

Qualitätsverbesserung von Koronardiagnostik und -intervention durch „Virtual-Reality“-Simulation

Die Katheterzahlen in Herzkatheterdiagnostik und -intervention in Deutschland steigen seit Jahren exponentiell an. Entsprechend nehmen die Anzahl der Krankenhäuser, die Katheterleistungen erbringen, und die Gesamtzahl interventionell tätiger Kollegen in Deutschland kontinuierlich zu. Im Jahre 2008 wurden 845.000 Herzkatheteruntersuchungen und 304.000 Interventionen in insgesamt 556 Zentren durchgeführt [1]. Diese Entwicklung dokumentiert den enormen Ausbildungsbedarf in der interventionellen Kardiologie, dem die reduzierten Zeitressourcen für Fort- und Weiterbildung in den Krankenhäusern infolge Personalmangel und zunehmender Arbeitsverdichtung diametral entgegenstehen.

Bisher erfolgte die Ausbildung in der interventionellen Kardiologie meist im Herzkatheterlabor direkt am Patienten. Bei dieser Ausbildungsform (sog. „ap-

prenticeship“) steht der Auszubildende neben seinem Lehrer, beobachtet ihn bei der Durchführung der einzelnen Schritte der Herzkatheterprozedur und übernimmt dann sukzessive die einzelnen Handgriffe unter Aufsicht seines Lehrers (■ **Abb. 1a,b**). Dieses patientenbasierte Training im Herzkatheterlabor ist zeitaufwändig und hat den Nachteil, dass die einzelnen Lehrinhalte vom aufkommenden Patientenspektrum abhängig sind und insbesondere seltene Konstellationen (Anomalien, Komplikationen, unerwartete Ereignisse) nicht systematisch geschult werden können.

Wenn sich der Ausbilder (infolge Arbeitsüberlastung, Motivationsmangel, Organisationsdefiziten o. Ä.) aus seiner Verantwortung als Trainer in dieser Ausbildungsphase zurückzieht und den Auszubildenden mit dem Patienten allein lässt, kommt es zum unerwünschten „learning by doing“ und damit zu nicht

akzeptablen „Lernkurven“, d. h. anfänglich zu einer verminderten Erfolgs- und erhöhten Komplikationsrate.

Um Lernkurven zu vermeiden und die Patientensicherheit nicht zu gefährden, sind vorgeschaltete und ergänzende Ausbildungsmaßnahmen notwendig. Mittlerweile gibt es hierfür sog. „Virtual-Reality“ (VR)-Simulatoren, die in Analogie zu Simulatoren in der Luftfahrt arbeiten und das Training von Herzkathetereingriffen und -interventionen fernab vom Patienten ermöglichen.

Im Folgenden werden Potenzial und derzeitiger Stellenwert der VR-Simulationstechnologie in der Kardiologie dargestellt. Zusätzlich werden die Rahmenbedingungen aufgezeigt, die erfüllt werden müssen, um simulationsbasiertes Training adäquat durchführen und hierdurch eine Qualitätsverbesserung von Koronardiagnostik und -intervention erzielen zu können.

Tab. 1 Rationale für Simulationstraining in der Kardiologie

| |
|--|
| VR-Simulation ermöglicht |
| - verbessertes Verständnis durch virtuelle (3-D)-Darstellungen |
| - Training in stressfreiem Umfeld |
| - Lernen mit individuell angepasster Geschwindigkeit |
| - beliebig häufig wiederholbares Lernen |
| - objektive Erfassung des Leistungsvermögens und -zuwachses |
| - Training von seltenen Situationen bzw. Management von Komplikationen |

Tab. 2 „Virtual-reality“-Simulatoren für die invasive/interventionelle Kardiologie

| Produkt | Firma | Land | Link | Besondere Vorteile |
|--------------|------------|-------------|---|---|
| CATHIS | Cathi GmbH | Deutschland | http://www.cathionline.com | Flüssigkeit als Kontrastmittel, Trainingsmodul für Koronarperforation und Tamponade, Verwendung von Originalkathetern |
| VIST | Mentice | Schweden | http://www.mentice.com | Verwendung von Originalkathetern, realistische ACS-Simulation |
| Cath-LabVR | CAE | USA | http://www.cae.com | 3-D-Darstellung der Koronararterien, Führungskathetersimulation |
| ANGIO Mentor | Simbionix | Israel | http://www.simbionix.com | Realistische Koronardarstellung |
| SimSuite | MSC | USA | http://www.medsimulation.com | Realistisches Set-up, integriertes E-Learning |

Rationale der Simulation in der Kardiologie

Mittlerweile gibt es verschiedene VR-Simulatoren für minimal-invasive Operationsverfahren sowie endoskopische Untersuchungen. Der Effekt des Simulationstrainings für die Qualität in der laparoskopischen Chirurgie und Endoskopie konnte in mehreren randomisierten Studien nachgewiesen werden ([2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]; **Tab. 1**). Entsprechend ist die Simulation im Ausbildungscurriculum der endoskopisch tätigen Chirurgen mittlerweile fest etabliert [16, 17].

