## **Originalien**

Chirurg 2013 · 84:125-129 DOI 10.1007/s00104-012-2395-6 Online publiziert: 24. Januar 2013 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

## M. Wilhelm<sup>1</sup> · K. Klemm<sup>2</sup> · A. Assadian<sup>3</sup> · J. Schmidli<sup>4</sup> · H. Schumacher<sup>5</sup> J. Merrelaar<sup>6</sup> · H.-H. Eckstein<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Vaskuläre und Endovaskuläre Chirurgie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
- <sup>2</sup> Klinik für Gefäßchirurgie, vaskuläre und endovaskuläre Chirurgie, Marienhospital Stuttgart
- <sup>3</sup> Abteilung mit Schwerpunkt Gefäßchirurgie, vasculäre und endovasculäre Chirurgie, Wilhelminenspital, Wien
- <sup>4</sup> Universitätsklinik für Herz- und Gefässchirurgie, Inselspital, Bern
- <sup>5</sup> Gefässchirurgie, Klinik Hirslanden, Zürich
- <sup>6</sup> Praxis für Chirurgie, Wien

# Besser und schneller!

## **Evaluation eines 2,5-tägigen** gefäßchirurgischen Grundkurses für ChirurgInnen in Weiterbildung

Das traditionelle Handwerk des Chirurgen erfordert manuelle Geschicklichkeit, ein langjähriges praktisches Erlernen der Operationsmethoden und ein ständiges Training der eigenen Technik. Dies gilt gleichermaßen für offen-chirurgische Verfahren als auch für minimal-invasive Methoden. **Durch neue Arbeitszeitmodelle, Kos**tendruck und medizinfremde Tätigkeiten wie z.B. Kodierung oder DRG (Diagnosis Related Groups)-Abrechnung steht für die operative Ausbildung immer weniger Zeit zur Verfügung. Das traditionelle Lehren und Lernen vom assistierten zum selbständigen Operieren muss somit zunehmend infrage gestellt werden. Neue Konzepte unter Einbeziehung von Simulationstechniken werden benötigt.

Das Erlernen und Training von Operationstechniken am Modell hat in der Allgemein-, Viszeral- oder Unfallchirurgie in Form von Naht-, Laparoskopie- und AO-Kursen aufgrund vielfacher positiver Evaluation bereits breiten Eingang gefunden [1, 2]. Insbesondere in der laparoskopischen Chirurgie konnte gezeigt werden, dass ein simuliertes Training von Basisfertigkeiten vor dem Erlernen spezieller Techniken zu einer Verkürzung der Lernkurve und damit auch zu einer Kostenersparnis führt [3]. Viele Institutionen in den USA inkorporieren derartige Workshops daher bereits seit längerem gezielt in ihre ärztliche Aus- und Weiterbildung [4, 5]. Auch in kleinen chirurgischen Fächern, wie der plastischen oder Neurochirurgie sowie der Urologie, werden Simulationsmodelle für die Weiterbildung erprobt [6-8].

Gefäßchirurgische Trainingskurse sind ebenfalls seit vielen Jahren etabliert. Die Stiftung Vascular International (http:// www.vascular-international.org) führt seit 1991 Technikkurse für Anfänger und Fortgeschrittene an selbstentwickelten lebensechten Simulationsmodellen durch. In diesen Kursen wird das gesamte Spektrum offener und endovaskulärer gefäßchirurgischer Techniken gelehrt und in Kleingruppen geübt. In einer vorherigen Studie konnte gezeigt werden, dass ein 2,5-tägiges Training an einem pulsatil durchströmten Modell eines abdominalen Aortenaneurysmas zu einer signifikanten Verbesserung der infrarenalen Anastomosentechnik führt [9]. In der vorliegenden Studie soll nun erstmals überprüft werden, ob ein 2,5-tägiges Training in offenen gefäßchirurgischen Basistechniken (Arteriotomie, Gefäßnaht, Patchplastik, Bypassanastomosen etc.) ebenfalls zu einer messbaren Verbesserung der gefäßchirurgischen Basiskompetenz bei ChirurgInnen in Weiterbildung und jungen Fachärzten für Allgemeinchirurgie (ohne Subspezialisierung) führt.

