

# Konsensus der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der peripheren Nerven und Gefäße (DAM) für Mindeststandards mikrochirurgischer Trainings- und Übungskurse zur Vergabe eines Qualitätssiegels



Qualitätssiegel der DAM für mikrochirurgische Trainings- und Übungskurse

## Consensus of the German-Speaking Society for Microsurgery of Peripheral Nerves and Vessels (DAM) on minimum standards for microsurgical training courses and accreditation

Minimum Standards for Microsurgical Training Courses and Accreditation

### Autoren

Christoph Hirche<sup>1</sup>, Kai Megerle<sup>2</sup>, Christoph Heitmann<sup>3</sup>, Johannes Rois<sup>4</sup>, Friedrich Russe<sup>4</sup>, Stefan Mathias Froschauer<sup>5</sup>, Marcus Lehnhardt<sup>6</sup>, Ulrich Kneser<sup>1</sup>, Dirk J. Schaefer<sup>7</sup>, Thomas Kremer<sup>8</sup>

### Institute

- 1 Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Mikrochirurgie, Schwerbrandverletzententrum, BG-Klinik Ludwigshafen, Klinik für Plastische und Handchirurgie an der Universität Heidelberg
- 2 Sektion Handchirurgie, Klinik für Plastische Chirurgie und Handchirurgie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, Deutschland
- 3 Ästhetisch Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Gemeinschaftspraxis Heitmann & Fansa, München
- 4 AUVA Traumazentrum Wien Meidling, Österreich
- 5 Unfallchirurgie und Sporttraumatologie, Kepler Universitätsklinikum Linz, Österreich
- 6 Universitätsklinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Operatives Referenzzentrum für Gliedmaßenumoren; Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil
- 7 Klinik für Plastische, Rekonstruktive, Ästhetische und Handchirurgie, Universitätsspital Basel, Schweiz
- 8 Klinik für Plastische und Handchirurgie mit Schwerbrandverletzententrum, Klinikum St. Georg, Leipzig

### Schlüsselwörter

Chirurgie der peripheren Nerven, Handchirurgie, Mikrochirurgie, Weiterbildung, Training, Trainingskurs, Übungskurs, Mikrochirurgie der Lymphgefäße, Evaluierung, Qualitätssiegel

### Key words

Microsurgery, handsurgery, residency, training, course, seal of quality, evaluation, surgery of peripheral nerves, lymphatic surgery

eingereicht 10.08.2019

akzeptiert 26.08.2019

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1017-3688>  
 Online-Publikation: 16.10.2019  
 Handchir Mikrochir Plast Chir 2020; 52: 135–139  
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
 ISSN 0722-1819

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Christoph Hirche  
 Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Mikrochirurgie, Schwerbrandverletzententrum, BG-Klinik Ludwigshafen, Klinik für Plastische und Handchirurgie an der Universität Heidelberg  
 Ludwig Guttman Str 13  
 67071 Ludwigshafen  
 Tel.: 0621 68100  
 Fax: 0621 6810211  
 E-Mail: christoph.hirche@bgu-ludwigshafen.de

### ZUSAMMENFASSUNG

Mikrochirurgische Trainings- und Übungskurse sind ein elementarer Bestandteil der chirurgischen Aus- und Weiterbildung. Durch die Veränderungen des chirurgischen Alltags hat das Kompetenzen- und Fertigkeitentraining außerhalb des Operationssaals einen zunehmend bedeutsamen Stellenwert. Mehrtägig zusammenhängende, praktische Übungen mit verschiedenen Modellen mit steigendem Schwierigkeitsgrad verwenden artifizielle, avitale und vitale mikrochirurgische Modelle. Die Evaluation der Fertigkeiten erfolgt im Hinblick auf feinmotorische Fähigkeiten sowie Orientierung im Raum und zielgerichtete, tremorarme Bewegungsabläufe sowie bimanuelle Manipulationsübungen mittels „global rating scales“. Bei zahlreichen Kursangeboten im deutschsprachigen Raum existieren jedoch keine einheitlichen und transparenten Inhalte und

