

Anaesthesist 2010 · 59:53–61
 DOI 10.1007/s00101-009-1644-7
 Online publiziert: 12. Dezember 2009
 © Springer-Verlag 2009

Redaktion

A. E. Goetz, Hamburg
 M. Jöhr, Luzern
 T. Koch, Dresden
 C. Werner, Mainz

P. Scheiermann¹ · F.H. Seeger² · R. Breitkreutz³

¹ Klinik für Anaesthesiologie, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München

² Medizinische Klinik III (Kardiologie), Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

³ Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Ultraschallgestützte zentrale Venenpunktion bei Erwachsenen und Kindern

Verfahren und pathologische Befunde

„In regione caecorum rex est luscus“
(Desiderius Erasmus von Rotterdam, Adagia)

Komplikationen bei der Anlage eines zentralen Venenkatheters (ZVK) werden in bis zu 15% aller Kanülierungsversuche bei Erwachsenen und Kindern beobachtet [18, 28]. Erschwerte Punktion oder Fehlpunktionen können einerseits durch Gefäßvarianten [1, 10, 27] verursacht werden. Andererseits beeinflussen das Alter des Patienten und dessen Vorerkrankungen den Punktionserfolg nach der „klassischen“ Landmarkentechnik. Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt auf der sonoanatomischen Darstellung pathologischer Befunde und punktionsassoziierter Komplikationen, um potenzielle Anwender für den Umgang mit diesen Problemen zu sensibilisieren. Die Methode der Ultraschall- (US-)gesteuerten Venenpunktion wird daher nur grob skizziert.

Komplexe anatomische Bedingungen und Vorerkrankungen des Patienten können das Risiko bei der ZVK-Anlage erhöhen. Darüber hinaus können patientenunabhängige Gründe wie Zeitdruck und die Unerfahrenheit des Punktierenden schwerwiegende Komplikationen verursachen (■ **Tab. 1**). Nach McGee u. Gould kommt es bei Punktion der V. jugularis in-

terna (VJI) in bis zu 10% aller Fälle zu arteriellen Fehlpunktionen oder Hämatomen. Beim Zugang über die V. subclavia (VS) wird das Risiko einer akzidentellen arteriellen Punktion oder eines Pneumothorax mit 5 resp. 3% beziffert [28]. Vor diesem Hintergrund belegt eine Metaanalyse eindrucksvoll, dass die Komplikationsrate sowie die Anzahl an Fehlpunktionen bei der ZVK-Anlage mithilfe von US im Vergleich zur konventionellen Punktionmethode anhand von Palpation und topographischen Landmarken sinken. Gleichzeitig steigt die Zahl der im ersten Versuch erfolgreichen Punktionen [18].

Punktionstechnik

Es gibt zwei Möglichkeiten der US-gestützten Venenpunktion:

- indirekte Technik: zunächst Aufsuchen und Markieren der Punktionsstelle mithilfe von US und danach die Punktion orientierend anhand der gesetzten Markierung sowie
- direkte Technik: Punktion unter gleichzeitiger sonographischer Sicht mit steril verpackter Sonde.

Obwohl sich beide Techniken in ihrer Erfolgsrate nicht unterscheiden [31], wird die

Tab. 1 Klinische Risikofaktoren bei der ZVK-Anlage

Anatomische Gründe	Vorerkrankungen	Sonstige Gründe
Fassthorax	Hämatologische Grunderkrankung	Beidseitige Punktion
Z. n. „neck dissection“	Antikoagulation/Hämorrhagie	Punktion durch unerfahrenes Personal
Z. n. Operation im Punktionsgebiet	Sepsis	Mehrmalige erfolglose Punktion
Z. n. HWS-Operation	Hypovolämie/Oberkörperhochlage	Lange liegender ZVK
Säuglinge/Kinder	Generalisierte Atherosklerose	Zeitdruck
	ACC/ACI-Stenosen	
	Bekannte zentrale Stenosen	
	Lungenemphysem, COPD	
	Erhöhter intrakranieller Druck	
	Drogenabusus	

ACC/ACI A. carotis communis/interna; COPD „chronic obstructive pulmonary disease“; HWS Halswirbelsäule, Z. n. Zustand nach, ZVK zentraler Venenkatheter

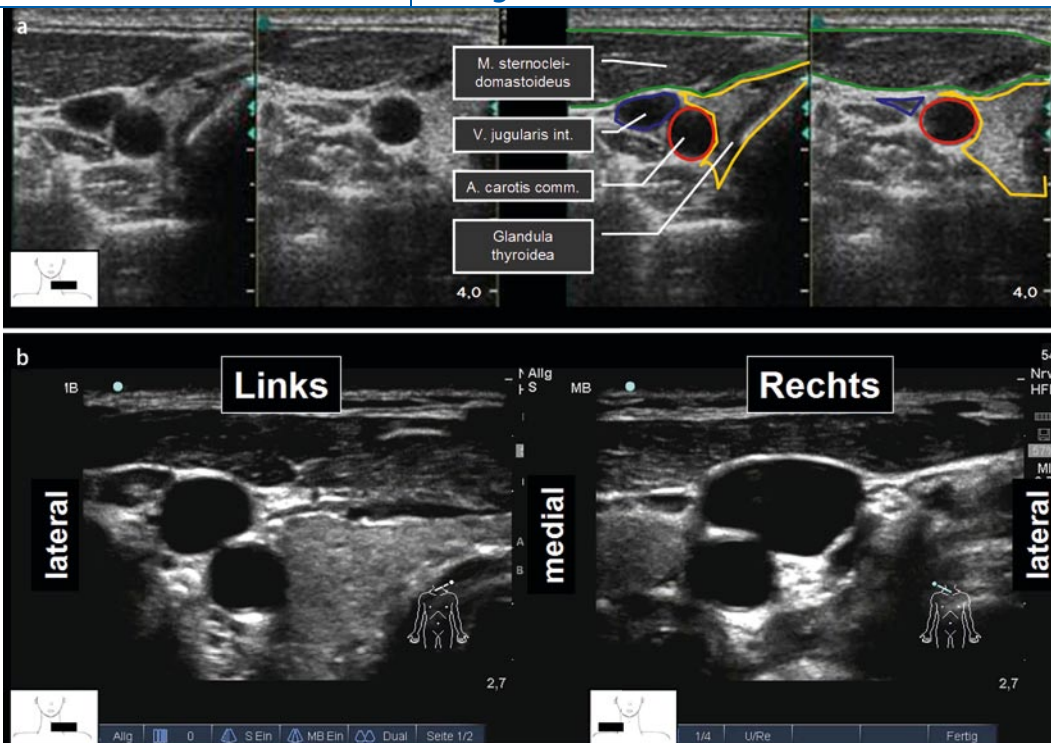


Abb. 1 ◀ Normalbefunde der V. jugularis interna (VJI) in der transversalen Anlotung. **a** Linke VJI (blau) und A. carotis communis (rot) hinter dem M. sternocleidomastoideus (grün) und lateral der Schilddrüse (gelb; linker Bildteil). Schon bei leichtem Anpressdruck mit dem Schallkopf oder bei Hypovolämie kollabiert die Vene im Gegensatz zur Arterie (rechter Bildteil). **b** Größenunterschiede der VJI im Seitenvergleich