In Analogie zu den Simulatoren in den anderen Fachgebieten bietet auch die VR-Simulation in der invasiven und interventionellen Kardiologie die Möglichkeit, an simulierten Fällen zu lernen. Abgeleitet von realen klinischen Fällen können klinische Szenarien eingespielt werden, die als Plattform für wirklichkeitsnahes Training dienen. Wie im Katheterlabor bedient der Auszubildende die Endgeräte (Konsole, Fußpedal, Katheter, Hahnenbank) und steuert Draht, Ballon, Stent u. a. (**Abb. 2**).

Beim Simulationstraining können auch seltene klinische Situationen und Komplikationen eingespielt und wiederholt trainiert werden. Die Simulation bietet ferner die Möglichkeit, auf die individuell unterschiedlichen Fertigkeiten, Vorkenntnisse und Lerngeschwindigkeiten der Auszubildenden einzugehen und das Training entsprechend zu variieren. Des Weiteren können Fehler zugelassen und dokumentiert werden, um sie anschließend zu analysieren und ihre Ursachen aufzudecken. Bekanntermaßen ist das Lernen aus Fehlern eine besonders nachhaltige Erfahrung [18, 19].

Stärken haben die Simulatoren insbesondere dann, wenn sie durch Einbeziehung virtueller Darstellungen den Auszubildenden in seinem Erkenntnisprozess unterstützen und ihm Einblicke geben, die ihm in der Realität nicht zur Verfügung stehen. In der interventionellen Kardiologie ist das Verständnis der 3-dimensionalen Geometrie der Koronararterien essenziell für die diagnostische und therapeutische Qualität bei der Herzkatheterprozedur. Das räumliche

Herz 2011 · 36:430–435 DOI 10.1007/s00059-011-3488-6
© Urban & Vogel 2011

W. Voelker · S. Maier · B. Lengenfelder · W. Schöbel · J. Petersen · A. Bonz · G. Ertl Qualitätsverbesserung von Koronardiagnostik und -intervention durch „Virtual-Reality“-Simulation

Zusammenfassung

Die Katheterzahlen in Herzkatheterdiagnostik und -intervention steigen in Deutschland seit Jahren exponentiell an. Hieraus ergibt sich ein enormer Ausbildungsbedarf in der interventionellen Kardiologie. Gleichzeitig haben sich die Zeitressourcen der Krankenhäuser für Fort- und Weiterbildung infolge von Personalmangel und zunehmender Arbeitsverdichtung deutlich reduziert. Eine Lösung dieses Dilemmas sind neue Ausbildungskonzepte, bei denen ein Teil der Ausbildung durch das Training an Modellen und Simulatoren ergänzt oder ersetzt wird.

Abhängig von der Komplexität der zu trainierenden Prozedur sind die Anforderungen an den Simulator sehr unterschiedlich und reichen vom einfachen Modell (z. B. für Punktionstraining) bis hin zum „Virtual-Reality“ (VR)-Simulator mit verlinktem „Full-scale“-Mannequin (z. B. für Teamtraining). Mittlerweile gibt es für Koronarangiographie und -intervention 5 VR-Simulatoren, die ein realistisches und praktisches Training in Analogie zu den Flugsimulatoren in der Luftfahrt erlauben. Der Einsatz der zur Verfügung stehenden Simulatoren sollte unter Berücksichtigung des Vorwissens der Auszubildenden,

der individuellen Lernziele und eines zugrunde liegenden Curriculums erfolgen. Für den Erfolg eines simulationsbasierten Trainings ist der Trainer in besonderer Weise entscheidend; es sollte sich möglichst um einen erfahrenen interventionellen Kardiologen handeln, der mit den Möglichkeiten und Grenzen der eingesetzten Simulatoren vertraut ist und sein Wissen unter Zuhilfenahme des Simulators gern an die Auszubildenden weitergibt.

In dieser Arbeit wird zunächst die Rationale der Simulationstechnologie in der Kardiologie dargestellt. Anschließend kommt das Potenzial der derzeit verfügbaren VR-Simulatoren für die interventionelle Kardiologie zur Sprache. Schließlich werden die Voraussetzungen diskutiert, die für den nutzbringenden Einsatz dieser Simulatoren erfüllt werden müssen, um eine Qualitätsverbesserung in Koronardiagnostik und -intervention zu erzielen.

