Anaesthesiologie 2023 · 72:212–226
https://doi.org/10.1007/s00101-022-01228-2
Angenommen: 7. November 2022
Online publiziert: 8. Februar 2023
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

Wissenschaftliche Leitung
T. Fuchs-Buder, Nancy
A.R. Heller, Augsburg
M. Rehm, München
M. Weigand, Heidelberg
A. Zarbock, Münster

springermedizin.de CME

CME

Zertifizierte Fortbildung

Ultraschallgesteuerte periphere Venenpunktion bei schlechtem Venenstatus

Rainer J. Litz[1] · Daniel Radny[2] · Georg C. Feigl[3] · Tim Mäcken[4] · Peter Schwarzkopf[5] · Anna B. Röhl[2]

[1] Augsburg, Deutschland; [2] Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin, Lehrkrankenhaus der RWTH Aachen, Rhein-Maas Klinikum, Würselen, Deutschland; [3] Institut für Anatomie, Universität Witten/Herdecke, Witten, Deutschland; [4] Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Schmerzmedizin, BG Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum, Deutschland; [5] Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Schmerz- und Palliativmedizin, Sana Kliniken Leipziger Land, Borna, Deutschland

Zusammenfassung

Die Anlage einer peripheren Venenverweilkanüle ist eine invasive Routinemaßnahme, deren Komplikationen häufig unterschätzt werden. Bei schwierigen Venenverhältnissen sind häufig mehrere Punktionsversuche erforderlich, die zeitaufwendig, für Patienten unnötig schmerzhaft und trotzdem nicht immer erfolgreich sind. Durch die enge anatomische Lagebeziehung von Venen und Nerven am Arm sind punktionsbedingte Nervenschäden keine Seltenheit. Trotz noch limitierter Datenlage konnte gezeigt werden, dass sonographisch geführte periphere Venenpunktionen der traditionellen Landmarkentechnik in Bezug auf Erfolgsraten, Zeitersparnis, Komplikationsvermeidung und Patientenzufriedenheit überlegen sind. Um die sonographische Punktionstechnik für Gefäßzugänge erfolgreich in Routineabläufe zu integrieren, ist eine strukturierte Aus- und Weiterbildung Voraussetzung. Diese muss sowohl anatomische Kenntnisse, Kenntnisse der Ultraschallbildgebung und Training der sonographischen Nadelführungstechniken beinhalten.

Schlüsselwörter
Invasive Verfahren · Unterarm · Periphere Nerven · Nervenverletzungen · Artefakte

Online teilnehmen unter:
www.springermedizin.de/cme

Für diese Fortbildungseinheit werden 3 Punkte vergeben.

Kontakt
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
(kostenfrei in Deutschland)
E-Mail:
kundenservice@springermedizin.de

Informationen
zur Teilnahme und Zertifizierung finden Sie im CME-Fragebogen am Ende des Beitrags.

QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags kennen Sie …

- die anatomischen Verhältnisse des venösen Abflusses am Arm.
- die Risiken der peripheren Venenpunktion.
- sonographische Techniken zur Identifikation und zur Punktion peripherer Venen am Arm.
- die Prinzipien und Besonderheiten der „In-plane"(IP)- und „Out-of-plane"(OOP)-Punktion peripherer Venen.

Abstract

Ultrasound-guided peripheral venepuncture under poor venous conditions

Placement of a peripheral indwelling venous catheter is a routinely performed invasive procedure, in which complications are often underestimated. In difficult venous conditions multiple puncture attempts are often required, which are time consuming, unnecessarily painful for the patients and nevertheless not always successful. Due to the close anatomical relationship between superficial veins and peripheral nerves in the arm, puncture-related nerve injury is not uncommon. Despite limited data it could be shown that ultrasound-guided peripheral venepunctures are superior to traditional landmark techniques in terms of success rates, time saving, avoidance of complications and patient satisfaction. In order to successfully integrate the sonographic puncture technique for vascular access into routine processes, a structured training and further education are prerequisites. This must include anatomical knowledge, basic knowledge of ultrasound formation and training in sonographic needle guidance techniques.

Keywords
Invasive procedures · Forearm · Peripheral nerves · Nerve injury · Artifacts

Einleitung

Die Anlage einer peripheren Venenverweilkanüle ist eine im klinischen Alltag häufige **invasive Maßnahme**, die nicht nur von ärztlichem Personal durchgeführt wird [1, 2, 3, 4]. Meistens werden gut sichtbare oder palpable Venen an Hand, Unterarm oder Ellenbeuge nach der konventionellen **Landmarkentechnik** punktiert. Sind Venen äußerlich nicht sichtbar oder nicht palpabel, ist die periphere Venenpunktion schwierig. Konventionelle „blinde" Punktionen sind zeitaufwendig, erfordern häufig mehrere Hauteinstiche und sind trotzdem oft frustran. In solchen Fällen sollte heutzutage anstelle wiederholter, „blinder" Punktionsversuche, unabhängig von der Erfahrung des Untersuchers, auf ein solches Vorgehen verzichtet und die **Sonographie** frühzeitig angewendet werden [5].

Grundlagen

Datenlage, Empfehlungen und allgemeine Zielkriterien

Für die Anlage **zentralvenöser Katheter** (ZVK) gilt die sonographiegestützte Punktion aufgrund mittlerweile überzeugender Datenlage in Bezug auf Erfolgsraten und Sicherheit seit Jahren als Goldstandard. Sie ist von internationalen Fachgesellschaften empfohlen oder gefordert [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Im Gegensatz dazu sind die Datenlage und die Empfehlungen für die sonographiegestützte periphere Venenpunktion (SGPVP) nicht eindeutig. Bereits 1995 wurde von Whiteley et al. die Identifikation nichtsichtbarer und **nichtpalpabler Venen** am Unterarm nach **erfolglosen Punktionsversuchen** mithilfe der Doppler- und Duplexsonographie beschrieben [13]. Diese Erkenntnisse wurden jedoch zunächst nicht in die klinische Praxis übernommen.

Mittlerweile liegen wenige randomisierte, aber zahlreiche klinische Untersuchungen zu sonographiegestützten peripheren Gefäßzugängen vor. Es wurden v. a. die folgenden Zielkriterien untersucht:

- erfolgreiche Punktion,
- Anzahl der Punktionsversuche,
- Häufigkeit von Paravasaten und
- Patientenzufriedenheit.

Dabei fanden sich widersprüchliche Ergebnisse. Einige Untersucher konnten im Vergleich zu der traditionellen Punktionstechnik in Bezug auf oben genannte Kriterien keine oder nur marginale Vorteile aufzeigen [14, 15, 16].

Sind Venen gut sichtbar und palpabel, können mit der konventionellen Punktionstechnik in Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers auch ohne die Sonographie hohe Erfolgsraten erzielt werden [17]. Anders ist es bei **schwierigen Venenverhältnissen** und nach bereits frustraner Punktion. Schwierige Venenverhältnisse finden sich bei Adipositas, nach Chemotherapie über periphere Venen, bei i.v.-Drogen-Abusus, Ödemen, Hypovolämie oder Vasokonstriktion (z. B. Schock oder Angst; [18]). Hier wurden für SGPVP höhere Erfolgsraten, Patientenzufriedenheit und **Zeitersparnis** belegt [19, 20]. Eine aktuelle Metaanalyse mit 1660 Patienten belegt dies ebenfalls [21].

Es wurde ebenfalls gezeigt, dass auf eine ZVK-Punktion, die mit signifikant schweren Komplikationen assoziiert sein kann, in bis zu 85 % der Fälle verzichtet werden konnte, wenn frühzeitig die SGPVP angewandt wurde [22, 23].

Die teilweise kontroversen Ergebnisse lassen sich durch die Qualität und Unterschiede in der Methodik einzelner Studien erklären. Autoren von Metaanalysen bemängelten die Heterogenität bisheriger Studien in Bezug auf Studiendesign, Patientenselektion und Ausbildungsstand der Anwender [16, 21].

Wie sind Studien zu bewerten, die keine Vorteile für die SGPVP zeigen? Orientierend lassen sich die Ursachen einordnen in:

- Punktionstechnik,
- Sonographie-Equipment,
- Ausbildung.

Punktionstechnik. Die SGPVP ist gegenüber der sonographiegestützten ZVK-Anlage keinesfalls technisch einfacher. Dies ist durch den deutlich kleineren Durchmesser peripherer gegenüber zentralen Venen und die damit verbundene Notwendigkeit der exakten und diffizilen **Kanülenkontrolle** und **Kanülenführung** begründet.

Sonographie-Equipment. Ältere Ultraschallsysteme hatten in Bezug auf **Tiefeneinstellung** und **Auflösung** deutliche Schwächen im Nahfeld, sodass die Darstellung oberflächlicher Venen problematisch war [14, 15, 24]. In den meisten Untersuchungen wurden, teilweise bis heute, einfache Ultraschallgeräte genutzt, die die technischen Möglichkeiten moderner Ultraschallgeräte bei Weitem nicht bieten konnten. In den letzten 5 bis 10 Jahren wurde die Ultraschallbildgebung in Bezug auf die Darstellung und Punktion kleiner oberflächennaher Strukturen aber signifikant verbessert [25], sodass sich durch die Optimierung des Equipments deutlich verbesserte Möglichkeiten für Interventionen (SGPVP) ergeben.

Ausbildung. Alle sonographiegestützten Interventionen erfordern Ausbildung und Training. Prinzipiell ist die SGPVP eine tech-