Abb. 2 ◀ „Out-of-plane“-Punktionstechnik der rechten V. jugularis interna. Transversale Anlotung (kurze Achse). Nadelführung in Richtung der Zielstruktur mittig an der Sonde vor der Schallkopfebene. Neigungswinkel der Nadel etwa 45°. Wenn der Hautdurchtritt sehr nah an der Ultraschall- (US-) Sonde vorgenommen wird, durchdringt die Nadelspitze zu früh die US-Ebene. Der helle Punkt auf dem US-Bild entspräche dann nicht der Nadelspitze, sondern einem beliebigen Nadelquerschnitt. Die Punktion der Vene würde sich somit distal der Schallkopfebene vollziehen und könnte nicht direkt beobachtet werden

direkte Punktionstechnik favorisiert [26], da die Punktionsnadel beobachtet und ihre Position unmittelbar korrigiert werden kann. Da bei intravasalem Volumenmangel schon ein geringer Hautanpressdruck

mit dem Schallkopf oder der Punktionsnadel den zentralvenösen Druck übersteigt, wird die zu punktierende Vene oft zunächst komprimiert (Abb. 1). Sie füllt sich erst wieder, sobald die Punktions-

nadel nach Durchtritt durch die Haut subkutan zu liegen kommt. Dieses Phänomen wird auch vor dem Durchtritt der Punktionsnadel durch die Venenwand regelhaft beobachtet. Die Venenwand gleitet nach erfolgreicher Punktion unter direkter Beobachtung zurück. Bei der „In-line“- (IL-) Punktionstechnik verläuft die Stichrichtung parallel zur Schallkopfebene. Von Vorteil sind dabei die kontinuierliche Darstellung und Kontrolle der Nadelspitze. Seitwärts gerichtete Bewegungen der Punktionskanüle verlaufen außerhalb der Schallebene und können nicht verfolgt werden [32]. Bei der „Out-of-plane“- (OOP)-Technik ist die Stichrichtung 90° quer zur Schallkopfebene ausgerichtet (Abb. 2). Die Punktionskanüle nähert sich dabei der Schallkopfebene, und bei Durchtritt durch diese Ebene kann ein punktförmiger, echogener Artefakt beobachtet werden. Dieser entspricht nicht der Nadelspitze (Abb. 3). Es können daher auch fächerförmige Bewegungen der Punktionskanüle mit dem Schallkopf indirekt durch Bewegung des umliegenden Gewebes verfolgt, jedoch Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung der Nadelspitze nicht visuell kontrolliert werden. Obwohl die Position des Schallkopfes zur Kontrolle der Nadelspitze kontinuierlich angepasst werden sollte [32], empfiehlt sich zur Anlage eines ZVK die OOP-Technik

nik (■ **Abb. 2, 3**), da diese Methode einfacher zu erlernen ist [6]. Zunächst wird hierzu die US-Sonde lateral des Kehlkopfes aufgesetzt. Durch Verschieben des Schallkopfes in kraniokaudaler Richtung im Winkel von 90° zur Hautoberfläche kann die sonoanatomische Situation beurteilt werden (■ **Abb. 1**). Bei einer korrekten Anlotung erscheint der Gefäßdurchmesser der A. carotis communis (ACC) kreisrund. Häufiges Kippen oder Drehen der US-Sonde sollte vermieden werden. Während der ZVK-Anlage in die VJI kann die intravasale Lage des Seldinger-Drahts überprüft werden, bevor über eine Dilatation die Katheterinsertion erfolgt (■ **Abb. 3**). Dadurch gewinnt man einen zusätzlichen Sicherheitsaspekt. Nach erfolgter US-gestützter ZVK-Anlage zeigt sich bei dessen korrekter intravasaler Position ein typischer Doppelkontrast in OOP- (■ **Abb. 3**) und IL-Technik. Paravasale Hämatomate nach vorangegangenen Punktionsversuchen (■ **Abb. 4**) oder intravasale Thromben (■ **Abb. 4, 5, 6, 7**) bei Patienten mit erhöhtem Risiko für eine zentralvenöse Thrombose (Polytrauma, Karzinomleiden, dialysepflichtige Niereninsuffizienz, genetische Faktoren; [11]) können mit US sicher und einfach identifiziert werden.

V. jugularis interna

Die VJI ist hinsichtlich der sonographisch gesteuerten Punktion das mit Abstand am besten untersuchte Gefäß [18]. Wie bei der „klassischen“ Punktionstechnik steht der Anästhesist hinter dem Kopf des Patienten und kann die US-gesteuerte Punktion der VJI vornehmen. Aufgrund der nahezu geraden Einmündung der rechten VJI in die obere Hohlvene wird die VJI bevorzugt auf dieser Seite punktiert. Die VJI wird meist in ca. 1-cm-Tiefe vorgefunden. Der mittlere Durchmesser der VJI beträgt ebenfalls ungefähr 1 cm [40]. Die VJI und die annähernd parallel verlaufende ACC können sonographisch anhand der Kompressibilität (VJI leicht durch den Schallkopf komprimierbar, ACC nur schwer zu komprimieren; ■ **Abb. 1**) und ihres Pulsationsmusters (VJI im Regelfall Doppelschlag; ACC einfacher, pulssynchroner Schlag) unterschieden werden. Doppler-sonographie oder farbkodierte Duplexso-

Anaesthesist 2010 · 59:53–61 DOI 10.1007/s00101-009-1644-7
© Springer-Verlag 2009

P. Scheiermann · F.H. Seeger · R. Breitzkreutz

Ultraschallgestützte zentrale Venenpunktion bei Erwachsenen und Kindern. Verfahren und pathologische Befunde

Zusammenfassung

Punktionen zentralvenöser Gefäße sind anästhesiologische Routineverfahren in der Intensiv- und perioperativen Medizin. Bei diesen Prozeduren kann es zu erheblichen Komplikationen kommen. Punktionen unter Zuhilfenahme der Ultraschalltechnik ermöglichen im Gegensatz zur Landmarkentechnik eine eindeutige Reduktion von Komplikationen und Fehlpunktionen. Zu den Hochrisikogruppen für eine erschwerte zentralvenöse Punktion gehören u. a. Intensiv- und Notfallpatienten sowie antikoagulierte oder dialysepflichtige Patienten. Auch bei der Kanülierung beatmeter oder im Punktionsgebiet voroperierter Patienten sowie bei Kindern und Säuglingen kommt es aufgrund der ana-

tomischen Verhältnisse im Halsbereich gehäuft zu verfahrensbedingten Komplikationen. In diesem Beitrag werden, ausgehend vom Normalbefund, anhand der sonoanatomischen Situation exemplarisch Punktions-techniken erläutert. Bildmaterial veranschaulicht typische und pathologische Befunde im Zusammenhang mit zentralvenösen Punktionen, um Gefahren und Komplikationen sicher zu identifizieren.

