

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeuroINeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Realitätsnahe chirurgische
Trainingsumgebungen für die
Wirbel- & Säulen- & Chirurgie //**

**Realistic surgical training
environment for spinal surgery**

Fenyöházi E, Jarvers JS, Torres OA

Adermann J, Voigtländer M, Selig C

Schrempf A, Härtl R, Josten C

Bernal Vera LE, Korb W

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2018; 19 (3), 96-102

Homepage:

www.kup.at/

JNeuroINeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

e-Abo kostenlos

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal **Journal für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie**

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

www.kup.at/JNeurolNeurochirPsychiatr

Realitätsnahe chirurgische Trainingsumgebungen für die Wirbelsäulenchirurgie

E. Fenyöházi¹, J.-S. Jarvers², O. A. Torres¹, J. Adermann³, M. Voigtländer¹, C. Selig¹, A. Schrempf⁴, R. Härtl⁵, Ch. Josten², L. E. Bernal Vera⁶, W. Korb¹

Kurzfassung: Seit Jahren wird die Qualität der chirurgischen Weiterbildung kritisch diskutiert. Es wird gefordert, dass die klassische Weiterbildung, in denen der angehende Chirurg mittels Hospitation langsam an das Operieren herangeführt wird, ergänzt und erweitert wird. Diese Forderungen werden durch die Veränderungen in der Krankenhausmedizin, Personalmangel und das neue Arbeitszeitgesetz gestärkt. Es werden zunehmend Forderungen nach mehr Patientensicherheit laut, dennoch verbringen Assistenzärzte heute weniger Zeit im OP und können somit die von der Weiterbildungsordnung geforderten Fallzahlen kaum noch im Rahmen ihrer Arbeitszeit erfüllen. Hinzu kommt ein erhöhter administrativer Aufwand. Unter diesen Faktoren leidet die Qualität der chirurgischen Weiterbildung und damit die Qualität des Operierens.

Für diese veränderten Anforderungen haben wir in gemeinsamen Forschungsprojekten eine realitätsnahe Trainingsumgebung geschaffen, in der Chirurgen an künstlich blutenden, anatomischen Kunststoffpräparaten realistisch Wirbelsäulenprozeduren trainieren können. Der Trainingszeitpunkt kann individuell, z. B. am Rande des Krankenhausbetriebes und vor Ort, gewählt werden. Das Training erfolgt stets in Übereinstimmung mit der geltenden ärztlichen Weiterbildungsordnung.

Die vorliegende Studie untersucht Trainings, in dem das perioperative Management einer lumbalen Sequestrektomie oder Diskektomie in eintägigen Workshops trainiert wurde. Für die Studie wurde die Qualität des Trainings durch Prä- und Posttests in Form einer Selbstauskunft der Trainingsteilnehmer gemessen. Mit den selbst entwickelten Fragebögen wurde der Unterschied in den selbsteingeschätzten operati-

ven Fähigkeiten vor und nach Absolvieren des dreistündigen Operationstrainings in der Simulationsumgebung gemessen. Die Antworten wurden mittels einer Likert-Skala von 1 (sehr gut) bis 5 (mangelhaft) erhoben.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Teilnehmer nach eigener Einschätzung ihre operativen Fähigkeiten durch die Teilnahme an einem solchen Training verbessern konnten. Angesichts der in dieser Studie ermittelten positiven Lerneffekte kommt dieser Art von innovativem simulationsbasiertem realitätsnahem Chirurgietraining eine zunehmend große Bedeutung zu.

Schlüsselwörter: realitätsnahe Trainingsumgebungen, Simulationstraining, Wirbelsäulenchirurgie, lumbale Sequestrektomie, chirurgische Weiterbildung, Leistungsbewertung/Selbstauskunft

Abstract: Realistic surgical training environment for spinal surgery. For years the quality of surgical training has been critically discussed. It is demanded that the classical training, in which the prospective surgeon will slowly introduced to conducting an intervention by means of work shadowing, should be supplemented and expanded. These requirements are strengthened by the changes in hospital medicine, staff shortages and the new Working Hours Act. There is an increasing demand for more patient safety, but today residents spend less time in the operating room and can thus hardly fulfill the case numbers demanded by the further education guidelines within their working time. In addition, there is an increased administrative effort. The quality of surgical

training and thus the quality of surgery suffer under these conditions. In order to respond to these changing requirements, we have created a realistic training environment in joint research projects where surgeons can practice realistic spine procedures on artificially bleeding, anatomical synthetic preparations. The time of training can be determined individually, e.g. outside the workplace and on-site. The training is conducted always in accordance with the further education guidelines for physicians.

The present study analyses trainings in which the perioperative management of a lumbar sequestrectomy or discectomy was trained in a one-day workshop. For the study, the quality of the training was measured by means of pre- and post-tests in form of a structured self-evaluation of the participants. Using self-developed questionnaires, the difference in the self-evaluated surgical abilities was measured before and after completion of the three-hour surgical training in a simulated environment. The responses were measured by a Likert scale from 1 (very good) to 5 (deficient).

