

2 Ultraschallgestützte Detektion und Punktion von Gefäßen

In der historischen Entwicklung der Sonografie für rein anästhesiologische Zwecke gehörten die Blutgefäße sicherlich zu den ersten anatomischen Strukturen, die systematisch untersucht wurden und die maßgeblich und relativ früh die Möglichkeiten der Ultraschalluntersuchung im Fachgebiet der Anästhesiologie und Intensivmedizin aufzeigten. Auch didaktisch besitzt die sonografische Abbildung von Gefäßen einen wichtigen Stellenwert, zumal diese leicht zu erkennen sind und ihre Darstellung meist nicht viele Vorkenntnisse bzw. Erfahrung erfordert (Abb. 2.1). In der Regel stellt sich das Gefäßlumen als hypoechogen dar mit einer hyperechogenen Wand. Gelegentlich zeigen sich intravasale Befunde, die bei regelmäßiger sonografischer Inspektion der zu punktierenden Gefäße immer wieder auffallen, wie z. B. Thromben, Kollapsneigung, Katheterschleifen etc. Die Sonografie von Gefäßen kann somit als das ideale „Eingangportal“ betrachtet werden, über das die Ultraschalluntersuchung erlernt und etabliert werden kann, zumal der Untersuchungsvorgang keine wesentliche Belastung und zeitlichen Aufwand für Patienten und Untersucher erfordert. Neben den anatomischen Strukturen selbst empfiehlt es sich, die einzelnen Untersuchungsschritte anhand der sonografischen Inspektion von Gefäßen regelmäßig einzuüben und im weiteren Verlauf die Führung des Schallkopfes mit gleichzeitigem Handling zur Punktion zu erlernen.

2.1 Allgemeines

Identifikation von Gefäßen

Mit den für die Klinik bislang zur Verfügung stehenden Ultraschallgeräten können Blutgefäße bis zu einem Durchmesser von ca. 2 mm problemlos sonografisch gesichtet werden. Die Detektion wird durch die Doppler-Funktion erleichtert, die jedoch nicht immer gegeben ist. In den meisten Fällen ist es ratsam, die Gefäße in beiden Ebenen mittels Ultraschall darzustellen. In Abhängigkeit vom Auflagedruck, den der Schallkopf auf die Haut ausübt, kann der Durchmesser der jeweiligen Gefäße variieren, so dass bei der Untersuchung auf diesen Faktor zu achten ist.

Bedacht werden müssen auch Lagevariationen von Gefäßen, die immer wieder Ursache für eine falsche Interpretation der Befunde sind.

Häufig lassen sich als Nebenbefund thrombotische Veränderungen nachweisen. Diese fallen auf durch mangelnde Kompressionsmöglichkeit, intraluminal erhöhte Echogenität und – falls vorhanden – fehlende Doppler-Signale.

Die Differenzierung von Venen und Arterien für rein anästhesiologische und/oder intensivmedizinische Fragestellungen ist meist durch leichte Kompression mit dem Schallkopf möglich (Abb. 2.2). Der Einsatz der Doppler-Funktion bietet eine elegante und bequeme Möglichkeit zur Differenzierung, ist in den allermeisten Fällen jedoch entbehrlich.

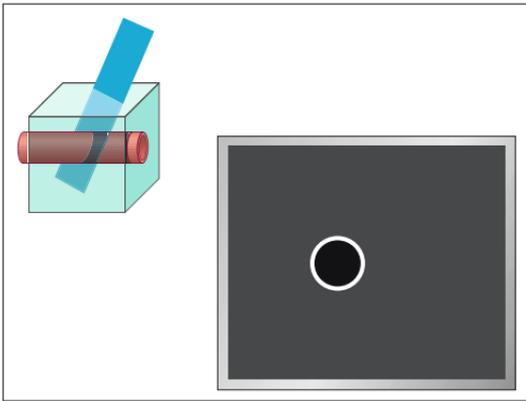


Abb. 2.1 Blutgefäße lassen sich in der Querdarstellung relativ einfach sonografisch abbilden. Das hypoechogene Gefäßlumen wird durch die hyperechogene Gefäßwand deutlich abgegrenzt.