Schlüsselwörter

Simulationsbasiertes Training · Virtual-Reality-Simulation · Katheterausbildung · Komplikationsmanagement · Teamtraining

Improved quality of coronary diagnostics and interventions by virtual reality simulation

Abstract

Currently, more than 800,000 diagnostic procedures and 300,000 percutaneous coronary interventions are performed annually in 556 catheter laboratories in Germany. These numbers document the importance of training programs in interventional cardiology. However, this need is in sharp contrast to the time constraints for continuing medical education in Germany due to personnel and financial restrictions. A possible solution for this dilemma could be new training programs which partially supplement conventional clinical training by simulation-based medical education. Currently five virtual reality simulators for diagnostic procedures and percutaneous coronary interventions are available. These simulators provide a realistic hands-on training comparable to flight simulation in aviation.

The simulator of choice for a defined training program depending on the underlying learning objectives could either be a simple mechanical model (for puncture training) or even a combination of virtual reality sim-

ulator and a full-scale mannequin (for team training and crisis resource management). For the selection of the adequate training program the basic skills of the trainee, the learning objectives and the underlying curriculum have to be taken into account. Absolutely mandatory for the success of simulation-based training is a dedicated teacher providing feedback and guidance. This teacher should be an experienced interventional cardiologist who knows both the simulator and the selected training cases which serve as a vehicle for transferring knowledge and skills.

In this paper the potential of virtual reality simulation in cardiology will be discussed and the conditions which must be fulfilled to achieve quality improvement by simulation-based training will be defined.

Keywords

Simulation-based training · Virtual reality simulation · Catheter training · Complication management · Team training

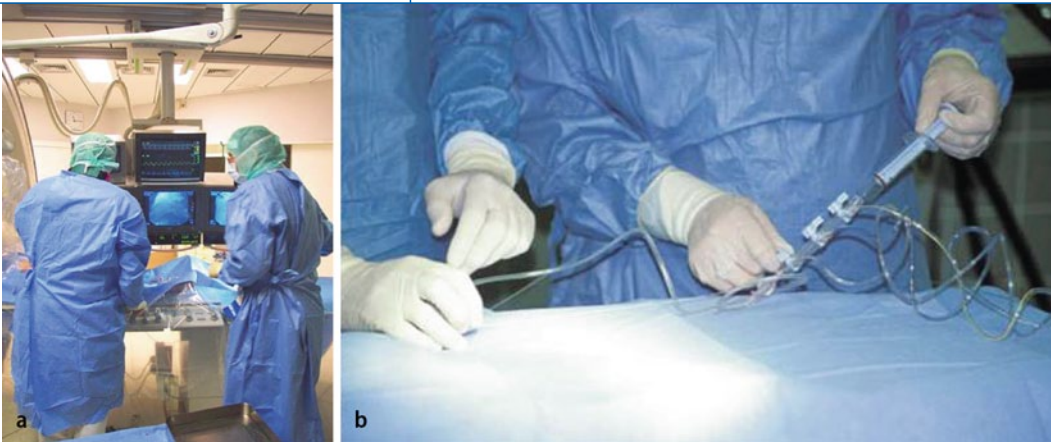


Abb. 1 ◀ a,b Klinisches Training im Herzkatheterlabor („apprenticeship“)

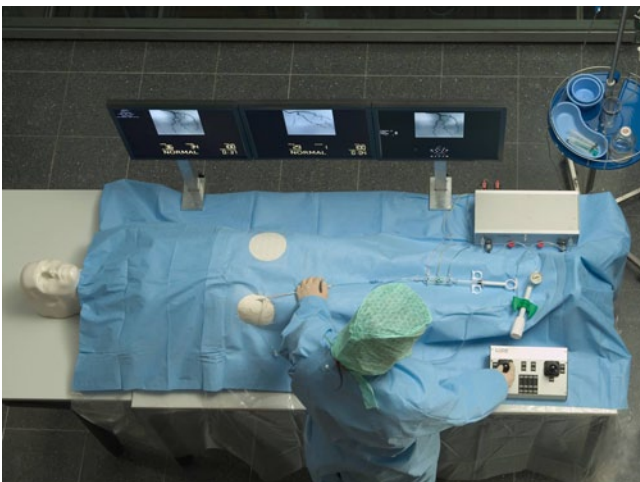


Abb. 2 ◀ Realistisches Setup bei der Herzkathetersimulation (Copyright Fa. Cathi GmbH, Mannheim)