The study has shown that the participants were able to improve their operational abilities by participating in such training. Given the positive learning effects identified in this study, this kind of innovative simulation-based, realistic surgical training is becoming increasingly important. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2018; 19 (3): 96–102.**

Keywords: realistic training environment, simulation training, spinal surgery, lumbar sequestrectomy, training in surgery, performance self-assessment

■ Einleitung

Viele Chirurgen verstehen das Operieren als Handwerkskunst [1]. Die ärztliche Weiterbildungsordnung fordert die Vermittlung und das Training operativer Fertigkeiten und anschließend auch die Übernahme bestimmter Teilschritte von Operationen. Umfragen des BDC zeigen [2], dass aus Sicht der Assistenzärzte die Vermittlung von praktischen Fähigkeiten als eines der größten Defizite in der ärztlich-chirurgischen Weiterbildung gesehen wird. Durchschnittlich 63 % der Assis-

tenzärzte gaben an, weniger als drei Operationen pro Woche unter Supervision durchführen zu können [3]. Nur ein Viertel der Assistenzärzte darf Teilschritte bei Operationen auch tatsächlich übernehmen. Für eine Tätigkeit als Chirurg ist es essentiell, während der Ausbildungszeit ausreichend operative Erfahrung zu sammeln. Andererseits gilt zu bedenken, dass bei jedem Eingriff das Wohl des Patienten im Vordergrund steht und ethische Aspekte berücksichtigt werden müssen, so dass komplette Operationen nicht gefahrlos und in unbegrenzter Anzahl trainiert werden können.

Der Einsatz moderner realitätsnaher Simulationssysteme in der ärztlichen Weiterbildung kann die Anzahl der praktischen Übungen im Medizinstudium deutlich steigern. An chirurgischen Simulationssystemen können bestimmte Eingriffe und Fertigkeiten erlernt und geübt werden, was zur Verbesserung der chirurgischen Fertigkeiten und zur Erhöhung der Patientensicherheit beiträgt. Vergleichbar ist dies mit dem Einsatz von Flugsimulatoren in der Luftfahrt zum Training von Hoch-

Eingelangt am 22.05.2017, angenommen nach Überarbeitung am 04.06.2018
Aus ¹Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig; ²Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie; Universitätsklinikum Leipzig; ³Klinik für Manuelle Therapie Hamm; ⁴Research Group for Surgical Simulators Linz, Fakultät für Medizintechnik und Angewandte Sozialwissenschaften, FH Oberösterreich; ⁵Weill Cornell Medicine Center for Comprehensive Spine Care und ⁶Forschungs- und Transferzentrum Leipzig e.V.

Korrespondenzadresse: Eszter Fenyöházi, Innovative Surgical Training Technologies (ISTT), HTWK Leipzig - University of Applied Sciences, D-04251 Leipzig, Postfach 30 11 66, E-mail:Fenyohhazi@istt.htwk-leipzig.de

risikosituationen. Hier haben strukturierte Trainingspläne die Ausbildung bereits effektiviert. Gleichzeitig kann natürlich die chirurgische Ausbildung mit Flugsimulatoren nicht vollständig verglichen werden. Bei Flugsimulatoren handelt es sich einfach gesagt um Computerarbeitsplätze, jede Eingabe führt zu einem technisch klar definierten Flugmanöver. In der Chirurgie hingegen kann ein und derselbe Vorgang bei verschiedenen Patienten zu unterschiedlichen Resultaten führen. Die Gewebe- bzw. Knochenkonsistenz kann stark variieren und die haptische Komponente spielt eine wesentliche Rolle.

Aus diesem Grund beschäftigen sich Forscher seit vielen Jahren mit der Simulation realitätsnaher Situationen auch in der Medizin [4, 5]. Bisher werden Simulationssysteme hauptsächlich in den Bereichen der Anästhesie und der Laparoskopie eingesetzt, aber nicht in der offenen Chirurgie. In diesem Bereich ist der Einsatz von Humanpräparaten und Tiermodellen nach wie vor sehr häufig anzutreffen. Beide Methoden weisen jedoch entscheidende Nachteile auf. So ist die Nutzung von Tiermodellen für das chirurgische Training aufgrund hygienischer und ethischer Bestimmungen stark eingeschränkt [6], das heißt nur in bestimmten dafür vorgesehenen Trainingsumgebungen und unter tierärztlicher Aufsicht möglich. Auch die Verwendung von Humanpräparaten ist aufgrund ethischer und hygienischer Regelungen sowie daraus folgender hoher Kosten nicht überall ohne weiteres möglich [7].

Moderne chirurgische Simulationssysteme können hier eine echte Alternative darstellen, um chirurgische und kognitive Fertigkeiten auch außerhalb des Klinikalltags zu trainieren. Ziel war die Entwicklung eines komplexen Trainingssimulators für die Wirbelsäulenchirurgie, basierend auf realistischer Anatomie und mit integriertem künstlichem Blutungssystem und eingebettet in ein modernes nutzerzentriertes pädagogisches Trainingskonzept [8].

■ Patienten und Methoden

Für die Entwicklung eines solchen komplexen Trainingskonzepts wurde die Methode der Kognitiven Taskanalyse (KTA) gewählt. Sie ist für die Verbalisierung von Expertenwissen geeignet und basiert auf den Prinzipien der kognitiven Psychologie [9]. Mit Hilfe von Observationen und strukturierten Interviewtechniken, aber auch Critical-Incident-Methoden, Methoden für Feldstudien und simulationsbasierten Methoden werden bei der KTA technische Fertigkeiten, spezifisches Wissen, Erfahrungen und kognitive Prozesse, die zur effektiven und effizienten Bewältigung einer Aufgabe beitragen, ermittelt und sichtbar gemacht [10]. Mit der KTA ist es gelungen, die mentalen Modelle von chirurgischen Experten in Trainingsszenarien und dazu passende Simulatoren umzusetzen [8]. Die genaue Methode wurde von uns bereits früher beschrieben [11]. Die KTA führte zu einem sogenannten „Szenariobasierten Trainingskonzept“ (d.h. ein fallbasiertes praktisches Simulationstraining) [8].

In dieser Arbeit wurde ein eintägiges Training des perioperativen Managements einer lumbalen Sequestrektomie oder (alternativ/zusätzlich) einer Diskektomie mit dem in Adermann et al. [8] beschriebenen, von der Leipziger Arbeitsgruppe entwickelten Simulationssystem untersucht.