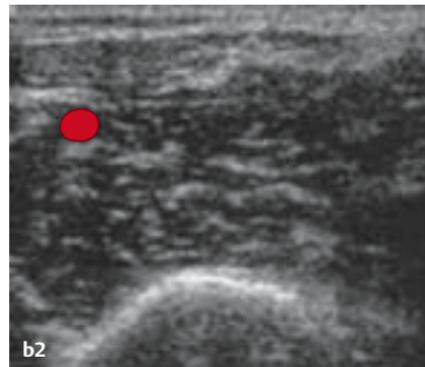
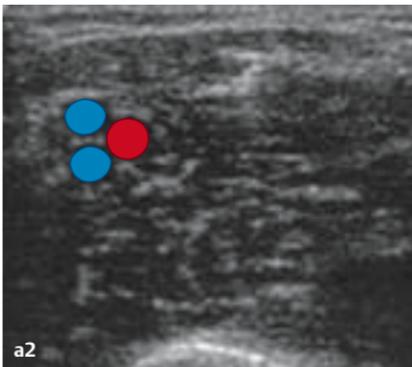
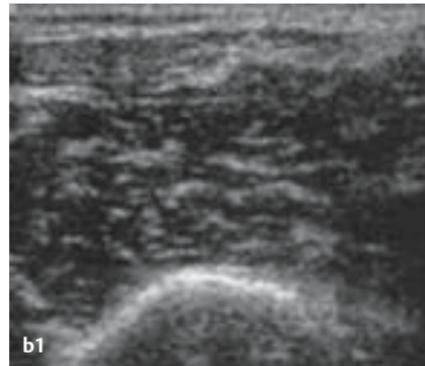
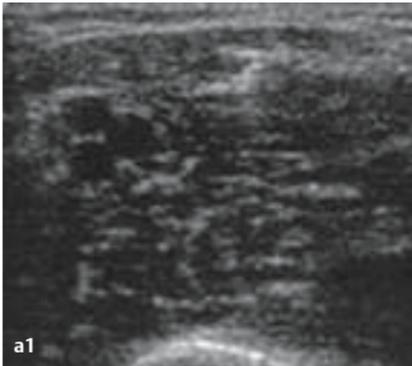


Abb. 2.2 a u. b Auch ohne Doppler-Funktion kann man Arterien und Venen einfach durch leichte Kompression mit dem Schallkopf unterscheiden.

Punktion von Gefäßen

Gefäße lassen sich selbst bis in den Millimeterbereich ultraschallgesteuert punktieren. In diesen Größenordnungen sind jedoch gute Vorkenntnisse und Erfahrung im Umgang mit der Sonografie jedoch erforderlich. Durch die sonografische Kontrolle sinkt die Rate der Komplikationen, wie z. B. die versehentliche arterielle Punktion oder Nervenirritation, was in der Literatur als triftiges Argument für die Anwendung des Ultraschalls angeführt wird.

Im klinischen Alltag wird in den meisten Fällen die ultraschallgesteuerte Punktion von Gefäßen zur Schallebene hin praktiziert. Mit der Querdarstellung von Punktionsnadel und Zielgefäß (Abb. 2.3 a–c) können beinahe alle in Frage kommenden ultraschallgeführten vaskulären Zugänge durchgeführt werden. Eine gleichzeitige Längsdarstellung von Kanüle und Gefäß (Abb. 2.4 a–d) gestaltet sich meist als sehr schwierig und bleibt daher Ausnahmen vorbehalten.

Literatur

1. Abboud PA, Kendall JL. Ultrasound guidance for vascular access. *Emerg Med Clin North Am* 2004;22:749-773.
2. Calvert N, Hind D, McWilliams R, Davidson A, Beverley CA, Thomas SM. Ultrasound for central venous cannulation: economic evaluation of cost-effectiveness. *Anaesthesia* 2004;59:1116.
3. Galloway S, Sharma A, Ward J, Bodenham AR. A review of an anaesthetic led vascular access list. *Anaesthesia* 2005;60:772-778.
4. Grebenik CR, Boyce A, Sinclair ME, Evans RD, Mason DG, Martin B. NICE guidelines for central venous access catheterization in children. Is the evidence base sufficient? *Br J Anaesth* 2004;92:827-830.
5. Haas NA. Clinical review: vascular access for fluid infusion in children. *Crit Care* 2004;8:478-484.
6. Hall AP, Russell WC. Toward safer central venous access: ultrasound guidance and sound advice. *Anaesthesia* 2005;60:1-4.
7. Martin MJ, Husain FA, Piesman M, Mullenix PS, Steele SR, Andersen CA, Giacoppe GN. Is routine ultrasound guidance for central line placement beneficial? A prospective analysis. *Curr Surg* 2004;61:71-74.
8. Sandhu NP, Sidhu DS. Mid-arm approach to basilic and cephalic vein cannulation using ultrasound guidance. *Brit J Anesth* 2004;93:292-294.
9. Scott DHT. It's NICE to see in the dark. *Brit J Anesth* 2003;91:269-273.

