

Der Eyesi OP-Simulator zur Verbesserung der chirurgischen Ausbildung junger Ophthalmologen

M. J. Sánchez, T. M. Rabsilber, I. L. Limberger, M. P. Holzer, G. U. Auffarth

Zusammenfassung

Fragestellung: Mehrere Studien haben gezeigt, dass chirurgische Komplikationen bei jungen Ophthalmologen häufig vorkommen. Das Ziel der Studie war, die Ergebnisse eines individuellen Trainings mittels OP-Simulator in einer Gruppe von Assistenzärzten zu überprüfen.

Methodik: Für diese Studie wurde der Eyesi OP-Simulator (VRMagic, Mannheim) verwendet. Es wurden Assistenzärzte und junge Fachärzte der Augenklinik in unterschiedliche Gruppen je nach der individuellen operativen Erfahrung und dem Jahr der Ausbildung eingeteilt in: Fortgeschrittene (Gruppe A), Mittelstufe (Gruppe B), Anfänger (Gruppe C). Alle drei Gruppen haben entsprechend dem Protokoll die Module des Kataraktkurses (4 Module) durchgeführt. Die inter- und intraindividuellen Leistungen wurden analysiert.

Ergebnisse: Gruppe A zeigte eine bessere Leistung in der interindividuellen Analyse, allerdings konnte kein statistischer Unterschied gezeigt werden. Nach Wiederholung des Moduls zeigten alle Gruppen intraindividuell deutliche Fortschritte im Umgang mit den einzelnen Operationstechniken.

Schlussfolgerung: Mit dem Eyesi OP-Simulator können angehende Augenchirurgen unter äußerst realistischen Bedingungen grundlegende Operationstechniken erlernen und erste praktische Erfahrungen sammeln – ohne Risiko für Patienten. Weitere Analysen mit einer höheren Anzahl an Probanden wären zur Etablierung von individuellen Ausbildungsprogrammen für junge Augenärzte nötig.

Summary

Purpose: Several studies have shown that the surgical complication rate is higher in groups of young ophthalmologist. The aim of this study was to analyze the results of an individual training program in a group of residents.

Methods: In this study, we used the Eyesi OP-Simulator (VRMagic, Mannheim). Residents were divided in three groups depending on surgical experience and year of residency: advanced (group A), middle experienced (group B) and beginners (group C). Each participant completed all 4 courses of the Eyesi anterior segment module. All intra- and interindividual results were analyzed.

Results: Group A showed a better performance in the interindividual analysis. However no statistical significance was found. The intra-individual comparison showed a skill improvement in all residents

Conclusions: The Eyesi OP-Simulator training has the advantages of a real training, but there are no patients involved. It is possible to reproduce different situations without having real complications. Further analysis with a bigger number of subjects would be necessary to establish individual trainings program for young ophthalmologists.

Einleitung

Intraokulare Operationen zählen zu den größten Herausforderungen der Mikrochirurgie. Bisher lernten Ärzte die Eingriffe in Assistenz bei erfahrenen Ärzten, bei Operationen an Tieraugen (Wet-Labs an Schweineaugen) und in Übungen am Patienten. Weltweit nimmt jedoch die Bedeutung von computerbasiertem Training in der medizinischen Ausbildung zu. Höhere Rechnerleistung und verbesserte Bildgebungstechnologien ermöglichen eine zunehmend realistische Simulation von Gewebeverhalten. Vorteile für die Ausbildung liegen neben der Patientensicherheit in der ständigen Verfügbarkeit der Simulatoren, in den niedrigeren Kosten und der Möglichkeit, chirurgische Fertigkeiten objektiv zu evaluieren.

Mehrere Studien haben gezeigt, dass der Komplikationsanteil signifikant höher in Gruppen von jungen Ophthalmologen ist [1, 2, 3] (Tab. 1). In verschiedenen Berufen sowie auch in verschiedenen Medizinfächern werden Computersimulatoren als Ausbildungstool benutzt. Seit 1996 beschäftigt sich die Firma VRmagic, Mannheim, mit der Entwicklung von Eyesi eines Operationssimulatorprototyps für das Auge.

Bahgat et al. Br J Ophthalmol 2007	755 patients: – posterior capsule rupture 6.7 % – vitreous loss 5.4 % – dislocated lenticular fragments 1.0 %
Lee JS et al. Eye 2009	101 surgeries: – intraoperative complications in 27.4 % – vitreous loss 4.9 %
Unal M et al. J Cataract Refract Surg 2007	150 procedures: – capsulorhexis complications 9.3 % – anterior capsule tears 5.3 % – vitreous loss 6.6 % – posterior capsule rupture 2.0 % – loss of lens fragments in vitreous 2.0 %

Tab. 1

Das Simulationsprogramm ist auf zweierlei Anwendungsmöglichkeiten zugeschnitten: das allgemeine Geschicklichkeitstraining und die individuelle Operationsvorbereitung. Wie in einem Computerspiel hat der auszubildende Arzt einen Übungsparcours zu bewältigen.