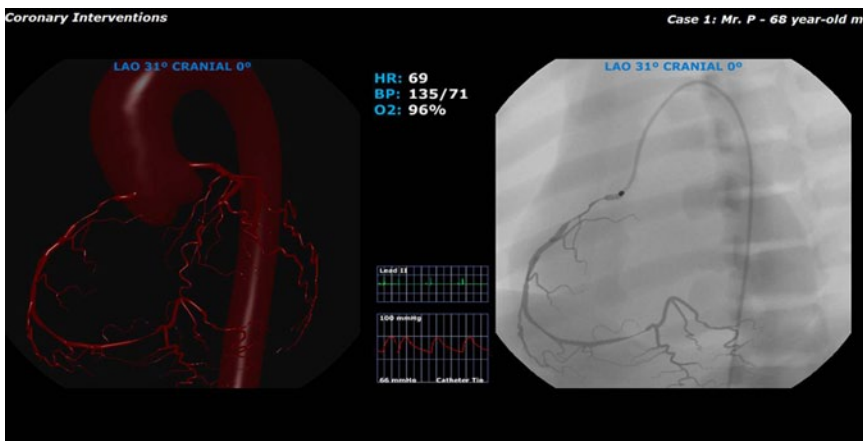


Abb. 3 ▲ Simulierte Koronarangiographie (rechts) und 3-D-Ansicht (links), hier beispielhaft beim CathLabVR (Fa. CAE)

Vorstellungsvermögen ist bei den Auszubildenden sehr unterschiedlich ausgeprägt. Deshalb ist der Lernfortschritt bei der Auswahl der richtigen Projektionen und der Technik, Draht und Ballon im Raum zu manövrieren, interindividuell unterschiedlich. Dieser Lernprozess kann mit Hilfe der Simulation beschleunigt werden, indem ein 3-D-Bild der Ko-

ronararterien generiert und entweder separat zugeschaltet (▣ **Abb. 3**) oder mit dem Angiographiebild fusioniert wird. Die bei der vorgegebenen Koronar- und Stenoseanatomie notwendigen Draht- und Kathetermanipulationen im Raum können unter Zuhilfenahme der abgebildeten räumlichen Darstellung der Anatomie besser verständlich gemacht wer-

den, insbesondere beim Vorliegen anatomischer Varianten.

VR-Simulatoren für die invasive Kardiologie – eine Übersicht

Für die interventionelle Kardiologie gibt es mittlerweile 5 VR-Simulatoren (▣ **Tab. 2**). Die Systeme sind in ihrer Grundfunktion vergleichbar und ermöglichen das praktische Training der Herzkatheterdiagnostik und -intervention, weisen jedoch in einzelnen Aspekten wesentliche Unterschiede auf:

- CathLabVR (CAE), ANGIO Mentor (Symbionix), VIST (Mentice) und SimSuite (MSC) bieten eine 3-D-Simulation der Koronararterien und arbeiten mit „force feedback“, sodass bei der Passage einer Stenose mit einem Ballonkatheter oder Stent ein fühlbarer Widerstand auftritt.
- Bei VIST und CATHIS (Cathi) können Originalkatheter eingesetzt werden, während beim ANGIO Mentor, SimSuite und CathLabVR nur Spezialkatheter (als Ersatz der Originalkatheter) verwendbar sind.
- Nachteilig ist, dass bei 4 der 5 Systeme die Kontrastmittelinjektion mit Luft erfolgt; nur bei CATHIS können die Koronargefäße realitätsgerecht mit Flüssigkeit dargestellt werden.
- Bei CATHIS und VIST Dual sind Bifurkationsstenosen simuliert, die eine Intervention mit 2 Drähten, 2 Ballons und 2 Stents erlauben.
- CATHISmobile, ANGIO Mentor Express und VIST-C sind verkleinerte und damit transportfähige Systeme. Dies erlaubt die Kombina-

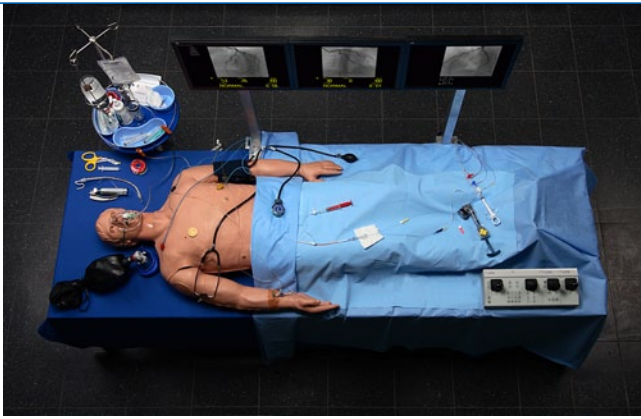


Abb. 4 ▲ VR-Simulator (CATHISmobile), verlinkt mit „Full-scale“-Mannequin (Gaumard); Copyright der Fa. Cathi GmbH, Mannheim

