

DGAI-zertifizierte Seminarreihe Anästhesie Fokussierte Sonografie Modul 2: Gefäßsonografie

Herbert Trautner • Christian K. Markus • Bernhard Steinhübel • Ulrich Schwemmer •
Clemens-Alexander Greim • Jörg Brederlau

Die ultraschallgestützte Kanülierung zentraler Venen erhöht nicht nur die Erfolgsrate und Geschwindigkeit der Kanülierung, sondern kann auch die Komplikationsrate reduzieren [1–3]. Dies ist seit Jahren bekannt – jedoch stand einer weiten Verbreitung der Methode bis vor wenigen Jahren die mangelnde Verfügbarkeit bettseitig einsetzbarer Ultraschallgeräte entgegen. Durch die Miniaturisierung der Ultraschalltechnik und durch die Entwicklung tragbarer, robuster und finanzierbarer Geräte konnte nun ein weiteres Hindernis ausgeräumt werden, welches dem Routineeinsatz der Sonografie bei Gefäßpunktionen entgegenstand [4].

Ausbildung Die derzeitige Entwicklung verlangt nach einer standardisierten anästhesiezentrierten Ausbildung. Sie muss allen Anästhesisten ermöglichen, sich nicht nur fundiertes theoretisches Wissen anzueignen, sondern auch die praktische Durchführung sonografisch gestützter Gefäßpunktion unter fachkundiger Anleitung zu erlernen.

Im Modul 2 der Seminarreihe „Anästhesie Fokussierte Sonografie“ werden Theorie und Praxis der bereits etablierten gefäßsonografischen Techniken vermittelt sowie Optionen für den darüber hinausgehenden Einsatz aufgezeigt (◊ Tab. 1). Die curriculäre Veranstaltung wird nach standardisierten Kriterien ausgerichtet (◊ Tab. 2).

Rationale für eine anästhesiefokussierte Gefäßsonografie



Bedeutung der Gefäßpunktion Venöse und arterielle Gefäßpunktionen und Katheteranlagen gehören sowohl im Operationssaal als auch in der Intensiv- und Notfallmedizin zu den zentralen und häufig auszuführenden anästhesiologischen Aufgaben (◊ Abb. 1) [5].

► Eine sichere, komplikationslose und schnelle Gefäßpunktion wird heutzutage als selbstverständlich vorausgesetzt.

Im Rahmen der zunehmenden Multimorbidität der von uns betreuten Patienten haben iatrogene Komplikationen nicht selten weitreichende Folgen. Zudem verschlechtern sich die Punktions-

bedingungen durch bereits stattgehabte Therapieverfahren oder erlittene Komplikationen. Beispielhaft seien hier genannt:

- thrombotische Verschlüsse von zentralen Venen durch frühere (Fehl-)Punktionen und Katheterisierungen
- Chemotherapien mit ihren negativen Auswirkungen auf die Blutgefäße
- Bestrahlung
- Exsikkose
- Arterienverkalkungen
- Störungen der Blutgerinnung [6, 7]

Nicht zuletzt der steigende Kostendruck und die zunehmende Arbeitsverdichtung gerade in den operativen Einheiten führen zu einem ständigen Appell, die „Wechselzeit“ zwischen 2 operativen Eingriffen zu verkürzen.

Ultraschall kann hier einen sinnvollen Beitrag leisten und gleichzeitig helfen, das punktionsbedingte Morbiditätsrisiko des Patienten trotz eines beschleunigten Punktionsprozesses zu reduzieren.

Neue Indikationen Zwangsläufig führen die Propagierung einer neuen Technik und die zunehmende Vertrautheit der Anwender mit dieser Technik zu neuen Indikationen.

Hat sich bisher die ultraschallgesteuerte Gefäßpunktion besonders auf die Punktion der Vena jugularis interna konzentriert, so konnte kürzlich gezeigt werden, dass auch bei einem traditionell landmarkengestützt punktierten Gefäß – der Vena subclavia – Ultraschall erfolgreich zum Wohle des Patienten eingesetzt werden kann [8].

Gefahren neuer Techniken Unabhängig davon kann die Einführung einer neuen Technik auch bisher unerkannte Gefahren bergen. So konnte z. B. gezeigt werden, dass auch die Verwendung von Ultraschall nicht davor schützt, bei der Punktion der V. jug. int. die Venenhinterwand zu perforieren [9].

► Diese Gefahr besteht insbesondere dann, wenn periprozedural nicht alle Möglichkeiten der

bildlichen Darstellung, und hier insbesondere die Verwendung von verschiedenen Schnittebenen, ausgenutzt werden [10].

