

Ophthalmologie 2020 · 117:44–49

<https://doi.org/10.1007/s00347-019-0909-z>

Online publiziert: 9. Mai 2019

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

K. T. Boden¹ · A. Rickmann¹ · F. N. Fries² · K. Xanthopoulou² · D. Alnagar² · K. Januschowski^{1,3} · B. Seitz² · B. Käsmann-Kellner² · J. Schrecker⁴¹ Augenklinik Sulzbach, Knappschaftsklinikum Saar, Sulzbach, Deutschland² Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar, Deutschland³ Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen, Deutschland⁴ Klinik für Augenheilkunde, Rudolf-Virchow-Klinikum, Glauchau, Deutschland

Evaluierung eines VR-Simulators zum Erlernen der direkten Ophthalmoskopie in der studentischen Lehre

Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s00347-019-0909-z>) enthält zusätzlich die Checkliste für Prüfer „OSCE: Direkte Spiegelung Augenhintergrund“. Beitrag und Zusatzmaterial stehen Ihnen im elektronischen Volltextarchiv auf <https://www.springermedizin.de/der-ophthalmologie> zur Verfügung. Sie finden das Zusatzmaterial am Beitragsende unter „Supplementary Material“.

Hintergrund und Fragestellung

Die Fundoskopie ist eine der fundamentalsten Untersuchungsmethoden in der Augenheilkunde. Während die indirekte Fundoskopie hauptsächlich von Ophthalmologen genutzt wird, findet die direkte Ophthalmoskopie im klinischen Alltag der anderen klinischen Fachdisziplinen selten Anwendung (wie z. B. Beurteilung einer Stauungspapille), da die Fähigkeit einer qualitativ ansprechenden Beurteilung sehr unterschiedlich ausgebildet ist. Dies ist zumeist einer mangelnden qualitativen bzw. quantitativen Ausbildung geschuldet. Dank moderner Techniken besteht ggf. auch ein geringerer Lernbedarf für die Verwendung eines direkten Ophthalmoskops, da die digitale Netzhautfotografie einfacher und kostengünstiger wird [1]. Dennoch sollten Studierenden die Fertigkeiten entwickeln zu erkennen, wann eine Un-

tersuchung notwendig ist, und ggf. an einen Ophthalmologen verweisen [1].

Den ersten Kontakt zu dieser Untersuchungstechnik bekommen Studierende in der Regel im Blockpraktikum für Augenheilkunde. Alternative Lehrkonzepte, wie z. B. ein simulatorgestütztes Training, könnten dabei einen effektiveren Einsatz von zeitlichen und personellen Ressourcen ermöglichen. Dies betrifft sowohl den Bereich der studentischen Lehre als auch den der Weiterbildung junger Assistenzärzte unterschiedlicher Disziplinen.

Die limitierenden Faktoren, durch die das Erlernen der Fundoskopie oft nicht für alle Studierenden in ausreichendem Umfang möglich ist, sind vielfältig. Im Studentenunterricht wird oftmals ein gegenseitiges Fundoskopieren praktiziert, was a priori das Erkennen von pathologischen Befunden weitestgehend ausschließt. Zum anderen ist das Erzeugen einer Mydriasis für ein effektives anfängliches Üben essenziell. Dies kann für die betroffenen Studenten aufgrund einer möglichen Blendung und Visusminderung nachteilig sein während des Praktikums sowie darüber hinaus im Alltag anschließend einschränkend sein. Der zeitliche Rahmen, der durch zusätzliche Vorlesungen oder Kurse der Studierenden vorgegeben ist, bedingt oft auch, dass Studierende, die sich tiefgreifender mit dieser Technik beschäftigen wollen, bereits durch wartende Kommilitonen oder die folgende Lerneinheit bedrängt wer-

den. Ein weiterführendes Training außerhalb der Praktikumszeiten ist dabei für Studierende nicht immer sofort umsetzbar.

Bei allen hier genannten Aspekten kann ein Simulator, der unabhängig von Dozenten und Lehrplänen genutzt werden kann, eine effektive Option darstellen.

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, die Effektivität und die Akzeptanz hinsichtlich des Erlernens der direkten Ophthalmoskopie am Simulator im Vergleich zur klassischen Lehrmethode bei den Studierenden zu evaluieren.

Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Im Rahmen des Blockpraktikums für Augenheilkunde im Wintersemester 2017/18 nahmen insgesamt 34 Studierende des 7. Semesters an dem Projekt teil. Pro Tag erklärten sich zwischen 5 und 8 Studierende zur Teilnahme bereit. Es wurden jeweils 2 willkürlich randomisierte Gruppen gebildet. Eine Gruppe erhielt die klassische Ausbildung (Gruppe 1), die zweite Gruppe eine Ausbildung am Simulator (Gruppe 2; Eyesi, VRmagic, Mannheim). Keiner der Probanden hatte praktische Vorkenntnisse in der Ophthalmoskopie. Die Unterrichtseinheit einschließlich Überprüfung der erworbenen Kenntnisse dauerte jeweils 45 min. Es erfolgte zunächst eine Einfüh-

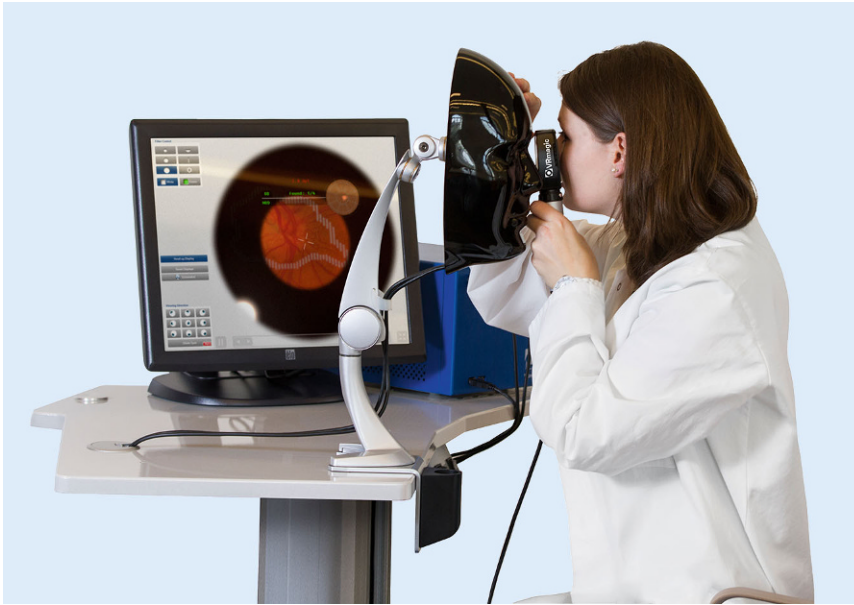


Abb. 1 ▲ Ophthalmoskopiesimulator Eyesi. (© Mit freundl. Genehmigung der Fa. VRmagic, Mannheim)

rung in die Grundlagen der Bedienung des klassischen indirekten Ophthalmoskops in beiden Gruppen (ca. 5 min). Dann erfolgte eine schrittweise Aufarbeitung von normalen und pathologischen Befunden durch die Dozenten. In der klassischen Gruppe wurde mindestens 1 Proband für eine einseitige Mydriasis vorbereitet, der dann den anderen Studierenden zum Training und dem Erkennen von Normalbefunden zur Verfügung stand. Pathologische Befunde wurden in der klassischen Gruppe auf Bildern gezeigt und erläutert. In der simulationsgestützten Gruppe konnten sowohl normale als auch pathologische Befunde am Simulator „in Mydriasis“ geübt werden.

Der Ophthalmoskopiesimulator besteht aus 4 Hauptkomponenten: dem Ophthalmoskophandstück mit eingebautem Minibildschirm, dem Modellkopf (entspricht Patient), einem Display zur Anzeige von Informationen zum virtuellen Patienten und zeitgleicher Möglichkeit zur Mitbeobachtung der Untersuchung sowie dem Prozessor mit der Simulationssoftware (▣ **Abb. 1**).

Die Dozenten wechselten kontinuierlich zwischen den Gruppen und lehrten nach einem standardisierten Protokoll, um einen durch den Ausbilder bedingten systematischen Fehler auszuschlie-

ßen (Dr. Boden – Dozent B, Dr. Schrecker – Dozent S). Neben dem Erlernen des technischen Umgangs mit dem direkten Ophthalmoskop wurden das systematische Erkennen und die Beurteilung von anatomischen Strukturen geübt.

