1186/s12909-016-0716-z
27. Störmann S, Stankiewicz M, Raes P, Bechtold C, Kosanke Y, Illes G, Loose P, Angstwurm MW. How well do final year undergraduate medical students master practical clinical skills? *GMS J Med Educ.* 2016;33(4):Doc58. DOI: 10.3205/zma001057
28. Dhir SK, Verma D, Batta M, Mishra D. E-Learning in Medical Education in India. *Indian Pediatr.* 2017;54(10):871-877. DOI: 10.1007/s13312-017-1152-9
29. Potomkova J, Mihal V, Zapletalova J, Subova D. Integration of evidence-based practice in bedside teaching paediatrics supported by e-learning. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2010;154(1):83-87. DOI: 10.5507/bp.2010.014
30. Müller A, Schmidt B. Prüfungen als Lernchance: Sinn, Ziele und Formen von Hochschulprüfungen. *Z Hochschulentwickl.* 2009;4(1). DOI: 10.3217/zfhe-4-01/03
31. Barteit S, Jahn A, Banda SS, Bärnighausen T, Bowa A, Chileshe G, Guzek D, Jorge MM, Lüders S, Malunga G, Neuhann F. E-Learning for Medical Education in Sub-Saharan Africa and Low-Resource Settings: Viewpoint. *J Med Internet Res.* 2019;21(1):e12449. DOI: 10.2196/12449
32. Bristol TJ, Zerwekh J. Essentials of e-learning for nurse educators. Philadelphia: F. A. Davis Company; 2011.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. med. Carolin Sonne
Technische Universität München, Deutsches Herzzentrum
München, Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen des
Erwachsenen, München, Deutschland, Tel.: +49
(0)178/6139340
sonnecarolin@gmail.com

Bitte zitieren als

Sonne C, Persch H, Rosner S, Ott I, Nagy E, Nikendei C. Significant differences in written assessments as a result of a blended learning approach used in a clinical examination course in internal medicine: a randomized controlled pilot study. *GMS J Med Educ.* 2021;38(2):Doc42. DOI: 10.3205/zma001438, URN: urn:nbn:de:0183-zma0014387

Artikel online frei zugänglich unter

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2021-38/zma001438.shtml>

Eingereicht: 30.07.2019

Überarbeitet: 14.08.2020

Angenommen: 30.09.2020

Veröffentlicht: 15.02.2021

Copyright

©2021 Sonne 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/>.