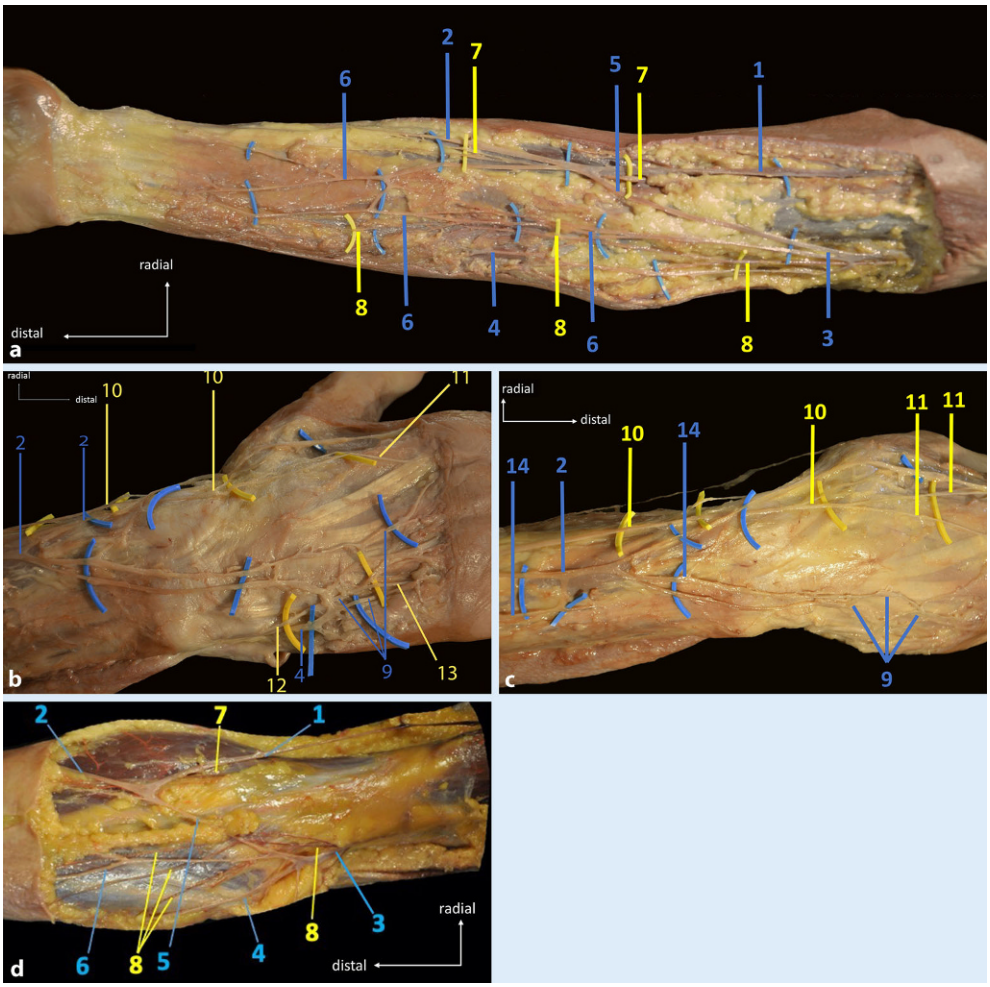

Abb. 1 ◀ Topographische Beziehung zwischen Venen und Begleitnerven an der Hand und Unterarm bis zur Cubita. **a** Volare Ansicht der subkutanen Venen und Nerven an einem rechtsseitigen Arm, **b** dorsale Ansicht der subkutanen Venen und Nerven einer rechtsseitigen distalen Regio antebrachii und des Dorsum manus, **c** dorsale Ansicht der subkutanen Venen und Nerven einer rechtsseitigen distalen Regio antebrachii und des Dorsum manus, **d** volare Ansicht der subkutanen Venen und Nerven einer rechtsseitigen Regio cubitalis. Nerven sind *gelb* und Venen *blau* gekennzeichnet. *1* V. cephalica, *2* V. cephalica antebrachii, *3* V. basilica, *4* V. basilica antebrachii, *5* V. mediana cubiti, *6* V. mediana antebrachii, *7* N. cutaneus antebrachii lateralis, *8* N. cutaneus antebrachii medialis, *9* Rete venosum dorsale manus, *10* R. superficialis nervi radialis, *11* N. digitalis dorsalis rami superficialis nervi radialis, *12* R. dorsalis nervi ulnaris, *13* N. digitalis dorsalis rami dorsalis nervi ulnaris, *14* V. cephalica accessoria

nisch anspruchsvolle Maßnahme und keinesfalls einfacher als die Punktion der deutlich größeren zentralen Venen. Die oberflächliche Lage der oft wenige Millimeter kleinen Vene erfordert eine sehr gute **manuelle Sonographietechnik**, um eine unbeabsichtigte Kompression zu vermeiden. Ebenso wichtig sind feine Bewegungen der die Kanüle führenden Hand, um die Kanülenspitze in der Schallebene zweifelsfrei zu identifizieren und zu führen.

Einige Untersuchungen, die keinen signifikanten Benefit ergaben, wurden von sonographisch Unerfahrenen bereits nach kurzer Einweisung durchgeführt [14, 26, 27]. In einer Studie mit über 400.000 Patienten wurde gezeigt, dass zum Erreichen guter Punktionserfolge die konsequente systematische Ausbildung und das Training des Personals erforderlich waren [23].

► Merke

Die sonographiegestützte periphere Venenpunktion ist eine anspruchsvolle Maßnahme und keinesfalls technisch einfacher als eine sonographiegestützte ZVK-Anlage.

Weitere Zielkriterien

Es gibt neben den allgemeinen Zielkriterien der vorliegenden Studien weitere gute Gründe, die SGPVP zu nutzen. Diese waren bislang nicht das Ziel klinischer Untersuchungen. Periphere Venen an Hand, Unterarm und Ellenbeuge weisen eine ausgesprochen große Variabilität in Bezug auf Größe, Position und Verlauf auf (**Abb. 1**). Daher kann der **subkutane Venenverlauf** oftmals nicht verlässlich antizipiert werden. Zudem sind Nervenschäden als Folge einer peripheren Venenpunktionen in der Literatur öfter berichtet [28, 29, 30, 31, 32]. Das Verständnis für punktionsbedingte Nervenschäden wird evtl. besser, wenn die embryologisch bedingte enge **Lagebeziehung** zwischen Venen und peripheren Nerven betrachtet wird: Venen verlaufen epi- und subfaszial häufig in unmittelbarer Nähe zu Hautnerven. Eine Visualisierung und einen potenziellen Schutz vor iatrogener Verletzung bietet nur die Sonographie (**Abb. 2**).

Anatomie

Venen des Unterarms und der Ellenbeuge

Periphere Venen verlaufen am Unterarm tief (subfaszial) oder oberhalb (epifaszial) der **Fascia antebrachii**. Folglich gibt es ein oberflächliches und ein tiefes Venensystem. Die Fascia antebrachii ist der Ausläufer der Körperfaszie am Arm und stellt nach internationaler Terminologie das oberflächliche Blatt der tiefen Faszie dar. Sie umhüllt alle Muskelgruppen des Unterarms. Zwischen Fascia

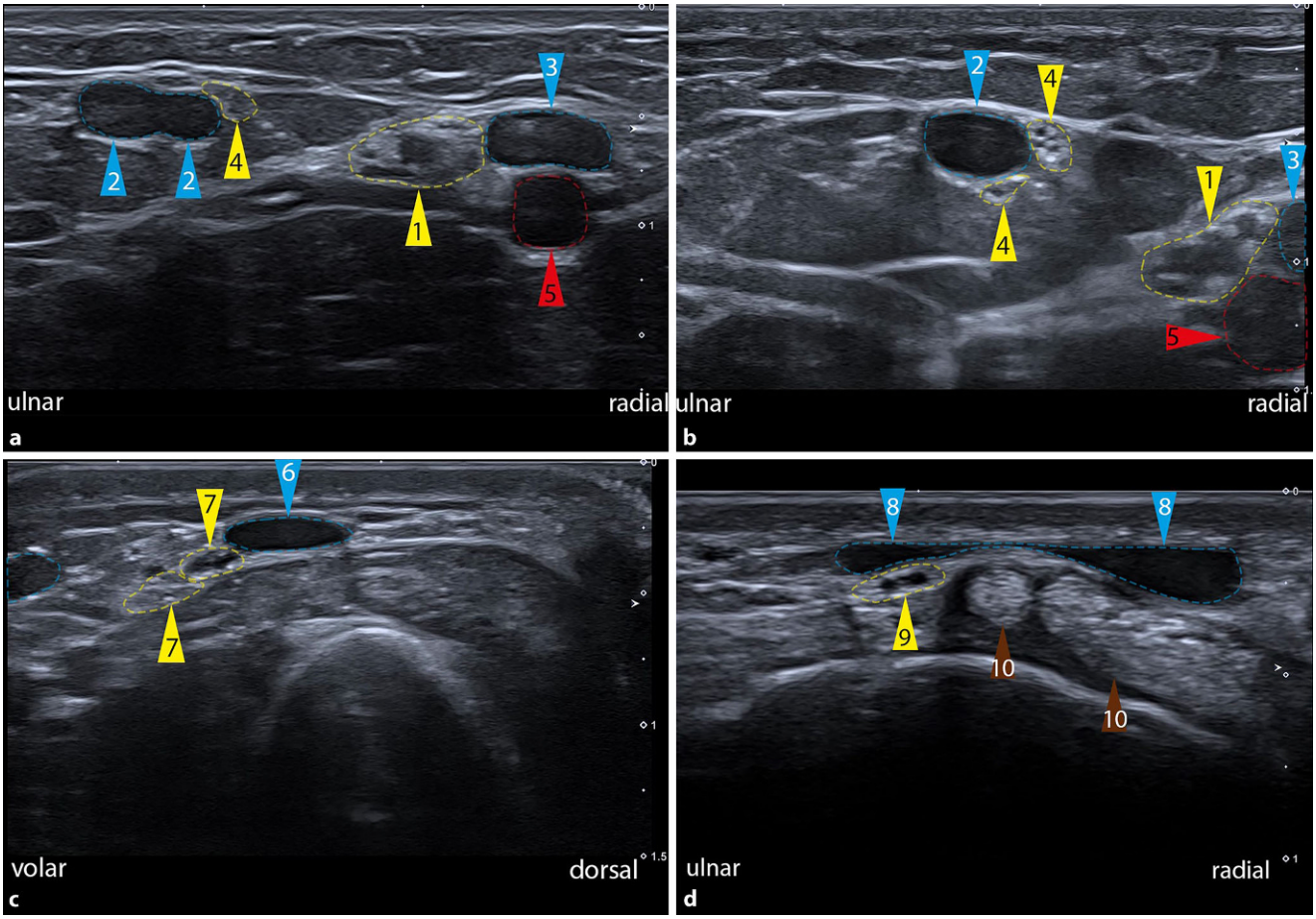

Abb. 2 ▲ Sonographische Lagebeziehung superfizialer Venen und Nerven an der Fossa cubitalis, Unterarm und Handrücken. **a** Übersicht in der Cubita mit einer 4 cm breiten Linearsonde (21 MHz). **b** Vergleichbare Position zu **a**, vergrößert mit einer 2 cm Linearsonde (21 MHz). Der N. cutaneus antebrachii medialis liegt der V. basilica medial und mit einem zweiten Anteil tief an; A. und V. brachialis sowie der N. medianus sind am rechten Bildrand noch erkennbar. **c** Topographische Beziehung zwischen R. superficialis nervi radialis und der V. cephalica antebrachii in Höhe des Handgelenks. In dieser Position unterkreuzt der Nerv die Vene. **d** Ramus dorsalis nervi ulnaris unterhalb der Vene beim Zusammenfluss von 2 Handrückenvenen aus dem Rete venosum dorsale manus. Zu beachten sind die 2 cm kleine Auflagefläche der Linearsonde und die geringe Tiefeneinstellung (1 cm). *Blaue Pfeile und Umrandungen* markieren Venen, *gelbe Pfeile und Umrandungen* Nerven, *rote Pfeile und Umrandungen* Arterien und *braune Pfeile Sehnen*. *1* N. medianus, *2* V. basilica, *3* V. brachialis, *4* N. cutaneus antebrachii medialis, *5* A. brachialis, *6* V. cephalica antebrachii, *7* R. superficialis nervi radialis, *8* Rete venosum dorsale manus, *9* R. dorsalis nervi ulnaris, *10* Sehnen des M. extensor digitorum

antebrachii und Haut liegt das subkutane Gewebe, das abhängig vom Body-Mass-Index (BMI) und der Körperregion individuell unterschiedlich ausgeprägt ist und daher auch den Beinamen **„Panniculus adiposus“** trägt. Am Arm ist dieses Fettgewebe mehr, am Handrücken wenig ausgeprägt. Dieses Fettgewebe kann durch eine in ihm verlaufende oberflächliche Faszie weiter in 2 Schichten untergliedert werden [33], sodass epifasziale (oberflächliche) Venen dicht unterhalb der Haut oder tiefer im subkutanen Fettgewebe verlaufen können. Oberflächlich in der Subkutis verlaufende Venen sind meist sichtbar, tief in der Subkutis – aber immer noch epifasziale gelegene Venen – in Abhängigkeit vom BMI im günstigsten Fall palpabel.

Davon ist das subfaszial gelegene tiefe Venensystem abzugrenzen (s. unten). Subfaszial verlaufende Venen sind weder sichtbar noch palpabel. Sowohl das epifasziale als auch das tiefe Venensystem kommunizieren unter- und miteinander.

Epifasziales Venensystem. Aus dem Rete venosum dorsale manus, dem epifaszialen Venengeflecht des Handrückens, das Zuflüsse aus den Vv. metacarpales dorsales bekommt, gehen 2 Venen hervor (**Abb. 1**). Medial (ulnarseitig) die V. basilica antebrachii und lateral (radialseitig) die V. cephalica antebrachii. Die V. mediana antebrachii ist eine inkonstant vorkommende Unterarmvene, die zwischen der V. basilica und der V. cephalica gelegen ist. Sie leitet das Blut aus dem volaren Venennetz der Hand epifaszial zur Ellenbeuge. Hier teilt sich die Vene in der Mehrzahl der Fälle in 2 Gefäße, die sich als V. mediana cephalica und V. mediana basilica in die V. cephalica und V. basilica fortsetzen. Die schräg von radial nach ulnar verlaufende V. mediana cubiti verbindet die V. cephalica und die V. basilica. Im Bereich der Cubita kommuniziert die V. mediana antebrachii durch eine größere Apertur der Unterarmfaszie über eine größere Vene, die V. mediana profunda, mit dem tiefen Venensystem des Unterarmes.