Der Chirurg sitzt in der gewohnten Haltung an einem Operationsmikroskop und führt die originalen Operationsinstrumente in ein mechanisches Augenmodell ein. Der wesentliche Unterschied zu einer echten Operation ist, dass die Bilder, die der Chirurg im Mikroskop sieht, von einem Computer berechnet werden. Mit einer Zeitverzögerung, die unterhalb der Wahrnehmungsgrenze liegt, simuliert das System, wie sich das Gewebe verhält, wenn es in der Simulation mit dem Operationsinstrument in Kontakt kommt.

Material und Methode

Für diese Studie wurde der Eyesi Operationssimulator (VRmagic, Mannheim, Germany) verwendet. Dieser Simulator ermöglicht es, ophthalmochirurgische Eingriffe in überschaubaren Lernabschnitten zu üben. Am Simulator ist es möglich, einzelne Aspekte chirurgischer Prozeduren isoliert zu üben. Chirurgische Grundfertigkeiten, wie die Handhabung der chirurgischen Instrumente und die Orientierung im Augeninnenraum, können anhand verschiedener abstrakter Module trainiert werden (Abb. 1).

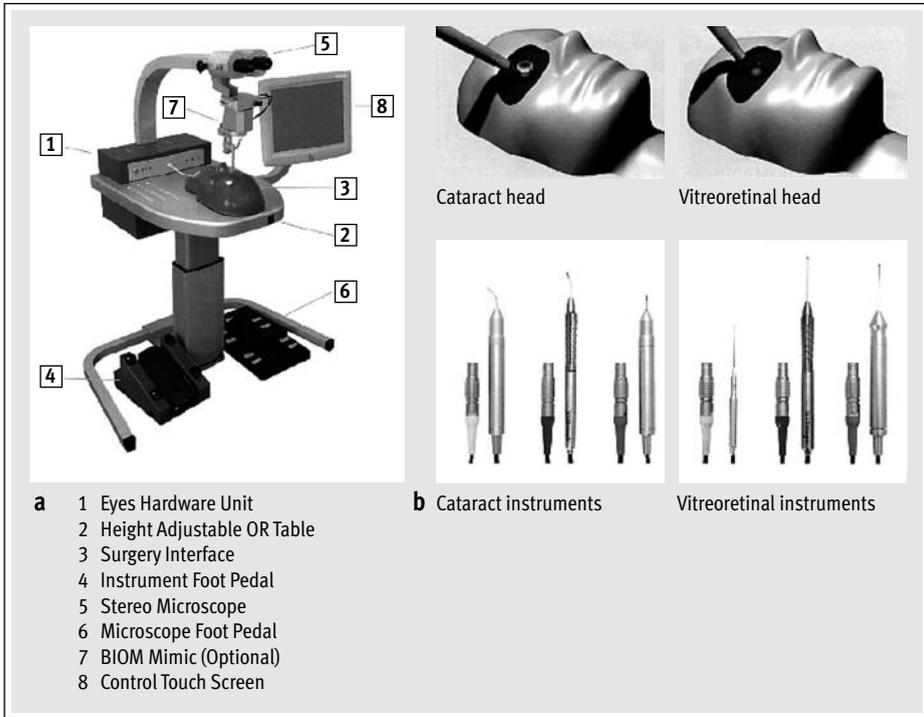


Abb. 1: Darstellung des Eyesi Simulators: a) Eyesi-Plattform mit Mikroskop, Bedienfeld und dem Fußpedal, b) Übungsköpfe und Instrumente für Katarakt- und Netzhaut-OP-Simulation

Der Simulator kann sowohl für vordere als auch hintere Augenabschnittsoperationen (Kataraktmodule und vitreoretinale Module) verwendet werden [4]. In diese Studie wurde das Kataraktmodul für den vorderen Augenabschnitt benutzt.

Um chirurgische Eingriffe am vorderen Augenabschnitt zu trainieren, wird der Eyesi Simulator mit einem Katarakt-Interface ausgestattet. Das Interface besteht aus einem Kopf mit Kataraktmodellaugen, Operationsinstrumenten, Fußpedalen und der entsprechenden Systemsoftware. Das Kataraktmodellauge ist für einen frontalen und temporalen Zugang ausgelegt. Dem Operateur stehen mehrere Öffnungen zum Einführen der Instrumente zur Verfügung. Das Interface sowie auch die Instrumente

haben Sensoren, die die Signale zu dem Computer übertragen. Der Computer stellt ein virtuelles chirurgisches Szenario dar, das zum Mikroskop wiederum übertragen wird.