## **Material und Methoden**

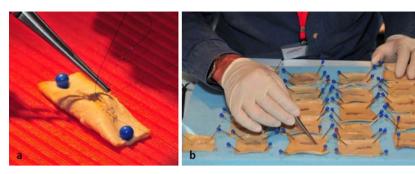
### Kursinhalt

Der in dieser Studie evaluierte 2,5-tägige gefäßchirurgische Grundkurs der Stiftung Vascular International beinhaltet insgesamt 25 h praktisches Training. In Kleingruppen (n=2) werden an lebensechten anatomischen Modellen mit formalinfixierten Gefäßen (Schwein/Mensch) vaskuläre Basistechniken gelehrt und geübt. Hierzu gehören u. a.:

- Arteriotomie (quer/längs),
- Gefäßnaht (fortlaufend/Einzelknopftechnik),
- Thrombendarteriektomie der A. femoralis,
- Patchplastik (Prothese/Vene) und

Frau M. Wilhelm und Herr K. Klemm teilen sich die Erstautorenschaft.

## **Originalien**



**Abb. 1** ▲ a Anfertigung und b Beurteilung der Patchplastiken



Abb. 2 ▲ Venenpatchplastik a bei Kursbeginn und b bei Kursende

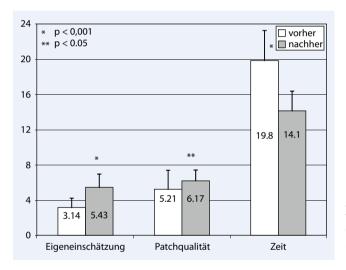
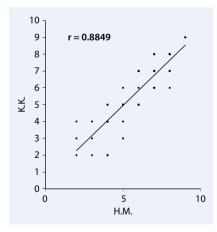


Abb. 3 ◀ Patchqualität und Nahtzeit zu Beginn und am Ende des 2,5-tägigen Grundkurses



**Abb. 4** ▲ Interobserverkorrelation der Patchqualitätsbeurteilung (Skala von 0 bis 10)

einfache Bypassanastomosen (Endzu-Seit/End-zu-End).

Die Kursteilnehmer werden intensiv durch erfahrene Tutoren in ihrem Training unterstützt (Verhältnis Tutor zu Teilnehmer 1:4). Alle Operationsschritte werden "step by step" demonstriert, über Monitore an den Kurstischen gezeigt und danach schrittweise von den Kursteilnehmern nachvollzogen.

#### **Teilnehmer**

Der gefäßchirurgische Grundkurs richtet sich an alle chirurgischen Fachdisziplinen, aber auch benachbarte Fächer wie Urologie oder Gynäkologie. Die Kurse werden in Deutschland, Großbritannien, den Niederlanden und in der Schweiz angeboten und akquirieren somit eine internationale Teilnehmerschaft.

Im Grundkurs 2010 wurde erstmals eine systematische Evaluation des objektiven und subjektiven Lernerfolgs vorgenommen.

## Subjektive Evaluierung

Zu Beginn des Grundkurses wurden die eigene Erfahrung und Einschätzung der bislang in der Facharztausbildung erworbenen gefäßchirurgischen Fertigkeiten auf einer Skala von 0 (keine Erfahrung) bis 10 (Experte) abgefragt. Am Kursende wurden diese Punkte erneut evaluiert, um den subjektiv empfundenen Lernfortschritt zu beurteilen.

## **Objektive Evaluierung**

Zur objektiven Evaluierung wurden zu Beginn des Grundkurses alle 24 Teilnehmer aufgefordert, eine Venenpatchplastik an einer Schweineaorta durchzuführen. Hierzu wurden formalinfixierte Segmente einer humanen Vena saphena magna und formalinfixierte Schweineaorten verwendet. Die Länge des Patches sollte 5 cm betragen und in fortlaufender Nahttechnik eingenäht werden ( Abb. 1a). Neben der Dokumentation der benötigten Zeit (Minuten, Sekunden) wurde die technische Qualität des Venenpatches von zwei erfahrenen Gefäßchirurgen (H.M., K.K.) verblindet und unabhängig voneinander auf einer Skala von 0 (katastrophal) bis 10 (exzellent) beurteilt ( Abb. 1b). Diese Übung wurde am Kursende nach 2,5 Tagen von den identischen Teilnehmerpaaren wiederholt.