Bewertungsmaßstäbe, um die Qualität der Kurse widerzuspiegeln. Im Rahmen eines Konsensustreffens wurden Mindestanforderungen für die Inhalte von mikrochirurgischen Trainings- und Übungskursen im Rahmen der ärztliche Weiterbildung definiert und als deutschsprachiger Konsens verfasst, um ein DAM-Qualitätssiegel zu vergeben. Als Parameter zählen hierzu die Definition von abgestuften Kurszielen, Vorhandensein eines Kursskriptes, Stundenzahl des Kurses, verwendete Modelle, praktische Übungszeit am Mikroskop, Betreuer zu Teilnehmerverhältnis, Anastomosen- bzw. Koaptationsarten (Arterie, Vene, Nerv, Lymphgefäß), Anwendung einer Global Rating Scale, Lernzielüberprüfung (Note/bestanden- nicht bestanden), Teilnehmerzertifikat und Kursevaluation. Mit dem Ziel, den verfügbaren Kursen/Kurskonzepten zur Wahrung bzw. Verbesserung der Qualität der Aus- und Weiterbildung gerecht zu werden, wurde die Zuordnung eines „Basic“ und eines „Advanced“ Qualitätssiegels definiert. Die stetige Weiterentwicklung der Kurse ist notwendig, um nachhaltig Kompetenzen und Fertigkeiten zu erhalten. In Zukunft können auch validierte mikrochirurgische Simulatoren in Trainings- und Übungskurse integriert werden, was zu einer Reduktion der Verwendung von Nagern führen und der ethischen Verantwortung Rechnung tragen kann. Die Einführung von Qualitätssiegeln für mikrochirurgische Übungskurse soll die Transparenz und Verbindlichkeit für Teilnehmer stärken und Kursanbietern mit entsprechend nachgewiesenen Inhalten Unterstützung durch die DAM gewähren.

### ABSTRACT

Microsurgical training courses are an integral part of surgical education and training. Due to the changes in the surgical

everyday routine, the competence and skills training outside the operating room has an increasingly important status. Multi-day, hands-on exercises with different models of increasing difficulty use artificial, avital and vital microsurgical models. The skills are evaluated with regard to fine motor skills as well as orientation in space and low-tremor motion sequences as well as bimanual manipulation exercises by means of “lobal rating scales”. However, with numerous course offerings in German-speaking countries, there are no uniform and transparent contents and evaluation standards to reflect the quality of the courses. At a consensus meeting, minimum requirements for the contents of microsurgical training courses in the context of continuing medical education were defined and drafted as a German-language consensus in order to award a DAM quality seal. The parameters include the definition of targets, the existence of a scripts, the number of hours used, models used, practical exercise time on the microscope, trainer to participant ratio, types of anastomosis or coaptation (artery, vein, nerve, lymph vessel), application of a global rating scale, examination (grade/passed – failed), participant certificate and course evaluation. With the aim to meet the available courses/course concepts to maintain or improve the quality of education and training, the assignment of a “Basic” and an “Advanced” quality seal has been defined. The further stepwise development of the courses is necessary to sustain all skills and competencies for future microsurgeons. Integration of validated microsurgical simulators may reduce animal use and thus contribute to the ethical responsibility. The introduction of quality seals for microsurgical training courses should strengthen the transparency and commitment of participants and provide support to course providers with appropriately substantiated content through DAM.