Dieses Szenario wurde mittels Observationen in der Klinik und teilstrukturierten Tiefeninterviews entwickelt. In den Hospitationen wurde der genaue Ablauf einer Bandscheibenoperation bei unterschiedlichen Experten beobachtet und mittels „Think-aloud“-Technik verbalisiert. Insgesamt wurden 36 OP-Beobachtungen protokolliert und ausgewertet. Für eine noch tiefergehende Analyse wurden 17 Ärzte mit zuvor validierten Interviewleitfäden befragt. Die aus den Interviews mit chirurgischen Experten und Novizen erhobenen Daten wurden mittels der Software MAXQDA (VERBI GmbH, Berlin, Deutschland) klassifiziert und ausgewertet. Die daraus abgeleiteten Erkenntnisse wurden zur Entwicklung des szenariobasierten Trainings sowie des didaktischen Konzepts genutzt. In einem iterativen Prozess wurde beides während des gesamten Entwicklungsprozesses wiederholt validiert [12].

Die chirurgischen Handlungen und Tätigkeiten des zuletzt festgelegten – in dieser Arbeit untersuchten – Trainingsszenarios sind in Abbildung 1 dargestellt.

Simulierter Patientenfall

Um die anatomischen Strukturen exakt nachbilden zu können, wurden anonymisierte Bilddaten eines realen Patientenfalls verwendet und eine Patientenakte erstellt. Die Patientenakte enthält Anamnese- und Untersuchungsbogen, neurologische Untersuchung sowie Laborbericht. Diese sind Bestandteil des szenariobasierten Trainingskonzepts. Auf der Basis der Patientenakte wird den Teilnehmern die Aufgabe gestellt, eine medizinische Fall- und Behandlungsbeschreibung durchzuführen. Die medizinischen Daten wurden vom Universitätsklinikum Leipzig zur Verfügung gestellt und enthalten folgende Angaben: *Bei dem Patienten besteht seit vier Wochen eine Fußheber-schwäche linksseitig sowie zunehmende Lumboischialgien mit Projektion auf das Dermatom L5. Bei der klinischen Untersuchung zeigte sich eine Fußheberparese KG1 von 5 links sowie Sensibilitätsstörungen. Das MRT zeigt in Höhe LWK4/5 einen nach kaudal sequestrierten Bandscheibenvorfall links mit deutlicher Kompression der Nervenwurzel. Der PSR und der ASR sind linksseitig abgeschwächt auslösbar. Das Zeichen nach Lasague ist linksseitig bei 45 Grad positiv. Der Hackenstand ist nicht möglich. Im Zielblindgang zeigt sich eine Deviation nach links. Der Seiltänzerengang ist nur unsicher ausführbar. Der übrige neurologische Befund ist unauffällig.*

Die Aufgabe der Trainees ist es, die Indikation zur operativen Entlastung zu geben und den Patienten über die Operation, mögliche Komplikationen, Risiken und Alternativen ausführlich aufzuklären. Anschließend wird die Operation an der realitätsnahen Simulationsumgebung (siehe die genaue Beschreibung im nachfolgenden Abschnitt) trainiert.

Entwicklung des chirurgischen Simulationssystems RealSpine für die Lendenwirbelsäule

Passend zu dem Trainingskonzept wurde ebenfalls aus den Erkenntnissen der KTA das zugehörige Simulationssystem RealSpine entwickelt (Abbildung 2). Gemeinsam mit den klinischen Partnern wurden die optischen und haptischen Eigenschaften des Systems bestimmt. Zunächst wurden Materialproben der einzelnen anatomischen Bestandteile aus verschiedensten Kunststoffen hergestellt und anschließend kontinuierlich von Chirurgen und Anatomen validiert und modifiziert.

Nachdem die optischen und haptischen Eigenschaften der anatomischen Strukturen des Simulationssystems festgelegt wurden, wurde die Form der anatomischen Strukturen basie-

rend auf MRT-Aufnahmen des gewählten Patientenfalls entwickelt. Die Modellierung der anatomischen Strukturen erfolgte nach dem Prinzip des computerbasierten 3D-Modellierens. Es