#### Statistische Auswertung

Die statistische Analyse der Daten erfolgte unter Zuhilfenahme von Microsoft Excel mittels Zweistichproben t-Test bei abhängigen Stichproben (Paarvergleichstest). Eine Signifikanz der Ergebnisse wurde für p<0,05 akzeptiert.

Die Übereinstimmung der subjektiven und objektiven Evaluierung der gefäßchirurgischen Fertigkeiten wurde durch eine Korrelationsanalyse der Ergebnisse (Bewertung der Patchplastik vs. Eigen-

## Zusammenfassung · Abstract

| Tab. 1 Kursteilnehmer                                     |        |            |  |
|---|--------|------------|--|
|   | Anzahl | Verhältnis |  |
| Teilnehmerzahl  | 24     | -          |  |
| Mittleres Alter (Jahre)                                   | 35,1   | -          |  |
| Männer:Frauen   | 16:8   | 2:1        |  |
| Arzt in Weiterbil-<br>dung: Facharzt <sup>a</sup>         | 15:9   | 1,67:1     |  |
| <sup>a</sup> Facharzt für Allgemeinchirurgie ohne weitere |        |            |  |

-acharzt für Allgemeinchirurgie ohne weitere Spezialisierung

einschätzung der Teilnehmer) überprüft. Ebenso wurde die Interobserverkorrelation untersucht.

## **Ergebnisse**

#### **Teilnehmer**

Der Kurs wurde überwiegend von ChirurgInnen in Weiterbildung belegt (67% männlich), das Durchschnittsalter betrug 35,1 Jahre ( Tab. 1).

## Nahtzeit und Oualität der Patchplastik

Die Nahtzeit der durchgeführten Patchplastik konnte signifikant von 19,8 min (±3,3 min) auf 14,1 min (±2,2 min) reduziert werden (p<0,001). Ebenso stieg die Qualität der Venenpatches von einem Durchschnittswert von 5,2 bei Kursbeginn auf 6,17 bei Kursende signifikant an (p<0,05; **△ Abb. 2, 3**). Die geringere Standardabweichung bei Kursende deutet auch auf eine gleichmäßigere Patchqualität hin.

In der Evaluierung der Patchqualität nach dem Operationskurs zeigt sich eine hohe Korrelation zwischen den beiden Bewertern (r=0,8849; ■ **Abb. 4**).

## Selbsteinschätzung der Teilnehmer und Vergleich der objektiven Evaluierung

Die eigene technische Kompetenz wurde von den Kursteilnehmern bei Kursbeginn mit einem Mittelwert von 3,14 als eher gering, bei Kursende jedoch als signifikant gebessert eingeschätzt (Mittelwert 5,43; p<0,001; **Tab. 2**).

Beim Vergleich der Selbsteinschätzung der technischen Kompetenz seitens der Kursteilnehmer mit der Bewertung der Patchqualität durch die Kurstrainer Chirurg 2013 · 84:125–129 DOI 10.1007/s00104-012-2395-6 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

M. Wilhelm · K. Klemm · A. Assadian · J. Schmidli · H. Schumacher · J. Merrelaar · H.-H. Eckstein **Besser und schneller!** Evaluation eines 2,5-tägigen gefäßchirurgischen Grundkurses für ChirurgInnen in Weiterbildung

#### Zusammenfassung

Hintergrund. Die traditionelle Ausbildung im Operationssaal wird in vielen chirurgischen Fächern durch Operationskurse an Modellen ergänzt. Auch für die Gefäßchirurgie werden durch die Stiftung Vascular International Trainingskurse an pulsatil durchströmten, lebensechten Modellen angeboten. Unklar ist, ob sich in einem 2,5-tägigen Intensivkurs eine Verbesserung gefäßchirurgischer Grundtechniken nachweisen lässt.

Material und Methoden. Insgesamt 24 Teilnehmer (67% männlich, Ø 35 Jahre) führten vor und nach einem gefäßchirurgischen Basiskurs eine Venenpatchplastik durch. Endpunkte der Studie waren die Nahtzeit und technische Qualität, welche von 2 Kurstrainern auf einer Skala von 0 bis 10 bewertet wurde. Zudem erfolgte die Selbsteinschätzung der gefäßchirurgischen Kompetenz durch die Teilnehmer. Die statistische Auswertung erfolgte mittels MS Excel (t-Test, Korrelationsanalyse).