Schlüsselwörter

Sonographie · Landmarkentechnik · Zentraler Venenkatheter · Fehlpunktion · Komplikationen

Ultrasound-guided central venous access in adults and children. Procedure and pathological findings

Abstract

Central venous line placement is a standard procedure in critical care and perioperative medicine. This procedure can be associated with severe complications. In contrast to the landmark technique, ultrasound-guided punctures can significantly reduce the rate of complications. Patients with a high risk for difficult vascular access include critical care and emergency patients as well as patients on anticoagulation medication and dialysis. Placement of central venous catheters can be difficult in ventilated patients and if there has been prior surgery in the puncture area. In children and small infants central venous ac-

cess can also be challenging due to the anatomical relationship in the head and neck region. Puncture techniques are explained briefly by means of ultrasound anatomy. Typical ultrasonographic images visualize pathological findings in order to identify dangers and complications in central venous catheterization.

Keywords

Ultrasonography · Landmark technique · Central venous catheter · Failed puncture · Complications

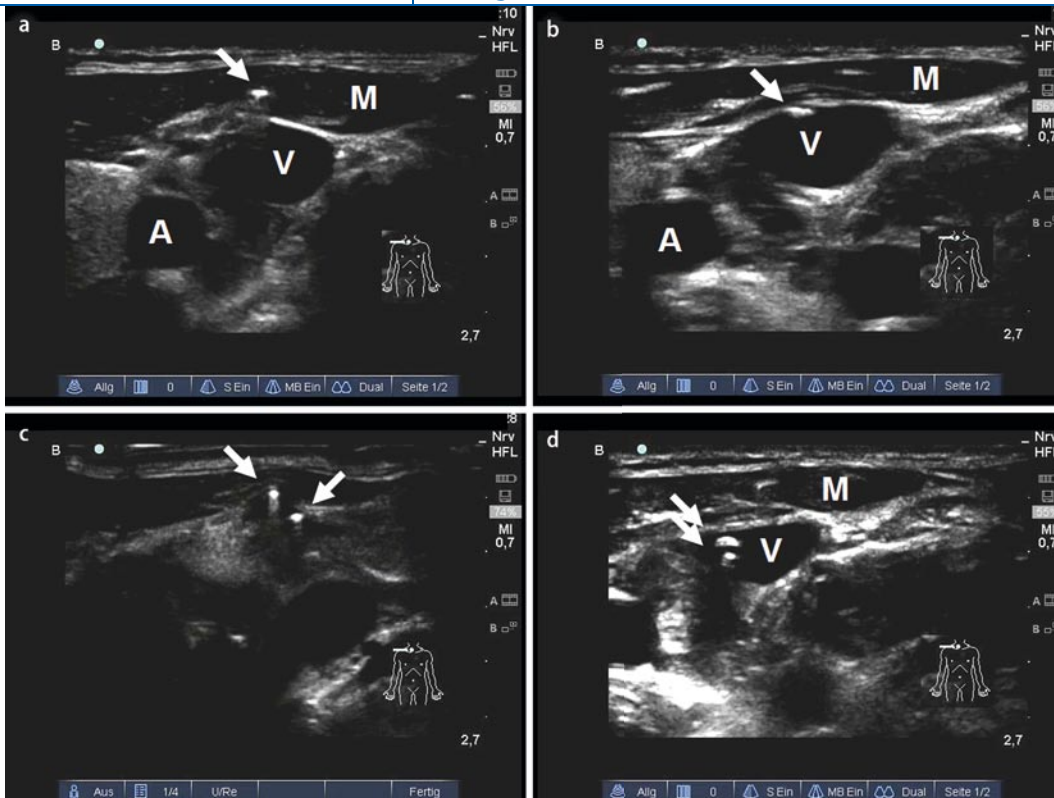


Abb. 3 ◀ Darstellung von Seldinger-Drähten und ZVK, rechte V. jugularis interna. Pfeile markieren Zielstruktur. **a** Passage des Drahts durch den Muskel (M) in Richtung Vene (V) lateral der Arterie (A), **b** korrekte Lage des Drahts in der Vene (V), **c** Darstellung zweier Drähte mit komprimierter Vene, **d** typisches Doppelecho einer 8-F-Schleuse in der Vene (V)

nographie sind für diesen Schritt in der Regel nicht erforderlich. Bezüglich der Nachbarschaft der VJI zur ACC liegen erhebliche anatomische Variationen vor, die mit einer erhöhten Rate an arteriellen Fehlpunktionen assoziiert sein können [26]. Auch die Beatmung mithilfe der Larynxmaske verändert die Position der VJI und kann daher eine Punktion erschweren [35, 41]. Die Kaliberstärke der VJI kann je nach Volumenstatus des Patienten und auch am selben Patienten im Seitenvergleich schwanken ([22]; **Abb. 1**). Da US eine schnelle Identifikation der Position der VJI sowie simultan eine Abschätzung des venösen Füllungsstatus ermöglicht, könnte die übliche Trendelenburg-Lagerung zur Punktion der VJI möglicherweise obsolet werden [42].

Bei Kindern ist die Punktion der VJI, unabhängig von Vorerkrankungen, schon aufgrund der großen anatomischen Variabilität mitunter schwierig ([14]; **Abb. 8**). Die US-gesteuerte Punktion der VJI zeigt sich daher der Punktion nach Landmarkentechnik überlegen [2, 43].

V. subclavia

Obwohl es deutlich weniger Literatur zur US-gesteuerten Punktion der VS

gibt [18], zeigen aktuelle Studien bei Erwachsenen und Kindern auch hier Vorteile der Sonographie [15, 34]. Die sonographische Darstellung der VS ist für den ungeübten Untersucher vermutlich zunächst schwieriger, weil der geschwungene Verlauf der Klavikula die Qualität des US-Bildes durch das Phänomen der dorsalen Schallauslöschung beeinträchtigen kann (**Abb. 9**).

Im Rahmen der konventionellen ZVK-Anlage in die VS ist bei Kindern das Risiko arterieller Fehlpunktion auch in erfahrenen Händen [9] und im Vergleich zur Punktion der VJI deutlich erhöht [19]. Die Datenlage zur sonographisch gestützten Punktion der VS ist im Vergleich zur VJI deutlich limitiert [18]. Die Zuhilfenahme von US bei der Punktion der VS kann jedoch bei unerfahrenen Anwendern die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Punktion erhöhen [13]. Darüber hinaus wird die US-gestützte Punktion der VS auch bei kleineren Kindern [34] erfolgreich angewendet.

Die VS kollabiert nicht vollständig und ist daher im Notfall Gefäßzugang der Wahl bei akuter Hypovolämie. Im Schockraum, wo ein sicherer zentralvenöser Zugang schnell vorhanden sein muss, zeigt der Einsatz von US auch bei unerfahrenen

Anwendern einen Vorteil gegenüber der Landmarkentechnik [30] und könnte daher dort verstärkt zum Einsatz kommen [3]. Im Seitenvergleich ist die Punktion der linken VS mit einer geringeren Komplikationsrate assoziiert [33].