Tab. 1 Empfehlungen für die sonographiegestützte Punktion peripherer Venen

Maßnahme		Kommentar
1	Sichere Lagerung der betreffenden Extremität	Z. B. Armbrett der OP-Lafette (kein freihängender Arm)
2	Arbeitsplatz einrichten: Punktions- und Blickrichtung bilden eine Achse Ergonomische Körperposition des Punktierenden (z. B. Tischhöhe einstellen, Hocker benutzen)	Wichtig, um „Autokorrekturen" durch okulare Dominanz zu vermeiden. Die Bedeutung kann nicht genug betont werden
3	Idealerweise hochfrequente Linearsonde mit kleiner (20 mm) Auflagefläche	Jede Sonde sendet immer ein Spektrum aus. Für eine Tiefe von 2–3 cm können durchaus 15 oder 18 MHz eingestellt werden, weil parallel auch niedrigere Frequenzen ausgesendet werden, also auch „tiefere" Eindringtiefen erzielt werden
4	Auswahl eines geeigneten Preset	Venen Presets sind meist für Doppleruntersuchungen optimiert. Daher ist ein „Nerv" oder „small parts" Preset oftmals für die Punktion geeigneter. Der Anwender sollte aber in jedem Fall mit dem Preset vertraut sein
5	Anlegen einer Staubinde	Nur selten ist eine Punktion ohne Stauung möglich und sinnvoll
6	Auswahl einer geeigneten oberflächlichen (superfizialen) Vene	Superfiziale Venen: kurzer Stichkanal im Gewebe, höhere Wahrscheinlichkeit einer ausreichenden Katheterlage in der Vene Subfasziale Venen: häufige Katheterdislokation, Risiko arterieller Fehlpunktionen erhöht
7	Sonographische Identifikation einer geeigneten Vene im Verlauf (*beachte*: „tracing")	Gefäßlumen echoarm bis echofrei und kompressibel. Binnenechos oder fehlender Blutfluss bei Stauung nicht mit Thrombose verwechseln
8	Sonographische Bestimmung der Punktionsstelle	Ausreichend geraden Verlauf proximal der Punktionsstelle berücksichtigen
9	Auswahl einer ausreichend langen Punktionskanüle	Berücksichtigung des Kanülendurchmessers (14 G 2,2 mm; 17 G 1,5 mm; 18 G 1,3 mm; 20 G 1,1 mm; 22 G 0,9 mm) in Relation zum Gefäßlumen. Das offene Gefäßlumen sollte im Idealfall 2- bis 3-mal so groß wie der Durchmesser der verwendeten Kanüle sein. Auch für „tiefer" liegende epifasziale Venen sind Kanülenlängen von 5 cm ausreichend
10	Hautdesinfektion der Punktionsstelle	Klinikvorgaben beachten
11	Ultraschallsonde mit einem einfachen sterilen Überzug versehen	Entsprechend den DEGUM-Empfehlungen zur Hygiene in der Sonographie und Endosonographie ist die Schallsonde bei möglichem Kontakt zur Punktionsstelle oder Kanüle mit einem sterilen Überzug zu versehen [39]
12	Punktionstechnik auswählen: In-plane oder Out-of-plane	Beide Techniken sollten beherrscht werden. Out-of-plane erscheint verlässlicher
13	Ggf. lokale Infiltration der Haut bei erwartet schwieriger Punktion oder großlumiger Verweilkanüle	Erhöht die Compliance bei ängstlichen oder sehr schmerzempfindlichen Patienten bei schwierigen Punktionen
14	Auf ausreichende Ankopplung der Sonde achten	Hier kann sterile, isotonische Kochsalzlösung oder Hautdesinfektionsmittel verwendet werden. Bei Verwendung von sterilem Ultraschallgel, dieses an der Einstichstelle mit einer Kompresse abwischen, um die Verschleppung von Gel ins Gewebe möglichst zu vermeiden. Gel erschwert die Klebefixierung der Kanüle auf der Haut
15	Einstich ca. 1 cm von der Sonde	Begründung: Vermeidung eines Ankopplungsartefakts durch „Herunterdrücken" der Haut nahe an der Ultraschallsonde
16	Bei der Out-of-plane Technik die Sonde nach dem Hauteinstich zurück zur Kanüle bewegen, bis der charakteristische Doppelpunkt der Kanülenspitze identifiziert werden kann	Kanülenschliff zur Hautoberfläche. Je nach Kanüle, Schliff und Punktionswinkel kann der Doppelpunkt nicht immer eindeutig erkennbar sein
17	Nach Identifikation der Kanülenspitze Sonde und Kanüle unter Korrektur des Vorschubwinkels in der Verlaufsrichtung der Vene vorschieben, bis die Kanülenspitze zweifelsfrei im Gefäßlumen sichtbar und Blut rückläufig ist	Sogenannte Slide-down Technik
18	Danach die Kanüle unter sonographischer Sicht einige Millimeter weiter vorschieben, bis der Kunststoffkatheter sicher im Gefäß platziert ist. Finale Überprüfung (Doppelpunkt [SAX], Doppelkontur [LAX] oder Turbulenzen [Flush])	*Vorsicht*: Entlastung (Dekompression) des Situs durch Entfernung der Sonde kann bei zu knapper Lage des Katheters im Gefäß zur Dislokation führen
19	Sichere Fixierung und steriler Verband	*Vorgabe der Klinik/Praxis*

DEGUM Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin, *LAX* „long axis", *SAX* „short axis"

Subfasziales Venensystem. Die tief subfaszial verlaufenden A. radialis und A. ulnaris werden am medialen und lateralen Unterarm von meist jeweils 2 kleinen Venen begleitet. Diese Venen werden als Vv. comitantes bezeichnet und weisen auf ihrem Weg zur Ellenbeuge zahlreiche Anastomosen untereinander auf. Aufgrund des kleinen Gefäßdurchmesser und der engen anatomische Lage zu den Arterien innerhalb einer gemeinsamen Bindegewebehülle eignen sich diese tiefen Venen nicht für die Anlage von Verweilkanülen. Ihre Punktion ist erheblich schwieriger und das Risiko akzidentieller arterieller Punktion erhöht.

Hautnervenverläufe an Unterarm und Hand

Hautnerven verlaufen an Hand und Arm in enger Nachbarschaftsbeziehung zu den epifaszialen Venen (**Abb. 1a–d**). Die am häufigsten zur Kanülierung genutzten Venen – die V. cephalica antebrachii, V. basilica antebrachii sowie proximaler die V. basilica, V. mediana cubiti, V. mediana antebrachii im Bereich der Ellenbeuge, liegen in direkter Nachbarschaft zu den Nn. cutaneus antebrachii medialis et lateralis (**Abb. 1d**). Der R. superficialis nervi radialis verläuft an der Radialseite des Handgelenks mit der V. cephalica antebrachii (**Abb. 1c**). Das Netzwerk der Hautvenen des Handrückens aus den Vv. metacarpales überlagert den R. dorsalis nervi ulnaris oder dessen Äste am Handrücken (**Abb. 1b**).

Punktionsassoziierte Nervenschäden

Überblick

Die meisten Anwender denken bei komplikativen Venenpunktionen an Hämatome, Paravasate oder versehentlich arterielle Punktionen, nicht aber an Nervenschäden. Das ist insofern verständlich, da punktionsbedingte Nervenschäden in Lehrbüchern meist nicht erwähnt werden. Es existieren aber Fallberichte oder kleinere Fallserien, die eindrucksvoll über Nervenverletzungen nach Venenpunktionen berichten [30, 34, 35]. Meist verlaufen solche Nervenverletzungen blande, und es kommt innerhalb von Wochen zur Erholung des Nerven. Jedoch sind auch dauerhafte Schäden berichtet, die bis zur Entwicklung **neuropathischer Schmerzen** und Ausbildung von **Neuromen** reichen [30, 35]. Häufig ist der **N. medianus** betroffen, was durch seinen größeren Durchmesser im Vergleich zu den Hautnerven und seine anatomische Lagebeziehung zu den Kubitalvenen erklärbar ist ([28, 30, 35]; **Abb. 2b**). Es sind aber auch Verletzungen sensibler Nerven wie der Nn. cutanei antebrachii medialis und lateralis, des R. superficialis nervi radialis oder des R. dorsalis nervi ulnaris an Arm, Handgelenk oder Handrücken berichtet [30, 35].

Primäre und sekundäre Schädigungen

Punktionsassoziierte Nervenschäden sind zu unterscheiden, in Verletzungen durch die Punktion selbst, oder sekundäre Schädigungen durch die Neurotoxizität von **Paravasaten** (z. B. Barbituraten, [35, 36, 37]). Direkte Punktionsfolgen sind beispielsweise **intrafaszikuläre Verletzungen** oder **Kompressionsschäden** durch Hämatome und Abszesse [29, 35]. Die Inzidenz solcher Nervenschäden wird zwischen 1/3700 bis 1/25.000 berichtet und erscheint niedrig [28, 32, 34]. Die Dunkelziffer ist aber vermutlich deutlich höher. Schäden werden vorrangig erfasst, wenn motorische Nerven verletzt werden. Deren Verletzung verursacht **funktionelle Ausfälle** und nicht nur begrenzte Sensibilitätsstörungen wie die Verletzung rein sensibler Nerven [30, 38].

Risiken und Warnzeichen

Der Aspekt der Vermeidung von punktionsassoziierten Nervenschäden ist in den bislang vorliegenden Untersuchungen nicht berücksichtigt worden. Versehentliche Nervenpunktionen sollten sich mit den entsprechenden anatomischen Kenntnissen, durch die sonographische Exploration des Punktionssitus vor dem Hauteinstich (**Abb. 2a–d**) und durch eine sorgfältige sonographische Punktionstechnik vermeiden lassen [25].

Das Risiko von punktionsbedingten Nervenverletzungen ist nicht an allen Punktionsorten gleich. Beispielsweise deutete Sunderland darauf hin, dass der N. cutaneus antebrachii lateralis (aus dem N. musculocutaneus) an seiner Fasziendurchtrittsstelle in Höhe der Cubita verhältnismäßig fixiert ist und damit verletzungsgefährdeter als in einer weiter distal gelegenen Position [36]. Distal ist der Nerv in seiner Loge mobiler und das Risiko eines Punktionsschadens geringer. Dies ist sonographisch eindeutig nachzuvollziehen. Da die Hautnerven am Arm trotz variablen Verlaufs häufig tief zur Vene liegen (**Abb. 2b–d**), ist das Risiko von Nervenschäden bei Verletzung der posterioren Venenwand anatomisch betrachtet hoch. Zeichen der versehentlichen Nervenpunktion sind einschießende, brennende Schmerzen oder **„Elektrisieren"** [35]. Solche Warnzeichen sind ernst zu nehmen, und die Kanüle ist neu zu positionieren.

► Cave

Periphere Nervenschäden können auf Grund der engen Lagebeziehung zwischen Nerven und Venen bei peripheren Venenpunktionen auftreten.

Durchführung

Die Empfehlungen zur Durchführung der sonographiegestützten Punktion peripherer Venen sind zusammenfassend in **Tab. 1** aufgeführt.