Die abschließende praktische und theoretische Evaluierung des erzielten Lernerfolges erfolgte als OSCE („objective structured clinical examination“-Prüfung in der jeweiligen erlernten Methode (klassisch oder Simulator) mit einer maximalen Gesamtpunktzahl von 23 (die Checkliste ist als zusätzliches Material online zu diesem Beitrag zu finden). In beiden Gruppen erfolgte eine Beurteilung des Lernerfolges durch die Dozenten. Zusätzlich führten wir eine Befragung mittels Evaluationsbogen bezüglich des *allgemeinen Interesses bzw. der Akzeptanz hinsichtlich* einer simulatorgestützten Ausbildung im Studium sowie bezüglich der Bewertung des aktuell vorgestellten Simulatorsystems (Bewertungsbogen des Geräteherstellers) durch.

Als statistisches Testverfahren für die vergleichenden Gegenüberstellungen wurde der exakte Permutationstest genutzt mit einer Signifikanzgrenze von $p < 0,05$.

Ergebnisse

Probanden, Dozenten, Art der Ausbildung

Insgesamt nahmen 34 Studierenden an der Studie teil. Jeweils 50% der Probanden erhielten entweder eine klassische oder simulatorgestützte Ausbildung. Die Anzahl der Probanden pro Gruppe und Dozent zeigt ▣ **Tab. 1**. Sowohl an der OSCE-Prüfung als auch an der Bewertung mittels Evaluationsbogen nahmen 100% der Probanden teil.

Lernerfolgskontrolle

Der Lernerfolg wurde in einem Test zur Prüfung des erworbenen theoretischen und praktischen Wissens ermittelt (OSCE-Prüfung), in dem die Fähigkeiten zum Herstellen des Funduseinblicks, des Aufsuchens wesentlicher anatomischer Strukturen (Papille, Gefäße, Makula), der Beschreibung der erkannten Strukturen sowie das Kommentieren des strukturierten Vorgehens bewertet wurden. Probanden, die eine klassische Ausbildung erhalten hatten, erreichten insgesamt im Durchschnitt 17,6 von 23 Punkten ($SD \pm 2,1$); im Einzelnen 3,6/4 Punkten ($SD \pm 0,8$) für das Herstellen des Funduseinblicks, 3,9/5 Punkten ($SD \pm 0,9$) für das Auffinden wesentlicher Strukturen, 5,5/8 Punkten ($SD \pm 1,4$) für die Beschreibung erkannter Strukturen sowie 4,6/6 Punkten ($SD \pm 1,2$) für das Kommentieren des Vorgehens. Die Gruppe der am Simulator ausgebildeten Probanden erreichten eine höhere Gesamtpunktzahl mit im Mittel 20,9 von 23 Punkten ($SD \pm 1,5$). Die Fähigkeit zum Erstellen des Funduseinblicks war in beiden Gruppen vergleichbar. Im Vergleich erreichte die simulatorgestützte Gruppe eine signifikant höhere Punktzahl in den Einzeldisziplinen „Aufsuchen wesentlicher Strukturen“ (adj. p -value: 0,04, exakter Permutationstest) und „Beschreibung erkannter Strukturen“ (adj. p -value: 0,001, exakter Permutationstest). Im Einzelnen wurden in Gruppe 2 3,5/4 Punkten für das Herstellen des Funduseinblicks ($SD \pm 0,5$), 4,7/5 Punkten für das Auffinden wesentlicher Strukturen ($SD \pm 0,5$), 7,3/8

Ophthalmologe 2020 · 117:44–49 <https://doi.org/10.1007/s00347-019-0909-z>
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

K. T. Boden · A. Rickmann · F. N. Fries · K. Xanthopoulou · D. Alnaggar · K. Januschowski · B. Seitz · B. Käsmann-Kellner · J. Schrecker

Evaluierung eines VR-Simulators zum Erlernen der direkten Ophthalmoskopie in der studentischen Lehre

Zusammenfassung

Hintergrund. Die Anwendung der direkten Ophthalmoskopie in nichtophthalmologischen Fachbereichen scheint im klinischen Alltag geringer zu werden. Dies könnte einer mangelnden Ausbildung und somit unsicheren Beurteilung geschuldet sein. **Fragestellung.** Ziel dieser Arbeit bestand darin, die Effektivität und die Akzeptanz hinsichtlich des Erlernens der direkten Ophthalmoskopie am Simulator im Vergleich zur klassischen Lehrmethode bei den Studierenden zu evaluieren. **Material und Methoden.** Im Rahmen des studentischen Blockpraktikums für Augenheilkunde nahmen insgesamt 34 Studierende an dem Projekt teil. Eine Gruppe erhielt die