V. femoralis

Die V. femoralis (VF) wird aufgrund der erhöhten Thrombosierungstendenz nur in Ausnahmefällen zur ZVK-Anlage genutzt [17, 29]. Die Punktion der VF mithilfe der Landmarkentechnik zeigt die höchste Komplikationsrate im Vergleich zur US-gesteuerten Technik. Es wurden arterielle Fehlpunktionen in 15% der Fälle angegeben [28]. Bei kardiopulmonaler Reanimation wurde versucht, zur Anlage eines ZVK primär die VF zu punktieren. Hilty et al. konnten in diesem Zusammenhang nachweisen, dass die US-gestützte Punktion der VF im Vergleich zur Landmarkentechnik weniger Zeit benötigte und gleichzeitig zu einer höheren Rate an korrekt platzierten Kathetern bei einer geringeren Anzahl arterieller Fehlpunktionen führte [17]. Bei Notfällen im Kindesalter wurde ebenfalls bevorzugt die VF kanüliert [39]. Auch bei schwierigen anatomischen Bedingungen kann die US-

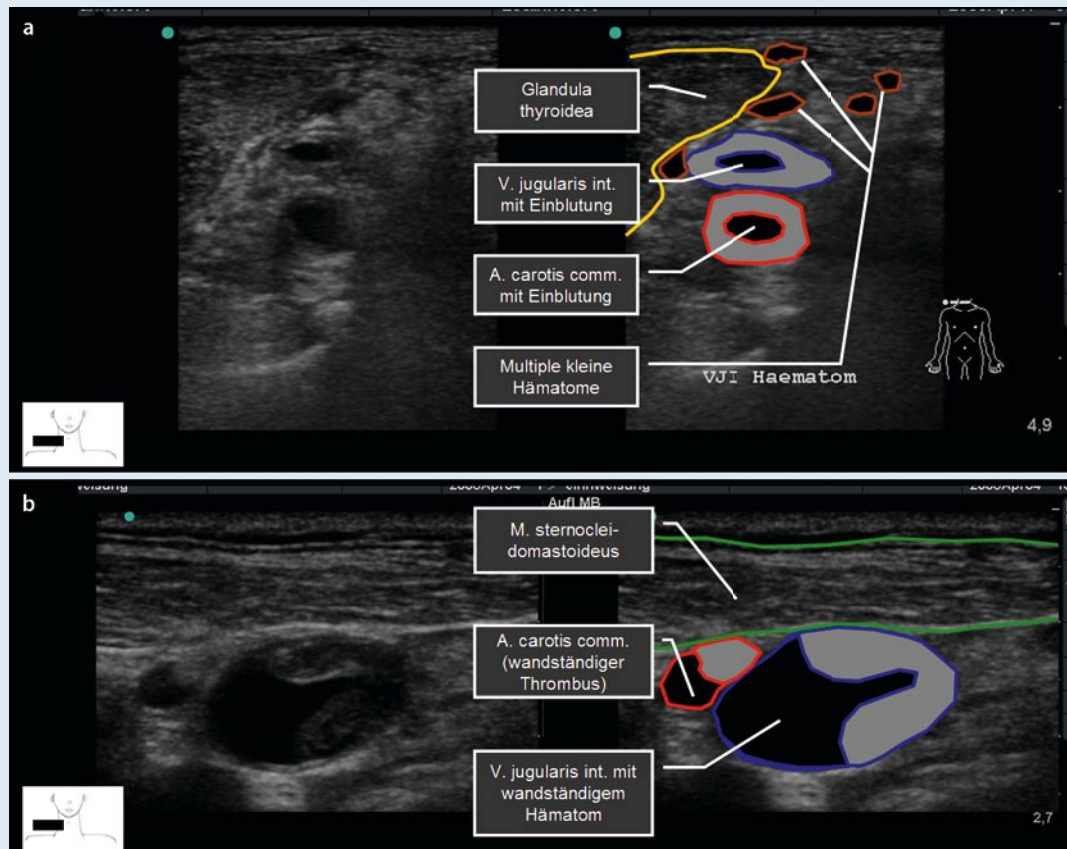


Abb. 4 ▲ Befunde bei schwieriger ZVK-Anlage der rechten V. jugularis interna (VJI), transversale Anlotung, **a** Intimaeinblutungen (*graue Flächen*) als Komplikationen nach mehrfachen Fehlpunktionen der VJI (*blau*), die dorsal der Schilddrüse (*gelb*) und vor der A. carotis communis (*rot*) liegen. Insbesondere das Lumen der Vene wird durch das Hämatom erheblich eingeeengt und macht eine Anlage selbst unter sonographischer Kontrolle praktisch unmöglich. Nebenbefundlich multiple kleine frische Hämatome (*braun*). **b** Wandständiger Thrombus als Ursache für frustrane Versuche einer perioperativen ZVK-Anlage in die rechte VJI (*blau*) hinter dem M. sternocleidomastoideus (*grün*) und neben der A. carotis communis (*rot*). Das Lumen der Vene ist durch ein großes wandständiges Hämatom (*graue Fläche*) eingeeengt. In der Arterie zeigt sich auch ein wandständiger Thrombus (*graue Fläche*)

gestützte Punktion der Landmarkentechnik überlegen sein [38].

Komplikationen

Mithilfe der Sonographie können die Komplikationen einer zentralvenösen Katheterisierung schnell und patientenschonend identifiziert werden. Aufgrund der direkten Betrachtung eines Blutgefäßes bei der US-gestützten Punktion können eine Verletzung der dorsalen Venenwand („Durchstechen“) und eine akzidentelle arterielle Fehlpunktion effektiv vermieden werden [26]. Eine unbeabsichtigte intramurale oder paravasale Lage der Punktionsnadel nach Anwendung der Landmarkentechnik wird im Regelfall lediglich durch die Unmöglichkeit, Blut zu aspirieren, bemerkt. Frische Gefäßblutungen stellen sich sonographisch echo-

arm dar (■ **Abb. 4**). In die Tiefe des Gewebes blutende retrovaskuläre Läsionen sind auch sonographisch schwer festzustellen. Im Zuge der Konsolidierung von frischen Hämatomen wird deren Reflexmuster zunehmend echodichter, sodass mithilfe der Sonographie auch Rückschlüsse auf das Alter einer Blutung gezogen werden können. Diese Nachweismethode könnte möglicherweise im Fall eines gutachterlichen Rechtsstreits Bedeutung erlangen. Eine arterielle Fehlpunktion kann bei Anwendung der Landmarkentechnik nur indirekt dadurch diagnostiziert werden, dass hellrotes Blut in den Katheter zurückpulsiert. Bei schlechter arterieller Oxygenierung und/oder niedrigem arteriellen Blutdruck ergeben sich dabei häufiger Unsicherheiten. Da die Punktion unter sonographischer Kontrolle offensichtlich unabhängig von der Beurteilung der

Farbe des Blutes ist, kann dieses Verfahren hierbei früher Informationen zur korrekten intravasalen Lage des Drahts ergeben, bevor ein Dilator oder Katheter inseriert wird, und damit einen weiteren Vorteil bei Schwerstkranken oder in Notfallsituationen darstellen.