Sonographie-Equipment

Zur Identifikation und zur Auswahl eines geeigneten Gefäßes sollte die dafür bestgeeignete **lineare Ultraschallsonde** mit einer Sendefrequenz von 10 MHz oder höher verwendet werden. Empfehlenswert ist die Verwendung einer Linearsonde mit einer kleinen und schmalen Auflagefläche (z. B. **„hockey stick"**, 2 cm). Damit können die Vene und ggf. der Begleitnerv größer auf der Monitorfläche abgebildet werden als mit einer regulären Linearsonde mit ca. 40 mm breiter Schallkopffläche (**Abb. 3a,b**). In den meisten vorliegenden Untersuchungen wurden bislang solche Standardlinearsonden verwendet. Diese bieten im Vergleich mit der kleineren Sonde eine größere Übersicht, die aber für die SGPVP nicht zwingend erforderlich ist. Die maximale Sendefrequenz der Ultraschallsonde, ob z. B. 10 oder 20 MHz, ist ebenfalls nicht entscheidend. Moderne lineare Ultraschallsonden bieten mit Sendefrequenzen

CME

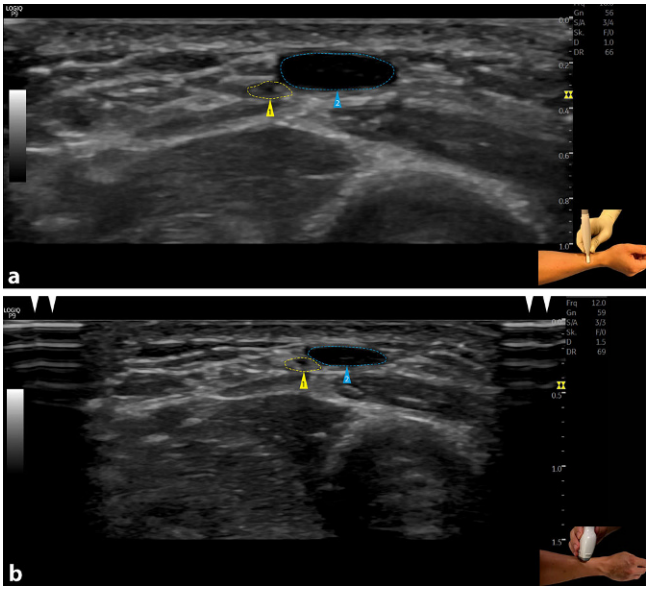

Abb. 3 ▲ Sonogramme der V. cephalica antebrachii (*blauer Pfeil*) und des R. superficialis nervi radialis (*gelber Pfeil*) in Höhe des Handgelenks mit verschiedenen Ultraschallsonden. Zu beachten sind die unterschiedliche Größendarstellung und das deutliche Ankopplungsartefakt (*weiße Pfeile*) mit der breiteren Sonde. **a** Linearsonde mit 2 cm Auflagefläche. **b** Linearsonde mit 4 cm Auflagefläche

von 10 MHz bereits eine **axiale Auflösung** von ungefähr 0,3 mm im Nahfeld (0–2 cm), was in jedem Fall ausreichend ist.

Vor Beginn der Untersuchung sollte eine geeignete Voreinstellung (**Preset**) gewählt werden, die es ermöglicht, die Vene zentral und möglichst groß darzustellen (**Abb. 3a**). Empfehlenswert ist ein „small parts" Preset, wie es zur Darstellung oberflächlicher Nerven oder Gefäße verwendet wird. Presets sind von den Herstellern untersuchungs- und gerätespezifisch ausgelegt und nicht einheitlich. Der Anwender kann innerhalb eines definierten Preset nicht alle Parameter beliebig für die entsprechende Untersuchung nachjustieren und optimieren. Presets, die beispielsweise für Untersuchungen in mehreren Zentimetern Tiefe ausgelegt sind (z. B. Wirbelsäule, Lunge), bieten daher keine optimale Voreinstellung für oberflächennahe Untersuchungen. Für die Darstellung oberflächlich verlaufender Venen ist meist eine Reduzierung der **Bildtiefe** auf 1–1,5 cm erforderlich. Wichtige Begleitstrukturen sollten gemeinsam mit der Vene abgebildet sein. Viele Ultraschallgeräte haben ihre höchste Auflösung in der Bildmitte. Häufig verlaufen die Venen jedoch oberflächlicher. Ist eine Justierung des **Fokusbereichs** möglich, sollte dieser auf den Zielbereich eingestellt werden. Die **Verstärkung** sollte homogen über das Gesamtbild eingestellt werden („time gain compensation"). Bei der Bildeinstellung ist darauf zu achten, dass die Vene möglichst ohne **Binnenechos** dargestellt wird und leicht kompressibel ist (**Abb. 2**). Binnenechos (**Abb. 4**), wie auch **fehlender Blutfluss** (*Cave*: Venostase) können eine Thrombose vortäuschen [25].

► **Merke**

Nicht die maximale Sendefrequenz ist entscheidend, sondern die technisch korrekte Einstellung des Sonogramms

Arbeitsplatz

Zur Identifikation und zur Darstellung sehr kleiner Ziele wie der Kanülenspitze ist eine **ruhige Sondenführung**, die das Sonogramm nahezu fixiert erscheinen lässt, die Conditio sine qua non. Es ist wichtig, dass sich der Untersucher bestmögliche Punktionsbedingungen schafft. Dazu gehören die ergonomische Lagerung des Patientenarms sowie das Abstützen der Schallhand des Untersuchers am Patienten. Aufgrund der **okularen Dominanz** sollten Arbeitsbereich und Monitor in einer Blickachse liegen, um laterale Autokorrekturen zu vermeiden [40].

► **Merke**

Für eine erfolgreiche Venenpunktion ist die Einrichtung des Arbeitsplatzes mit Kanülenführung und Blickausrichtung essenziell.

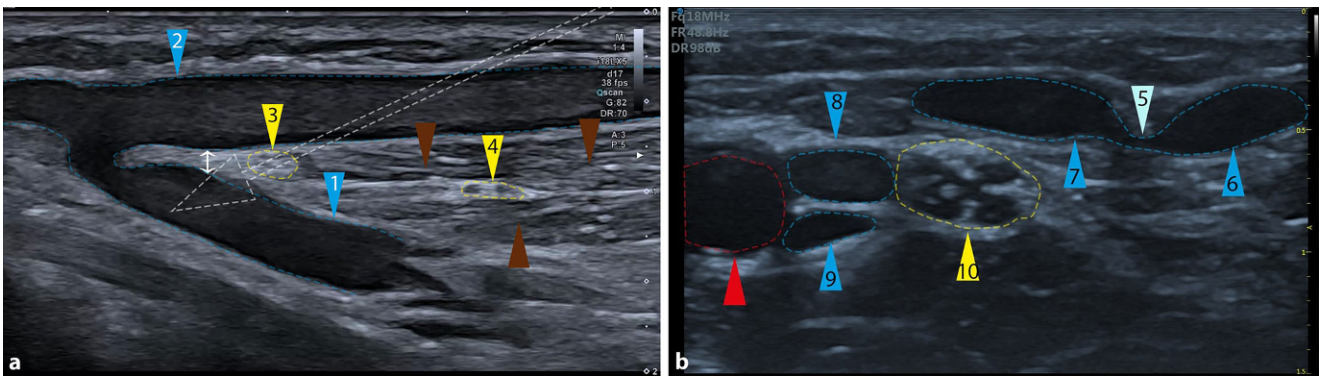

Abb. 4 ▲ Sonographische Lagebeziehung von Nerven (*gelbe Pfeile*), Venen (*blaue Pfeile*) und Arterie (*roter Pfeil*) in der Cubita. **a** Einmündung einer subfaszial verlaufenden Vene (*1*) in die V. mediana cubiti (*2*) in Höhe der Cubita. Der N. cutaneus antebrachii lateralis (*3*) aus dem N. musculocutaneus liegt hier genau im Mündungsbereich unterhalb der V. mediana cubiti. Im M. pronator teres (*braune Pfeile*) ist ein motorischer Ast des N. medianus mit Begleitgefäß erkennbar (*4*). Der *gestrichelte weiße Pfeil* symbolisiert eine mögliche Punktionsrichtung und zeigt die Gefahr einer Nervenverletzung und Kanülenfehllage bei Penetration der Hinterwand der Vene. **b** Problematik der Venenpunktion und des Kanülenvorschubs in der Cubita. Zu erkennen ist die enge topographische Beziehung zwischen Kubitalvenen und dem N. medianus (*10*) und A. brachialis (*roter Pfeil*). Der *hellblaue Pfeil* (*5*) markiert die Einmündung der V. mediana cubiti in die V. basilica (*6, 7*). *8* Tiefe Vene kurz vor Einmündung in die V. brachialis (*9*)

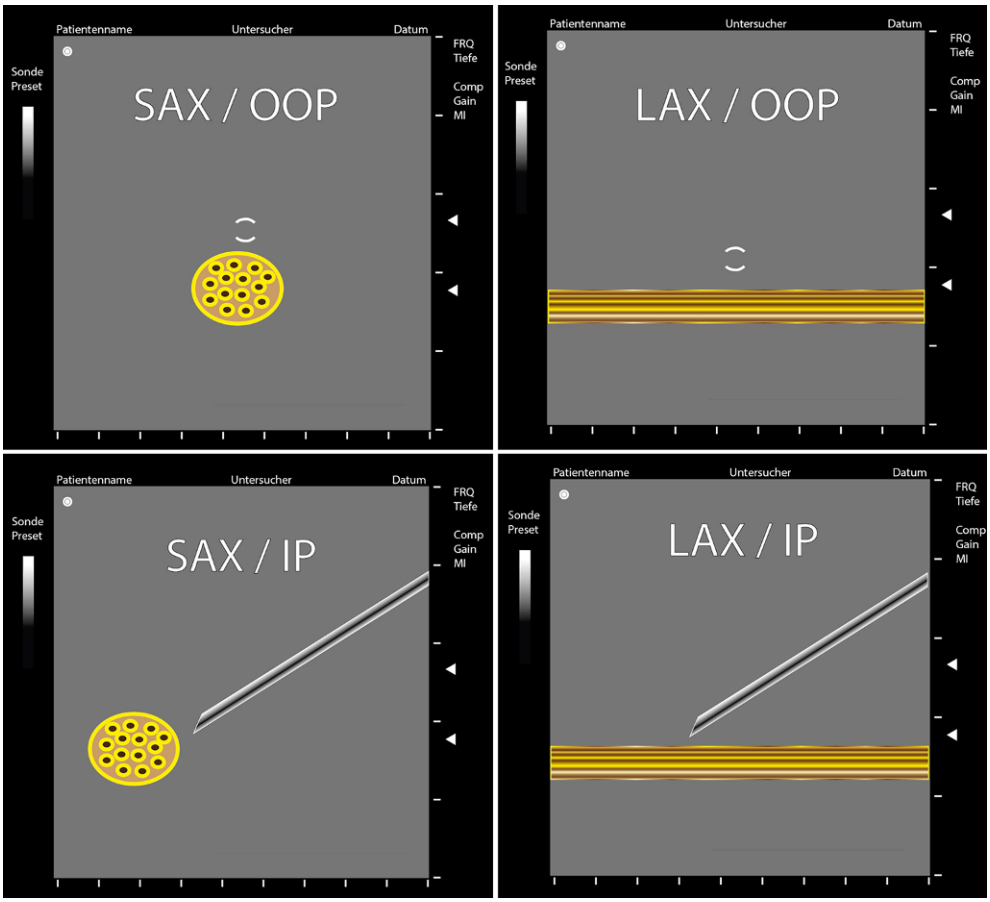

Abb. 5 ◀ Vier Darstellungsoptionen bei Punktion. *LAX* lange Achse der Zielstruktur (hier Vene), *SAX* kurze Achse (Querschnitt) der Zielstruktur, *IP* In-plane-Nadelführung, *OOP* Out-of-plane-Nadelführung

Auswahl einer geeigneten Vene

Die Auswahl einer geeigneten Vene ist für eine erfolgreiche SGPVP essenziell. Epifaszial gelegene Venen sind grundsätzlich geeignet. Aufgrund der niedrigeren Komplikationsrate ist die Anlage an **Handrücken** oder **Unterarm** empfohlen und der Anlage an Oberarm, Ellenbeuge oder Unterschenkel vorzuziehen [5]. Der Venenverlauf kann sonographisch in der kurzen (**„short axis"**, SAX) oder langen Achse (**„long axis"**, LAX) dargestellt werden (**Abb. 5**).