## Einleitung

Die mikrochirurgische Aus- und Weiterbildung ist ein elementarer, katalogrelevanter Bestandteil der Facharztausbildung zum Plastischen und Ästhetischen Chirurgen bzw. FMH Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie (CH) sowie für die Zusatzbezeichnung des Handchirurgen bzw. Facharzt FMH Handchirurgie (CH) [1–4]. Ein wichtiger Schwerpunkt ist das Kompetenzen- und Fertigkeitentraining der mikrochirurgischen Anastomose, gefolgt von operativen Teilschritten und vollständigen mikrochirurgischen Prozeduren. Die traditionelle klinische Aus- und Weiterbildungsmethode nach Dr. William Halsted gemäß dem Konzept „See One, Do One, Teach One“ gilt heutzutage jedoch als nicht mehr anwendbar, da die hieraus resultierende fragliche Patientensicherheit genauso wie limitierte OP-Saal Kapazitäten und eine Ökonomisierung der Abläufe dieser Vorstellung gegenüberstehen [5]. Zudem führt die Umsetzung des Arbeitszeitgesetzes zu einer signifikanten Reduktion der Arbeitszeiten von Ärzten in chirurgischer Weiterbildung. Hierdurch hat sich die Ausbildungszeit im OP-Saal zwischen erfahrenem Chirurgen und Lehrer sowie Weiterbildungsassistenten verkürzt [5]. Eine Verlagerung des Erlernens von Kernkompetenzen und -fertigkeiten für die mikrochirurgische Aus- und Wei-

terbildung aus dem OP-Saal heraus ist daher unumgänglich und zielt grundsätzlich auf die Optimierung der Lernkurve vor Einsatz am Patienten.

Die Einrichtung von Skills- und Wet-Labs, die Durchführung von Weiterbildungsakademien und die Einbettung der Weiterbildung in mikrochirurgische Curricula und Konzepte sind neue Ziele und Methoden, um den „Verlust“ der Aus- und Weiterbildungszeit im Operationssaal nach Abwendung von dem Halsted'schem Weiterbildungsmodell auszugleichen und die Lernkurve für Ärzte in der chirurgischen und speziell mikrochirurgischen Weiterbildung zu optimieren [6–11].

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil sind mikrochirurgische Trainings- und Übungskurse, die eine Verlagerung des Erlernens der Kernkompetenzen und -fertigkeiten in einem geschützten Rahmen ermöglichen. Hier werden in der Regel mehrtägig-zusammenhängende, praktische Übungen mit verschiedenen Modellen mit steigendem Schwierigkeitsgrad und ersten Dissektionsübungen verbunden. Strukturierte und standardisierte Kurse gelten als effizient, um die nötigen Inhalte zusammenhängend zu vermitteln und den angehenden Mikrochirurgen eine anteilig hohe praktische Übungsphase mit zahlreichen Wiederholungen und Steigerun-

gen der Anforderung zu ermöglichen [12–14]. Sie basieren auf der Verwendung verschiedener artifizierlicher, avitaler und vitaler Modelle, die je nach Schwierigkeitsgrad verschiedene Lumina und einen unterschiedlichen Anspruch an die Gewebedisektion beinhalten [15–17].

Die Evaluation der gebildeten Fertigkeiten erfolgt im Hinblick auf feinmotorische Fähigkeiten sowie Orientierung im Raum und zielgerichtete, tremorarme Bewegungsabläufe sowie bimanuelle Manipulationsübungen. Weiterführende Anwendungsbeispiele sind Stich-, Knoten- und Peeling-Techniken sowie schließlich Dissektionsübungen vor Durchführung der Anastomosen. Die erworbenen Fertigkeiten sollen im Sinne einer Kompetenz-basierten chirurgischen Ausbildung durch Arbeitsplatz-basierte Assessments evaluiert werden. Hierfür werden „Global Rating Scales“ zur standardisierten Überprüfung verwendet. Der Patency-Test zur Kontrolle der Dichtigkeit dient der realitätsnahen Überprüfung der Übungsaufgaben.

Regelmäßige Wiederholungen an solch etablierten Übungsmo- dellen sind zum Erhalt der neu erworbenen Fertigkeiten und Kom- petenzerhalt notwendig.

Neben zahlreichen Kursangeboten im deutschsprachigen Raum existieren jedoch keine einheitlichen und transparenten Bewer- tungsmaßstäbe, um die Qualität der Kurse für den unerfahrenen Kursteilnehmer zu durchschauen und einen verlässlichen Lernzu- wachs an Fertigkeiten und Kompetenzen zu gewähren.