Am Anfang jeder Übung muss der Proband das Mikroskop scharf stellen. Die Tiefenschärfe wird durch ein 3-D-Bild simuliert, somit kann der Nutzer die komplexen Interaktionen von Geweben und intraokularen Strukturen identifizieren. Während der unterschiedlichen Proben werden verschiedene Punkte analysiert: Zielerfühlung, Leistungsfähigkeiten, Gewebeschädigung, Mikroskopeinstellung und Instrumentenbehandlung [4]. Auch der Umgang mit Komplikationen kann geübt werden – zum Beispiel das Vorgehen bei einer Kapselruptur (Abb. 2) oder beim „Vorderkammerkollaps“ nach Entfernung der Irrigationskanüle während I/A.

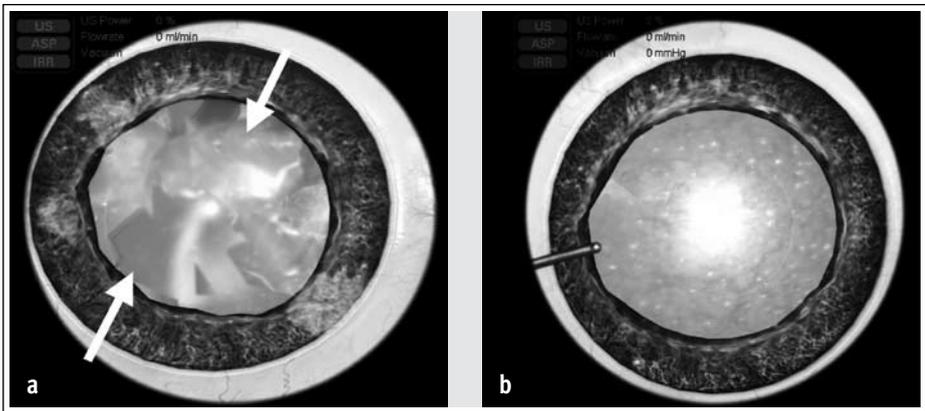


Abb. 2: Beispiele von Komplikationen am Eyesi OP-Simulator: a) Hintere Kapselruptur/Linsenreste im Glaskörper, b) „Vorderkammerkollaps“ nach Entfernung der Irrigationskanüle während I/A

In dieser Studie wurden Assistenzärzte aus unserer Augenklinik in unterschiedlichen Gruppen entsprechend der individuellen operativen Erfahrung und dem Jahr der Ausbildung eingeteilt: Fortgeschrittene (Gruppe A, $n = 3$), Mittelstufe (Gruppe B, $n = 3$) und Anfänger (Gruppe C, $n = 3$). Es wurden sechs Frauen und drei Männer rekrutiert, alle waren Rechtshänder und hatten ein medianes Alter von 28 Jahren. Für alle Probanden wurde ein Benutzerkonto angelegt. Die Probanden absolvierten das Trainingsprogramm maximal zwei Monate lang etwa zwei Stunden pro Woche.

Der Kataraktanfängerkurs (Cat-A) enthält vier Module, wobei ein Niveau von 30 % erreicht werden musste, um das jeweilige Modul abzuschließen. Alle Probanden wiederholten den Kurs (Cat-A) dreimal, um die intraindividuelle Leistung zu analysieren.

Ergebnisse

Die fortgeschrittenen Assistenten (Gruppe A) zeigten bessere Ergebnisse in allen Stufen im Vergleich zu den Gruppen B und C, allerdings könnte kein signifikanter Unterschied zwischen allen drei Gruppen gefunden werden ($n = 9$). Tendenziell waren aber die Gruppen A und B besser im Umgang mit dem Training ($P > 0.05$ Kruskal-Wallis-Test) (Abb. 3). Die Gruppe A benötigte insgesamt weniger Versuche pro Übung als Gruppe B und C (Abb. 4). Bei der intraindividuellen Analyse der Lernkurve zeigte sich eine Verbesserung der Fähigkeiten in allen drei Gruppen.

Der OP-Simulator zeigte eine gute Reliabilität (Abb. 5), Gruppe B zeigte eine höhere Streuung als Gruppe A und C, dennoch konnte kein signifikanter Unterschied gefunden werden ($P > 0.05$ Kruskal-Wallis-Test).