klassische Ausbildung, die zweite Gruppe eine Ausbildung am Simulator. Der Lernerfolg wurde mit einer OSCE („objective structured clinical examination“)-Prüfung erhoben. **Ergebnisse.** Die simulatorgestützte Gruppe zeigte eine signifikant höhere Punktzahl in einzelnen Disziplinen. Die Probanden in der klassischen Gruppe erzielten einen Lernerfolg in der OSCE mit 78 %. In der simulatorgestützten Gruppe wurde ein höherer Score mit 91 % erreicht mit einer geringeren Streuung in allen Teildisziplinen. **Diskussion.** Die patienten- und dozentenunabhängige Verfügbarkeit der Lehrmittel, eine Reduktion der Lichtbelastung für Patienten/Probanden sowie eine standardisierte und

kontrollierte Vermittlung physiologischer und pathologischer Befunde können als Vorteil des getesteten Simulators hervorgehoben werden.

Zusammenfassung. Die simulatorgestützte Ausbildung für das Erlernen der direkten Fundoskopie ist effektiv. Der in unserem Projekt evaluierte VR-Simulator kann die Ausbildung der Studierenden und der Assistenzärzte verbessern.

Schlüsselwörter

Direkte Ophthalmoskopie · Simulatorgestütztes Training · Studentische Lehre · VR-Simulator · Simulatorgestützte Ophthalmoskopie

Evaluation of a virtual reality simulator for learning direct ophthalmoscopy in student teaching

Abstract

Background. The use of direct ophthalmoscopy in non-ophthalmological specialties seems to be decreasing in the clinical routine. This could be due to a lack of training and thus an uncertain assessment. **Objective.** The aim of this study was to evaluate the effectiveness and acceptance of learning direct ophthalmoscopy on a simulator in comparison to the classical teaching method among students. **Material and methods.** Within the framework of the student block internship for ophthalmology, a total of 34 students took part in the project. The first group received classical training, the second group received simulator

training. The learning success was assessed by an objective structured clinical examination (OSCE). **Results.** The simulator training group showed a significantly higher points score in individual disciplines. The subjects in the classical group achieved a learning success in the OSCE of 78%. In the simulator-based group a higher score of 91% was achieved with a lower scatter in all subdisciplines. **Discussion.** The patient and instructor-independent availability of the teaching materials, a reduction of light exposure for patients and test subjects, as well as a standardized and controlled mediation of

physiological and pathological findings can be emphasized as advantages of the tested simulator.

Conclusion. The simulator-based training for learning direct funduscopy is effective. The virtual reality simulator evaluated in this project can improve the training of students and residents.

Keywords

Direct ophthalmoscopy · Simulator-supported training · Student teaching · VR simulator · Simulator-supported ophthalmoscopy

Punkten für die Beschreibung erkannter Strukturen ($SD \pm 0,7$), 5,4/6 Punkten für die Kommentierung des Vorgehens ($SD \pm 0,8$) erreicht. Die oben genannten Charakteristika sind in **Abb. 2** grafisch gegenübergestellt. Zusammenfassend hatten die Probanden in der klassischen Gruppe einen Lernerfolg in der OSCE mit 78 %. In der simulatorgestützten Gruppe wurde ein höherer Score mit 91 % erreicht ($p = 0,72$) mit einer geringeren Streuung in allen Teildisziplinen.

Jede der bewerteten Teilkategorien sowie die erzielten Gesamtpunktzahlen wurden weiterhin auf den Einfluss des

Betreuers auf den Lernerfolg untersucht. Innerhalb der Ausbildung am Simulator zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Dozenten (adj. p -values $> 0,34$). Bei der klassischen Ausbildung fanden sich Hinweise auf mögliche Unterschiede zwischen den Dozenten in der Kategorie für „das Beschreiben wesentlicher Strukturen“ und das „Kommentieren des Vorgehens“ (adj. p -values: 0,03 und 0,04, exakter Permutationstest). Die anderen Kategorien wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Betreuern auf.