## Methode

Im Rahmen eines Konsensustreffens während der 39. DAM Tagung in Freiburg 2017 sollten durch die Panel-Teilnehmer Mindestan- forderungen für die Inhalte von mikrochirurgischen Trainings- und Übungskursen im Rahmen der ärztliche Weiterbildung defi- niert und als deutschsprachiger Konsens verfasst werden, um ein DAM – Qualitätssiegel zu vergeben, das zunehmend häufig von Vertretern von Trainings- und Übungskursen angefragt wurde, und einheitliche, transparente Bewertungsmaßstäbe für den unerfahrenen Kursteilnehmer bietet. Hierzu wurden Vertreter aller mikro- chirurgischer Trainings- und Übungskurse in Deutschland, Öster- reich und der Schweiz angeschrieben, und zur Teilnahme am Panel eingeladen, die über eine Online-Recherche auffindbar waren und per email und postalisch angeschrieben wurden. Die Autoren des Konsensus sind alle Vertreter von mikrochirurgischen Trainings- und Übungskursen in Deutschland, Österreich und der Schweiz, die nach Zusage auf Einladung der DAM an dem Konsensustreffen teilgenommen haben.

## Ergebnisse

Basierend auf der Vorstellung der durch die Panelisten durchge- führten Kurskonzepte wurden notwendige Eigenschaften und Pa- rameter von mikrochirurgischen Trainings- und Übungskursen defi- niert. Hierzu zählen grundsätzlich die Definition von abgestuften Kurszielen, Vorhandensein eines Kursskriptes, Stundenzahl des Kur- ses, verwendete Modelle, praktische Übungszeit am Mikroskop, Be- treuer zu Teilnehmerverhältnis, Anastomosen- bzw. Koaptations- arten (Arterie, Vene, Nerv, Lymphgefäß), Anwendung einer Global Rating Scale, Lernzielüberprüfung (Note/bestanden- nicht bestan-



► **Abb. 1** Qualitätssiegel der DAM für mikrochirurgische Trainings- und Übungskurse. Dargestellt sind die erteilbaren Siegel DAMmicro „basic“ **a** und DAMmicro „advanced“ **b**.

den), Teilnehmerzertifikat und Kursevaluation. Mit dem Ziel, den verfügbaren Kursen/Kurskonzepten zur Wahrung bzw. Verbesse- rung der Qualität der Aus- und Weiterbildung gerecht zu werden, wurde von dem Panel in Abstimmung mit dem Vorstand der DAM die Zuordnung eines „Basic“ und eines „Advanced“ Qualitätssiegels empfohlen (► **Abb. 1a** und ► **Abb. 1b**), das auf den nachfolgenden Mindeststandards beruht (► **Tab. 1**):

## Diskussion

Als fachspezifische, deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft möch- te die DAM die Verantwortung übernehmen, durch die Definition von Mindeststandards und die mögliche Vergabe von Qualitätssie- geln die Qualität der Kurse zu halten bzw. zu erhöhen und den Teil- nehmern eine differenzierte und transparente Auswahl mithilfe des Qualitätssiegels zu ermöglichen.

Kurse mit dem Qualitätssiegel „basic“ haben eine Mindeststun- denzahl (2 × 8 h) und zielen grundsätzlich auf das Erlernen von Grundfertigkeiten im Umgang mit dem Mikroskop, den Instrumen- ten und Mikrofäden und dem binokularen Arbeiten („Schnupper- kurs“). Hierfür sind keine vitalen oder avitalen Modelle nötig, da diese Übungen auch mit artifizierten Modellen erfolgreich durch- geführt werden können.