Kinder- und Säuglingsanästhesie In der Kinder- und vor allem in der Säuglingsanästhesie liegt die Rationale für den Einsatz von Ultraschall bei Gefäßpunktionen nicht unbedingt in der Multimorbidität begründet, sondern vielmehr in der zunehmenden Komplexität der Eingriffe, die eine invasivere und differenziertere Überwachung erfordern. Im Vordergrund stehen hier

- ▶ die besonderen anatomischen Größenverhältnisse,
- ▶ das Größenmissverhältnis zwischen Punktionsmaterial, Schallkopf und den zu punktierenden Gefäßen sowie
- ▶ die erschwerte Gefäßdetektion mittels Palpation [11–15].

Ziele und Struktur des Moduls 2

Lerninhalte Nach den „Grundlagen der Sonografie“ (DGAI-Modul 1) erlernen die Teilnehmer im Modul 2 die richtige Schallkopfwahl und die Sonoanatomie der wichtigsten zu kanülierenden Gefäße (V. jug. int., V. subclavia, V. femoralis, A. radialis, A. femoralis, A. axillaris).

- ▶ Die methodischen Vor- und Nachteile der 2 prinzipiellen sonografischen Punktionsverfahren (in-plane und out-of-plane) [16] werden strukturiert erklärt und praktisch angewandt. Außerdem sollen die Teilnehmer das Phänomen der Komprimierbarkeit von Venen durch den Ultraschallkopf kennengelernt haben (was die anatomische Zuordnung erleichtert) und verstehen, wie deshalb bei zu hohem Aufsetzdruck des Schallkopfes während des Punktionsvorganges eine venöse Kanülierung erschwert werden kann.

Ultraschall erleichtert nicht nur die Punktion zentraler Venen, sondern kann auch zur Punktion peripherer Venen eingesetzt werden. In der klinischen Praxis profitieren hiervon besonders Säuglinge und Kinder sowie multimorbide Erwachsene, v.a. solche mit Adipositas und Anasarka.

Hygieneaspekt In Anbetracht der sich aus katheterassoziierten Infektionen ergebenden drastischen Konsequenzen für

- ▶ den Patienten (Morbidität) und
- ▶ das Krankenhaus (Liegezeit und Kosten) – hier sei explizit auf die mit einem zentralen Venenkatheter assoziierte Sepsis hingewiesen, wird in diesem Modul noch stärker als in allen anderen auf Hygieneaspekte geachtet.

Thrombosendetektion Das Thema Thrombosendetektion wird insofern behandelt, als dass Venenkatheter eine Thrombosierung bedingen

Ausbildungsschwerpunkte im Modul 2: Gefäßsonografie

1 Gefäßkanülierung (inkl. pädiatrische Sondersituation)

- ▶ aseptisches Vorgehen
- ▶ Schallkopfwahl
- ▶ Zentrierung des zu punktierenden Gefäßes
- ▶ Identifizierung der benachbarten Organe und Strukturen
- ▶ Optimierung des Ultraschallbildes
- ▶ Festlegung der Punktionsstelle (abhängig von der Gefäßtiefe)
- ▶ Visualisierung des Punktionsvorganges
- ▶ Darstellung von Nadel, Seldingerdraht und Katheter im Gefäßlumen (in-plane, Längsschnitt)
- ▶ ggf. Farbdopplereinsatz

2 Thrombosendetektion

- ▶ Zeitpunkt
 - ▷ bei liegendem Katheter
 - ▷ vor erneuter Punktion
- ▶ Beurteilung des Thrombus
 - ▷ Größe (Gefäßokklusion – vollständig oder teilweise)
 - ▷ Beurteilung des verbleibenden Gefäßlumens
 - ▷ Beurteilung der Thrombusmobilität (flottierend, fixiert)
- ▶ Vermeidung von Fehlpunktionen in vollständig oder teilokkludierte Gefäße

3 ultraschallgestützte Kanülierung im Rahmen extrakorporaler pulmonaler und/oder kardialer Assistenzverfahren (fakultativ)

- ▶ Klärung der Anatomie vor Punktion inkl. Seitenvergleich
- ▶ Bestimmung des Verhältnisses von Kanülen- zu Gefäßdurchmesser nach Kanülierung
- ▶ Bestätigung des abknickungsfreien intravasalen Verlaufs der Kanüle
- ▶ Kontrolle der Perfusion distaler Arterien (Farbdoppler)
- ▶ Ausschluss einer av-Fistel nach Dekanülierung (Farbdoppler)

Tab. 1

können – mit entsprechenden pathophysiologischen Konsequenzen. Zum anderen können vorbestehende Thrombosen eine geplante Katheterisierung erschweren oder sogar verhindern (Abb. 2).