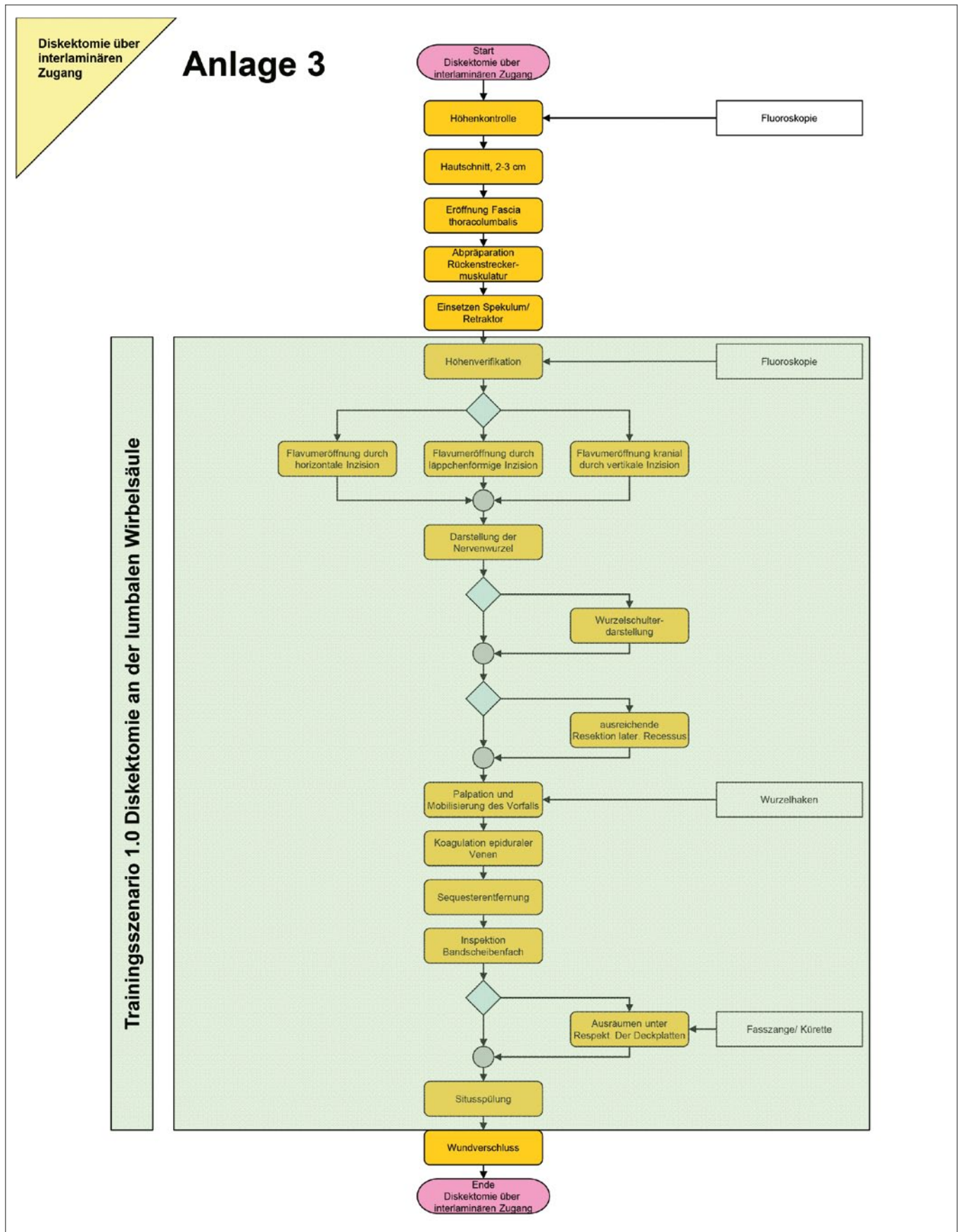


Abbildung 1: Operationsschritte des simulationsbasierten Trainingsszenarios „Perioperatives Management einer lumbalen Sequestrektomie bzw. Diskektomie eines lumbalen Bandscheibenvorfalles“

wurden zunächst Gussformen gedruckt, aus denen die anatomischen Strukturen modelliert wurden. RealSpine enthält alle anatomischen Strukturen, die für Operationen im Bereich der Lendenwirbelsäule relevant sind: Ligamentum flavum, Lendenwirbel L4 und L5, hinteres Längsband, Bandscheibenvorfall bestehend aus Anulus fibrosus und prolabiertem Nucleus pulposus, epidurales Fett, Dura mit Spinalnerven und Liquor. Zusätzlich wurde ein 3-Punkt-Blutungssystem für diffuse Blutung im oberen Teil des Simulators, epidurale Blutung und osäre Blutung integriert. Das Blutungssystem fördert Kunstblut, um den Realitätsgrad des Simulationssystems zu erhöhen. Das Simulationssystem wurde von erfahrenen Wirbelsäulenchirurgen nach optischen und haptischen Gesichtspunkten auf den chirurgischen Realitätsgrad positiv validiert [8].

Prä- und Posttest

Ebenso wurde auf der Basis der KTA ein Prä- und Post-Testsystem für die Trainingsteilnehmer entwickelt, mit denen ein Unterschied in den selbsteingeschätzten operativen Fähigkeiten vor und nach Absolvieren des Operationstrainings am hier vorgestellten Simulationssystem gemessen werden konnte. Die Prä- und Posttests beziehen sich auf die in Abbildung 1 gezeigten Operationsschritte einer Sequestrektomie/Diskektomie. Jeder einzelne Operationsschritt sollte von den Kursteilnehmern separat bewertet werden. Dabei wurden die Antworten

mittels einer Likert-Skala nach Schulnoten von 1 (sehr gut) bis 5 (mangelhaft) erhoben. Die Frage im Fragebogen lautete jeweils „Bitte bewerten Sie Ihre chirurgische Fähigkeit bezüglich OP-Schritt A, B, C, ... usw.“ (vgl. Abbildung 1).

Die Auswertung der Daten erfolgte in Excel. Ermittelt wurde die prozentuale Verteilung der Teilnehmer entsprechend ihrer Qualifikation (Facharzt, Assistenzarzt) und ihrer Vorkenntnisse bezogen auf die Durchführung einer Diskektomie (nur Theorie, nur Assistenz, wenig praktische Erfahrung, ausreichend praktische Erfahrung > 10 Operationen) sowie die Verbesserung oder Verschlechterung der operativen Fertigkeiten mittels Prä- und Posttest vor und nach Absolvieren des szenariobasierten Simulationstrainings.

Dafür wurde folgende Arbeitshypothese aufgestellt: Kann mit dem entwickelten szenariobasierten Training eine Verbesserung der für die Durchführung einer Diskektomie geforderten operativen Fertigkeiten erreicht werden?

Die Ergebnisse stützen sich dabei auf die subjektive Selbsteinschätzung der Teilnehmer.

Zudem enthielt der Fragebogen Fragen zu Aspekten wie Lernzielerreichung, positiv erlebte Aspekte während des Trainings sowie mögliche Verbesserungen im Gesamtkurskonzept. Diese wurden durch offene Beantwortung erfragt und durch einen direkten Vergleich ausgewertet. Die Antworten wurden zunächst systematisiert und kategorisiert. Für die abschließende Auswertung wurden die Kategorien nach der Häufigkeit, nach der sie genannt wurden, sortiert.