Demgegenüber zielen Kurse mit dem Qualitätssiegel „advan- ced“ darauf ab, den Teilnehmer optimal auf den Einsatz im OP-Ber- eich am Patienten vorzubereiten. Hierzu sind mindestens 3 aufei- nanderfolgende Tage à 8 h vorgesehen, an denen sowohl artifiziel- le, wie auch avitale und vitale Modelle zur Anwendung kommen. Hierbei ist es von besonderer Bedeutung, das die genannten Mo- delle aufeinander aufbauen und die Kurse nicht alleine auf vitalen Tiermodellen basieren. Dies führt einerseits zu einer Reduktion der benötigten Tierzahl und ist darüber hinaus auch edukativ effi- zienter [18, 19]. Innerhalb des Kurses mit dem Qualitätssiegel „adv- anced“ soll vor diesem Hintergrund den Teilnehmern unbedingt die moralische Verantwortung beim Umgang mit den Tieren und die Argumentation für die Notwendigkeit der Durchführung er- klärt werden – wie auch Alternativen innerhalb des Kurses und für zukünftige Übungen dargestellt werden. Aufgrund des hochge-

► **Tab. 1** Übersicht der Mindeststandards für die Erteilung der Qualitätssiegel „basic“ und „advanced“.

Kriterium	Qualitätssiegel basic	Qualitätssiegel advanced
Kursziel	„Handling“ mit binokularem Mikroskop und Instrumenten	Optimale Vorbereitung für OP-Einsatz, eigenständige Durchführung Anastomosen
Mindestzeitraum	16 h	24 h
Modelle	mind. artifizielles Modell	artifizielles, avitales, vitales Modell (inkl. Ethik)
Anteil praktischer Übungen	nicht definiert	mind. ⅔
Mikroskope/Teilnehmer	nicht definiert	1/1
Betreuer/Teilnehmerverhältnis	nicht definiert	≤ 1:5
Anastomosen-bzw. Koaptationsarten	nicht definiert	Arterie, Vene, Nerv
Beurteilung des Teilnehmers	nicht definiert	Global Rating Scale verpflichtend
Evaluation des Kurses	nicht definiert	verpflichtend
Zertifikat	verpflichtend	verpflichtend

steckten Ziels sollte der Anteil praktischer Zeit am Mikroskop mindestens  $\frac{2}{3}$  der Kurszeit betragen und dafür jedem Teilnehmer ein eigenes Mikroskop mit Beobachter/Supervisionsfunktion zur Verfügung stehen. Das Betreuer zu Teilnehmerverhältnis (inkl. Tierarzt) sollte  $\leq 1:5$  sein, um ein optimales Lehren zu ermöglichen [12]. Mit Blick auf den im Rahmen des Kurses zu erwartenden Fortschritt sollte sowohl die Durchführung von Anastomosen von Arterien und Venen wie auch die Nervenkoaptation gelehrt werden – idealerweise in Verbindung mit Dissektionsübungen. Der Erfolg des Kompetenzen- und Fertigkeitentrainings soll für die Erteilung des Qualitätssiegels mittels standardisierter Durchführung einer „Global Rating Scale“ für die Beurteilung der praktischen Fertigkeiten und Kompetenzen als Feedback durch einen erfahrenen Mikrochirurgen überprüft werden, die Ergebnisse dann dem Teilnehmer ausgehändigt werden [20]. Am Ende des Kurses stehen eine Kursevaluation und die Aushändigung eines Zertifikats.