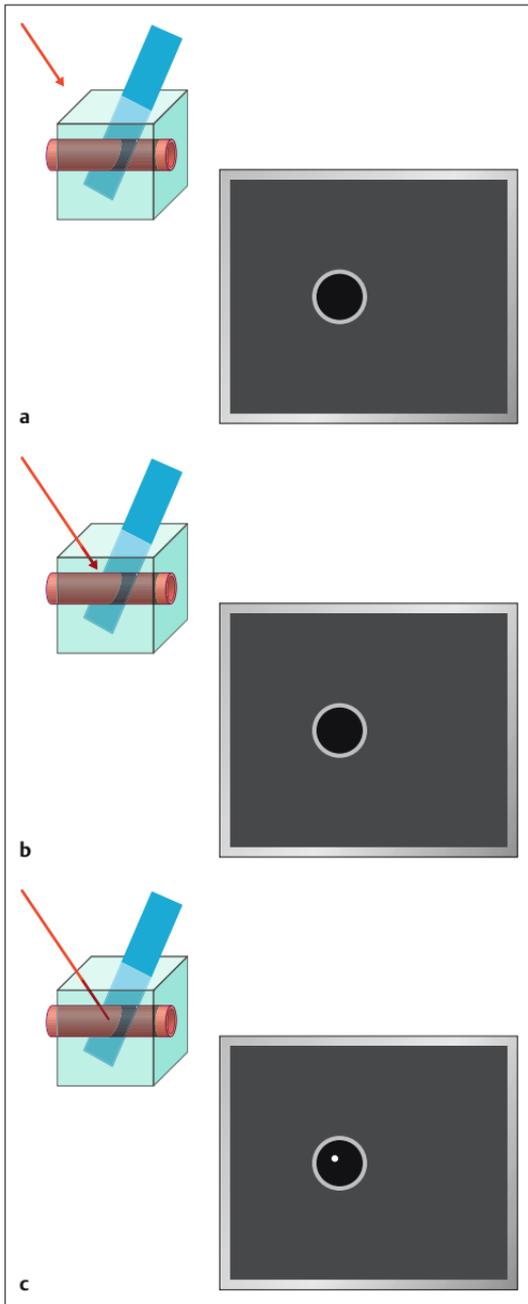


Abb. 2.3 a–c Schematische Darstellung einer Gefäßpunktion in Querschnitt. Die Punktionsnadel wird dabei zur Schallebene geführt.

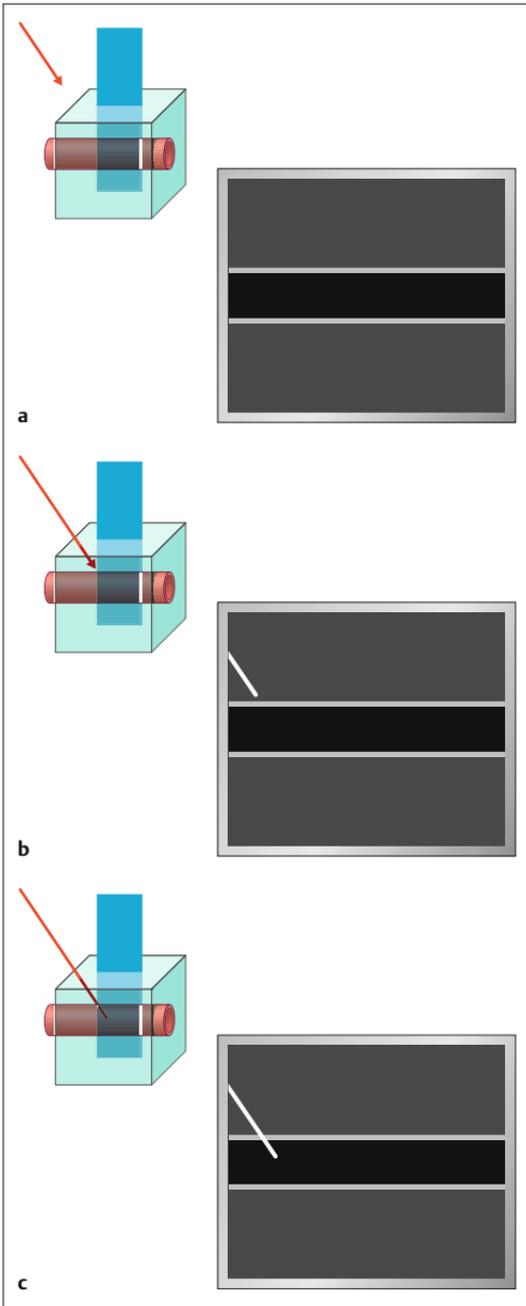


Abb. 2.4a-c Schematische Darstellung einer Gefäßpunktion in Längsdarstellung. Die Punktionsnadel wird dabei in der Schallebene geführt.

2.2 Vena jugularis interna

Die sonografische Darstellung und anschließende Punktion der V. jugularis interna wurde in der Anästhesiologie und Intensivmedizin als eine der ersten Prozeduren beschrieben, bei denen sich die Ultraschalluntersuchung als hilfreich erwiesen hat, um den Punktionserfolg zu erhöhen und gleichzeitig die Komplikationsrate zu senken. Gerade bei frustranen Vorpunktionen, Gerinnungsstörungen, anatomischen Abweichungen sowie bei Säuglingen und Kindern wurde der Benefit des Ultraschalls bei der Punktion der V. jugularis interna mehrfach beschrieben.

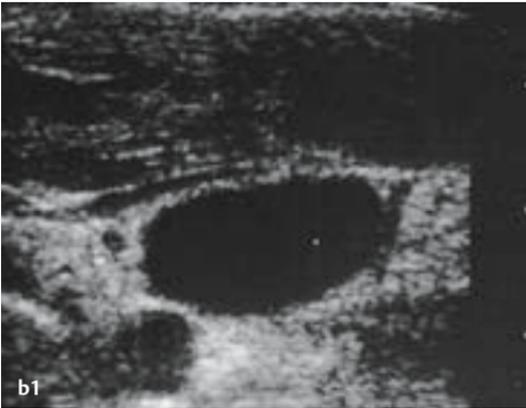
Die Größe des Gefäßes und die Häufigkeit der Indikationsstellung zur Punktion prädestiniert die V. jugularis interna als „Einstiegsorgan“ für ultraschallgeführte Prozeduren in der Anästhesiologie und Intensivmedizin.