Der sonographische Nachweis einer akzidentellen Pleurapunktion nach erfolgter Katheteranlage in die VJI oder VS stellt hohe Ansprüche an die Fähigkeiten des Untersuchers. Eine gleichzeitige Mitverletzung des Lungenparenchyms führt zu einem subkutanen Hautemphysem. Die dadurch entstandene Gewebe-Luft-Grenzfläche bedingt eine Totalreflexion der US-Wellen. Es resultiert eine drastische Verschlechterung der Bildqualität, die sich auch durch erhöhten Anpressdruck mit dem Schallkopf und zusätzlich aufgetragenes US-Gel nicht verbes-

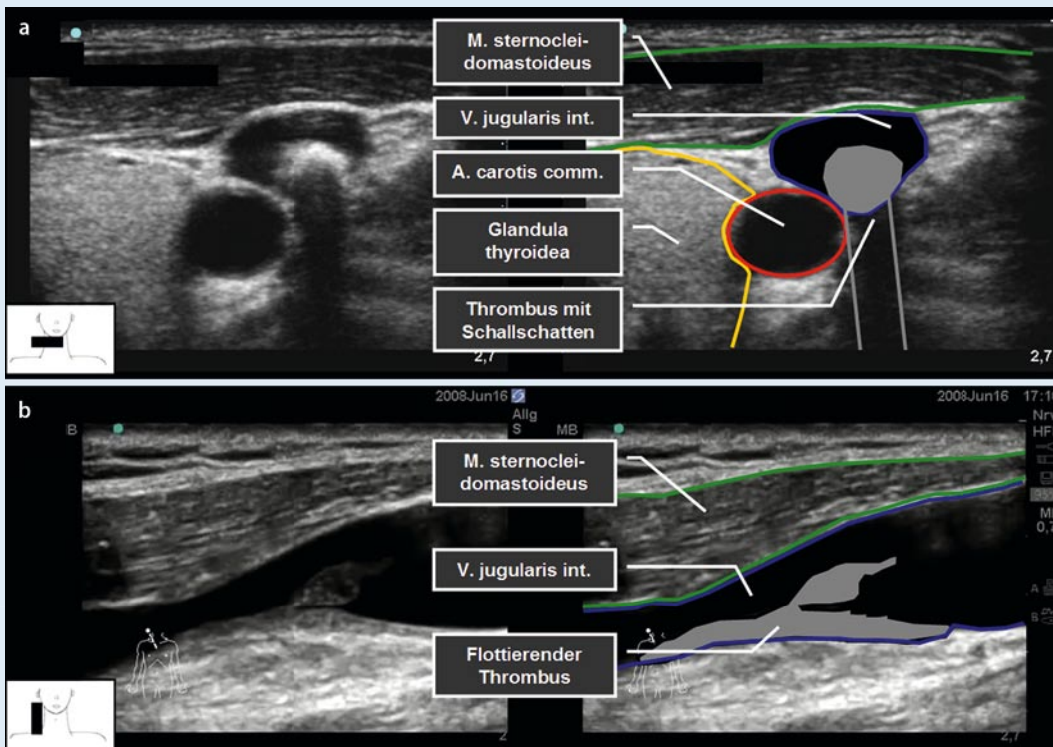


Abb. 5 **a** V. jugularis interna (VJI) einer 50-jährigen Frau, die mehr als 10 Jahre nach intensivmedizinischer Therapie eines Schädel-Hirn-Traumas aktuell einen ZVK für eine Hüftoperation erhalten sollte. Transversale Anlotung eines wandständigen, älteren Venenthrombus (*graue Fläche*) mit dorsalem Schallschatten der rechten VJI (*blau*), die zwischen A. carotis communis (*rot*), M. sternocleidomastoideus (*grün*) und Schilddrüse (*gelb*) liegt. **b** Zufallsbefund bei einem 61-jährigen Mann mit anamnestischem Prostatakarzinom, der aktuell einen ZVK für eine Hüftoperation erhalten sollte. Longitudinale Anlotung eines breitbasig aufsitzenden Venenthrombus (*graue Fläche*) der rechten VJI (*blau*) mit Gefahr einer Lungenarterienembolie durch flottierenden Appositionsthrombus

sern lässt. Eine interessante Methode ist der sonographische Nachweis eines Pneumothorax nach Lichtenstein et al. [20, 21, 24]. Dieser Befund kann unmittelbar erhoben werden, ohne auf eine Röntgenaufnahme des Thorax im Liegen warten zu müssen, die jedoch weiterhin als diagnostisches Mittel der Wahl gilt.

Besonderheiten bei Patienten auf der Intensivstation

Mobile US-Technik sollte aufgrund des großen Stellenwerts für die Behandlung schwer kranker Patienten auf einer Intensivstation vorhanden sein [4, 5, 23]. Besonderes Augenmerk gilt dabei der häufig auftretenden katheterassoziierten Thrombenbildung; diese Thromben können sowohl das Lumen verschließen als auch am Katheter anhaften und wachsen. Sie treten bei Erwachsenen und Kindern gehäuft nach Anlage großlumiger Katheter [33] sowie nach Punktion der VF auf [16, 29]. Unabhängig von Katheterdurch-

messer und Punktionsstelle erhöhen sowohl eine thrombogene Grunderkrankung [25] als auch eine Katheterverweildauer von mehr als 6 Tagen das Risiko für einen Katheterthrombus [7]. Ein korrekt platzierter ZVK kommt sonographisch als schmaler Doppelkontrast intravasal zur Darstellung (■ **Abb. 3**). Stellt sich dieser nun nicht mehr dünn und frei schwingend dar, sondern beispielsweise als klumpige, inhomogene Struktur mit unregelmäßigen Binnenechos, ist dieser Befund als Hinweis auf einen Katheterthrombus (■ **Abb. 7**) zu bewerten.

Aus diesen Gründen wäre es wünschenswert, dass auf der Intensivstation am Folgetag der Entfernung eines ZVK oder vor Verlegung des Patienten auf eine periphere Station die im Verlauf des Stationsaufenthalts punktierten zentralen Venen mithilfe von US auf ihre Durchgängigkeit hin untersucht werden und der entsprechende Befund im Arztbrief dokumentiert wird.

Leitlinien

Vor dem Hintergrund zunehmender US-geführter zentralvenöser Punktationen bei Patienten mit einem erhöhten Risikoprofil erscheint die routinemäßige Verwendung von (mobilen) US-Geräten im OP, im Schockraum und auf der Intensivstation immer wichtiger zu werden. Nicht zuletzt aufgrund der Metaanalyse von Hind et al. [18] wird bereits in den Leitlinien des britischen National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE; [45]) die US-gestützte ZVK-Anlage im zweidimensionalen Bild („B-Mode“) in Echtzeit als Standardtechnik für alle elektiven zentralvenösen Katheterisierungen bei Erwachsenen [3] und Kindern [12] empfohlen. Die Implementierung der NICE-Leitlinien führte zu einer signifikanten Reduktion der punktionsassoziierten Komplikationen [44]. In Deutschland gibt es bisher keine Leitlinien der Fachgesellschaften. Zwar hat der Einsatz von US bei der ZVK-Anlage an deutschen Anäs-

Abb. 6 ▶ Sonographischer Befund nach erfolglosen Versuchen einer ZVK-Anlage mit der Landmarkentechnik vor ventraler multisegmentaler Spondylose bei einer 80-jährigen Frau. Die Vene konnte zwar erfolgreich punktiert und auch Blut aspiriert werden. Das Vorschieben des Seldinger-Drahts gelang jedoch nicht. Transversale (oberer Bildteil) und longitudinale (mittlerer Bildteil) Anlotung der rechten V. jugularis interna (blau) und A. carotis communis (rot) lateral der Schilddrüse (gelb) und hinter dem M. sternocleidomastoideus (grün). Im Lumen der Vene ist ein umflossener Thrombus zu erkennen (graue Fläche). Der Blutfluss wurde durch farbkodierte Duplexsonographie dargestellt (unterer Bildteil, longitudinale Anlotung). Eine Ursache für diesen Thrombus war auch nach ausführlicher Anamnese nicht zu ermitteln