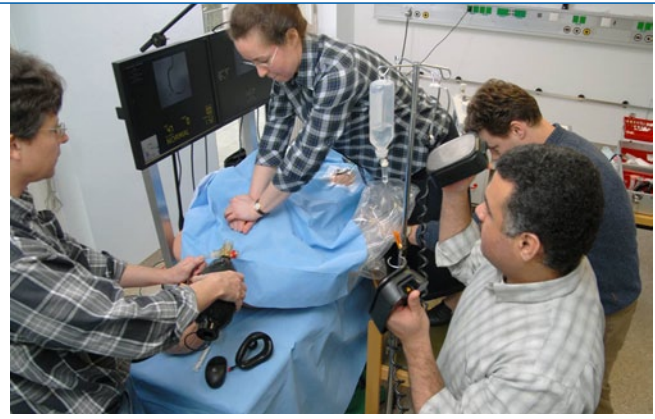


Abb. 5 ▲ Teamtraining am Full-scale-Simulator (CATHIS verlinkt mit METI)

tion mit einem „Full-scale“-Simulator auf einem Untersuchungstisch und so z. B. auch ein Teamtraining im Herzkatheterlabor.

Kathetertraining am Simulator

An allen VR-Systemen kann die diagnostische Koronarangiographie geschult werden, von der richtigen Auswahl, Steuerung und Platzierung des diagnostischen Katheters über die Auswahl der optimalen Projektionen zur Stenosebeurteilung bis zur adäquaten Injektionstechnik. In allen Systemen sind verschiedene Fälle unterschiedlicher Komplexität hinterlegt. Die simulierten Druckkurven und das EKG werden bei allen Simulatoren angezeigt.

Auch einfache Koronarinterventionen sind bei allen Systemen möglich. So sind die adäquate Vorbiegung und Steuerung des Führungsdrahts, die richtige Ballon- und Stent-Auswahl sowie die exakte Platzierung von Ballon und Stent wichtige Lernziele. Für die Therapieentscheidung können klinische Angaben (Beschwerden, Ischämienachweis) oder EKG-Pathologika mit dargestellt und einbezogen werden.

Einige VR-Simulatoren haben auch anspruchsvolle Fälle implementiert: Hauptstamm- und Bypass-Stenosen, akute Gefäßverschlüsse, Bifurkationsstenosen oder thrombusbeladene Stenosen. Letztere erlauben den Einsatz von Aspirationskathetern (ANGIO Mentor, VIST und CATHIS) oder Protektionssystemen (CathLabVR, VIST, CATHIS). Ein transradiales Modul ist beim VIST implementiert.

Bei den Prozeduren können auch typische Komplikationen auftreten („no reflow“, Dissektion, Gefäßperforation), die die richtigen Behandlungsstrategien (Medikamentengabe, Katheterintervention) notwendig machen.

Schließlich sind einzelne Systeme imstande, auch als Plattform für das Training nichtkoronarer Interventionen zu dienen, z. B. Karotis-PTA, periphere Interventionen (ANGIO Mentor, VIST), biventrikuläre Schrittmacherimplantation (ANGIO Mentor, CathLabVR, VIST), transeptale Punktion (ANGIO Mentor, SimSuite, VIST), kathetergestützte Aortenklappenimplantation (ANGIO Mentor, CathLabVR, SimSuite).

Komplexe Trainingsszenarien

Neben dem vorbeschriebenen Training ist die Simulation auch imstande, als Plattform für die Schulung komplexer klinischer Szenarien zu dienen [20]. Hierzu muss ein VR-Simulator mit einem sog. „Full-scale“-Simulator (Gaumard, Laerdal, Meti) verlinkt und idealerweise auf einem Untersuchungstisch vereinigt werden (Abb. 4). Bei diesem realitätsnahen Setting wird die Katheterintervention am VR-Simulator selbst durchgeführt, während die ggf. notwendigen Notfallmaßnahmen (Defibrillation, Herzdruckmassage, Intubation) am Full-scale-Mannequin erfolgen. Die Verlinkung von VR-Simulator und Full-scale-Simulator erlaubt den Austausch physiologischer Parameter zwischen den Systemen (Herzfrequenz, Aortendruck, EKG, Herzrhythmusstörungen u. a.).

Diese Form der VR-Simulation ist insbesondere geeignet, komplexe Arbeitsabläufe einzuüben, adäquate Teamarbeit zu trainieren und „Crisis-resource“-Management zu schulen (Abb. 5). Der Aufbau dieses Settings erlaubt ein möglichst wirklichkeitsnahes Training des gesamten Teams im Herzkatheterlabor („In-situ“-Training). Es trägt zur Teambildung und Qualitätsverbesserung insbesondere bei neuen und/oder interdisziplinären Behandlungsverfahren bei. Die Trainingsszenarien werden üblicherweise per Video dokumentiert, sodass ein detailliertes „Debriefing“ am Ende der Trainingseinheiten möglich ist.