Bewertung der Ausbildung durch die Studierenden

Probanden, die ihre Ausbildung am Simulator erhalten hatten, gaben zu 90 % ($SD \pm 8$) „Zufriedenheit mit der Ausbildung“ an. Die Zufriedenheit bezüglich einer „freigestaltbaren Übungszeit“ wurde in beiden Gruppen mit 88 % gleich bewertet (klassisch: 88 %, $SD \pm 7$ %; Simulator: 88 %, $SD \pm 12$ %). Das durchschnittliche „technische Interesse“ bei den Probanden war ebenfalls vergleichbar (klassisch: 74 %, $SD \pm 25$ %; Simulator: 72 %, $SD \pm 14$ %). Beide Gruppen wünsch-

Tab. 1 Anzahl der Probanden pro Gruppe und Dozent

	Anzahl gesamt	Anzahl Dozent B	Anzahl Dozent S
Gruppe 1 (Klassische Ausbildung)	17	10	7
Gruppe 2 (Simulatorausbildung)	17	6	11

ten sich einen „größeren Anteil der Ausbildung mit Simulator“ (klassisch: 88 %, SD ± 7; Simulator: 90 %, SD ± 8). Auch die „Präsenz des Dozenten“ (klassisch: 76 %, SD ± 20; Simulator: 76 %, SD ± 17) und die „Motivation durch den Dozenten“ (klassisch: 82 %, SD ± 11; Simulator: 88 %, SD ± 10) wurde von den Probanden beider Gruppen ähnlich bewertet. Im Vergleich der Gruppen (klassisch vs. Simulator) fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede (adj. *p*-values: 1,0, exakter Permutationstest) hinsichtlich der Beantwortung der oben genannten Fragen.

Bewertung des Simulators durch die Studierenden

Probanden, die eine Ausbildung am Simulator erhalten hatten, wurden zusätzlich gebeten, das Gerät und dessen Handhabung zu bewerten. Durchschnittlich bewerteten diese Probanden die „Nützlichkeit des Simulators, um die Handhabung eines Ophthalmoskops zu erlernen“, mit 91 % (SD ± 9), die „Aufbereitung der medizinischen Inhalte“ mit 88 % (SD ± 12) und die „Intuitivität der Benutzeroberfläche“ mit 84 % (SD ± 9). Insbesondere wurden die Möglichkeit der Simulation unterschiedlicher Pathologien, die freie gestaltbare Übungszeit und die einfache Handhabung als positiv hervorgehoben. Zwei Probanden merkten an, dass zusätzlich eine Kopfbewegung des simulierten Patientenkopfes wünschenswert wäre. Alle Probanden schätzten ein, dass ein Simulatortraining für die direkte Ophthalmoskopie Standard in der medizinischen Ausbildung sein sollte.

Diskussion

Ohne Zweifel ist die Weiterbildung der Assistenzärztinnen und -ärzte in Deutschland reformwürdig. Dies mach-

ten Goebels et al. bereits in einem Artikel zum Homburger Curriculum deutlich [3]. Ebenso betonten Käsmann-Kellner et al. die Relevanz der Ausbildungsqualität für Studierende mit der Notwendigkeit einer Umstrukturierung der studentischen Lehre im Fach Augenheilkunde im Augenblock der Universität Homburg [4]. Jedoch stehen Dozenten u. a. vor dem Problem, für jeden Praktikumsdurchgang stets eine ausreichende Anzahl an demonstrationswilligen Patienten mit einschlägigen Netzhautbefunden zur Verfügung stellen zu können. Dementsprechend kann auch nicht für jeden Durchgang der gleiche Inhalt gewährleistet werden, und die Lernbedingungen können erheblichen Schwankungen unterliegen. Dies unterstreichend, hielten in Auswertung von Shuttleworth nur 22 % von 150 Befragten ihre ophthalmologische Ausbildung im Studium für adäquat [9]. Eine deutliche Unterstützung könnten hier Simulatoren bieten, da an ihnen ein standardisiertes Lehrprogramm theoretisch zu jeder Zeit und unabhängig vom Klinikalltag zur Verfügung steht und nach kurzer Einweisung auch ohne Betreuer geübt werden kann. Durch eine systematisierte Abfolge beim Erlernen können Fähigkeiten gezielter und schneller erworben werden, und es kann ein Repertoire an normalen und pathologischen Befunden vermittelt werden, wie es ansonsten nur theoretisch in Lehrbüchern gesehen wird.