Grundsätzlich sollte vor wiederholten zentralvenösen Katheterisierungen ein sonografischer Thromboseausschluss im Zielareal erfolgen.

- ▶ Sollte ein Thrombus vor oder nach Anlage eines ZVK detektiert werden, wird vermittelt, wie ein solcher Befund zu dokumentieren ist, v. a. wenn er therapeutische Konsequenzen fordert.

TBVT ausgeklammert Unter Berücksichtigung der lokal verschiedenen Gegebenheiten anästhesiologischer Arbeitsplätze in Deutschland und der erheblichen organisatorischen Unterschiede wurde auf eine Ausweitung des Kursspektrums auf die Detektion der tiefen Beinvenenthrombose (TBVT) bewusst verzichtet – zumal es sich hierbei um eine hochspezialisierte und zeitintensive Tätigkeit handelt, die das Spektrum des normalen Anästhesisten und operativen Intensivmediziners sprengt. Dies ist auch der Tatsache geschuldet, dass den leicht zu detektierenden TBVT im Bereich des Oberschenkels die schwer zu detektierenden und häufiger zu fulminanten Lungen-

embolien führenden TBVT des Unterschenkels gegenüberstehen.

Schwerpunkt Kindesalter Bewusst wurde ein Schwerpunkt der Ausbildung auf Besonderheiten im Säuglings- und Kindesalter gelegt.

Die besondere Anatomie bei Säuglingen und Kindern sowie das Missverhältnis von Schallkopf und Punktionswerkzeug zur Körper- und Gefäßgröße erfordern aus Sicht der Autoren eine besondere theoretische und praktische Unterweisung.

Miniaturisierte Phantome können hier effektiv eingesetzt werden. Eine Demonstration an Probanden oder gar Patienten hingegen verbietet sich aus vielerlei Gründen.

Extrakorporale Organunterstützungssysteme

Ein weiterer, jedoch fakultativ zu behandelnder Aspekt ist der Einsatz der Gefäßsonografie beim sich zunehmend ausweitenden Einsatz extrakorporaler Organunterstützungssysteme, wie z. B.

- ▶ der pumpenlosen arteriovenösen extrakorporalen Lungenassistenten,
- ▶ der pumpengetriebenen extrakorporalen venovenösen Membranoxygenierung (Lungenassistenten) oder
- ▶ der pumpengetriebenen extrakorporalen venoarteriellen kombinierten Herzlungenunterstützung.

Bei der Kanülierung von Venen und Arterien mit dicklumigen Kanülen (13–24 French) müssen Fehlpunktionen und daraus resultierende Hämatome oder Gefäßwanddissektionen bei oft fehlenden alternativen Punktionsorten unbedingt vermieden werden.

Periprozedurale Probleme

Neben der ultraschallbasierten Lagekontrolle dieser Kanülen (Gefäßsonografie, Abdomensonografie, Echokardiografie) können mithilfe des Ultraschalls auch periprozedurale Probleme erkannt bzw. überwacht werden. Hier sind beispielhaft zu nennen

- ▶ die Perfusionsüberwachung arteriell kanülierter Extremitäten sowie
- ▶ die Detektion bzw. der Ausschluss von iatrogenen arteriovenösen Fisteln nach schwierigen Punktionsmanövern.

Aufbau des Moduls Die theoretischen Aspekte der anästhesierelevanten Gefäßsonografie werden in 3 Unterrichtseinheiten à 30 min dargestellt.

- ▶ In Abhängigkeit der Vorerfahrungen ist jedoch mit einem Diskussionsbedarf seitens der Teilnehmer von kumulativ 30 min zu rechnen.

In den praktischen Übungen, die in Abhängigkeit der Teilnehmerzahl z. B. an 6 Stationen für jeweils 30 min durchlaufen werden (Gruppengröße: max. 5 Personen), wird neben dem Umgang mit dem Schallkopf und der Darstellung der Sonoanatomie an Probanden ein Hauptaugenmerk auf die Demonstration und Einübung von zielführenden Punktionsstechniken zu richten sein. Diese Übungen können idealerweise an anatomiegetreuen Punktionsmodellen durchgeführt werden.

- ▶ Da hier die prinzipielle manuelle Fertigkeit gelehrt werden soll, sonogesteuert eine Hohlnadel oder einen Seldingerdraht in eine röhrenförmige Struktur einzuführen, eignen sich dafür auch technische Phantome.