Hybridsimulatoren

In Abhängigkeit von den spezifischen Lernzielen kann der Trainingsaufbau weiter modifiziert werden. Um z. B. das Management der besonders dramatischen und gefürchteten Komplikation der akuten Perikardtamponade infolge Koronarperforation im Herzkatheterlabor adäquat trainieren zu können, wurde ein VR-Simulator (CATHIS) mit einem mechanischem Perikardpunktionstrainer (Koken) kombiniert. Dieser sog. Hybridsimulator ermöglicht es, das richtige Notfallmanagement beim Auftreten des koronarrupturbedingten Perikardergusses zu trainieren. Entscheidend für das Überleben des Patienten sind das rasche Erkennen und die adäquate Behandlung dieser Notfallsituation. Zunächst muss das rupturierte Koronargefäß durch erneutes Einbringen eines Ballonkatheters schnellstmöglich von innen abgedichtet

werden, bevor der entstandene Perikarderguss, sofern hämodynamisch relevant, abpunktiert wird. Das Set-up erlaubt sowohl das Training der Einzelschritte als auch des Crisis-Resource-Managements in dieser Notfallsituation.

Voraussetzungen für erfolgreiches simulationsbasiertes Training

Um mit den VR-Simulatoren einen maximalen Lerneffekt zu erzielen, muss ein erfahrener interventioneller Kardiologe das Training tutoriell begleiten. Dieser soll die Übungen und Prozeduren am Simulator dazu verwenden, um Entscheidungswege zu erklären, das Vorgehen im Einzelfall zu begründen, Tipps und Tricks zu geben und mögliche Risiken aufzuzeigen. Bei Bedarf nimmt er Katheter, Drähte, Ballons usw. selbst in die Hand, um ihre richtige Handhabung praktisch zu demonstrieren. Um den Simulator für die eigene „Wissensbotschaft“ adäquat nutzen zu können, muss der Tutor über basale Kenntnisse vom eingesetzten Simulator und der zugrunde liegenden Technologie verfügen. Des Weiteren sollte er mit den implementierten simulierten Fällen vertraut sein.

Das Training am Simulator ist als Ergänzung zur klinischen Ausbildung im Katheterlabor zu betrachten. Eine wichtige Aufgabe des Trainers ist es, den klinischen Kontext des Simulatortrainings herzustellen. Dabei kann er die Entscheidungsprozesse während der simulierten Prozedur transparent machen und dadurch klinische Denkweisen vermitteln.

Aus Gründen der Qualität des simulationsbasierten Trainings darf die tutorielle Betreuung am Gerät nicht delegiert werden, z. B. an einen Vertreter des Simulatorherstellers oder einer Medizintechnikfirma. Um eine individuelle Betreuung der Trainees zu gewährleisten, sollten pro Simulator maximal 3 Auszubildende gleichzeitig trainiert werden. Der Trainer sollte fortwährend anwesend sein und nicht mehr als 1 bis 2 Simulatoren gleichzeitig betreuen. Eine Qualitätsverbesserung mit Simulationstraining ist nur dann zu erreichen, wenn dem Ausbildungsprogramm ein Curriculum zugrunde liegt, das die Inhalte der Simula-

tion vorgibt. Die Vorgaben für die richtige Durchführung von Simulatortraining in der Kardiologie wurden kürzlich vom Arbeitskreis Simulation der AGIK erarbeitet (siehe „Qualitätskriterien und Inhalte für DGK-Simulationskurse in der invasiven/interventionellen Kardiologie“, <http://www.agikintervention.de>).

Kann VR-Simulationstraining zu einer Qualitätsverbesserung in der interventionellen Kardiologie führen?

Das simulationsbasierte Training erlaubt eine systematische Ausbildung in einem außerklinischen Umfeld ohne Patientengefährdung. Die Ausbildung am Simulator steigert die Selbstsicherheit des Untersuchers. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass das vorbereitende Simulationstraining die Stressbelastung des Untersuchers bei der realen Prozedur am Patienten reduziert. Aus der Luftfahrt ist bekannt, dass Stressreduktion zu einer Leistungssteigerung führt, sodass anzunehmen ist, dass stressreduzierendes Simulationstraining auch in der interventionellen Kardiologie Fehler vermeiden, zur Qualitätsverbesserung beitragen und die Patientensicherheit erhöhen kann.