Die Integration von Kurskripten für den Kurs und als Mitgabe für den Teilnehmer wird von den Panelisten grundsätzlich als empfehlenswert erachtet, jedoch nicht als Voraussetzung für die Erteilung eines der Qualitätssiegel, da die praktischen Lerninhalte im Vordergrund stehen sollen. Die Durchführung von lymphatischen Anastomosen kann den Schwierigkeitsgrad innerhalb des Kurses noch einmal steigern, wird aber aufgrund der hierfür notwendigen speziellen Instrumente, Fäden und Vergrößerungsaufsätze als kein zwingender Bestandteil der Übungskurse gesehen. Die Weiterentwicklung und fortwährende Diskussion der klassischen mikrochirurgischen Modelle (artifiziel, avital und vital), die Integration von Live-Operationen und Übungen an Humanpräparaten wie auch die Integration validierter mikrochirurgischer Übungssimulatoren wird die Übungs- und Trainingskurse in Zukunft bestimmen und positiv weiterentwickeln, um nachhaltig die Kompetenzen und Fertigkeiten zu erhalten [21–23]. Insbesondere kann die Entwicklung und Integration der Simulatoren- wie auch in anderen chirurgischen Fachrichtungen bereits erfolgt – die Anzahl von Übungstieren reduzieren und auf diese Weise der ethischen Verantwortung Rechnung tragen. Aber auch die Weiterentwicklung der standardisierten und objektivierbaren Bewertung von Kompetenzen und Fertigkeiten wird im Fokus der Weiterentwicklung der nächsten Jahre stehen

[20, 24]. Die DAM wird im Rahmen der Vergabe der Qualitätssiegel die Kriterien und Eigenschaften der Kurse stetig re-evaluieren, um die eingeführten Siegel an die Zeit anzupassen.

## Schlussfolgerung

Die Einführung von Qualitätssiegeln für mikrochirurgische Übungskurse soll die Transparenz und Verbindlichkeit für Teilnehmer stärken und Kursanbietern mit entsprechend nachgewiesenen Inhalten Unterstützung durch die DAM gewähren. Die implementierten Qualitätssiegel können über die Geschäftsstelle der DAM beantragt werden ([info@dam-mikrochirurgie.org](mailto:info@dam-mikrochirurgie.org)).

## Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Autorinnen/Autoren



### Prof. Dr. Christoph R. Hirche

BG Klinik Ludwigshafen, Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Mikrochirurgie, Schwerbrandverletzentzentrum, Universität Heidelberg. Christoph Hirche ist Professor für Plastische Chirurgie an der Universität Heidelberg und stellvertretender Direktor der Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive

Chirurgie, Mikrochirurgie, Schwerbrandverletzentzentrum der BG Klinik Ludwigshafen. Er wurde 1979 in Kiel geboren und schloss 2006 nach Aufenthalt in den USA (New York, Cincinnati) und Thailand sein Studium an der Charité-Universität Berlin ab. Er ist ein Facharzt für Plastische und Ästhetische Chirurgie und Handchirurg mit langjähriger Erfahrung in der Mikrochirurgie, Brustchirurgie, lymphorekonstruktiven Chirurgie und Handchirurgie. Er ist u. a. Vorstandsmitglied der deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der peripheren Nerven und Gefäße (DAM). Professor Hirche leitet mehrere Arbeitsgruppen, u. a. im Bereich der lymphatischen Regeneration, Mikrochirurgie, Verbrennungsmedizin sowie dem Einsatz von Fluoreszenz in der Chirurgie.