Identifikation

Die sonografische Identifikation der V. jugularis interna wird durch deren relative Größe sowie oberflächliche Lage deutlich erleichtert und gelingt auch dem Anfänger. Als erstes sollte die Querdarstellung vorgenommen werden, und zwar möglichst auf Höhe des Krikoids (Abb. 2.5 a, b). Anschließend wird der Schallkopf nach kranial und kaudal verschoben, so dass man auch ausreichende Informationen über die Punktionsumgebung erhält. Danach kann die Vene noch in Längsrichtung abgebildet werden (Abb. 2.6 a, b), was in einigen Fällen nützlich ist, wie z. B. zur Detektion von Thromben oder zur Katheterdarstellung. Der günstigste Punktionsort wird so gewählt, dass die Lage der Vene im Verhältnis zur A. carotis optimal ist.



Abb. 2.5 a u. b Sonografische Darstellung der V. jugularis interna im Querschnitt:
a Position des Schallkopfes.



b Sonogramm.

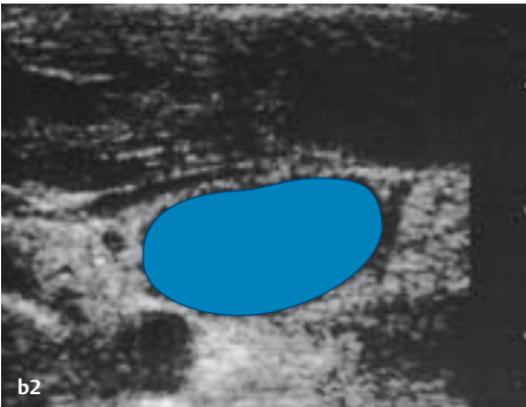
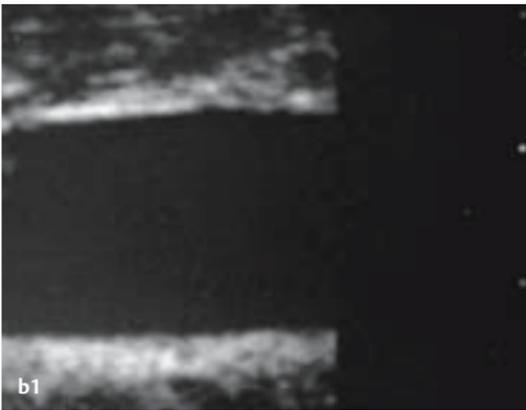
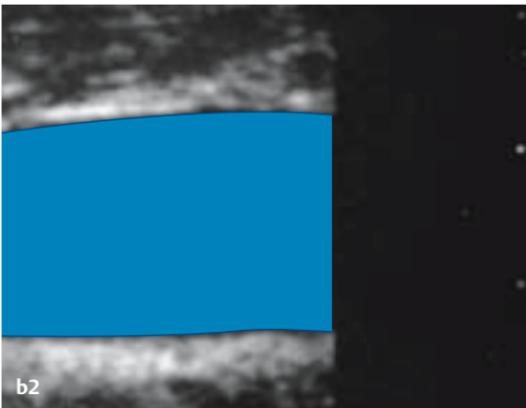




Abb. 2.6 a u. b Sonografische Darstellung der V. jugularis interna im Längsschnitt:
a Position des Schallkopfes.



b Sonogramm.



Punktion

Die klinische Praxis hat gezeigt, dass zur Punktion der V. jugularis interna die Querdarstellung gewählt werden sollte. Nahezu alle Publikationen stimmen dieser Vorgehensweise zu. Die V. jugularis interna wird genau in der Mitte des Bildes projiziert. Mit einem Abstand von ca. 2 cm oberhalb des Schallkopfes kann die Punktionsnadel durch die Haut penetriert und anschließend zur Vene vorgeführt werden (Abb. 2.7a–e). Zur sicheren sonografischen Darstellung der Kanüle ist zunächst ein Winkel von etwa 45° zu wählen. Durch leichte Kippbewegungen von Schallkopf und/oder Kanüle kann das Optimum der Schattendarstellung der Punktionsnadel empirisch ermittelt werden.



Abb. 2.7a–e Punktion der V. jugularis interna:

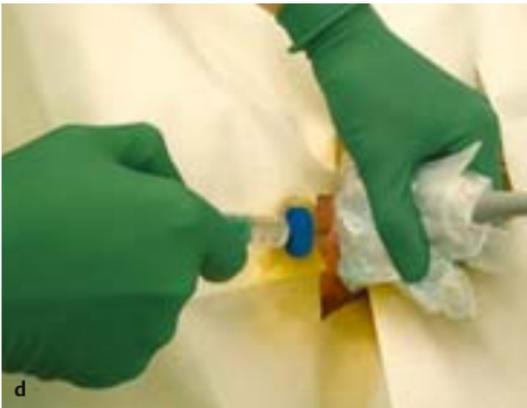
a Sterile Umhüllung des Schallkopfes.



b Sterile Umhüllung des Schallkopfes zur anschließenden Gefäßpunktion.