Bei Erwachsenen wird die Punktion von Venen in einer Tiefe von 0,3 bis 1,5 cm sowie mit einem Innenlumen > 4 mm oder dem 3-fachen des Durchmessers der verwendeten Kanüle empfohlen [18, 41]. Dies ist in der Praxis nicht immer möglich, da manche Gefäße per se oder bei schlechter Füllung einen deutlich geringeren Durchmesser aufweisen. Dies gilt v. a. für pädiatrische Patienten, die einen deutlich kleineren **Venendurchmesser** aufweisen [42].

Sehr oberflächlich verlaufende Venen werden durch die Ultraschallsonde leicht komprimiert und sind daher sonographisch schwer darzustellen und noch schwieriger zu punktieren. Venen, die hingegen etwas tiefer im subkutanen Fettgewebe verlaufen, sind weit weniger anfällig gegen eine unbeabsichtigte **Kompression**. Dies erklärt auch den höheren Punktionserfolg bei adipösen Patienten im Vergleich zu Normgewichtigen [18]. Periphere Venen am Arm verlaufen häufig nicht geradlinig, wechseln den Abstand zur Haut und sind reich an Verzweigungen oder Zuflüssen (**Abb. 2 und 4**). Geeignete Gefäße sollten über die Distanz des erwarteten **Kanülenvorschubs** einen möglichst geraden Verlauf und konstanten Abstand zur Haut aufweisen. [42]. Die Punktion in Verzweigungs- oder Mündungsbereichen erschwert generell den Kanülenvorschub oder macht ihn gar unmöglich (**Abb. 4**). Häufig werden dafür Venenklappen als Ursache angenommen, was sich sonographisch aber widerlegen lässt (**Abb. 6**). Die versehentliche

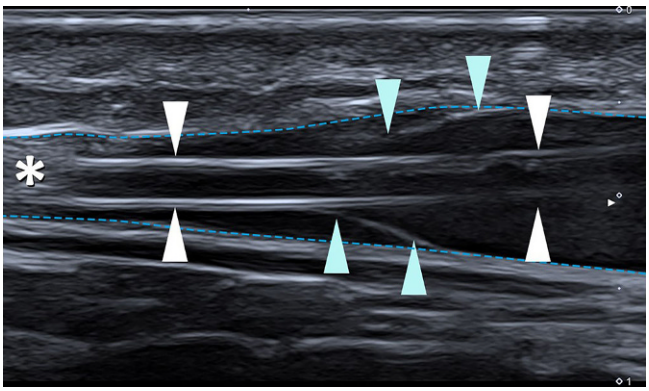

Abb. 6 ▲ Zeigt die intraluminale Position des Katheters (*weiße Pfeile*). Die *hellblauen Pfeile* markieren eine Venenklappe, die für den Kathetervorschub kein Hindernis darstellt. Am linken Bildrand scheint das Gefäßlumen nicht mehr offen zu sein (*weißer Asteriskus*). Hier handelt es sich um ein typisches Schichtdickenartefakt, das durch Projektion der nicht gradlinig verlaufenden Venenwand zustande kommt

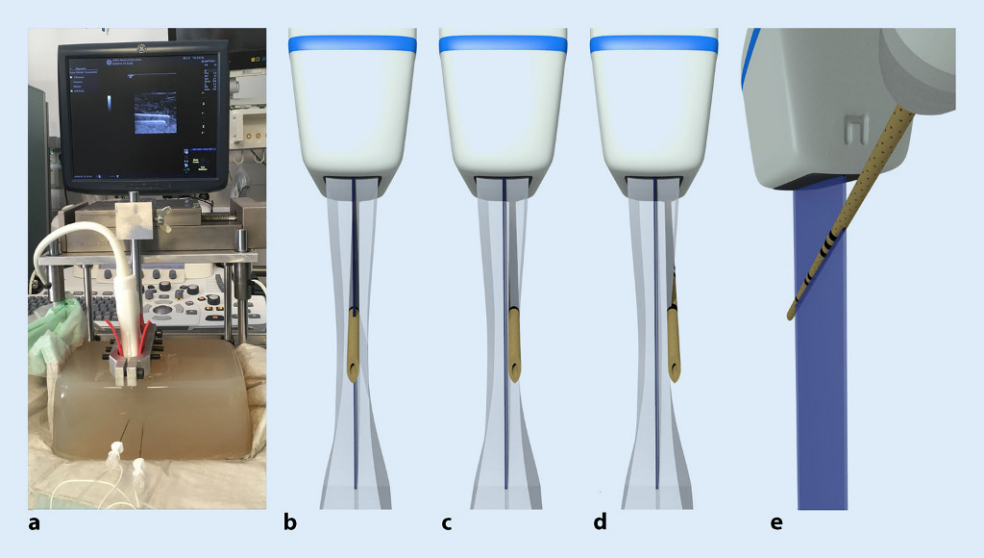

Abb. 7 ◀ Problematik der Bildverarbeitung. **b**–**d** Schematische Darstellung der dreidimensionalen Ausbreitung des Ultraschallstrahls, **e** Verrechnung zu einer Ebene. Auch die nicht zentral im Ultraschallstrahl liegende Kanüle ist im 2D-Bild sichtbar. Dies zeigt das experimentelle Modell (**a**), indem beide nicht in der gleichen Ebene liegenden Kanülen in einer Ebene abgebildet werden

Penetration der Gefäßrückwand stellt die weit häufigere Ursache dar und ist unbedingt zu vermeiden [35].

► Cave

Oerflächlich gelegene Venen sind anfällig gegen unbeabsichtigte Kompression durch die Ultraschallsonde.

► Merke

Nicht nur der Durchmesser der Vene ist von Bedeutung, sondern v. a. ihre Lage und ihr Verlauf.

Punktionstechniken

Die Punktion kann prinzipiell in der IP- oder in der OOP-Technik erfolgen [43, 44]. Die Punktionskanüle wird entweder entlang der Schallebene oder transversal zu ihr vorgeschoben. Somit ergeben sich prinzipiell 4 Handlungsoptionen zur Gefäßdarstellung und Punktion (**Abb. 5**).

Hier sind die physikalischen Grenzen der Bildgebung zu beachten. Die Ausbreitung des **Ultraschallstrahls** im Gewebe erfolgt dreidimensional in Form eines Volumens. Auf dem Monitor wird aber ein zweidimensionales Bild abgebildet, also eine Ebene. Das

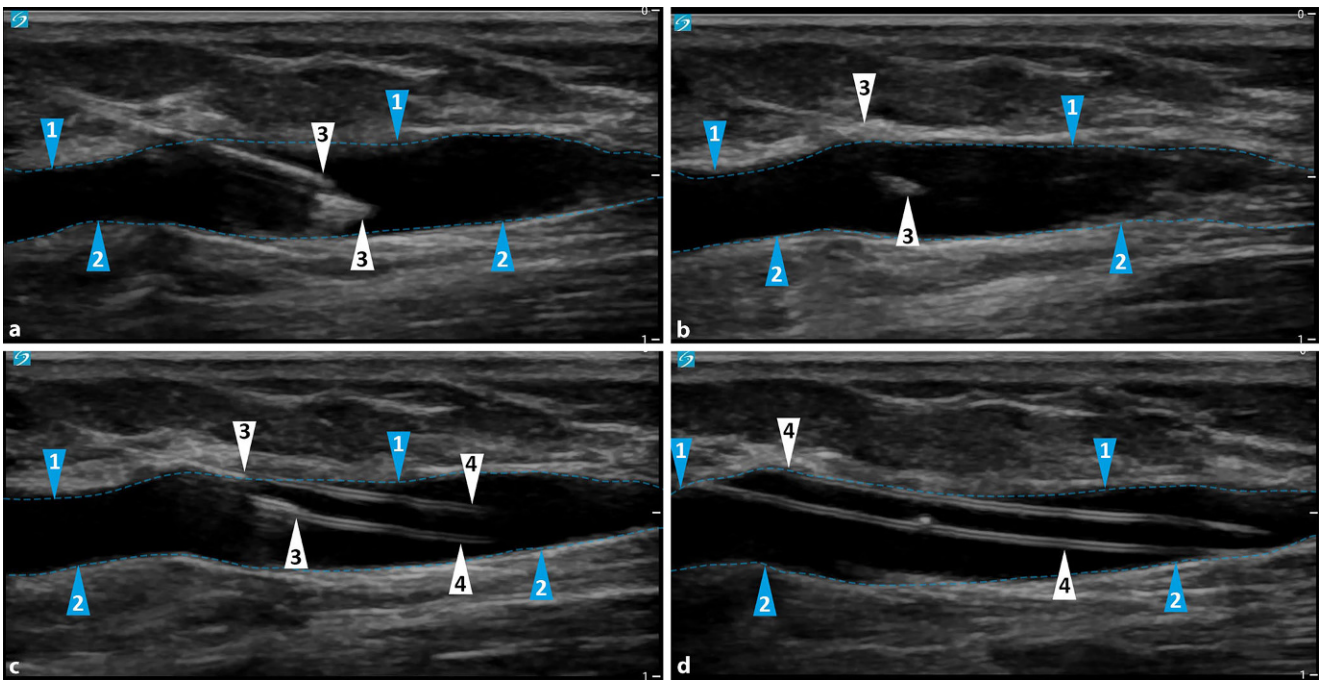

Abb. 8 ▲ Ablauf einer In-plane-Punktion mit Langachsendarstellung (**Abb. 5d**). **a** Vollständig im Gefäßlumen platzierte Kanülenspitze. **b** Dieselbe Position mit noch in der anterioren Gefäßwand befindlichem Kanülenschliff. **c** Vorschub des Katheters über die Kanülenspitze. **d** Korrekte intraluminale Position des Katheters nach Entfernen der Kanüle. *Weiße Pfeile* markieren den Kanülenschliff (*3*) und den Katheter (*4*), *blaue Pfeile* die anteriore (*1*) bzw. posteriore Venenwand (*2*)

heißt, alle Ebenen aus dem erfassten Volumen werden bei der Bildgenerierung zu einem zweidimensionalen Bild „zusammengeschoben". So können beispielsweise bei einer longitudinalen Darstellung (LAX) 2 Objekte, die sich jeweils im gegenüberliegenden Randbereich des erfassten Volumens befinden, als in einer (zentralen) Schallebene gelegen abgebildet werden (**Abb. 7**). Tatsächlich liegen sie aber nebeneinander. Der Untersucher muss sich bewusst sein, dass eine Kanüle, die tatsächlich außerhalb des Gefäßlumens und damit außerhalb der zentralen Schallebene platziert ist, fälschlicherweise als intravaskulär gelegen abgebildet werden kann. Klinisch fallen der fehlende Blutrückfluss oder das Unvermögen, Blut zu aspirieren, bei vermeintlich im Gefäßlumen sichtbarer Kanüle auf. Dieses Phänomen ist bekannt als das Elevations- oder **Schichtdickenartefakt** [45] und macht sich bei der IP-Kanülen-Führung deutlicher bemerkbar als bei der OOP-Kanülen-Führung. Bei jener tritt der Fehler zwar ebenfalls auf, aber entsprechend der Ausrichtung des Schallkegels in der Vorschubrichtung der Kanüle und nicht parallel dazu. Deswegen sollte bei beiden Techniken im Fall des schwierigen Kanülenvorschubs die Schallsonde nach Punktion um 90° in eine 2. Ebene rotiert werden, um die sichere intravasale Lage zu verifizieren.

► Cave

Das Elevationsartefakt kann bei der in-plane Punktionstechnik eine fälschlich intraluminale Kanülenposition vortäuschen.

Die Punktionskanüle sollte nicht zu nahe an der Ultraschallsonde eingestochen werden, um einen möglichst flachen, geradlinigen Verlauf im Gewebe zu ermöglichen und um **Ankopplungsartefakte** beim Hauteinstich zu vermeiden. Da der Hauteinstich bei einer SGPVP nicht wie bei einer konventionellen Punktion direkt über dem Zielgebiet liegt, ist der Punktionsweg länger. Es ist darauf zu achten, dass v. a. bei Venen in mehr als 1 cm Tiefe eine ausreichend lange Punktionskanüle verwendet wird [25]. Kurze Kanülen, wie sie für konventionelle Punktionen verwendet werden können, liegen häufig grenzwertig knapp im Gefäßlumen, können somit trotz initial intravasaler Lage im weiteren Therapieverlauf leicht dislozieren und zu Paravasaten führen [46].