Mit dem Ziel, die oben genannten Aspekte zur Optimierung des Studentenunterrichts in der Praxis unter Beweis zu stellen, führten wir parallel zur klassischen Ausbildung im Rahmen des Blockpraktikums ein simulatorgestütztes Training der direkten Ophthalmoskopie durch. Die Studierenden wurden dabei am Simulator durch ein vorgegebenes Programm geführt, in dem sie zunächst

die motorischen Basisfähigkeiten erlernen und nachfolgend unterschiedliche Befunde bzw. Patientenfälle zu untersuchen hatten. Sie bekamen dabei zusätzlich zum Dozenten vom System ein objektives, interaktives Feedback, um so systematisch ihre Fähigkeiten zu verbessern. Das virtuelle System kann Augenbewegungen, Blinzeln und Reaktion auf Licht imitieren. Ebenso kann die Weite der Pupille variiert werden. Lediglich spontane Bewegungen des Kopfes können vom Simulator nicht vorgetäuscht werden, was in der Evaluierung von einigen Studierenden als Verbesserung vorgeschlagen wurde. Dennoch bietet das zur Verfügung stehende Simulatorsystem eine sehr realistische und didaktisch hochwertige Möglichkeit der Lehre für Medizinstudierende [6].

Die Grundprinzipien der Untersuchungsmethode wurden von allen Studierenden schnell erfasst, und auch ein eigenständiges Üben (ohne Tutor) war nach kurzer Einweisung möglich. Die Möglichkeit der freien Gestaltung der Übungszeiten am Simulator sowie die Darstellung auch von pathologischen Befunden als Vorbereitung auf künftige reale klinische Tätigkeiten wurden als wichtige Faktoren gesehen. Obgleich eine detaillierte Fundoskopie zumeist nur von Ophthalmologen beherrscht werden muss, sind einzelne, relativ leicht zu erlernende Aspekte, wie z. B. die orientierende Untersuchung des Sehnervenkopfes zum Ausschluss einer Stauungspapille, auch für andere Fachdisziplinen von Interesse. Hier könnte auch bereits eine alleinige Ausbildung am Simulator eine gute Grundlage zur Erlangung der erforderlichen Basiskenntnisse und -fertigkeiten bieten. Ein Vorteil solcher Simulatoren ist ebenfalls, dass Studierende vor dem klinischen Start zunächst schrittweise durch die einzelnen Untersuchungsschritte geführt werden können, sodass ihnen der Einstieg am Patienten erheblich erleichtert werden kann. Der Erstkontakt mit dem Patienten gestaltet sich dadurch kompetenter, und eine unnötig lange Belastung oder Verunsicherung der Patienten kann damit vermieden werden.

Nach unserer Einschätzung sollte ein optimaler Ausbildungsablauf stets

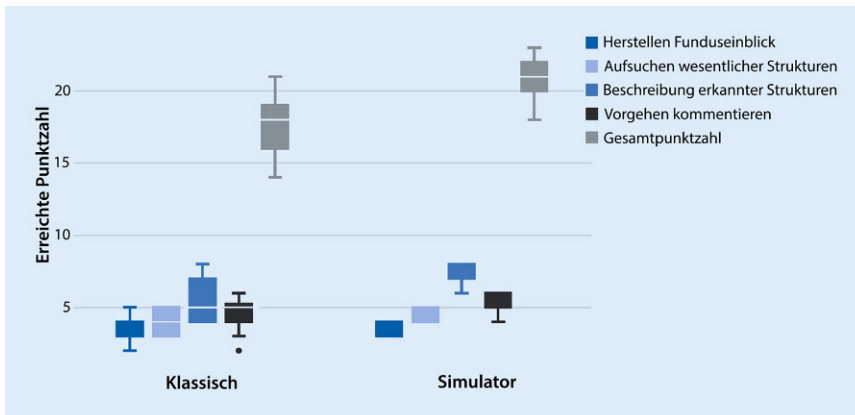


Abb. 2 ▲ Charakteristika des Lernerfolges im Vergleich von Gruppe 1 „klassische Ausbildung“ (links) zu Gruppe 2 „simulatorgestützte Ausbildung“ (rechts)

zunächst mit einem systematisierten Training am Simulator beginnen. Dieses kann nach kurzer Einweisung (z. B. durch einen bereits damit erfahrenen Kommilitonen) auch selbstständig und ohne zeitliche Bindung erfolgen. Alternativ wäre ein Einführungsvideo, das die Gerätebedienung und die Lernstrategien darlegt, für ein Selbststudium denkbar. Der objektivierte Lernerfolg kann prinzipiell am Gerät vom Studierenden und Dozenten abgelesen werden. Sobald die Fertigkeit „des Spiegeln“ in den Grundsätzen verstanden und das prinzipielle Vorgehen erlernt wurde, kann zur Bestätigung und Festigung das Üben am Probanden/Patienten nachfolgen. Leitritz et al. nutzten dieses Vorgehen zum Erlernen der indirekten Ophthalmoskopie und teilten 37 Studierende in 2 Gruppen (für konventionelle bzw. simulatorgestützte Ausbildung) auf und konnten, ähnlich unseren Ergebnissen, zeigen, dass die Gruppe am Simulator ophthalmoskopische Fähigkeiten effektiver erlernte [5].