■ Ergebnisse

An den bisher durchgeführten Trainings nahmen insgesamt 25 Assistenzärzte und 23 Fachärzte für Orthopädie und Neurochirurgie teil (Abbildung 3). 9 Assistenzärzte hatten bereits bei einer lumbalen Sequestrektomie oder Diskektomie assistiert, 5 Assistenzärzte verfügten ausschließlich über theoretische Kenntnisse beider Eingriffe und 10 Assistenzärzte über wenig praktische Erfahrungen (< 10 Operationen) und 1 Assistenzarzt hatte eine lumbale Sequestrektomie oder Diskektomie bereits selbst durchgeführt (> 10 Operationen). 3 Fachärzte hatten bereits bei einer lumbalen Sequestrektomie oder Diskektomie assistiert, 6 verfügten ausschließlich über theoretische Kenntnisse beider Eingriffe, 10 verfügten über wenig praktische Erfahrungen (< 10 Operationen) und 4 hatten eine lumbale Sequestrektomie oder Diskektomie bereits selbst durchgeführt (> 10 Operationen) (Abbildung 4).

Die statistische Analyse mit Excel hat gezeigt, dass sich die Fachärzte nach eigener Einschätzung durch die Teilnahme am szenariobasierten Training um 0,8 Punkte auf der Likert-Skala und die Assistenzärzte um 1,0 Punkte verbessern konnten (Abbildung 3). Ebenso wurde festgestellt, dass je geringer die Vorkenntnisse der Teilnehmer waren, desto größer war der Lerneffekt in den einzelnen Operationsschritten: Teilnehmer mit lediglich theoretischer Erfahrung erzielten nach eigener Einschätzung eine durchschnittliche Verbesserung von 1,4 Punkten, Teilnehmer, die bisher in einer solchen Operation



Abbildung 2: Chirurgisches Simulationssystem RealSpine für die Lendenwirbelsäule

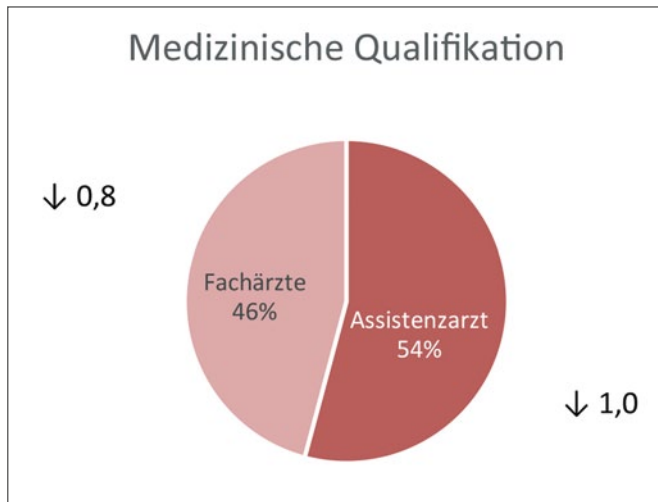


Abbildung 3: Differenz Likert-Skala in Prä- und Posttest entsprechend der medizinischen Qualifikation der Trainingsteilnehmer. Eine Senkung des Wertes entspricht einer Verbesserung, da es sich um Schulnoten im deutschen Schulnotensystem handelt.

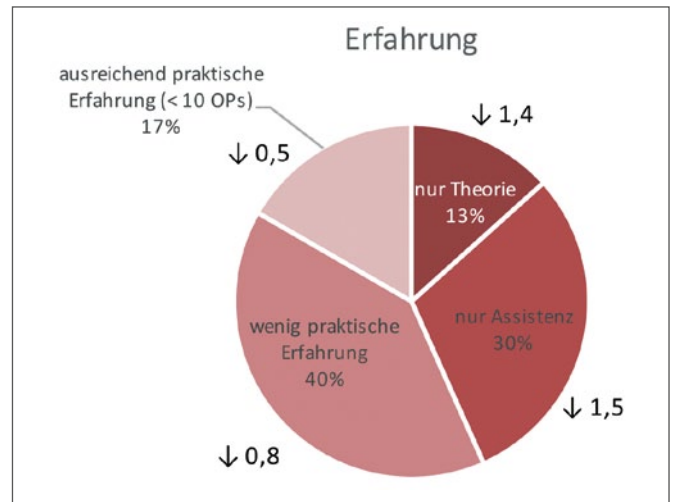


Abbildung 4: Differenz Likert-Skala in Prä- und Posttest entsprechend des Erfahrungsstandes der Teilnehmer bei der Durchführung einer Diskektomie. Eine Senkung des Wertes entspricht einer Verbesserung, da es sich um Schulnoten im deutschen Schulnotensystem handelt.