In-plane. Bei der IP-Punktion wird die Kanüle an der kurzen Kante der Schallsonde eingestochen und unter Sicht in das Gefäßlumen vorgeschoben. Bei dieser Technik kann die Kanüle, sobald sie im Schallfenster sichtbar ist, ohne weitere Sonderbewegung in das

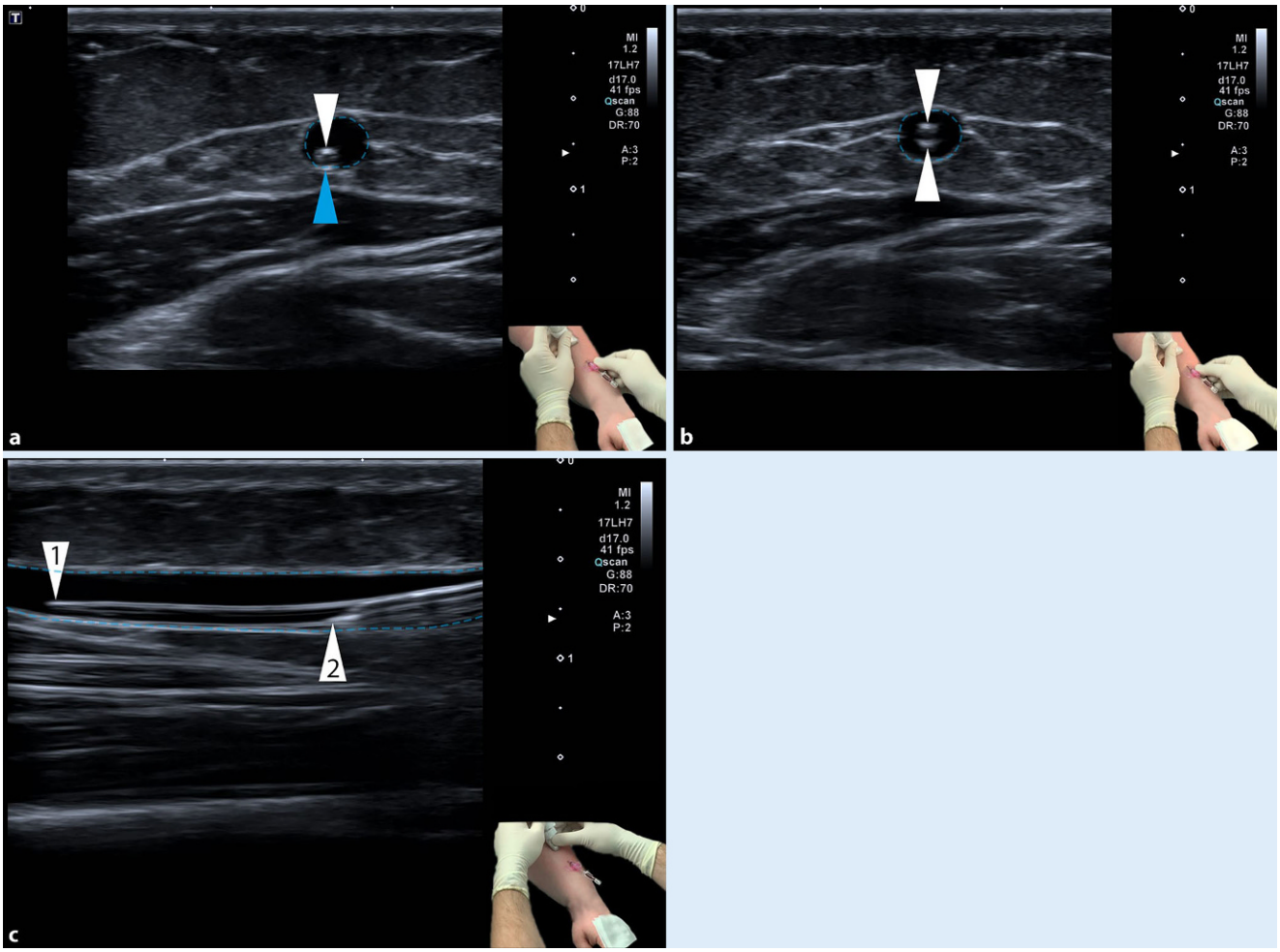

Abb. 9 ▲ Out-of-plane Punktion mit Kurzachsendarstellung (**Abb. 5a**). **a** Kanülenschliff (*weißer Pfeil*) mit Kontakt zur posterioren Venenwand (*blauer Pfeil*). **b** Intraluminale Position des Katheters ebenfalls als Doppelpunkt (*weiße Pfeile*). **c** Intraluminale Position des Katheters (*weißer Pfeil 1*) nach Rotation der Ultraschallsonde in die lange Achse sowie die noch im Katheterlumen befindliche Kanüle mit deutlich sichtbarer Spitze (*weißer Pfeil 2*)

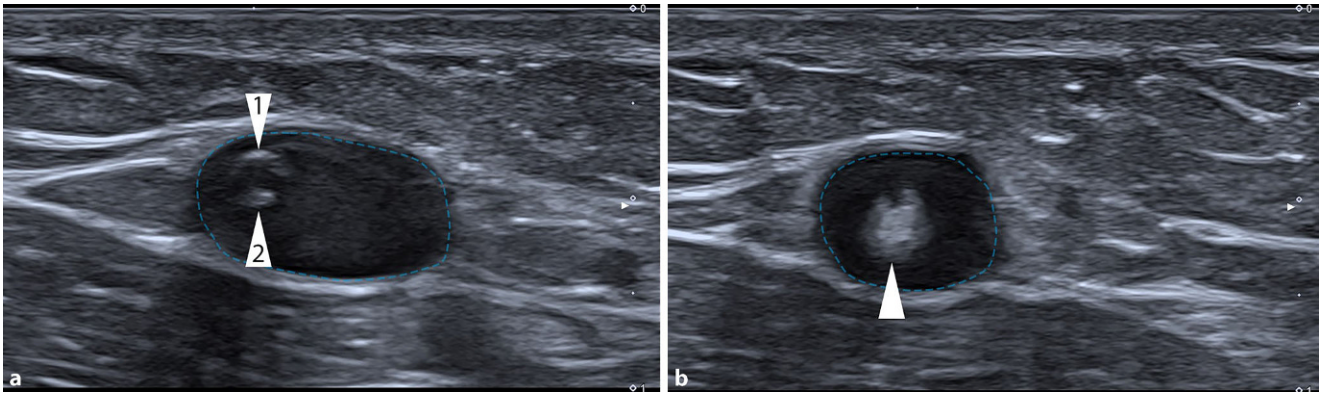

Abb. 10 ▲ Typische Kanülenreflexe in der Out-of-plane Technik. **a** Doppelpunkt der Kanülenspitze, wenn der Kanülenschliff zur Ultraschallsonde gerichtet ist. Das kurze (*1*) und das lange (*2*) Ende des Schliffs überdecken sich nicht und werden als jeweils ein Punkt dargestellt. **b** Kanülenreflex als Einzelpunkt (*weißer Pfeil*). Hier kann nicht entschieden werden, welcher Teil der Kanüle sichtbar ist

Gefäßlumen vorgeschoben werden (**Abb. 8**). Winkelkorrekturen des Kanülenvorschubes erfolgen nach der **„Walk-down" Technik**. Dabei wird die Kanüle, wenn der kalkulierte Vorschubwinkel zu flach verläuft, unter Sicht zurückgezogen und in einem steileren Winkel erneut vorgeschoben. Diese Technik resultiert in mehreren Stichkanälen. Mit zunehmender Korrektur wird der Punktionswinkel steiler und der Kanülenvorschub in kleine Gefäße schwieriger. Es ist essenziell, die Kanülenspitze während des gesamten Vorschubs darzustellen und nicht mit dem Schaft zu verwechseln. Dies kann leicht passieren, wenn die Kanüle außerhalb der zentralen Schallebene vorgeschoben wird. Ohne auf die physikalischen Hintergründe genauer einzugehen, wurde wiederholt betont, dass das „Alignment" von Gefäß- und Kanülenachse eine Herausforderung der IP-Technik darstellt [25, 46].

Out-of-plane. Bei der OOP-Punktion wird die Kanüle an der langen Kante der Ultraschallsonde möglichst mittig eingestochen (**Abb. 9**). Von einigen Autoren wird empfohlen, die Distanz der Einstichstelle zur Sonde trigonometrisch nach **Pythagoras** zu kalkulieren [47]. Liegt die Vene beispielsweise in 1 cm Tiefe wird die Kanüle in 1 cm Entfernung zur Sonde eingestochen und in einem Winkel von 45° vorgeschoben. Es ist zu berücksichtigen, dass der Stichkanal mit dieser Technik ungefähr das 1,4Fache der Distanz der Vene zur Haut beträgt. Bei einer in 2 cm Tiefe gelegenen Vene beträgt der Kanülenvorschub schon ca. 2,8 cm [47]. Dieses Beispiel verdeutlicht, wie wichtig eine ausreichend lange Punktionskanüle für die sichere intraluminale Lage ist. Es ist weiterhin zu berücksichtigen, dass diese Kalkulation von der zentralen Schallebene aus und nicht vom Rand der Sonde erfolgen muss. Der Kanülenvorschub erfolgt, bis die Kanüle sichtbar wird, in einem toten Winkel. Damit sind Verletzungen kleiner Strukturen während des Kanülenvorschubes nicht auszuschließen. Eine alternative Technik ist die **„Slide-down" Technik**. Bei dieser Technik wird die Kanüle, wie oben beschrieben, eingestochen. Unmittelbar nach dem Hauteinstich wird die Ultraschallsonde in Richtung des Hauteinstichs zurückgeführt, um die noch nicht im Schallfenster gelegene Kanülenspitze als charakteristischen Doppelpunkt zu identifizieren (**Abb. 10**). Dann werden Kanülenspitze und Schallsonde unter ständiger Sicht gemeinsam in Richtung Venenwand vorgeschoben, bis die Gefäßwand sicher perforiert ist. Mit dieser Vorgehensweise wird erreicht, dass die Kanüle über den kompletten Vorschub im Gewebe sichtbar ist und auch vulnerable Strukturen wie Hautnerven erkennbar sind. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kanülenspitze immer sichtbar ist. Wird die Kanülenspitze nicht durchgehend dargestellt, besteht das Risiko der Verletzung der posterioren Gefäßwand [48]. Dies wurde von einigen Autoren in der Vergangenheit als eine Schwäche der Technik interpretiert [44], die Verletzung ist aber bei sorgfältigem Vorgehen vermeidbar. Die „Walk-down" Technik führt bei OOP-Punktionen zu einem unnötig steilen Punktionswinkel, erhöht die Gefahr von Verletzungen der posterioren Gefäßwand und birgt v. a. bei kleinen Gefäßen das Risiko, dass zwar die Kanülenspitze im Gefäßlumen liegt, nicht aber der Katheter selbst. Dies resultiert u. U. in Paravasaten. Im Vergleich beider Techniken erscheint die OOP-Punktion, wenn die zuvor genannten Voraussetzungen eingehalten werden, v. a. bei sehr kleinen Gefäßen mittlerweile die verlässlichere Technik zu sein [25, 43].

► Cave

Blutrückfluß ist kein Beweis für eine sichere intraluminale Katheterposition.