c Querschnitt der Vena jugularis interna (parallel zur subkutanen Applikation von Lokalanästhetikum) unter sterilen Kautelen.



d Führung der Kanüle, Penetration etwa 2 cm oberhalb des Schallkopfes



e Erfolgreiche Punktion der Vena jugularis interna mit Hilfe des Ultraschalls

Sehr häufig wird während des Vorschubens der Kanüle (Abb. 2.8 a-d) die Vene leicht komprimiert. Unmittelbar nach Penetration der Venenwand lässt der Kompressionseffekt nach. Aufgrund der Dicke der Nadel tritt nicht selten unterhalb der Kanüle im Sonogramm ein Schatten auf, der durch Echophänomene oftmals hyperechogen imponiert. Hierbei sollte man sich im Klaren sein, dass es sich dabei nicht um eine längere Streckenabbildung der Kanüle handelt.

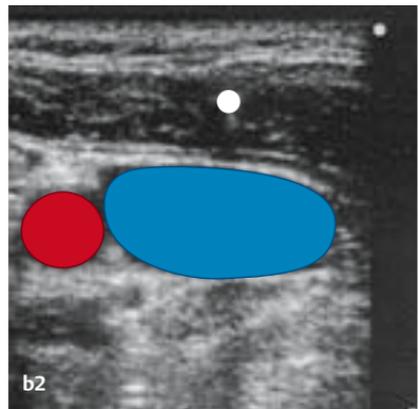
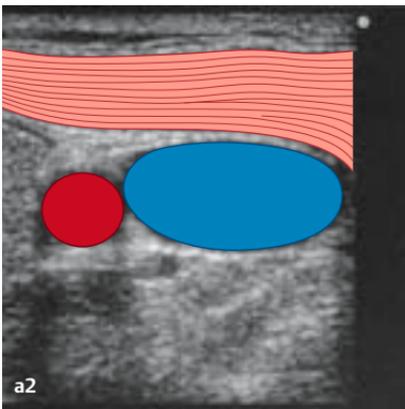
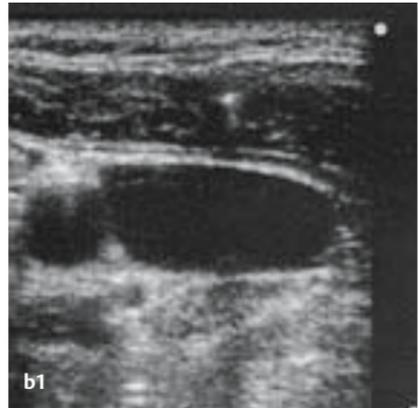
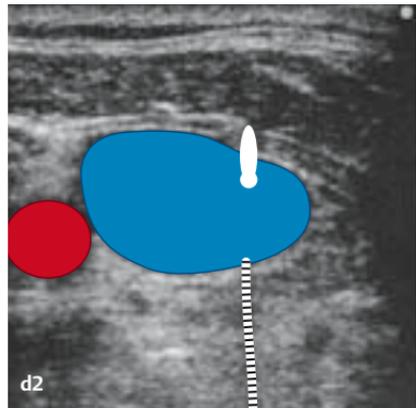
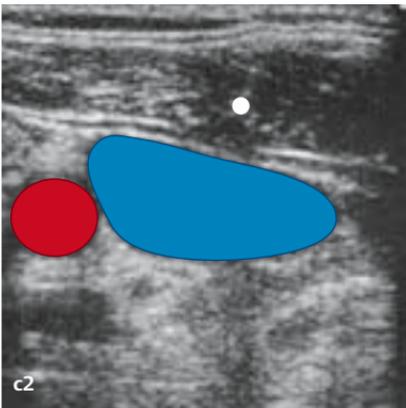
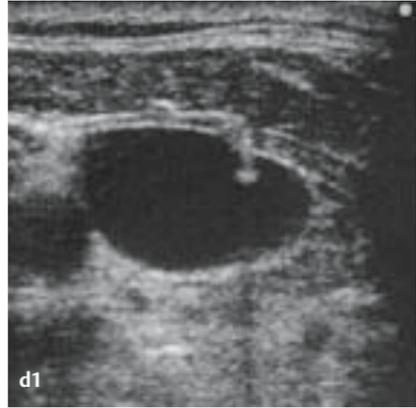


Abb. 2.8 a-d Punktion der V. jugularis interna im sonografischen Bild:
a Darstellung der V. jugularis interna, der A. carotis communis und des M. sternocleidomastoideus.
b Annäherung der Kanüle an das Gefäß.

Bei der Sonografie der V. jugularis interna treten immer wieder bestimmte Befunde auf, die verschiedene Konsequenzen nach sich ziehen können. Am häufigsten sind:

- **Variation der Lage:** Bis zu 6% der Patienten weisen eine Abweichung der Lage der V. jugularis interna in Bezug auf die A. carotis communis auf. Oft ist dabei die Vene ventral der Karotis positioniert, in manchen Fällen sogar medial. **Cave:** Falsche Führung und Haltung des Schallkopfes können bei sonst normaler Lage der Halsgefäße Variationen vortäuschen!



c Kompression des Gewebes durch die Kanülierung.

d Eindringen der Kanüle in das Gefäß.