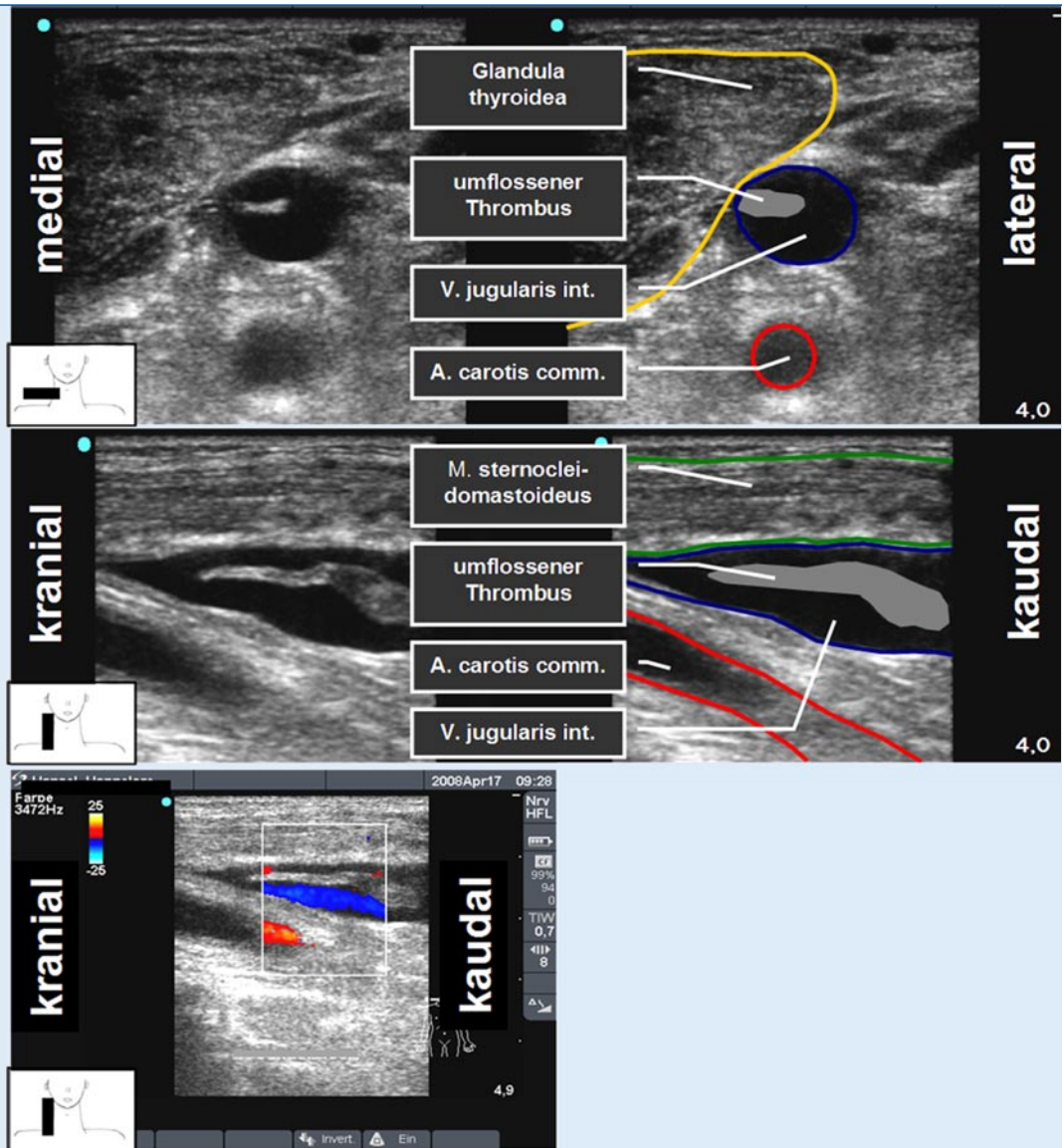
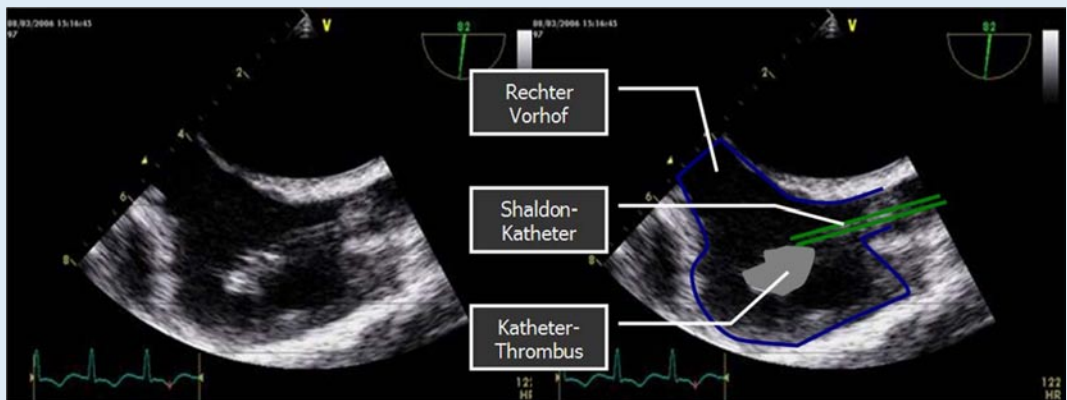


Abb. 7 ▶ Kathetherthrombus. Subakuter Thrombus (graue Fläche) an einem Shaldon-Katheter (grün) im rechten Vorhof (blau). B-Bild einer transösophagealen Echokardiographie, bikavale Anlotung im mittleren Ösophagus



thesieabteilungen in den Jahren 2003 bis 2007 erheblich zugenommen [36, 37]. Jedoch wird offenbar nur in etwa 10% aller Anästhesieabteilungen, die US einsetzen, auch ein formales Ausbildungsprogramm

angeboten [36]. Daher stellt sich die Frage, ob und wie gut die Technik der US-gesteuerten Venenpunktion für „US-Neuzen“ erlernbar ist. Miller et al. [30] zeigten, dass ärztliches Personal in Notaufnahmen

bereits nach einstündiger Einweisung die Sonographie bei schwieriger ZVK-Anlage adäquat benutzen konnte.