Fallstricke. Bei beiden Techniken muss die sichere **intraluminale Lage** der Kanülenspitze und des Katheters verifiziert werden (s. oben). Da die innenliegende Stahlkanüle länger als der eigentliche Kunststoffkatheter ist, ist bereits ein Rücklauf von Blut möglich, sobald die stählerne Kanülenspitze im Gefäßlumen platziert ist und nicht der Kunststoffkatheter selbst (**Abb. 8b–d**). Aus diesem Grund sollte die Kanüle nach der sicheren Identifikation der Kanülenspitze im Gefäßlumen unter Sichtkontrolle und Abflachung des Punktionswinkels noch einige Millimeter weiter vorgeschoben werden. Dabei ist die Perforation der posterioren Venenwand unbedingt zu vermeiden (**Abb. 9a,b**). Zusätzlich kann unter laufender Infusion oder Injektion (NaCl-Lösung) die sichere intravasale Lage des Katheters anhand sonographisch **sichtbarer Turbulenzen** überprüft und eine extravasale Lage ausgeschlossen werden. Nach Kontrolle der intraluminalen Katheterposition erfolgen die Fixierung der Kanüle sowie ein steriler Verband in der empfohlenen Vorgehensweise [5].

► Merke

Sowohl bei der OOP wie der IP Technik muss die sichere intraluminale Lage der Kanülenspitze und des Katheters verifiziert werden.

Resümee

Die Gründe, warum die SGPVP bislang nur zurückhaltend umgesetzt wurde, sind, wie so häufig, dieselben wie bei anderen „neuen" Verfahren: Beharren auf Traditionen, Skepsis gegenüber Neuerungen, Mangel an Equipment, fehlende Kenntnisse über die potenziellen Vorteile sowie mangelnde Ausbildung und Training [49]. Geeignete Ultraschallsysteme sind mittlerweile vielerorts verfügbar, ebenso besteht ein allgemein verfügbares Angebot an Ausbildungs- und Trainingsmöglichkeiten der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM).

Analog zu allen anderen sonographiegestützten Interventionen führt nicht die Sonographie per se, sondern das Zusammenspiel von Kenntnissen der topographischen Anatomie, der Ultraschallphysik und Geräteeinstellung sowie von Fertigkeiten in der Sonden- und Kanülenführung zum Erfolg.

Fazit für die Praxis

- **Die Anlage einer peripheren Venenverweilkanüle ist die in der Klinik häufigste invasive Maßnahme, die oft auch von nichtärztlichem Personal durchgeführt wird.**
- **Täglich treffen Anwender auf schwierige Venenverhältnisse.**
- **Komplikationen in Bezug auf Nervenschäden werden unterschätzt.**
- **Periphere Venenverweilkanülen können mit dem geeigneten Ultraschallequipment und der entsprechenden Ausbildung zuverlässig sonographisch gelegt werden.**
- **Die Technik der sonographisch gestützten Punktion ist anspruchsvoll; der Anwender muss entsprechend ausgebildet und trainiert werden.**
- **Gute anatomische Kenntnisse, manuelle Fertigkeiten und Kenntnisse der Bildgebung sind neben einem geeigneten Ultraschallequipment erforderlich.**
- **Bei schwierigen Venenverhältnissen sollte die Sonographie in jedem Fall frühzeitig eingesetzt werden, um Mehrfachpunktionen und Anlagen von zentralen Venenkathetern zu vermeiden.**
- **Gelingt im Einzelfall die sonographiegestützte Anlage einer peripheren Verweilkanüle auch in mehreren Anläufen nicht, sollte bei gegebener Indikation zeitnah eine Alternative wie die ultraschallgestützte Punktion der V. jugularis externa oder ein zentraler Venenzugang erwogen werden.**

Korrespondenzadresse

Dr. med. Tim Mäcken
Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Schmerzmedizin, BG Universitätsklinikum Bergmannsheil
Bochum, Deutschland
Tim.maecken@rub.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und Wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

Autoren. R.J. Litz: A. Finanzielle Interessen: USRA Medical Education Geschäftsführer. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Sprecher der Sektion Anästhesiologie der DEGUM | Mitgliedschaft: BDA, DEGUM. **D. Radny**: A. Finanzielle Interessen: D. Radny gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Arzt in Weiterbildung an der Klinik für Anästhesie, Intensiv und Notfallmedizin Rhein-Mass-Klinikum Würselen | Mitgliedschaft: BDA, DEGUM. **G.C. Feigl**: A. Finanzielle Interessen: G.C. Feigl gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Professor an der Universität Witten/Herdecke; Institut für Anatomie und klinische Morphologie. Professur für klinische Anatomie; Lehrtätigkeit und Forschungstätigkeit | Mitgliedschaften: DEGUM; AG (Anatomischen Gesellschaft); EACA (European Association of Clinical Anatomy) | Wissenschaftsrat der ÖNR (Österreichische Gesellschaft für Neuraltherapie); Wissenschaftlicher Beirat der Firma MOVIDO; Ehrenmitglied der griechischen Gesellschaft für Neuraltherapie. **T. Mäcken**: A. Finanzielle Interessen: T. Mäcken gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Schmerzmedizin BG Universitätsklinikum Bergmannsheil Bochum | Mitgliedschaften: DEGUM ehemals Sektionsleiter der Sektion Anästhesiologie; Mitglied in dem Wissenschaftlichen Arbeitskreis Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin; DGAI, BDA und DGSS | Geschäftsführer USRA Medical Education. **P. Schwarzkopf**: A. Finanzielle Interessen: Vortragstätigkeit für Pajunk, Canon, Mindray im Rahmen von Weiterbildungsveranstaltungen und Kongressen. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Oberarzt an der Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Schmerz- und Palliativmedizin, Sana Kliniken Leipziger Land | Mitgliedschaften: DEGUM, ESRA, DGAI, BDA. **A.B Röhl**: A. Finanzielle Interessen: A. Röhl gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Chefärztin der Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin Rhein-Mass-Klinikum Würselen | Mitgliedschaften: DEGUM, DGAI.

Wissenschaftliche Leitung. Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf www.springermedizin.de/cme.

Der Verlag erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Alexandrou E (2014) The One Million Global Catheters PIVC worldwide prevalence study. Br J Nurs 23:S16–7
2. Bahl A, Pandurangadu AV, Tucker J, Bagan M (2016) A randomized controlled trial assessing the use of ultrasound for nurse-performed IV placement in difficult access ED patients. Am J Emerg Med 34:1950–1954
3. Brannam L, Blaivas M, Lyon M, Flake M (2004) Emergency nurses' utilization of ultrasound guidance for placement of peripheral intravenous lines in difficult-access patients. Acad Emerg Med 11:1361–1363
4. Zingg W, Pittet D (2009) Peripheral venous catheters: an under-evaluated problem. Int J Antimicrob Agents 34(Suppl 4):S38–S42
5. Geffers C, Kramer A, Scheithauer S, Schulz-Stübner S, Simon A, Suger-Wiedeck H, Trautmann M (2017) Prävention von Infektionen, die von Gefäßkathetern ausgehen. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 60:207–215
6. Excellence NIFHAC (2002) Guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters. https://www.nice.org.uk/guidance/ta49. Zugegriffen: 18.07.2022
7. Jenssen C, Brkljacic B, Hocke M, Ignee A, Piscaglia F, Radzina M, Sidhu PS, Dietrich CF (2016) EFSUMB guidelines on Interventional ultrasound (INVUS), Part VI—Ultrasound-guided vascular interventions. Ultraschall Med 37:473–476
8. Franco-Sadud R, Schnobrich D, Mathews BK, Candotti C, Abdel-Ghani S, Perez MG, Rodgers SC, Mader MJ, Haro EK, Dancel R, Cho J, Grikis L, Lucas BP, P-o-cUTF SHM, Soni NJ (2019) Recommendations on the use of ultrasound guidance for central

and peripheral vascular access in adults: a position statement of the society of hospital medicine. J Hosp Med 14:E1–E22
9. Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL (2017) Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. Crit Care 21:225
10. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, Larsson AT, Lindgren S, Lindwall R, Taxbro K, Oberg F, Acosta S, Akeson J (2014) Clinical guidelines on central venous catheterisation. Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Acta Anaesthesiol Scand 58:508–524
11. Leibowitz A, Oren-Grinberg A, Matyal R (2020) Ultrasound guidance for central venous access: Current evidence and clinical recommendations. J Intensive Care Med 35:303–321
12. Lamperti M, Biasucci DG, Disma N, Pittiruti M, Breschan C, Vailati D, Subert M, Traškaitė V, Macas A, Estebe JP, Fuzier R, Boselli E, Hopkins P (2020) European Society of Anaesthesiology guidelines on peri-operative use of ultrasound-guided for vascular access (PERSEUS vascular access). Eur J Anaesthesiol 37:344–376
13. Whiteley MS, Chang BY, Marsh HP, Williams AR, Manton HC, Horrocks M (1995) Use of hand-held Doppler to identify „difficult" forearm veins for cannulation. Ann R Coll Surg Engl 77:224–226
14. Bridey C, Thilly N, Lefevre T, Maire-Richard A, Morel M, Levy B, Girerd N, Kimmoun A (2018) Ultrasound-guided versus landmark approach for peripheral intravenous access by critical care nurses: a randomised controlled study. BMJ Open 8:e20220
15. Stein J, George B, River G, Hebig A, McDermott D (2009) Ultrasonographically guided peripheral intravenous cannulation in emergency department patients with difficult intravenous access: a randomized trial. Ann Emerg Med 54:33–40
16. Stolz LA, Stolz U, Howe C, Farrell IJ, Adhikari S (2015) Ultrasound-guided peripheral venous access: a meta-analysis and systematic review. J Vasc Access 16:321–326
17. Carr PJ, Rippey JC, Budgeon CA, Cooke ML, Higgins N, Rickard CM (2016) Insertion of peripheral intravenous cannulae in the emergency department: factors associated with first-time insertion success. J Vasc Access 17:182–190
18. Kaiser P, Ghamari S, Gräff I, Ellerkmann R, Weber S, Hoeft A, Kim SC (2020) Ultrasound-guided peripheral venous puncture in patients with a poor venous status. Anaesthesist 69:632–638
19. Costantino TG, Parikh AK, Satz WA, Fojtik JP (2005) Ultrasonography-guided peripheral intravenous access versus traditional approaches in patients with difficult intravenous access. Ann Emerg Med 46:456–461
20. Rodríguez-Herrera Á, Solaz-García Á, Mollá-Olmos E, Ferrer-Puchol D, Esteve-Claramunt F, Trujillo-Barberá S, García-Bermejo P, Casaña-Mohedo J (2022) Use of the ultrasound technique as compared to the standard technique for the improvement of venous cannulation in patients with difficult access. Healthcare (Basel) 10:261
21. van Loon FHJ, Buise MP, Claassen JJF, Dierick-van Daele ATM, Bouwman ARA (2018) Comparison of ultrasound guidance with palpation and direct visualisation for peripheral vein cannulation in adult patients: a systematic review and meta-analysis. Br J Anaesth 121:358–366
22. Au AK, Rotte MJ, Grzybowski RJ, Ku BS, Fields JM (2012) Decrease in central venous catheter placement due to use of ultrasound guidance for peripheral intravenous catheters. Am J Emerg Med 30:1950–1954
23. Shokoohi H, Boniface K, McCarthy M, Khedir Al-tiae T, Sattarian M, Ding R, Liu YT, Pourmand A, Schoenfeld E, Scott J, Shesser R, Yadav K (2013) Ultrasound-guided peripheral intravenous access program is associated with a marked reduction in central venous catheter use in noncritically ill emergency department patients. Ann Emerg Med 61:198–203
24. McCarthy ML, Shokoohi H, Boniface KS, Eggelton R, Lowey A, Lim K, Shesser R, Li X, Zeger SL (2016) Ultrasonography versus landmark for peripheral intravenous cannulation: a randomized controlled trial. Ann Emerg Med 68:10–18
25. Blanco P (2019) Ultrasound-guided peripheral venous cannulation in critically ill patients: a practical guideline. Ultrasound J 11:27
26. Burton SO, Donovan JK, Jones SL, Meadley BN (2022) Can non-physician providers use ultrasound to aid in establishing peripheral IV access in patients who are difficult to cannulate? A scoping review. Prehosp Disaster med 37:535–546
27. Ahlqvist M, Berglund B, Nordstrom G, Klang B, Wirén M, Johansson E (2010) A new reliable tool (PVC assess) for assessment of peripheral venous catheters. J Eval Clin Pract 16:1108–1115
28. Tsukuda Y, Funakoshi T, Nasuhara Y, Nagano Y, Shimizu C, Iwasaki N (2019) Venipuncture nerve injuries in the upper extremity from more than 1 million procedures. J Patient Saf 15:299–301
29. Thrush DN, Belsole R (1995) Radial nerve injury after routine peripheral vein cannulation. J Clin Anesth 7:160–162
30. Moore AE, Stringer MD (2012) Venepuncture-associated peripheral nerve injuries. Clin Anat 25:1099 (author reply 1100)
31. Masoorli S (2007) Nerve injuries related to vascular access insertion and assessment. J Infus Nurs 30:346–350
32. Kato J, Araki H, Kimura M, Takahashi K, Ueda K, Iida R, Nakayama T, Ogawa S (2012) Incidence and prognosis of persistent pain induced by venipuncture for blood sampling: an observational study over a 5-year period. Pain Med 13:1627–1630
33. Stecco C (2016) Aktuelle Evidenz. In: Atlas des menschlichen Fasziensystems, 1. Aufl. Urban & Fischer, München
34. Berry PR, Wallis WE (1977) Venepuncture nerve injuries. Lancet 1:1236–1237
35. Horowitz SH (1994) Peripheral nerve injury and causalgia secondary to routine venipuncture. Neurology 44:962–964
36. Sunderland S (1978) Nerves and Nerve Injuries. Churchill Livingstone Inc., Edinburgh, New York
37. Britt BA, Gordon RA (1964) Peripheral nerve injuries associated with anaesthesia. Can Anaesth Soc J 11:514–536
38. Mukai K, Nakajima Y, Nakano T, Okuhira M, Kasashima A, Hayashi R, Yamashita M, Urai T, Nakatani T (2020) Safety of venipuncture sites at the cubital fossa as assessed by ultrasonography. J Patient Saf 16:98–105
39. Müller T et al (2018) DEGUM Recommendations on Infection Prevention in Ultrasound and Endoscopic Ultrasound. Ultraschall Med 39(3):284–303.https://doi.org/10.1055/s-0044-102006
40. Chaurasia BD, Mathur BB (1976) Eyedness. Acta Anat (Basel) 96:301–305
41. Witting MD, Schenkel SM, Lawner BJ, Euerle BD (2010) Effects of vein width and depth on ultrasound-guided peripheral intravenous success rates. J Emerg Med 39:70–75
42. Schnadower D, Lin S, Perera P, Smerling A, Dayan P (2007) A pilot study of ultrasound analysis before pediatric peripheral vein cannulation attempt. Acad Emerg Med 14:483–485
43. Privitera D, Mazzone A, Pierotti F, Airoldi C, Galazzi A, Geraneo A, Cozzi M, Mora Garrido R, Vailati P, Scaglioni R, Capsoni N, Ganassin EC, Salinaro G, Scala CGR, Dal Molin A (2022) Ultrasound-guided peripheral intravenous catheters insertion in patient with difficult vascular access: Short axis/out-of-plane versus long axis/in-plane, a randomized controlled trial. J Vasc Access 23:589–597
44. Stone MB, Moon C, Sutijono D, Blaivas M (2010) Needle tip visualization during ultrasound-guided vascular access: short-axis vs long-axis approach. Am J Emerg Med 28:343–347
45. Scholten HJ, Pourtaherian A, Mihajlovic N, Korsten HHM, Bouwman AR (2017) Improving needle tip identification during ultrasound-guided procedures in anaesthetic practice. Anaesthesia 72:889–904
46. Bahl A, Hang B, Brackney A, Joseph S, Karabon P, Mohammad A, Nnanabu I, Shotkin P (2019) Standard long IV catheters versus extended dwell catheters: A randomized comparison of ultrasound-guided catheter survival. Am J Emerg Med 37:715–721
47. Piton G, Capellier G, Winiszewski H (2018) Ultrasound-guided vessel puncture: calling for Pythagoras' help. Crit Care 22:292
48. Blaivas M, Adhikari S (2009) An unseen danger: frequency of posterior vessel wall penetration by needles during attempts to place internal jugular vein central catheters using ultrasound guidance. Crit Care Med 37:2345–2349 (quiz 2359)
49. Moore CL (2014) Ultrasound first, second, and last for vascular access. J Ultrasound Med 33:1135–1142