- **Thromben:** Insbesondere bei vorpunktierten Patienten liegen nicht selten Thromben vor (Abb. 2.9, 2.10 a, b, 2.11, 2.12), die ab einer bestimmten Größe die Anlage zentralvenöser Katheter erheblich limitieren bzw. gänzlich unmöglich machen. In der klinischen Praxis hat es sich bewährt, ab einer Thrombengröße, die etwa der Hälfte des Venenquerschnitts entspricht, auf die Punktion zu verzichten und auf alternative Punktionsorte auszuweichen.
- **Kollapsneigung:** Die Kollapsneigung der V. jugularis interna ist ebenfalls ein recht häufiges Phänomen. Sie kann sich hauptsächlich bei einer Dehydratation bzw. Hypovolämie manifestieren oder sich infolge einer Hämatombildungen nach Vorpunktionen entwickeln, wobei die Vene vom Hämatom regelrecht ummauert wird (Abb. 2.13 a, b). Bei Dehydratation kann nach Hydrierung im Intervall eine erneute sonografische Kontrolle mit anschließendem ultraschallgesteuertem Punktionsversuch durchgeführt werden.

Literatur

1. Alderson PJ, Burrows FA, Stemp LI, Holtby HM. Use of ultrasound to evaluate internal jugular vein anatomy and to facilitate central venous cannulation in paediatric patients. *Brit J Anaesth* 1993;70:145-148.
2. Braß P, Volk O, Leben J, Schregel W. Zentralvenöse Punktion – nur noch mit Ultraschall? *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001;36:619-627.
3. Brederlau J, Greim C, Schwemmer U, Haunschmid B, Markus C, Roewer N. Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein in critically ill patients positioned in the 30 degrees dorsal elevation. *Eur J Anaesthesiol* 2004;21:684-687.
4. Chuang WX, Wei W, Yu L. A randomized-controlled study of ultrasound relocation vs. anatomical landmark-guided cannulation of the internal jugular vein in infants and children. *Paediatr Anaesth* 2005;15:733-738.
5. Denys BG, Uretsky BF. Anatomical variations of internal jugular vein location: Impact on central venous access. *Crit Care Med* 1991;19:1516-1519.
6. Galloway S, Bodenham A. Long-term central venous access. *Brit J Anaesth* 2004;92:722-734.
7. Gann M, Sardi A. Improved results using ultrasound guidance for central venous access. *Am Surg* 2003;69:1104-1107.
8. Grebenik CR, Boyce A, Sinclair ME, Evans RD, Mason DG, Martin B. NICE guidelines for central venous catheterization in children. Is the evidence base sufficient? *Brit J Anaesth* 2004;92:827-830.
9. Hatfield A, Bodenham A. Portable ultrasound for difficult central venous access. *Brit J Anaesth* 1999;82:822-826.
10. Lichtenstein D, Saifi R, Augarde R, Prin S, Schmitt JM, Page B, Pipien I, Jardin F. The internal jugular veins are asymmetric. Usefulness of ultrasound before catheterization. *Intensive Care Med* 2001;27:301-305.
11. Oguzkurt L, Tercan F, Kara G, Torun D, Kizilkilic O, Yildirim T. US-guided placement of temporary internal jugular vein catheters: immediate technical success and complications in normal and high-risk patients. *Eur J Radiol* 2005;55:125-129.

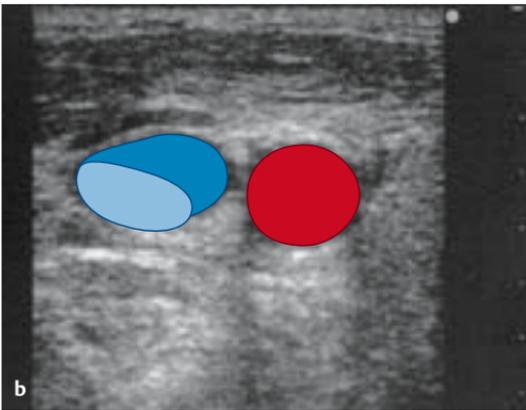
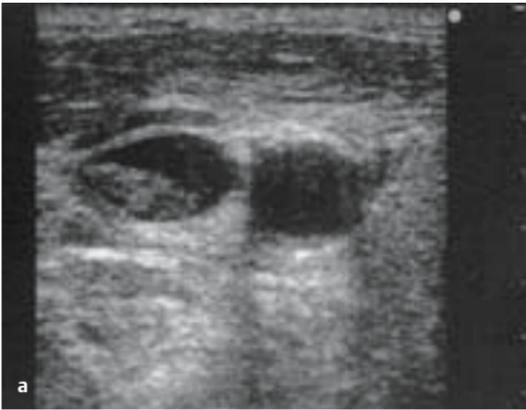
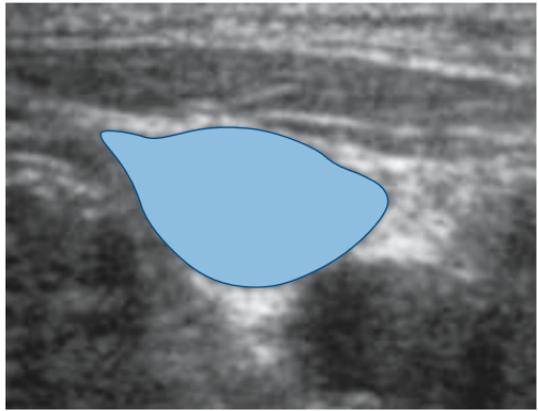
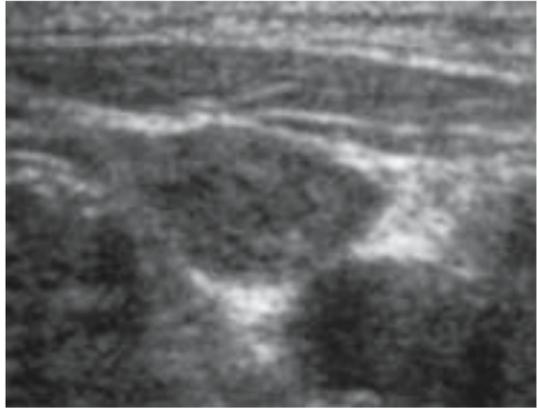
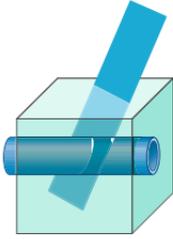