In den britischen NICE-Leitlinien wird gefordert, dass alle Anwender ein-

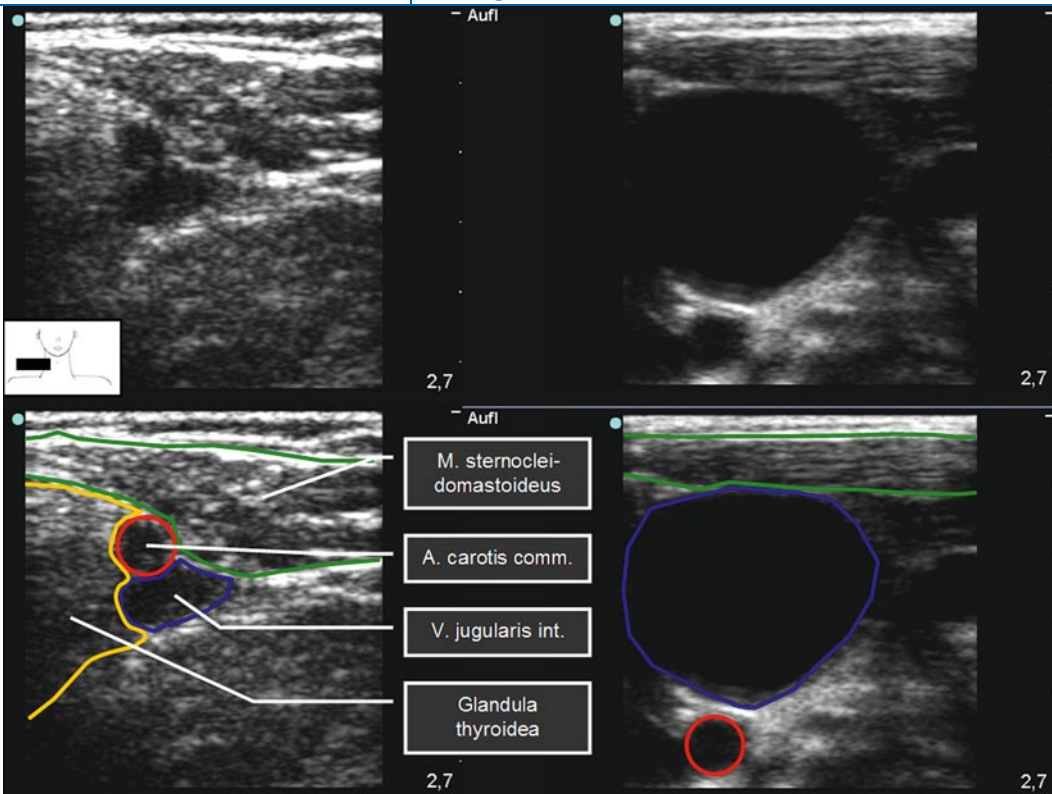


Abb. 8 ◀ Normalbefund der rechten V. jugularis interna (VJI) bei einem 2-jährigen Mädchen Transversale Anlotung der VJI (blau) zwischen M. sternocleidomastoideus (grün) und Schilddrüse (gelb) in Ruhe (linker Bildteil). Die VJI liegt posterolateral der A. carotis communis (rot). Wenn das Kind schreit (rechter Bildteil), nimmt der Durchmesser der Vene deutlich zu, und die Arterie wird in die Tiefe verdrängt

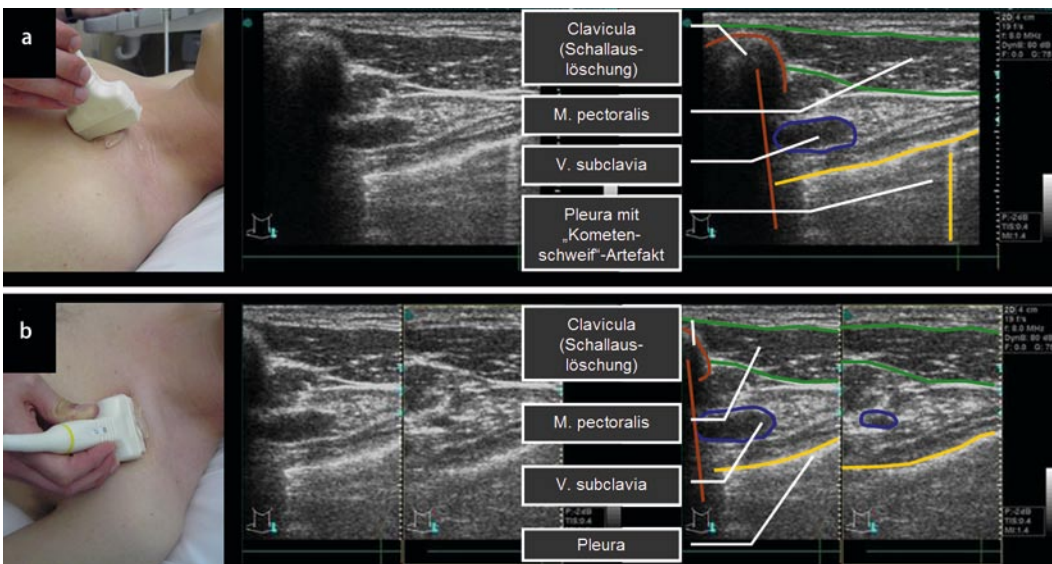


Abb. 9 ◀ Anlotung und Darstellung der linken V. subclavia (VS) in Vorbereitung für eine ZVK-Anlage. **a** Transversale Anlotung (kurze Achse), VS (blau) hinter dem M. pectoralis (grün) und vor der echo-genen Pleura (gelb), die ein „Kometenschweifartefakt“ produziert. **b** Longitudinale Anlotung (lange Achse) der VS während Expiration (linkes Teilbild) und Inspiration (rechtes Teilbild). Beachten Sie, dass auch der Durchmesser der VS physiologischen Schwankungen unterliegt

gewiesen sein müssen [45]. Dabei dürfte sich die Ausbildung nicht nur auf die Vermittlung praktischer Fertigkeiten beschränken. Vielmehr müssten zusätzlich Grundkenntnisse der US-Technologie unterrichtet und potenzielle Anwender zudem in die Lage versetzt werden, auch US-Bilder ausreichend interpretieren zu können. Gleichzeitig wird jedoch darauf hingewiesen, dass ein obligatorischer Einsatz von US bei jeder zentralvenösen Punktion nicht angemessen ist (zumindest zum jetzigen Zeitpunkt; [45]). In

Deutschland bleibt es in jedem Fall wünschenswert, dass die US-geführte Technik der Gefäßpunktion bei Risikopatienten zumindest als Ergänzung zur Verfügung steht. Weiterhin sollte das Verfahren nicht ausschließlich dann eingesetzt werden, wenn die blinde Punktion mehrfach erfolglos war. Abgesehen von den forensischen Gründen spricht die in einer Modellrechnung skizzierte Kostenreduktion [8] für die Zuhilfenahme von Sonographie bei der zentralvenösen Punktion im Krankenhaus der Zukunft.

Fazit für die Praxis

Bei einer zentralvenösen Punktion kann eine Vielzahl von Gründen zu erheblichen Komplikationen bei Erwachsenen und Kindern führen. Metaanalysen belegen, dass bei der ZVK-Anlage der Einsatz von US im Vergleich zur Punktion anhand der Landmarkentechnik das Risiko für Katheterfehlagen und akzidentelle arterielle Punktion reduziert. Alle wesentlichen pathologischen Befunde, die sich

im Zuge einer zentralvenösen Punktion ergeben, können aufgrund der charakteristischen sonoanatomischen Darstellung durch geschulte Anwender schnell und zuverlässig identifiziert werden. Es ist daher unerlässlich, dass diese Technik nicht nur sicher angewendet werden kann, sondern dass insbesondere Anästhesisten und Intensivmediziner auch typische pathologische Befunde identifizieren können.