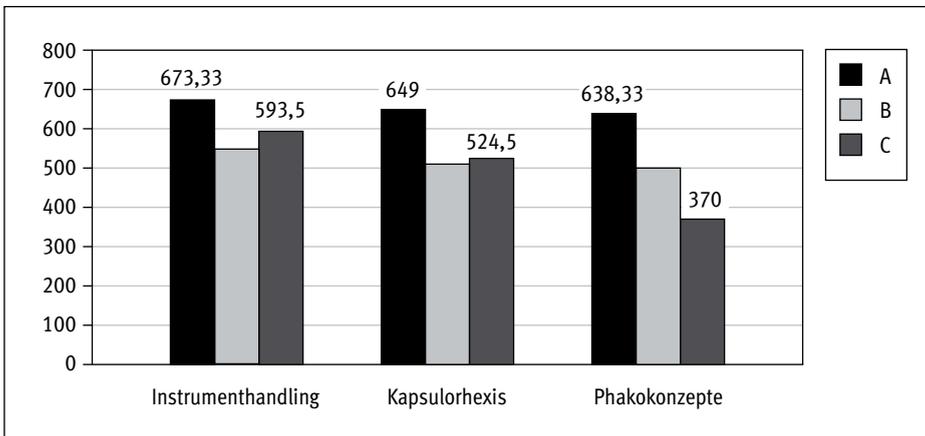


Abb. 3: Gesamtbewertung aller 3 Gruppen (A, B und C) für Instrumenthandling, Kapsulorexhis und Phakokonzepete

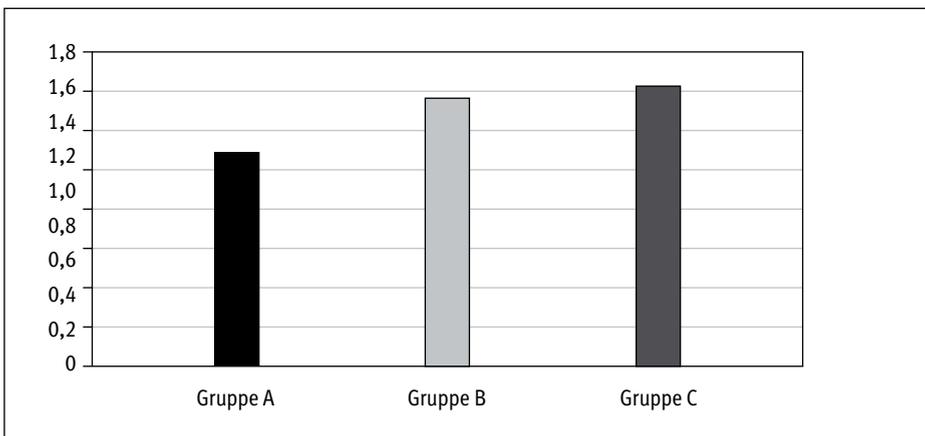


Abb. 4: Darstellung der Versuche pro Gruppe, die einzelnen Aufgaben zu bestehen (Module 1–5)

Schlussfolgerung

Verschiedene Studien haben bereits die Validierung und Lernkurve vom Eyesi analysiert und geprüft [5, 6, 7]. Auf deren Grundlage wurde unser Trainingsschema entworfen und die individuellen Lernkurven unserer Assistenten analysiert. Die fortgeschrittenen Assistenten (Gruppe A) zeigten bessere Ergebnisse in allen Stufen, allerdings und wahrscheinlich aufgrund der reduzierten Probandenanzahl konnte kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Gruppe A benötigte weniger Versuche pro Aufgabe im Vergleich zu den Gruppen B und C.

Das Training mit Eyesi ist orts- und zeitunabhängig. Die Vorteile sind eine realitätsnahe, aber virtuelle Operation ohne die Nachteile einer Operation am Patienten. Das Eyesi Lernprogramm verbessert die operativen Fähigkeiten junger Kollegen und erlaubt auch erfahrenen Kollegen das Üben beispielsweise im Umgang mit Komplikationen. Weitere Studien mit einer höheren Zahl an Probanden sind notwendig, um individuelle Trainingsprogramme zu erstellen und in der Ausbildung junger Ophthalmologen zu etablieren.

Literatur

1. BAHGAT N, NISSIRIOS N, POTDEVIN L ET AL.: Complication in resident-performed phacoemulsification cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 2007 October;91(10):1315–1317
2. LEE JS ET AL.: Complications after cataract surgery. *Eye* 2009
3. UNAL M ET AL.: Cataract surgery complications. *J Cataract Refract Surg* 2007
4. User Guide für Eyesi Surgery Simulator Version 2.6
5. BRIAN PRIVETT ET AL.: Construct validity of a surgical simulator as a valid model for capsulorhexis training. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1835–1838
6. SELVANDER M, ÅSMAN P: Virtual reality cataract surgery training: learning curves and concurrent validity. *Acta Ophthalmol* 2010:1755–3768
7. MAHR MA ET AL.: Construct validity of anterior segment anti-tremor and forceps surgical simulator training modules. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:980–985