Diese können kommerziell erworben oder selbst hergestellt werden [17]. Dabei werden mehrere flüssigkeitsgefüllte Röhrchen in eine Gelstruktur eingelassen, um für Schallkopf- und Punktionsnadelführung Gefäße zu simulieren. In miniaturisierter Ausführung können sogar neonatale Verhältnisse nachgeahmt werden.

Tab. 2

Inhaltliche und strukturelle Anforderungen an Modul 2: Gefäßsonografie

Inhalte

- ▶ Punktion zentraler Venen und Thrombosedetektion:
 - ▷ Vv. jugularis interna, subclavia, femoralis (mit Hinweis auf Kanülierungen bei extrakorporalen Assistverfahren; optional)
- ▶ Punktion arterieller Gefäße
 - ▷ Aa. radialis, axillaris, femoralis (optional mit Hinweis auf Kanülierungen bei extrakorporalen Assistverfahren)
- ▶ vaskuläre Sonografie bei Kindern
 - ▷ V. jugularis interna, A. radialis, periphere Venen

Struktur

- ▶ 3 Unterrichtseinheiten à 30 min Theorie
- ▶ 5–6 Unterrichtseinheiten à 30 min Hands-on-Training

allgemeine Anforderungen an die praktische Ausbildung

- ▶ max. 5 Teilnehmer pro Arbeitsplatz
- ▶ mind. 1 erfahrener Instruktor pro Arbeitsplatz
- ▶ mind. 1 Ultraschallgerät pro Arbeitsplatz
- ▶ Instruktorbriefing (Vorgabe für die Lerninhalte pro Station inkl. empfohlener Anlotungspunkte, z. B. anhand einer Checkliste)
- ▶ 3 Arbeitsplätze mit je 1 Probanden
- ▶ mind. 1 anatomisches Phantom (Halsphantom)
- ▶ mind. 2 technische Punktionsphantome (z. B. Phantom, in dem ohne anatomische Hintergründe flüssigkeitsgefüllte Strukturen visualisiert und punktiert werden können)
- ▶ optional 1 miniaturisiertes technisches Phantom oder 1 anatomisches Kinderphantom

spezielle Anforderungen an die praktische Ausbildung

- ▶ Station 1: Unterweisung in Punktionssetting, Gerätehandhabung und Sterilität, systematische Unterweisung in Quer- und Längsschnittdarstellung (in-plane, out-of-plane) am Phantom
- ▶ Station 2: Darstellung der Vv. jugularis interna, subclavia und femoralis sowie der Sonoanatomie umgebender Strukturen am Probanden
- ▶ Station 3: Darstellung der Aa. radialis, brachialis, axillaris und femoralis im Ultraschall am Probanden
- ▶ Station 4: Punktionsübungen vaskulärer Strukturen am technischen Phantom
- ▶ Station 5: ultraschallgesteuerter Punktionsvorgang der V. jugularis interna am Phantom (Halsphantom)
- ▶ Station 6 (optional): vaskuläre Sonografie bei Kindern, Praxishinweise am Kinderphantom bzw. am miniaturisierten technischen Phantom