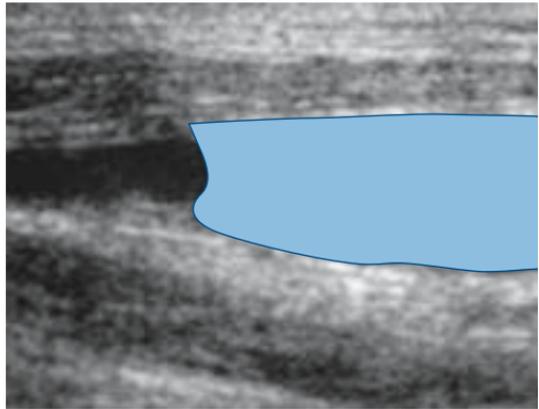
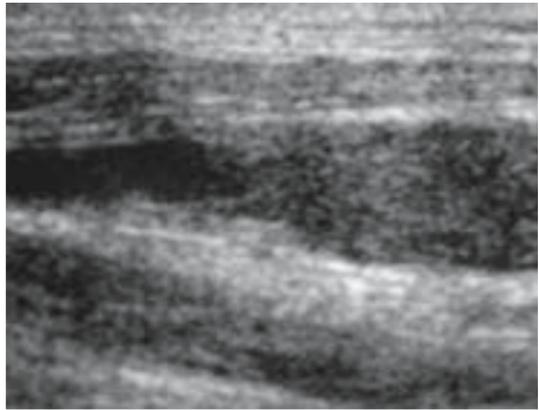
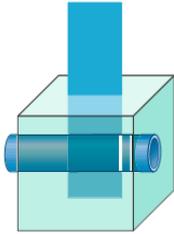
Abb. 2.9 a u. b Teilthrombo-
sierung der V. jugularis interna,
die die Gefäßpunktion limitie-
ren kann.

12. Parry G. Trendelenburg position, head elevation and a midline position optimize right internal jugular vein diameter. *Can J Anesth* 2004;51:379-381.
13. Randolph AG, Cook DJ. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: A meta-analysis of the literature. *Crit Care Med* 1996;24:2053-2058.
14. Riopelle JM, Ruiz DP, Hunt JP, Mitchell MR, Mena JC, Rigol JA, Jubelin BC, Riopelle AJ, Kozmenko VV, Miller MK. Circumferential adjustment of ultrasound probe position to determine the optimal approach to the internal jugular vein: a noninvasive geometric study in adults. *Anesth Analg* 2005;100:512-519.
15. Scott DHT. It's NICE to see in the dark. *Brit J Anesth* 2003;91:269-273.
16. Troianos CA, Jobes DR, Ellison N. Ultrasound guided cannulation of the internal jugular vein. *Anaesthesiology* 1990;73:451.
17. Turba UC, Uflacker R, Hannegan C, Selby JB. Anatomic relationship of the internal jugular vein and the common carotid artery applied to percutaneous transjugular procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2005;28:303-306.
18. Verghese ST, McGill WA, Patel RI, Sell JE, Midgley FM, Ruttimann UE. Ultrasound-guided internal jugular venous cannulation in infants: a prospective comparison with the traditional palpation method. *Anesthesiology* 1999;91:71-77.



a

Abb. 2.10 a u. b Komplette Thrombosierung der V. jugularis interna:
a Querdarstellung.



b

b Längsdarstellung.