Ergebnisse. Bei Kursende zeigte sich eine signifikant reduzierte Nahtzeit (19,5 min → 14,1 min, p<0,001) sowie eine verbesserte Patchqualität (p<0,05). Die gefäßchirurgische Kompetenz wurde durch die Kursteilnehmer ebenfalls als signifikant verbessert angegeben. Die Interobserverkorrelation der beiden Kurstrainer war hoch (r=0,885). Einschränkend fand sich keine Korrelation zwischen der Selbsteinschätzung bei Kursbeginn/Kursende und der Patchqualität (r=0,146 bzw. 0,109).

Schlussfolgerungen. Es konnte gezeigt werden, dass durch den Operationskurs eine signifikante Verkürzung der Nahtzeit und Qualitätsverbesserung einer Venenpatchplastik erreicht wird. Weitere Studien sind notwendig, um die Übertragbarkeit des Lernerfolges in chirurgische Weiterbildungskurrikula zu belegen. Vor dem Hintergrund der gültigen Weiterbildungsordnung für das Gebiet "Chirurgie" könnten gefäßchirurgische Grundkurse zu einem wertvollen Bestandteil des "common trunk" werden.

#### Schlüsselwörter

Gefäßchirurgie · Grundkurs · Technische Kompetenz · Anatomisches Modell · **Patchplastik** 

## Improve your skills! Evaluation of a 2.5-day basic course in vascular surgery for surgical trainees

#### **Abstract**

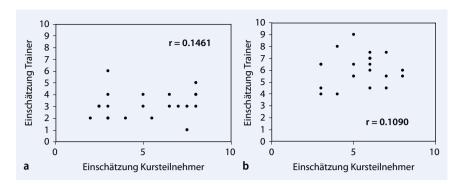
Background. The traditional surgical training in the operating room (OR) is often complemented by participation in workshops and on simulators. The foundation Vascular International offers basic courses for vascular surgery techniques with training on pulsatile circulation, lifelike anatomical models. The aim of this study was to assess the efficacy of a 2.5-day intensive course on basic skills in vascular surgery. Material and methods. A total of 24 participants (67% male with an average age of 35 years) performed a vein patch-plasty before and after the basic vascular surgery instruction course. Endpoints of the study were the time needed for suturing and the technical quality, which were evaluated by two course trainers on a scale of 0-10. Furthermore, the participants were asked to evaluate their own technical competence. The statistical analysis was carried out using MS Excel (t-test and analysis of correlation).

Results. A significantly shortened time for the suturing (19.5 min versus 14.1 min, p<0.001) and improved quality of the

vein patch were found after the workshop (p<0.05) with a high correlation between the two observers (r=0.885). The participants also evaluated their own surgical competence better at the end of the training but there was no correlation between the self-assessment and the quality of the patch (r=0.146 before and r=0.109 after the workshop). Conclusions. A significant improvement in the time needed for suturing and the quality of the vein patch-plasty was shown in this study. Further studies are necessary to demonstrate the long-term success and possible shortening of the learning curve in hospitals with professional training. With regard to the current curriculum of surgical trainees in Germany basic vascular surgery courses should be considered as a potential valuable part of the surgical common trunk.

#### Keywords

Vascular surgery · Basic course · Technical competence · Anatomical model · Vein patch-plasty



**Abb. 5** ▲ Korrelation der Bewertung der Patchqualität seitens der Kurstrainer und der Selbsteinschätzung der Teilnehmer bei Kursbeginn (a) und Kursende (b)

zeigte sich jedoch weder bei Kursbeginn noch bei Kursende eine Übereinstimmung (r=0,1461 bzw. r=0,1090, Abb. 5).

#### **Diskussion**

Bei immer knapper bemessener Ausbildungszeit chirurgischer Assistenzärzte im Operationssaal und steigender Komplexität der gefäßchirurgischen Eingriffe muss das Erlernen chirurgischer Fertigkeiten durch andere Methoden wie z. B. Training an anatomischen Modellen oder in der virtuellen Realität ermöglicht werden [10]. Vor allem die teilweise mikrochirurgischen Naht- und Anastomosentechniken der Gefäßchirurgie erfordern in besonderem Maße manuelle Fertigkeiten und ständige Übung [11, 12].