## Literatur

- [1] Daigeler A, Kaempfen A, Beier JP et al. [Microsurgical training – report on the consensus workshop of the 31st annual meeting of the German-language group for microsurgery of the peripheral nerves and vessels 2009 in Erlangen]. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefässe* 2010; 42: 273–276
- [2] Kaempfen A, Daigeler A, Largo RD et al. [Report of the consensus workshop on microsurgical training at the 32nd annual meeting of the german-speaking group for microsurgery of the peripheral nerves and vessels in Basel 2010]. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefässe* 2011; 43: 262–265
- [3] Kolbenschlager J, Gehl B, Daigeler A et al. [Microsurgical training in Germany – results of a survey among trainers and trainees]. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefässe* 2014; 46: 234–241
- [4] Ghanem AM, Hachach-Haram N, Leung CC et al. A systematic review of evidence for education and training interventions in microsurgery. *Archives of plastic surgery* 2013; 40: 312–319
- [5] Kotsis SV, Chung KC. Application of the „see one, do one, teach one“ concept in surgical training. *Plastic and reconstructive surgery* 2013; 131: 1194–1201
- [6] Bergmeister KD, Kneser U, Kremer T et al. [New concept for microsurgical education: The training academy of the German Working Group for Microsurgery of Peripheral Nerves and Vessels: Results of a 4-year evaluation]. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefässe* 2019. doi: 10.1055/a-0824-7264
- [7] Satterwhite T, Son J, Carey J et al. The Stanford Microsurgery and Resident Training (SMaRT) Scale: validation of an on-line global rating scale for technical assessment. *Annals of plastic surgery* 2014; 72 Suppl 1: S84-88
- [8] Applebaum MA, Doren EL, Ghanem AM et al. Microsurgery Competency During Plastic Surgery Residency: An Objective Skills Assessment of an Integrated Residency Training Program. *Eplasty* 2018; 18: e25
- [9] Hirche C, Kneser U, Xiong L et al. Microvascular free flaps are a safe and suitable training procedure during structured plastic surgery residency: A comparative cohort study with 391 patients. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery. JPRAS* 2016; 69: 715–721
- [10] Kotsougiani D, Ringwald F, Hundepool CA et al. Safety and Suitability of Finger Replantations as a Residency Training Procedure: A Retrospective Cohort Study With Analysis of the Initial Postoperative Outcomes. *Annals of plastic surgery* 2017; 78: 431–435
- [11] Köppl CN, Boecker A, Muenzberg M et al. Das Ludwigshafener mikrochirurgische Curriculum. *CHAZ-Chirurgische Allgemeine Zeitung* 2017; 18: 354–357
- [12] Perez-Abadia G, Janko M, Pindur L et al. Frankfurt microsurgery course: the first 175 trainees. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society* 2017; 43: 377–386
- [13] Nugent E, Joyce C, Perez-Abadia G et al. Factors influencing microsurgical skill acquisition during a dedicated training course. *Microsurgery* 2012; 32: 649–656
- [14] Klein I, Steger U, Timmermann W et al. Microsurgical training course for clinicians and scientists at a German University hospital: a 10-year experience. *Microsurgery* 2003; 23: 461–465
- [15] Prunieres GJ, Taleb C, Hendriks S et al. Use of the Konnyaku Shirataki noodle as a low fidelity simulation training model for microvascular surgery in the operating theatre. *Chirurgie de la main* 2014; 33: 106–111
- [16] Ramachandran S, Chui CH, Tan BK. The chicken aorta as a simulation-training model for microvascular surgery training. *Archives of plastic surgery* 2013; 40: 327–329
- [17] Remie R. The PVC-rat and other alternatives in microsurgical training. *Lab animal* 2001; 30: 48–52
- [18] Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR et al. The educational impact of bench model fidelity on the acquisition of technical skill: the use of clinically relevant outcome measures. *Annals of surgery* 2004; 240: 374–381
- [19] Grober ED, Hamstra SJ, Wanzel KR et al. Laboratory based training in urological microsurgery with bench model simulators: a randomized controlled trial evaluating the durability of technical skill. *The Journal of urology* 2004; 172: 378–381
- [20] Selber JC, Chang EI, Liu J et al. Tracking the learning curve in microsurgical skill acquisition. *Plastic and reconstructive surgery* 2012; 130: 550e-557e
- [21] Husken N, Schuppe O, Sismanidis E et al. MicroSim – a microsurgical training simulator. *Studies in health technology and informatics* 2013; 184: 205–209
- [22] Schoffl H, Froschauer SM, Dunst KM et al. Strategies for the reduction of live animal use in microsurgical training and education. *Alternatives to laboratory animals : ATLA* 2008; 36: 153–160
- [23] Hirche C, Wagner C, Beier F et al. Simulation in der Chirurgie: Eine gelungene Kooperation zwischen mikrochirurgischem Zentrum und IT-Medizintechnik-Unternehmen. *CHAZ-Chirurgische Allgemeine Zeitung* 2015; 17: 218–220
- [24] Ramachandran S, Ghanem AM, Myers SR. Assessment of microsurgery competency-where are we now? *Microsurgery* 2013; 33: 406–415