Die Integration von Simulationstraining in die interventionelle Ausbildung erlaubt weiterhin eine verbesserte Leistungsbeurteilung des Trainees [21, 22]. Das Erreichen eines Leistungslevels kann am Simulator objektiviert werden, ohne dass ausschließlich Untersuchungszahlen als Surrogat für die tatsächliche Leistung dienen müssen [23, 24].

Schlussfolgerung

Virtual-Reality-Simulation von Kathetereingriffen ermöglicht ein individuell angepasstes und realistisches Training in Ergänzung zur klinischen Ausbildung im Herzkatheterlabor. Unter Verwendung unterschiedlicher klinischer Szenarien kann ohne Einsatz von Röntgenstrahlung so lange trainiert werden, bis der Auszubildende ein vordefiniertes Leistungsniveau erreicht. Eine begleitende tutorielle Betreuung durch einen engagierten Experten ist essenziell, damit simulationsbasiertes Training zur

Qualitätsverbesserung von Koronardiagnostik und -intervention und damit zur Steigerung der Patientensicherheit beitragen kann.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. W. Voelker
Medizinische Klinik und Poliklinik I,
Universitätsklinikum Würzburg
Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg
Voelker_W@klinik.uni-wuerzburg.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Buuren VF, Horstkotte D (2010) 25. Bericht über die Leistungszahlen der Herzkatheterlabore in der Bundesrepublik Deutschland. *Kardiologie* 4:502–508
2. Cohen J, Cohen SA, Vora KC et al (2006) Multicenter, randomized, controlled trial of virtual-reality simulator training in acquisition of competency in colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 64:361–368
3. Colt HG, Crawford SW, Galbraith O (2001) Virtual reality bronchoscopy simulation: a revolution in procedural training. *Chest* 120:1333–1339
4. Dongen VK, Wal W van der, Rinkes I et al (2008) Virtual reality training for endoscopic surgery: voluntary or obligatory? *Surg Endosc* 3:664–667
5. Ferlitsch A, Glauninger P, Gopper A et al (2002) Evaluation of a virtual endoscopy simulator for training in gastrointestinal endoscopy. *Endoscopy* 34:698–702
6. Wahidi MM, Silvestri GA, Coakley RD et al (2010) A prospective multicenter study of competency metrics and educational interventions in the learning of bronchoscopy among new pulmonary fellows. *Chest* 137:1040–1049
7. Ritter EM, McClusky DA 3rd, Gallagher AG et al (2006) Perceptual, visuospatial, and psychomotor abilities correlate with duration of training required on a virtual-reality flexible endoscopy simulator. *Am J Surg* 192:379–384
8. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA et al (2002) Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg* 236:458–463
9. Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J et al (2004) Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg* 91:146–150
10. Aggarwal R, Ward J, Balasundaram I et al (2007) Proving the effectiveness of virtual reality simulation for training in laparoscopic surgery. *Ann Surg* 246:771–779
11. Ahlberg G, Enochsson L, Gallagher AG et al (2007) Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. *Am J Surg* 193:797–804
12. Grusamy K, Aggrawal R, Palanivelu L, Davidson BR (2008) Systematic review of randomized controlled trials on the effectiveness of virtual reality training for laparoscopic surgery. *Br J Surg* 95:1088–1097

13. Jordan JA, Gallagher AG, McGuigan J et al (2001) Virtual reality training leads to faster adaption to the novel psychomotor restrictions encountered by laparoscopic surgeons. *Surg Endosc* 15:1080–1084
14. Mackay S, Morgan P, Datta V et al (2002) Practice distribution in procedural skills training: a randomized controlled trial. *Surg Endosc* 6:957–961
15. Munz Y, Almouadaris AM, Moorthy K et al (2007) Curriculum-based solo virtual reality training for laparoscopic intracorporeal knot tying: objective assessment of the transfer of skill from virtual reality to reality. *Am J Surg* 6:774–783
16. Haluck RS, Satava RM, Fried G et al (2007) Establishing a simulation center for surgical skills: what to do and how to do it. *Surg Endosc* 21:1223–1232
17. Satava RM (2001) Accomplishments and challenges of surgical simulation. Dawning of the next-generation surgical education. *Surg Endosc* 15:232–241
18. Issenberg B, McGaghie WC, Hart IR et al (1999) Simulation technology for health care professional skills training and assessment. *JAMA* 282:861–866
19. Murin S, Stollenwerk NS (2010) Simulation in procedural training. At the tipping point. *Chest* 137:1009–1011
20. Schwid HA, Rooke GA, Carline J et al (2002) Evaluation of anesthesia residents using mannequin-based simulation: a multi-institutional study. *Anesthesiology* 97:1434–1444
21. Patel AD, Gallagher AG, Nicholson WJ, Cates CU (2006) Learning curves and reliability measures for virtual reality simulation in the performance assessment of carotid angiography. *J Am Coll Cardiol* 47:1796–1802
22. Wayne DB, McGaghi WC (2010) Use of simulation-based medical education to improve patient care quality. *Resuscitation* 81:1455–1456
23. Kastrati A, Neumann F, Schömig A (1998) Operator volume and outcome of patients undergoing coronary stent placement. *J Am Coll Cardiol* 4:970–976
24. Moscucci M, Share D, Smith D et al (2005) Relationship between operator volume and adverse outcome in contemporary percutaneous coronary intervention practice: an analysis of a quality-controlled multicenter percutaneous coronary intervention clinical database. *J Am Coll Cardiol* 46:25–632