Mit der vorliegenden Studie konnte aufgezeigt werden, dass durch ein 2,5-tägiges Skill-Training eine signifikante Verbesserung der gefäßchirurgischen technischen Kompetenz erreicht wird. Zudem wurden durch die Übungen an Modellen Qualitätsunterschiede zwischen den einzelnen Teilnehmern verringert. Dies ist insbesondere wichtig, da die bislang weit verbreitete, aber wenig standardisierte Praxis des "learning by doing" zu großen Fertigkeitsunterschieden unter den gefäßchirurgischen Assistenten führt [13]. Ein zeitgemäßes Weiterbildungskurrikulum sollte daher das Training am simulierten Modell vor die am Patienten assistierten Operationen setzen [14, 15].

Ein weiterer positiver Effekt des Techniktrainings ist die Reduktion der benötigten Arbeitszeit. Eine Verkürzung der Operationszeit stellt insbesondere in der Gefäßchirurgie durch eine Reduktion der Gefäß-Clamping- und damit Ischämiezeit einen wichtigen Faktor für ein positives Outcome dar [16, 17]. Aber auch im Hinblick auf die wachsenden Ansprüche an die Wirtschaftlichkeit einer Klinik sind eine verbesserte Ergebnisqualität und verkürzte Operationszeit essenziell.

## Bedeutung der externen Evaluation

Auch durch die Kursteilnehmer selbst wird eine Verbesserung der eigenen Technik durch die praktischen Übungen angegeben. Interessanterweise korreliert die Selbsteinschätzung der technischen Kompetenz (subjektive Erfassung der Ergebnisqualität) nicht mit der objektiven Ergebniskontrolle durch die erfahrenen Gefäßspezialisten. Dies zeigt, dass für eine generalisierte und vergleichbare Ausbildung Ergebnisse objektiviert und von extern evaluiert werden müssen [18, 19].

#### Limitationen

In der vorliegenden Studie wurde die Beurteilung der Patchplastik durch zwei erfahrene Gefäßchirurgen vorgenommen, welche sich an den gängigen Kriterien einer suffizienten Anastomosennaht orientierten (Gleichmäßigkeit, Stichabstand, Evertierung des Patchrandes etc.). Diese Kriterien wurden allerdings nicht einzeln quantitativ evaluiert. Für eine breite Vergleichbarkeit von Lernzielen z. B. im Rahmen der Facharztausbildung oder bei weniger erfahrenen Prüfern sollte dies mit einbezogen werden.

Ein bislang kaum überprüfter Lernerfolg von Kursen mit Skill-Training am Modell ist die Umsetzung der erlernten

Fertigkeiten in den klinischen Alltag und damit die positive Beeinflussung des Patientenoutcomes [20]. Erst das zeitnahe und regelmäßige Anwenden der erlernten Inhalte in Operationen oder interventionellen Eingriffen am Patienten führt zur Festigung der technischen Kompetenz und sollte von den Ausbildungsverantwortlichen forciert werden.

Eine valide Objektivierung des Trainingserfolges in der jeweiligen Weiterbildungsklinik erscheint methodisch schwierig, kann aber für den Einzelnen über das Feedback der ausbildenden Fachärzte gewährleistet werden [21].

#### **Ausblick**

Um Ausbildungsstandards und damit eine einheitliche Versorgungsqualität in Deutschland zu gewährleisten, sollte auch im Rahmen der Facharztprüfung die technische Kompetenz der angehenden GefäßchirurgInnen evaluiert werden. Hierfür können lebensechte Trainingsmodelle, wie in diesem Artikel vorgestellt, verwendet werden. Im europäischen Facharztexamen für Gefäßchirurgie wird dies bereits in die Praxis umgesetzt [22].

Neben den konventionellen Operationsmethoden sollten insbesondere auch endovaskuläre Techniken zu Beginn der Weiterbildung obligat am Modell geübt werden. Die Zunahme der Hybridund rein endovaskulären Eingriffe im gefäßchirurgischen Portfolio [23] führt zu einer steigenden Strahlenbelastung für Mitarbeiter an gefäßmedizinischen Zentren. Durch realitätsnahe, pulsatil durchströmte Simulationsmodelle, welche auch durch die Stiftung Vascular International entwickelt wurden, können Kathetermanöver und Stentplatzierungen ohne Röntgenstrahlung in sämtlichen Gefäßregionen trainiert werden.