Ebenso konnte bereits gezeigt werden, dass durch den Einsatz von Virtual-Reality (VR)-Simulatoren eine verbesserte chirurgische Ausbildung mit einem damit verbundenen höheren Sicherheitsfaktor für den Patienten einhergeht [12]. So konnten Solverson et al. zeigen, dass VR-Simulatoren bei beginnenden Ophthalmochirurgen die Geschicklichkeit trainiert [11]. Roohipoor et al. konnten demonstrieren, dass Weiterbildungsassistenten im 1. Jahr, die einen Katarakt-Simulator verwendeten, in ihrer Lern-

kurve gezielt gefördert werden konnten, wenn sich bereits hier Schwierigkeiten in bestimmten Bereichen zeigten [7]. Im Umkehrschluss wäre so die Früherkennung von chirurgisch besonders Begabten möglich. Oftmals erfolgt derzeit in der Praxis die Auswahl für eine chirurgische Ausbildung anhand anderer Merkmale wie eine wissenschaftliche Tätigkeit o. Ä. [2]. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass chirurgische Trainingssimulatoren die chirurgischen Fertigkeiten von Auszubildenden im OP verbessern können [10]. Ting et al. diskutierten in einem Review verschiedene Simulatoren im Bereich der Ophthalmologie und verwiesen darauf, dass solche Simulatoren zwar die Lernerfahrung unterstützen, aber niemals die Erfahrung am echten Patienten ersetzen können [13]. Nichtsdestotrotz bieten Simulatoren den unschlagbaren Vorteil, dass Auszubildende auch gravierende Fehler machen können, ohne dabei einen Patienten zu gefährden [8]. Staropoli et al. konnten retrospektiv ermitteln, dass ein zusätzliches chirurgisches Simulationstraining mit einer signifikanten Reduktion der Komplikationen bei Ausbildungsassistenten einherging [12]. Ein weiterer interessanter Aspekt ist die Nutzung des Simulationstrainings für Chirurgen als Aufwärmübung, um die durchschnittliche chirurgische Leistung zu verbessern [14].

Schlussfolgerung

Zusammenfassend können eine patienten- und dozentenunabhängige Ver-

fügbarkeit der Lehrmittel, eine Reduktion der Lichtbelastung für Patienten/Probanden sowie eine standardisierte und kontrollierte Vermittlung physiologischer und pathologischer Befunde als Vorteil des getesteten Simulators hervorgehoben werden. Unserer Einschätzung nach bietet die simulatorgestützte Ausbildung für das Erlernen der direkten Fundoskopie eine gute Option, die studentische Ausbildung noch effektiver zu gestalten. Trotz der relativ geringen Anzahl teilnehmender Studierender konnten wir im Vergleich zur klassischen Ausbildung einen signifikant besseren Lernerfolg in der simulatorgestützten Gruppe erzielen bei gleichzeitiger höherer Zufriedenheit der Studierenden. Eine Aussage zu technischen Fertigkeiten im klinischen Umgang mit einem direkten Ophthalmoskop lässt sich dadurch nicht projizieren. Limitierend ist ebenfalls der Umstand, dass in der klassischen Gruppe einige Studierende durch eine Mydriasis eingeschränkt gewesen sein könnten und somit zu einem schlechteren Ergebnis kamen. Ebenso ist eine Erfolgskontrolle des Funduseinblicks in der klassischen Gruppe nur subjektiv möglich. Eine potenziell höhere Akzeptanz von neuen Medien in der Lehre bei den Studierenden könnte auch zu dem besseren Lernerfolg in der Simulatorgruppe beigetragen haben. Dennoch scheint eine simulatorgestützte Ausbildung v. a. durch die hohe Akzeptanz durch Studierende eine Option zur weiteren Verbesserung der Lehre sein. Für einen Großteil der Studierenden ist die Möglichkeit einer realitätsnahen Ausbildung an einem Simulator auch ein zusätzlicher Motivationsfaktor. Alle unsere Studienteilnehmer befanden, dass ein Simulatortraining für die direkte Ophthalmoskopie Standard in der medizinischen Ausbildung sein sollte. Der in unserem Projekt evaluierte VR-Simulator kann selbstverständlich auch in der Assistenzarztweiterbildung fächerübergreifend eingesetzt werden und damit die Facharztausbildung weiter bereichern.