Peiper H-J, Hartel W (Hrsg.) **Das Theodor-Billroth- Geburtshaus in Bergen auf Rügen**

Ursprung – Lebensweg –
Gedenkstätte

Göttingen: Wallstein Verlag GmbH 2010,
151 S., 53 Abb.
(ISBN 978-3835306455)

Das von H.-J. Peiper (dem Präsidenten der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie von 1987) und W. Hartel (dem langjährigen Generalsekretär und Präsidenten 1991) herausgegebene Buch birgt in sofern eine Überraschung als sich der Haupttitel ganz auf das Geburtshaus Billroths bezieht. Erst im Untertitel: „Ursprung – Lebensweg – Gedenkstätte“ deutet sich an, dass es nicht nur um das Haus und seine Geschichte geht. Vielmehr findet sich eine Fülle interessanter Aspekte zum musisch begabten und vielseitigen Chirurgen Billroth, dem Begründer der wissenschaftlichen Chirurgie.

Ausgangspunkt für die Veröffentlichung waren die Einweihungsfeier des mit einer Neukonzeption gründlich renovierten Hauses im Jahr 2001 und die dabei gehaltenen Reden - z. T. hymnischen Charakters. Diese Beiträge wurden angereichert durch Aufsätze zu den verschiedenen Lebensphasen Billroths und den dazu gehörigen Orten Bergen auf Rügen, Greifswald, Göttingen, Berlin, Zürich und schließlich Wien. Die jeweiligen Stationen werden von Kennern sehr lebendig beschrieben.

Zusammen mit den Berichten zum Erwerb des Hauses, seine Nutzungsmöglichkeiten und die aus Leihgaben bestehende Ausstellung zu medizinischen Geräten aus Billroths Zeit ergibt sich eine informative und facettenreiche Lektüre.

Dabei fallen in dem reichhaltigen Gesamtkonzert drei Beiträge besonders auf: Der Bericht des inzwischen verstorbenen Wiener Chirurgen Keminger über Billroths Wiener Jahre, die Überlegungen zu Veränderungen in unserer Zeit des weiterhin geistig aktiven Würzburger Emeritus Kern und schließlich die originelle Einordnung der Widmungspraxis von Billroths Freund Johannes Brahms durch den 2008 ver-

storbenen Pianisten und Hochschullehrer Detlev Kraus.

Keminger liefert mit seinem kenntnisreichen Bericht eine anschauliche und zum Ende hin geradezu anrührende Schilderung von Billroths großer Wiener Schaffenszeit und seinem familiären und freundschaftlichen Umfeld.

Kern hingegen macht sich Gedanken, wie ein so begeisterungsfähiger und begeisterter Mann wie Billroth auf die Neuerungen in der Chirurgie seit seiner Zeit reagieren würde: Etwa auf die Verdrängung „handwerklicher Geschicklichkeit“ durch Apparatekenntnis, die Ablösung einer persönlichen Arzt-Patientenbeziehung durch Telechirurgie, die Vorherrschaft der Ökonomie auch im pflegerischen Bereich und andere Veränderungen.

Der Brahmsinterpret Kraus nimmt die im Züricher Beitrag bereits intensiv angeklungene Entwicklung der Freundschaft Billroths mit Brahms auf und legt die Bedeutung der Widmung zweier Streichquartette für Billroth dar, indem er sie in die Reihe der Zueignungen der Brahms'schen Werke einordnet.

Das Büchlein ist gut bebildert, lediglich im Kapitel über Billroths Berliner Zeit sind die abgebildeten Titelseiten einiger Veröffentlichungen so klein geraten, dass sie kaum ohne Lupe zu lesen sind. Hier wäre bei einer Neuauflage eine Korrektur wünschenswert.

Insgesamt kann man den Herausgebern und Mitautoren zu dieser Publikation nur gratulieren. Allen an der Chirurgie Interessierten sei dieses Büchlein über den wissenschaftlichen Wegbereiter dieses Faches sehr empfohlen.

F. W. Eigler, Essen