Ebenso können endovaskuläre Techniken mithilfe virtueller Simulationsmodelle geübt werden [24-26], was die Zeit der Prozedur verkürzt und Kontrastmittel einspart [27]. Eine Integration dieser Modelle in ein gefäßchirurgisches Kurrikulum sollte daher ebenfalls bedacht werden.

| Tab. 2 Selbsteinschätzung und Fremdbeurteilung vor und nach dem Kurs |           |           |         |  |
|--|-----------|-----------|---------|--|
|  | Vorher    | Nachher   | Р       |  |
| Selbsteinschätzung der Kursteilnehmer <sup>a</sup>                   | 3,14±1,12 | 5,34±1,56 | p<0,001 |  |
| Beurteilung der Patchqualität durch die Kurstrainer <sup>b</sup>     | 5,12±2,22 | 6,17±1,29 | p<0,05  |  |
| A I I I MILL I I I I I I I I I I I I I I                             |           |           |         |  |

Angaben als Mittelwert ± Standardabweichung.

<sup>a</sup>Skala: 0 (keine Erfahrung) bis 10 (Experte), <sup>b</sup>Skala: 0 (katastrophal) bis 10 (exzellent).

## **Nachwuchswerbung**

Bei abnehmendem Interesse von Medizinstudierenden an chirurgischen Fächern und drohendem Nachwuchsmangel in der Chirurgie und insbesondere der Gefäßchirurgie muss die Nachwuchsgewinnung zur Sicherung der medizinischen Versorgungsstrukturen in Deutschland forciert werden. Dies ist unter anderem auch durch ein frühes Heranführen von Medizinstudenten an gefäßchirurgische Techniken mithilfe von Simulationsmodellen möglich [28, 29], sodass eine stetige Weiterentwicklung der Modelle zu möglichst realitätsnahen Trainingseinheiten auch unter diesem Gesichtspunkt von großem Interesse ist.

#### **Fazit**

**Durch ein Hands-on-Training an pulsatil** durchströmten, anatomiegetreuen Modellen ist ein standardisiertes Erlernen und Verbessern gefäßchirurgischer Grundtechniken sehr gut möglich. Es konnte gezeigt werden, dass durch den Operationskurs eine signifikante Verkürzung der Nahtzeit und Qualitätsverbesserung einer Venenpatchplastik erreicht wird. Weitere Studien sind notwendig um die Übertragbarkeit des Lernerfolges in chirurgische Weiterbildungskurrikula zu belegen. Vor dem Hintergrund der gültigen Weiterbildungsordnung für das Gebiet "Chirurgie" könnten gefäßchirurgische Grundkurse zu einem wertvollen Bestandteil des "common trunk" werden.

#### Korrespondenzadresse

#### Prof. Dr. H.-H. Eckstein

Klinik und Poliklinik für Vaskuläre und Endovaskuläre Chirurgie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, Ismaninger Str. 22, 81675 München gefaesschirurgie@lrz.tum.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht

#### Literatur

- 1. Schill M, Tiemann D, Klingensmith ME, Brunt LM (2011) Year one outcomes assessment of a masters suturing and knot-tying program for surgical interns. J Surg Educ 68:526-533
- 2. Al-Kadi AS, Donnon T, Oddone Paolucci E et al (2012) The effect of simulation in improving students, performance in laparoscopic surgery: a meta-analysis. Surg Endosc Epub. DOI 10.1007/ s00464-012-2327-z
- 3. Stefanidis D, Hope WW, Korndorffer JR Jr et al (2010) Initial laparoscopic basic skills training shortens the learning curve of laparoscopic suturing and is cost-effective. J Am Coll Surg 210:436-440
- 4. Edison MJ, Horgan S, Helton WS (2001) Using small-group workshops to improve surgical residents' technical skills. Academic Medicine 76:557
- 5. Mittal MK, Dumon KR, Edelson PK et al (2012) Successful implementation of the american college of surgeons/association of program directors in surgery surgical skills curriculum via a 4-week consecutive simulation rotation. Simul Healthc 7:147-
- 6. Bright E, Vine S, Wilson MR, Masters RS, McGrath JS (2012) Face validity, construct validity and training benefits of a virtual reality TURP simulator. Int J Surg 10:163-166
- 7. Rosen JM, Long SA, McGrath DM, Greer SE (2009) Simulation in plastic surgery training and education: the path forward. Plast Reconstr Surg 123:729-
- 8. Alarai A, Lemole MG, Finkle JH et al (2011) Virtual reality training in neurosurgery: review of current status and future applications. Surg Neurol Int 2:52
- 9. Pandey VA, Black SA, Lazaris AM et al (2005) Do workshops improved the technical skill of vascular surgical trainees? Eur J Vasc Endovasc Surg 30:441-447
- 10. Desender LM, Van Herzeele I, Aggarwal R et al (2011) Training with simulation versus operative room attendance. J Cardiovasc Surg (Torino)
- 11. Price J, Naik V, Boodhwani M et al (2011) A randomized evaluation of simulation training on performance of vascular anastomosis on a high-fidelity in vivo model: the role of deliberate practice. J Thorac Cardiovasc Surg 142:496-503
- 12. Matsumura N, Horie Y, Shibata T et al (2011) Basic training model for supermicrosurgery: a novel practice card model. J Reconstr Microsurg 27:377-
- 13. Bismuth J, Donovan MA, O'Malley MK et al (2010) Incorporating simulation in vascular surgery education. J Vasc Surg 52:1072–1080
- 14. Kolozsvari NO, Feldman LS, Vassiliou MC et al (2011) Sim one, do one, teach one: considerations in designing training curricula for surgical simulation. J Surg Educ 68:421-427

- 15. Bath J, Lawrence P (2011) Why we need open simulation to train surgeons in an era of work-hour restrictions Vascular 19:175-177
- 16. Wahlberg E, Dimuzio PJ, Stoney RJ (2002) Aortic clamping during elective operations for infrarenal disease: The influence of clamping time on renal function. J Vasc Surg 36:13-18
- 17. Wisman PP, Nolthenius RP, Tromp SC et al (2011) Longer time interval between carotid cross-clamping and shunting is associated with increased 30day stroke and death rate. Vasc Endovascular Surg
- 18. Willems MC, Vliet JA van der, Williams V et al (2009) Assessing endovascular skills using the Simulator for Testing and Rating Endovascular Skills (STRESS) machine. Eur J Vasc Endovasc Surg 37:431-436
- 19. Lodge D, Grantcharov T (2011) Training and assessment of technical skills and competency in cardiac surgery. Eur J Cardiothorac Surg 39:287-293
- 20. Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S Jr et al (2009) The utility of simulation in medical education: what is the evidence? Mt Sinai J Med 76:330-343
- 21. Gagliardi AR, Wright FC (2010) Exploratory evaluation of surgical skills mentorship program design and outcomes. J Contin Educ Health Prof 30:51-56
- 22. Bockel JH van, Bergqvist D, Cairols M et al (2008) Education in vascular surgery: critical issues around the globe-training and qualification in vascular surgery in Europe. J Vasc Surg 48(6 Suppl):69-75
- 23. Sillesen H (2010) World Federation of Vascular Societies: presidential address. Eur J Vasc Endovasc Surg 39(Suppl 1):1-4
- 24. Neequaye SK, Aggarwal R, Van Herzeele I et al (2007) Endovascular skills training and assessment. J Vasc Surg 46:1055-1064
- 25. Tsang JS, Naughton PA, Leong S et al (2008) Virtual reality simulation in endovascular surgical training. Surgeon 6:214-220
- 26. Luboz V, Zhai J, Odetoyinbo T et al (2011) Guidewire and catheter behavioural simulation. Stud Health Technol Inform163:317-323
- 27. Aggarwal R, Black SA, Hance JR et al (2006) Virtual reality simulation training can improve inexperienced surgeons' endovascular skills. Eur J Vasc Endovasc Surg 31:588-593
- 28. Lee JT, Son JH, Chandra V et al (2011) Long-term impact of a preclinical endovascular skills course on medical student career choices. J Vasc Surg 54:1193-1200
- 29. Markovic J, Peyser C, Cavoores T et al (2012) Impact of endovascular simulator training on vascular surgery as a career choice in medical students. J Vasc Surg 55:1515-1521