Korrespondenzadresse

Dr. K. T. Boden

Augenlinik Sulzbach, Knappschaftsklinikum Saar

Am der Klinik 10, 66280 Sulzbach, Deutschland
drkarlboden@gmail.com

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. K.T. Boden, A. Rickmann, F.N. Fries, K. Xanthopoulou, D. Alnaggar, K. Januschowski, B. Seitz, B. Käsmann-Kellner und J. Schreckinger geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Graubart EB, Waxman EL, Forster SH, Giaconi JA, Rosenberg JB, Sankar PS et al (2018) Ophthalmology objectives for medical students: revisiting what every graduating medical student should know. *Ophthalmology* 125(12):1842–1843. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.08.032>
2. Geerling G, Seitz B (2015) Der Lehre verpflichtet. *Ophthalmologie* 112(6):476. <https://doi.org/10.1007/s00347-015-0029-3>
3. Goebels S, Viestenz A, Seitz B (2017) The Homburger Curriculum as a model for medical resident education for ophthalmologists at Saarland University Medical Center. *Ophthalmologie* 114:930. <https://doi.org/10.1007/s00347-016-0406-6>
4. Käsmann-Kellner B, Seitz B (2015) Academic teaching at the department of ophthalmology of the University Clinic of Saarland (UKS): The Homburg "Ophthalmology-Week". *Ophthalmologie* 112:477. <https://doi.org/10.1007/s00347-015-0049-z>
5. Leitritz MA, Ziemssen F, Suesskind D, Partsch M, Voykov B, Bartz-Schmidt KU, Szurman GB (2014) Critical evaluation of the usability of augmented reality ophthalmoscopy for the training of inexperienced examiners. *Retina* 34(4):785–791. <https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e3182a2e75d>
6. Michael M, Abboudi H, Ker J, Shamim Khan M, Dasgupta P, Ahmed K (2014) Performance of technology-driven simulators for medical students—a systematic review. *J Sleep Res* 192(2):531–543
7. Roohipour R, Yaseri M, Teymourpour A, Kloek C, Miller JB, Loewenstein JI (2017) Early performance on an eye surgery simulator predicts subsequent resident surgical performance. *J Surg Educ* 74(6):1105–1115. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.04.002>
8. Saleh GM, Lamparter J, Sullivan PM, O'Sullivan F, Hussain B, Athanasiadis I, Litwin AS, Gillan SN (2013) The international forum of ophthalmic simulation: developing a virtual reality training curriculum for ophthalmology. *Br J Ophthalmol* 97(6):789–792. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2012-302764>
9. Shuttleworth GN, Marsh GW (1997) How effective is undergraduate and postgraduate teaching in ophthalmology? Survey among 150 randomly selected primary care practitioners. *Eye (Lond)* 11(Pt 5):744–750
10. Sikder S, Tuwairqi K, Al-Kahtani E, Myers WG, Banerjee P (2014) Surgical simulators in cataract surgery training. *Br J Ophthalmol* 98(2):154–158. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-303700>
11. Solverson DJ, Mazzoli RA, Raymond WR, Nelson ML, Hansen EA, Torres MF, Bhandari A, Hartranft CD (2009) Virtual reality simulation in acquiring and differentiating basic ophthalmic microsurgical skills. *Simul Healthc* 4(2):98–103. <https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e318195419e>
12. Staropoli PC, Gregori NZ, Junk AK, Galor A, Goldhardt R, Goldhagen BE, Shi W, Feuer W (2017) Surgical simulation training reduces intraoperative cataract surgery complications among residents. *Simul Healthc*. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000255>
13. Ting DS, Sim SS, Yau CW, Rosman M, Aw AT, Yeo IY (2016) Ophthalmology simulation for undergraduate and postgraduate clinical education. *Int J Ophthalmol* 9(6):920–924. <https://doi.org/10.18240/ijo.2016.06.22>
14. Deuchler S, Wagner C, Singh P, Müller M, Al-Dwairi R, Benjilali R, Schill M, Ackermann H, Bon D, Kohlen T, Schoene B, Koss M, Koch F (2016) Clinical efficacy of simulated vitreoretinal surgery to prepare surgeons for the upcoming intervention in the operating room. *PLoS ONE* 11(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150690>