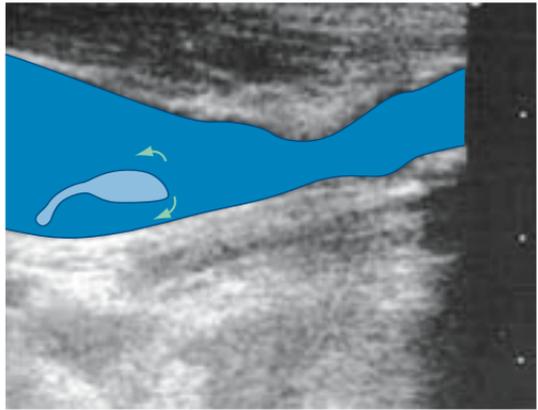
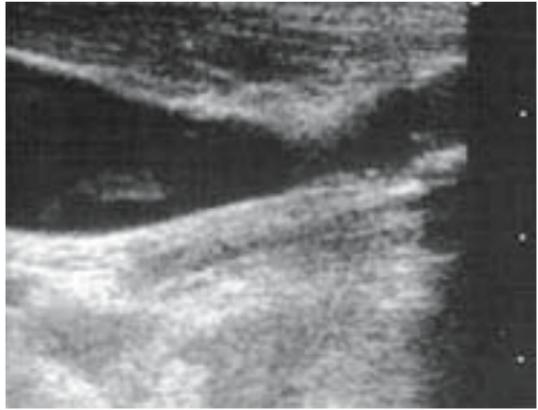
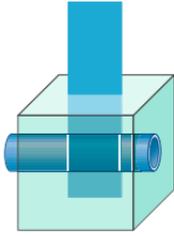


Abb. 2.11 Flottierender Thrombus in der V. jugularis interna (Längsdarstellung).

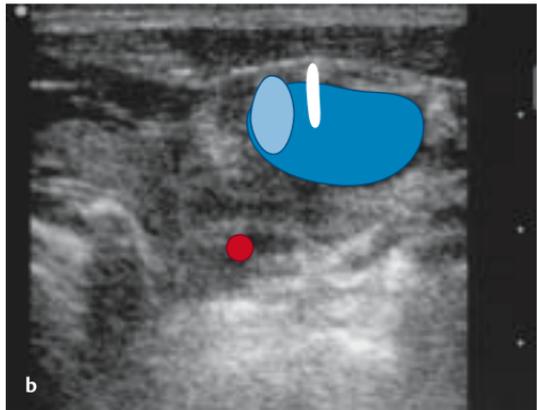
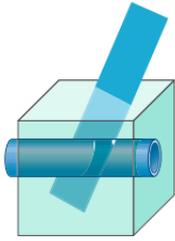


Abb. 2.12 a u. b Mandrin-Darstellung in einer teilthrombosierten V. jugularis interna.

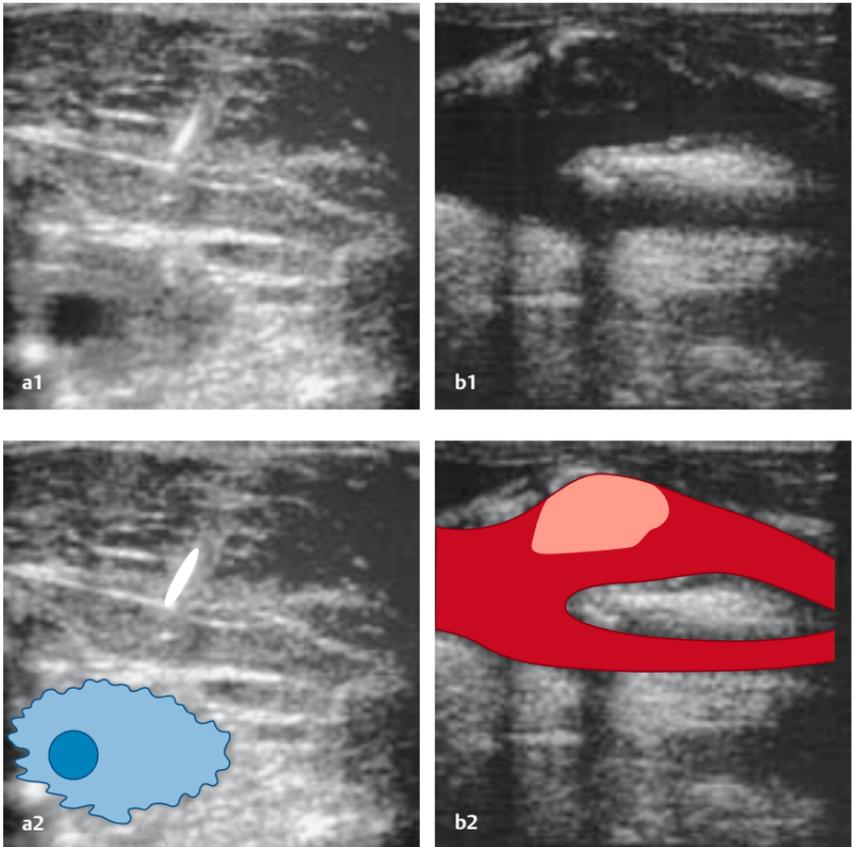


Abb. 2.13 a u. b

- a Eine Punktionskanüle wird ultraschallgesteuert zur V. jugularis interna vorgeführt, deren Lumen durch ein perivaskuläres Hämatom verkleinert ist.
- b Flottierender Thrombus an der A. carotis interna, der als Nebenbefund immer wieder bei ultraschallgesteuerten Punktionen von Gefäßen in Erscheinung treten kann.