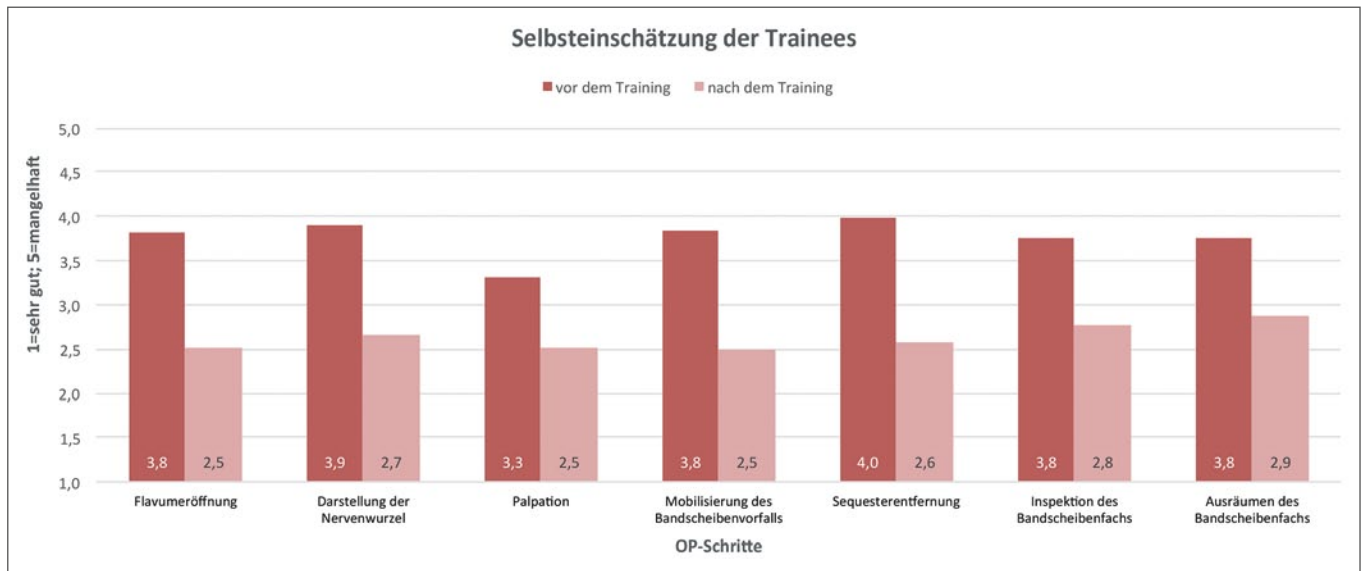


Abbildung 5: Selbsteinschätzung der Teilnehmer in allen durchgeführten Operationsschritten (nach deutschem Schulnotensystem: 1 [sehr gut] bis 5 [mangelhaft])

nur assistiert hatten, eine durchschnittliche Verbesserung von 1,5 Punkten auf der Likert-Skala (Abbildung 4). Trainingsteilnehmer mit geringer praktischer Erfahrung konnten sich durchschnittlich um 0,8 Punkte verbessern und Teilnehmer, die bereits mehr als 10 Operationen selbständig durchgeführt hatten und somit über ausreichend praktische Erfahrung verfügten, verbesserten sich durchschnittlich um 0,5 Punkte.

Alle Trainingsteilnehmer konnten sich durch das Training in allen sieben Operationsschritten wesentlich verbessern (Abbildung 5). Insgesamt, für die Durchführung der gesamten Operation, erzielten die Trainingsteilnehmer laut Selbsteinschätzung eine durchschnittliche Verbesserung ihrer operativen Fertigkeiten in Höhe von 1,14 Punkten auf der Likert-Skala entsprechend des Prä-Post-Vergleichs (Abbildung 6).

Die Analyse der offenen Fragen im Fragebogen hat ergeben, dass alle Teilnehmer ihre selbst gesetzten Lernziele erreichen

konnten. Diese umfassten u.a. das Erfassen der Grundprinzipien und des Gesamtablaufs einer Sequestrektomie, den richtigen Umgang mit Komplikationen wie z. B. diffuse Blutungen oder Duraleck, sicherer Umgang mit dem OP-Mikroskop und das erstmalige alleinige Operieren einer Sequestrektomie ohne Risiko für den Patienten. Mit der Durchführung und dem Ablauf des szenariobasierten Trainings zeigten sich alle Teilnehmer sehr zufrieden, einzig der Wunsch nach weiteren Krankheitsfällen (Stenosis) und einer sich an das Training anschließenden Videoanalyse wurden geäußert. Als sehr positiv empfunden wurde das gesamte perioperative Management mit Anamnese, Untersuchung und Bildgebung sowie das Debriefing, die realistische OP-Situsdarstellung im Simulationssystem und das realitätsnahe OP-Setting, das den Eingriff begleitende Feedback durch den Trainer und der enge Kontakt zum Trainer, der eine optimale Betreuung der Trainees ermöglicht hat. Auch das Operieren ohne Zeitdruck und Risiko für den Patienten wurden hervorgehoben.

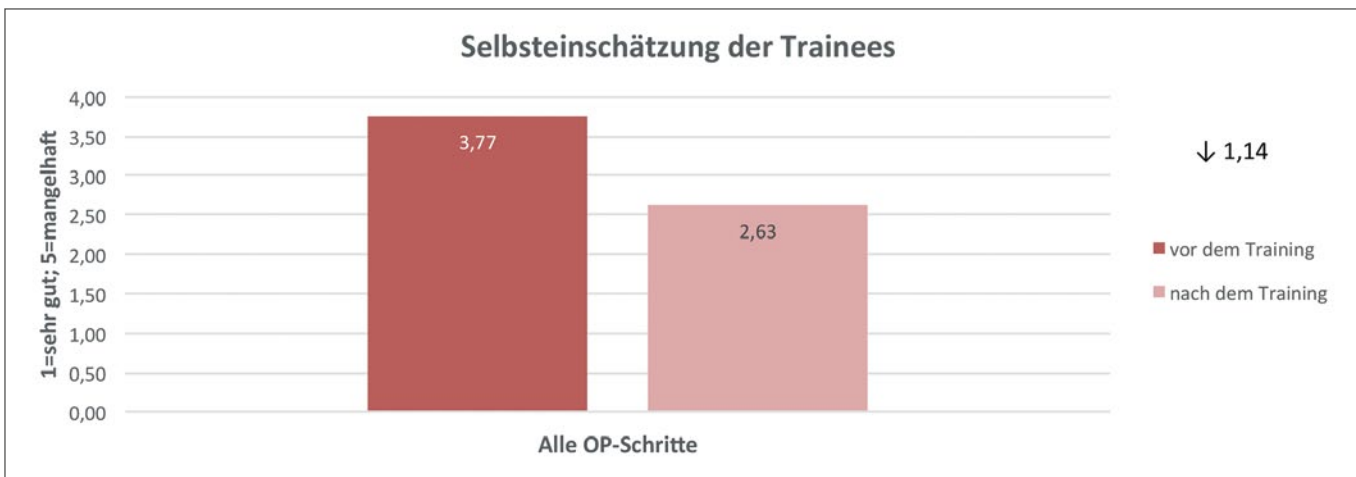


Abbildung 6: Selbsteinschätzung der Teilnehmer in den einzelnen Operationsschritten (nach deutschem Schulnotensystem: 1 [sehr gut] bis 5 [mangelhaft])