CME-Fragebogen

Ultraschallgesteuerte periphere Venenpunktion bei schlechtem Venenstatus

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf **www.springermedizin.de/kurse-die-anaesthesiologie**

Eine mehrfach voroperierte 45-jährige Patientin berichtet im Rahmen einer weiteren Operationsvorbereitung von äußerst schwierigen Venenverhältnissen. Was sollten Sie der Patientin hinsichtlich aktueller Erkenntnisse erläutern?

- ○ Gründe für schwierige Venenverhältnisse sind Adipositas, vorangegangene Chemotherapie über periphere Venen oder i.v.-Drogen-Abusus.
- ○ Schwierige Venenpunktionen können von Erfahrenen in der Regel erfolgreich und ohne Probleme durchgeführt werden.
- ○ Die am Arm zahlreich vorhandenen Venenklappen verhindern häufig den Kanülenvorschub.
- ○ Bei schwierigen Venenverhältnissen am Arm sollte der venöse Zugang an Unterschenkel- oder Fußrückenvenen angelegt werden.
- ○ Bei schwierigen Venenverhältnissen sollte elektiv ein zentraler Venenkatheter angelegt werden.

Eine Patientin berichtet, dass vorhergegangene Anlagen peripherer Venenverweilkanülen wiederholt zu wochenlang anhaltenden Schmerzen und Gefühlsstörungen geführt hätten. Welche Ursache nehmen Sie für die geschilderten Symptome am ehesten an?

- ○ Die Patientin ist übermäßig ängstlich und schmerzempfindlich.
- ○ Es könnte sich um punktionsbedingte Nervenschäden handeln.
- ○ Die Punktionen erfolgten am ehesten durch Anfänger.
- ○ Vermutlich haben sich die Punktionsstellen infiziert.
- ○ Es besteht eine Unverträglichkeit gegen das Punktionsmaterial.

Welche anatomische Besonderheit sollte bei jeder peripheren Venenpunktion (und insbesondere auch bei ultraschallgesteuerten Punktionen) bei der Auswahl der zu punktierenden Vene beachtet werden?

- ○ Venen weisen am Arm einen konstanten, geradlinigen Verlauf auf.
- ○ Venen am Arm haben untereinander zahlreiche Zuflüsse und Anastomosen.
- ○ Das Gefäßlumen peripherer Venen am Arm nimmt konstant von distal nach proximal zu.
- ○ Subfaszial gelegene Venen haben einen größeren Durchmesser als epifasziale Venen.
- ○ Unterarmvenen weisen besonders viele Venenklappen auf.

Was ist hinsichtlich der anatomischen Lage von Venen und Nerven insbesondere auch hinsichtlich möglicher Komplikationen zu beachten?

- ○ Oberflächennahe (epifasziale) Venen verlaufen selten in der Nachbarschaft peripherer Nerven.
- ○ Sensorische Nerven verlaufen am Unterarm häufig in enger Nachbarschaft zu peripheren Venen.
- ○ Nervenschäden treten nur bei Punktionen in der Ellenbeuge auf.
- ○ Nervenschäden durch Venenpunktionen sind am Handrücken nicht berichtet.
- ○ Periphere Nerven verlaufen am Arm immer tief zur Vene.

Was trifft typischerweise auf punktionsbedingte Nervenschäden durch Anlage peripherer Venenverweilkanülen zu?

- ○ Nervenverletzungen können zur Ausbildung neuropathischer Schmerzen führen.
- ○ Nervenschäden heilen innerhalb von wenigen Tagen folgenlos ab.
- ○ Nervenschäden nach Venenpunktionen betreffen vorrangig motorische Nerven.
- ○ Nervenschäden treten mit einer Inzidenz von ungefähr 1/100.000 auf.
- ○ Nervenschäden können durch Sonographie immer vermieden werden.

Sie entschließen sich zu einer sonographiegestützten peripheren Venenpunktion. Was müssen Sie bei der Durchführung beachten?

- ○ Das offene Lumen der punktierten Vene muss das Vierfache des Kanülendurchmessers aufweisen.
- ○ Das offene Lumen der punktierten Vene muss mindestens 4 mm betragen.

Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer" gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit **3 Punkten** (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Anerkennung in Österreich und der Schweiz: Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013). Die Schweizerische Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation vergibt 1 Credit für die zertifizierte Fortbildung in „Die Anaesthesiologie".

Hinweise zur Teilnahme:

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf www.springermedizin.de/cme möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.
- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med- und e.Dent-Abonnenten.

- Oberflächliche Venen sind sonographisch einfacher zu punktieren als Venen im subkutanen Fettgewebe.
- Sehr oberflächliche Venen werden durch die aufliegende Schallsonde eher komprimiert als tiefer gelegene Venen.
- Zur Verminderung des Infektionsrisikos müssen möglichst kurze Punktionskanülen verwendet werden.

Was ist bei einer ultraschallgesteuerten peripheren Venenpunktion in Bezug auf die Punktionstechnik zu beachten?

- Nur in der In-plane-Technik ist der Kanülenvorschub sichtbar.
- Die In-plane-Technik ermöglicht eine genauere Punktion als die Out-of-plane-Technik.
- In der Out-of-plane-Technik ist die Kanülenspitze nicht identifizierbar.
- Das Elevationsartefakt hat besonders in der Out-of-plane-Technik Nachteile bezüglich der Punktionsgenauigkeit.
- In der Out-of-plane-Technik kann die Vene ebenfalls zielgenau punktiert werden.

Was ist für sonographiegestützte Venenpunktionen belegt bzw. empfohlen?

- Sonographisch geführte periphere Venenpunktionen sind technisch einfacher als zentrale Venenpunktionen.
- Vor der sonographischen Punktion zentraler Venen muss die periphere Venenpunktion sicher beherrscht werden.
- Sonographisch geführte periphere Venenpunktionen können von Ungeübten schnell und einfach erlernt werden.
- Sonographisch geführte Venenpunktionen sind technisch anspruchsvoll und erfordern eine gute manuelle Sonographietechnik.
- Sonographische Venenpunktionen sind nur mit Hochfrequenzsonden > 15 MHz sicher durchführbar.

Was ist bei der Sondenauswahl und Geräteeinstellung für die ultraschallgesteuerte Punktion peripherer Venen zu beachten?

- Zur peripheren Venenpunktionen können bei modernen Ultraschallgeräten alle verfügbaren Voreinstellungen äquivalent verwendet werden.
- Zur Punktion sollten periphere Venen möglichst zentral und echofrei eingestellt werden.
- Sonden mit einer breiten Auflagefläche bieten eine bessere Übersicht und sind für periphere Venenpunktionen besonders gut geeignet.
- Ultraschallsonden mit einer schmalen Auflagefläche (2 cm) sind nur für die Venenpunktion bei Kindern geeignet.
- Die Anwendung des Farbdopplers muss bei der peripheren Venenpunktion obligat erfolgen, um versehentliche arterielle Punktionen zu vermeiden.

Sie konnten bei der Patientin eine periphere Unterarmvene erfolgreich im ersten Versuch punktieren. Was beachten Sie bei der sonographischen Lagekontrolle des Katheters?

- Der Kunststoffkatheter kann im Gefäß sonographisch wegen fehlender Echogenität nicht dargestellt werden.
- Das Schichtdickenartefakt kann eine intravasale Kanülenlage vortäuschen.
- Kunststoffkatheter und Stahlkanüle können in situ sonographisch nicht differenziert werden.
- Der Kunststoffkatheter kann in situ nur in der langen Achse dargestellt werden.
- Der Kunststoffkatheter kann von Venenklappen aufgrund vergleichbarer Echogenität in situ nicht differenziert werden.

Online teilnehmen unter www.springermedizin.de/cme