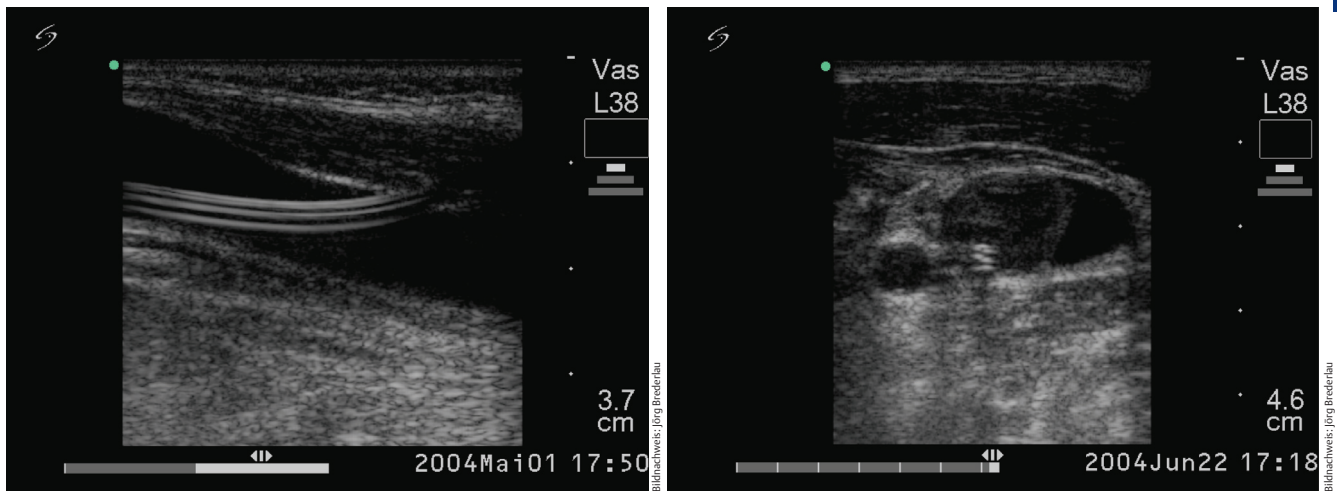


Abb. 1 (links) Seitliche Ansicht eines in dieser Darstellungsebene intravasal liegenden zentralen Venenkatheters im Längsschnitt.

Abb. 2 (rechts) Querschnitt mit Darstellung der medial liegenden A. carotis communis und der lateral davon liegenden V. jugularis interna mit einem in dieser Darstellungsebene intravasal liegenden zentralen Venenkatheter. Dieser ist von einem das halbe Gefäßlumen ausfüllenden Thrombus umgeben.

Fazit Das Modul 2 liefert die theoretische und praktische Ausbildung in der ultraschallgesteuerten Punktion von zentralen und peripheren Venen und Arterien. Berücksichtigung finden dabei Patienten aller Altersklassen. Gemeinsam mit den Weiterbildungsinhalten der anderen Module ermöglicht diese von unserer Fachgesellschaft initiierte, breit angelegte und strukturierte Seminarreihe einen ersten Schritt zur Definition einer neuen Kernkompetenz unseres Fachgebietes. Die souveräne Verwendung von Ultraschall zur Gefäßpunktion schärft unsere spezifische Fachkompetenz und wird mit dazu beitragen, die Qualität und Sicherheit der anästhesiologischen Patientenversorgung kontinuierlich weiter zu verbessern. ◀

Kernaussagen

- ▶ Ultraschall kann helfen, die Wechselzeit zwischen 2 operativen Eingriffen zu verkürzen, indem die Gefäßpunktionen sicherer und schneller vonstatten gehen.
- ▶ Ultraschall erleichtert die Punktion zentraler und peripherer Venen, wovon Säuglinge, Kinder und multimorbide Erwachsene besonders profitieren.
- ▶ Vor wiederholten zentralvenösen Katheterisierungen sollte ein sonografischer Thromboseauschluss im Zielareal erfolgen.
- ▶ Unbedingt zu vermeiden sind Fehlpunktionen bei der Kanülierung von Venen und Arterien mit dicklumigen Kanülen.

Beitrag online zu finden unter <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1297184>

VNR: 2760512011060003261

Dr. med. Herbert Trautner¹, Dr. med. Christian K. Markus¹, Dr. med. Bernhard Steinhübel¹, PD Dr. med. Ulrich Schwemmer², Prof. Dr. med. Clemens-Alexander Greim³, PD Dr. med. Jörg Brederlau⁴

¹Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Würzburg

²Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Kliniken des Landkreises Neumarkt

³Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Klinikum Fulda

⁴Klinik für Intensivmedizin, HELIOS Klinikum Berlin-Buch

Korrespondierender Autor:
Dr. med. Herbert Trautner
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
Universitätsklinikum Würzburg
Oberdürrbacher Str. 6
97080 Würzburg
E-Mail: trautner_h@klinik.uni-wuerzburg.de

Interessenkonflikt Herbert Trautner, Christian K. Markus, Bernhard Steinhübel, Clemens-Alexander Greim und Jörg Brederlau erklären, dass keine Interessenkonflikte vorliegen. Ulrich Schwemmer hat Honorare für Vortragstätigkeiten sowie Reisekosten der AstraZeneca GmbH und von SonoSite erhalten.

Literatur online

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie im Internet:

Abonnenten und **Nichtabonnenten** können unter „www.thieme-connect.de/ejournals“ die Seite der AINS aufrufen und beim jeweiligen Artikel auf „Ergänzendes Material“ klicken – hier ist die Literatur für alle frei zugänglich.

Abonnenten können alternativ über ihren persönlichen Zugang an das Literaturverzeichnis gelangen. Wie das funktioniert, lesen Sie unter: <http://www.thieme-connect.de/ejournals/help#SoRegistrieren>