■ Diskussion

Die Durchführung einer Kognitiven Taskanalyse (KTA) hat den Bedarf für ein strukturiertes, systematisches und ganzheitliches Trainingskonzept in der Wirbelsäulenchirurgie auf der Basis von Simulationssystemen bestätigt. Dieser Bedarf wurde auch in anderen Publikationen als wissenschaftliche Priorität eingestuft [13]. Durch die Einbeziehung der zukünftigen Nutzer in den gesamten Entwicklungsprozess konnten in einem iterativen Prozess fortlaufend Anpassungen sowohl bei der Entwicklung des Simulationssystems als auch bei der Erstellung des didaktischen Konzepts durchgeführt werden.

Die szenariobasierte Methode wurde letztendlich gewählt, um authentische Lernsituationen zu schaffen, in denen Lernende in einem realitätsnahen Umfeld selbständig komplexe Lösungen erarbeiten. Szenarien werden vorrangig in Gebieten eingesetzt, in denen höchste Entscheidungssicherheit beim Umgang mit kritischen Ereignissen gefordert wird [14]. Besonders in der Medizin muss eine Vielzahl von theoretischen Sachverhalten mit der Aneignung von praktischen Fähigkeiten verbunden werden. Die entwickelten Szenarien können verschiedene Detaillierungsgrade aufweisen, von groben Fallbeschreibungen zur eigenständigen Problemlösung bis hin zur konkreten Anweisung einer Standardintervention, je nachdem, welche didaktischen Bestrebungen im Vordergrund stehen. Auch das Erhalten eines qualifizierten Feedbacks zu den operativen Leistungen ist, wie in der Studie gezeigt, für ein effektives Training von entscheidender Bedeutung. In zukünftigen Studien und Simulatorgenerationen soll außerdem noch der Druck auf die Dura durch ein ultraschallbasiertes Sensorsystem gemessen werden. Mit solchen Sensorsystemen sowie speziell geschulten Instruktoren sollen Lernumgebungen geschaffen werden, in denen die trainierenden Teilnehmer qualifiziertes Feedback von erfahrenen Chirurgen erhalten.

Aufbauend auf dem in der KTA entwickelten Anforderungsprofil wurden das Trainingskonzept und das zugehörige chirurgische Simulationssystem für Operationen an der Lendenwirbelsäule und das Programm für den eintägigen Workshop erarbeitet. Auf der Basis realer Krankheitsfälle wurde das Konzept ganzheitlich entwickelt, in das alle zu trainierenden Ärzte in ein simuliertes Szenario eingebunden werden. Der

realistische, aus dem Alltag bekannte, Patientenfall basierend auf einer Patientenakte und MRT-Bildern führt zu einer persönlichen Identifikation mit dem Trainingsszenario. Die Validierung des Simulationssystems mittels Augenscheinvalidität durch chirurgische Experten hatte bereits zuvor ergeben, dass die Optik und Haptik der im System dargestellten anatomischen Strukturen über einen hohen Realitätsgrad verfügen (siehe Adermann et al., [8]).

In der in dieser vorliegenden Arbeit nun vorgestellten Studie wurde zusätzlich der persönliche Nutzen für die Weiterbildung gezeigt. Diese Auswertung der Prä- und Posttests hat gezeigt, dass ein innovatives Training der Wirbelsäulenchirurgie eine Verbesserung in der Selbsteinschätzung der Teilnehmer hinsichtlich ihrer operativen Fähigkeiten in allen durchgeführten Operationsschritten hervorruft.

Das entwickelte szenariobasierte Training orientiert sich am Konzept des kompetenzbasierten Lernens, welches in der Erwachsenenpädagogik bekannt ist. Unter Kompetenz werden „bei Individuen verfügbare oder von ihnen erlernbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ [15] verstanden. Das kompetenzbasierte Lernen versteht den Lernenden als Zentrum des gesamten Lernprozesses. Es werden Kernkompetenzen festgelegt, die der Lernende im Laufe seiner Weiterbildung erwerben muss. Der gesamte Lehr-Lern-Prozess orientiert sich somit am Kompetenzprofil, das man von einem gut ausgebildeten, selbständig handeln könnenden Arzt erwartet. Der Kompetenzerwerb kann als komplexes Gebilde verstanden werden, das sich aus Wissen, Fertigkeiten und Haltungen zusammensetzt. Der Fokus des kompetenzbasierten Lernens liegt auf der direkten Anwendung des erworbenen Wissens im klinischen Alltag.