Korrespondenzadresse

PD Dr. R. Breitzkreutz

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt am Main
raoul.breitzkreutz@gmail.com

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

Literatur

- Alderson PJ, Burrows FA, Stemp LI et al (1993) Use of ultrasound to evaluate internal jugular vein anatomy and to facilitate central venous cannulation in paediatric patients. *Br J Anaesth* 70:145–148
- Asheim P, Mostad U, Aadahl P (2002) Ultrasound-guided central venous cannulation in infants and children. *Acta Anaesthesiol Scand* 46:390–392
- Atkinson P, Boyle A, Robinson S et al (2005) Should ultrasound guidance be used for central venous catheterisation in the emergency department? *Emerg Med J* 22:158–164
- Beaulieu Y, Marik PE (2005) Bedside ultrasonography in the ICU: part 1. *Chest* 128:881–895
- Beaulieu Y, Marik PE (2005) Bedside ultrasonography in the ICU: part 2. *Chest* 128:1766–1781
- Blaivas M, Brannam L, Fernandez E (2003) Short-axis versus long-axis approaches for teaching ultrasound-guided vascular access on a new inanimate model. *Acad Emerg Med* 10:1307–1311
- Burns KE, McLaren A (2008) A critical review of thromboembolic complications associated with central venous catheters. *Can J Anaesth* 55:532–541
- Calvert N, Hind D, McWilliams RG et al (2003) The effectiveness and cost-effectiveness of ultrasound locating devices for central venous access: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess* 7:1–84
- Citak A, Karabocuoglu M, Ucsel R et al (2002) Central venous catheters in pediatric patients – subclavian venous approach as the first choice. *Pediatr Int* 44:83–86
- Denys BG, Uretsky BF (1991) Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access. *Crit Care Med* 19:1516–1519
- Forauer AR, Glockner JF (2000) Importance of US findings in access planning during jugular vein hemodialysis catheter placements. *J Vasc Interv Radiol* 11:233–238
- Grebenik CR, Boyce A, Sinclair ME et al (2004) NICE guidelines for central venous catheterization in children. Is the evidence base sufficient? *Br J Anaesth* 92:827–830
- Gualtieri E, Deppe SA, Sipperly ME et al (1995) Subclavian venous catheterization: greater success rate for less experienced operators using ultrasound guidance. *Crit Care Med* 23:692–697
- Haas NA (2004) Clinical review: vascular access for fluid infusion in children. *Crit Care* 8:478–484
- Haavestad R, Latto PN, Vitale N (2007) Right subclavian catheter perforation of the aorta due to an incorrect external landmark-guided insertion technique. *CJEM* 9:43–45
- Hamilton HC, Foxcroft DR (2007) Central venous access sites for the prevention of venous thrombosis, stenosis and infection in patients requiring long-term intravenous therapy. *Cochrane Database Syst Rev* CD004084
- Hilty WM, Hudson PA, Levitt MA et al (1997) Real-time ultrasound-guided femoral vein catheterization during cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 29:331–336; discussion 337
- Hind D, Calvert N, McWilliams R et al (2003) Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 327:361
- Iovino F, Pittiruti M, Buononato M et al (2001) Central venous catheterization: complications of different placements. *Ann Chir* 126:1001–1006
- Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P et al (1999) The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 25:383–388
- Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P et al (2000) The „lung point“: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 26:1434–1440
- Lichtenstein D, Saifi R, Arguarde R et al (2001) The internal jugular veins are asymmetric. Usefulness of ultrasound before catheterization. *Intensive Care Med* 27:301–305
- Lichtenstein DA (2007) Point-of-care ultrasound: infection control in the intensive care unit. *Crit Care Med* 35:S262–S267
- Lichtenstein DA, Meziere G, Lascols N et al (2005) Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 33:1231–1238
- Linenberger ML (2006) Catheter-related thrombosis: risks, diagnosis, and management. *J Natl Compr Canc Netw* 4:889–901
- Maecken T, Grau T (2007) Ultrasound imaging in vascular access. *Crit Care Med* 35:S178–S185
- Mallinson C, Bennett J, Hodgson P et al (1999) Position of the internal jugular vein in children. A study of the anatomy using ultrasonography. *Paediatr Anaesth* 9:111–114
- McGee DC, Gould MK (2003) Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 348:1123–1133
- Merrer J, De Jonghe B, Golliot F et al (2001) Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 286:700–707
- Miller AH, Roth BA, Mills TJ et al (2002) Ultrasound guidance versus the landmark technique for the placement of central venous catheters in the emergency department. *Acad Emerg Med* 9:800–805
- Milling T, Holden C, Melniker L et al (2006) Randomized controlled trial of single-operator vs. two-operator ultrasound guidance for internal jugular central venous cannulation. *Acad Emerg Med* 13:245–247
- Nolsoe CP, Lorentzen T, Skjoldbye BO et al (2007) The basics of interventional ultrasound. *Ultraschall Med* 28:248–263; quiz 264, 267
- Onders RP, Shenk RR, Stellato TA (2006) Long-term central venous catheters: size and location do matter. *Am J Surg* 191:396–399
- Pirrotte T, Veyckemans F (2007) Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants and children: a novel approach. *Br J Anaesth* 98:509–514
- Riley RH, Gaylard DG, Wright DA et al (1999) The LMA and difficulty with internal jugular vein cannulation. *Anaesthesia* 54:1224
- Schummer W, Sakka SG, Huttemann E et al (2009) Ultrasound guidance for placement control of central venous catheterization. Survey of 802 anaesthesia departments for 2007 in Germany. *Anaesthesist* 58:677–685
- Schummer W, Schummer C, Tuppatsch H et al (2004) Zur Anwendung von Ultraschall bei der Anlage zentraler Venenkatheter in Deutschland: Eine Umfrage unter 817 Anästhesieabteilungen. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 39:87–93
- Sheridan RL, Petras L, Lydon M (1997) Ultrasonic imaging as an adjunct to femoral venous catheterization in children. *J Burn Care Rehabil* 18:156–158
- Skippen P, Kissoon N (2007) Ultrasound guidance for central vascular access in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 23:203–207
- Slama M, Novara A, Safavian A et al (1997) Improvement of internal jugular vein cannulation using an ultrasound-guided technique. *Intensive Care Med* 23:916–919
- Takeyama K, Kobayashi H, Suzuki T (2005) Optimal puncture site of the right internal jugular vein after laryngeal mask airway placement. *Anesthesiology* 103:1136–1141
- Trautner H, Greim CA, Arzet H et al (2003) Ultrasound-guided central venous cannulation in neuropaediatric patients to avoid measures causing potential increase in brain pressure. *Anaesthesist* 52:115–119
- Vergheze ST, McGill WA, Patel RI et al (1999) Ultrasound-guided internal jugular venous cannulation in infants: a prospective comparison with the traditional palpation method. *Anesthesiology* 91:71–77
- Wigmore TJ, Smythe JF, Hacking MB et al (2007) Effect of the implementation of NICE guidelines for ultrasound guidance on the complication rates associated with central venous catheter placement in patients presenting for routine surgery in a tertiary referral centre. *Br J Anaesth* 99:662–665
- NICE-Guidelines. <http://guidance.nice.org.uk/TA49>