Angesichts der in der hier vorliegenden Studie ermittelten positiven Lerneffekte kommt dieser Art von innovativem Chirurgietraining eine große Bedeutung zu. Ergänzt mit den fallspezifischen Bilddaten und der Patientenakte eignen sich realitätsnahe chirurgische Simulatoren somit nicht nur zur Vermittlung von chirurgischen Fertigkeiten, sondern es können im Rahmen von

Szenarien weitere Kompetenzen wie anatomische Orientierung, Anamnese, Indikationsstellung und Arzt-Patienten-Kommunikation vermittelt werden. Kognitive, handwerkliche und prozessorientierte Fertigkeiten werden so insgesamt und gemeinsam trainiert und nicht mehr aufgesplittet. Dennoch ist es aufgrund der geringen Probandenzahl zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich, eine langfristige Aussage zum Einfluss eines solchen Trainings auf die operativen Fähigkeiten zu treffen.

Weitere objektive Assessmentmethoden, auch durch den Trainer/Experten, zu einer weiteren Validierung des Simulations- und Trainingskonzepts sind für zukünftige Studien geplant. Obwohl der direkte Einfluss der Simulation auf die Patientensicherheit bisher in keiner Studie bewiesen werden konnte, ist ihre Bedeutung als Methode zur Verbesserung der Lernergebnisse unumstritten [16].

Prof. Dr. sc. hum. Werner Korb



Ab 1995 Studium der Technischen Mathematik/Computerwissenschaften an der TU Wien, Promotion in Medizinischer Informatik/Medizinischer Physik an der Universität Heidelberg 2005. Seit 2010 wissenschaftlicher Direktor der Forschergruppe „Innovative Surgical Training Technologies (ISTT)“ an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig. Seit mehr als 15 Jahren tätig im Forschungsbereich Medizintechnik mit Fokus Chirurgie und insbesondere der Ergonomie, Simulation und Training. Derzeit Stiftungsprofessor für „Simulation und Ergonomie in der operativen Medizin“ an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig und Geschäftsführer der RSTT Real Surgical Training Technologies GmbH. Seit 2014 Mitglied der Forschungsgruppe ReSSL (Research Group for Surgical Simulators Linz) an der FH Oberösterreich/Campus Linz.

Relevanz für die Praxis

Mit realitätsnahen Trainingsumgebungen (hier beispielhaft für die Wirbelsäulenchirurgie gezeigt) kann die chirurgische Fort- und Weiterbildung ergänzt werden. Kurse und Workshops, die bisher in speziellen Einrichtungen (Humanpräparate, Tiermodelle etc.) stattfinden mussten, können so direkt im Krankenhaus (in der Praxis) durchgeführt werden. Eine Leistungsbewertung bzw. Messung des Lernerfolgs wurde hier mit einer Selbstauskunft durchgeführt. Zukünftig werden solche Kriterien, auch im Praxisbetrieb, weiterentwickelt werden müssen.

Interessenkonflikt

Keiner.

Eszter Fenyőházi



Ab 2001 Studium Deutsch als Fremdsprache, Betriebswirtschaftslehre und Anglistik an der Universität Leipzig, seit 2012 wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschergruppe „Innovative Surgical Training Technologies (ISTT)“ an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig, Mitarbeit in zahlreichen Projekten mit Fokus Chirurgie, ärztliche Aus- und Weiterbildung und Training an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) Leipzig.

Literatur:

1. Lossing A, Hatswell EM, Gilas T et al. A technical-skills course for 1st year residents in general surgery: a descriptive study. *Can J Surg* 1992; 35: 536–40.
2. Krüger M, Seifert J. Chirurgische Weiterbildung in Deutschland. *Passion Chirurgie* 2016; 6 (03): Artikel 02_01.
3. Schröder W et al. Akquise von chirurgischem Nachwuchs – was ist zu tun. *BDC Online* 01.03.2009; Berufsverband der Chirurgen.
4. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Safe Health Care* 2004; 13 (Suppl 1): pp. i2–i10.
5. Satava RM. Historical review of surgical simulation - A personal perspective. *World J Surg* 2008; 32: 141–8.
6. Gallagher AG, O’Sullivan GC. *Fundamentals of Surgical Simulation*. 1st ed. Springer, London, 2012.
7. Aziz MA, Mckenzie JC, Wilson JS, Crowie RJ, Sylvanus AA, Dunn BK. The Human Cadaver in the Age of Biomedical Informatics. *Anatom Rec* 2002; 269: 20–32.
8. Adermann J, Geißler N, Bernal LEV, Kotsch S, Korb W. Development and validation of an artificial wetlab training system for the lumbar discectomy. *Eur Spine J* 2014; 23: 1978–83.
9. Korb W. Ergonomie und Anwendertraining für den digitalen Operationssaal. *Der digitale Operationssaal* 2012.
10. Militello LG, Hutton RJ. Applied cognitive task analysis (ACTA): a practitioner’s toolkit for understanding cognitive task demands. *Ergonomics* 1998; 41: 1618–41.
11. Geißler N, Kotsch S, Andrack B, Korb W. Development and evaluation of a scenario based simulation training in surgery. *2nd Surgicon, Second World Congress on Surgical Training 2013, Surgicon Foundation*, 213–4.
12. Geißler N, Kotsch S, Hoffmeier A, Korb W. Verbesserung der Facharztausbildung durch die Cognitive Task Analysis. *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hg.): Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und -herstellungsprozess. Bericht zum 57. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 23.-25. März 2011. GfA-Press, Dortmund, 2011; 779–82.*
13. Stefanidis, Dimitrios et al. Research priorities in surgical simulation for the 21st century. *Am J Surg* 2012; 203: 49–53.
14. Rall M. Simulation in der notärztlichen Weiterbildung – Was bringt’s und für wen? *Notfall + Rettungsmedizin* 2012; 15: 198–206.
15. Weinert FE. Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert FE. *Leistungsmessung in Schulen*. Beltz Verlag, Weinheim-Basel, 2001; 17–31.
16. Aggarwal R, Mytton OT, Derbrew M, et al. Training and simulation for patient safety. *Qual Safety Health Care* 2010; 19: i34–i43.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)