

# Besonderheiten des Gefäßzugangs bei Kindern

Uwe Trieschmann, Jost Kaufmann, Christoph Menzel

Periphere und zentralvenöse Zugänge gestalten sich bei Kindern oftmals schwierig. Der Einsatz der Sonografie kann hierbei die Erfolgsrate erhöhen sowie die Punktionsdauer und die Komplikationsrate reduzieren.

## Einleitung

Vielfältige Situationen erfordern Gefäßzugänge bei Kindern. Dabei geht es immer um folgende Situationen:

- Flüssigkeits- bzw. Volumenersatz
- parenterale Ernährung
- Medikamentenapplikation

Unterschiede betreffen die Dringlichkeit der Anlage, die erforderliche Liegedauer und die Frage, welche Substanzen appliziert werden sollen.

**Hochosmolare, venenreizende Substanzen dürfen nur über zentralvenöse Katheter appliziert werden. Katecholamine sollten ebenfalls möglichst sicher und zentral appliziert werden.**

Bei allen Kathetern muss die Frage der Nebenwirkungen diskutiert werden. Diese betreffen in erster Linie thrombotische und infektiöse, aber auch technische Komplikationen, die zwar meist beim Legen, aber auch im weiteren Verlauf auftreten können.

Alle Zugänge haben ihre spezifischen Techniken und zum Teil auch spezifische Risiken. Gerade bei Kindern gibt es bei allen Verfahren zahlreiche Tipps und Tricks. Diese sind in der Regel nicht evidenzbasiert, oft aber von praktischem Nutzen – deshalb finden sie in diesem

Artikel Erwähnung, ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

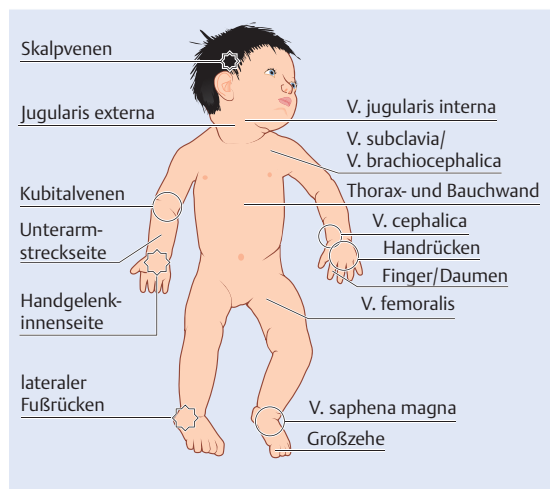
Mit der inzwischen großen Verbreitung haben die sonografisch gestützten Techniken gerade bei Kindern aufgrund der im Vergleich zu Erwachsenen kleineren Dimensionen eine besondere Bedeutung erhalten und werden deshalb besonders berücksichtigt.

## Periphere Venenzugänge

Periphere Venenzugänge sind der Basisstandard. Hierzu bieten sich bei Kindern die Extremitäten, der Hals und der Kopf an. Aufgrund des subkutanen Fettgewebes sind größere Venen oft nicht leicht zu sehen, aber in vielen Fällen gut zu tasten. Ein Zugang in einer solch größeren Vene ist in der Regel von längerer Lebensdauer. Typische Lokalisationen sind:

- V. saphena magna: ca. 0,5 – 1,5 cm ventral des Innenknöchels
- Handrückenvenen: häufig zwischen drittem und viertem Os metacarpale
- Kubitalvenen
- Kopfvenen

Abb. 1 Periphere und zentrale Venenzugangsmöglichkeiten.



Daneben gibt es auch zahlreiche andere, außer-gewöhnliche Punktionsorte (Abb. 1).

Wenn ausreichend Zeit vorhanden ist, sollte man an den Extremitäten die gewählten Punktionsstellen mit lokalanästhesierender EMLA-Creme (eutektische Mischung aus Lidocain und Prilocain) für ca. 60 Minuten vorbehandeln. Dann kann man ggf. an einer typischen Lokalisationsstelle auch einen „blinden“ Punktionsversuch unternehmen.

Da Prilocain zur Methämoglobinbildung führen kann, ist insbesondere bei Neu- und Frühgeborenen die Dosis zu begrenzen: Bei Kindern unter 3 Monaten sollte EMLA-Creme nur an einer Punktionsstelle, bis zum Alter von 1 Jahr an maximal 2 Punktionsstellen aufgebracht werden und auch nicht länger als 1 Stunde einwirken. Außerdem sollte man die gleichzeitige Gabe anderer Methämoglobin bildender Substanzen vermeiden (z. B. Nitroglycerin, Nitroprussid, Stickstoffmonoxid, Sulfonamide).



Abb. 2 Transillumination der A. radialis.

### Praxis-Tipp

Da Prilocain zu einer leichten Vasokonstriktion führt, sollte man die Creme ca. 10–15 Minuten vor der eigentlichen Punktionsstelle entfernen, damit dieser Effekt abklingen kann.

Kleine Kinder sollte man durch nutritives Säugen und die Gabe von Glukose 10% oder 20% analgosedieren. Bei älteren Kindern und zu erwartendem schwierigen Venenzugang ist ggf. eine medikamentöse Sedierung mit Midazolam 0,2–0,4 mg/kgKG möglich (analog der anästhesiologischen Prämedikationsdosis). Einfache physikalische Maßnahmen, um die Punktionsbedingungen zu verbessern, sind eine vorherige Erwärmung der Haut, wenn möglich auch der Einsatz feuchter Wärme, eine adäquate Venenstauung und eine gleichzeitige Straffung der Haut.

### Geräte und Maßnahmen zur Unterstützung der Venenpunktion

Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Venenpunktion wurden zahlreiche Geräte entwickelt, die die Gefäße bei Kindern darstellen.

**Transillumination.** Diese Technik funktioniert nur bei Neugeborenen und mitunter noch bei Säuglingen mit sehr dünnen Händen. Hierbei wird eine Kaltlichtquelle unter die Hand oder den Fuß gelegt. Die Gefäße stellen sich dann dunkel dar (Abb. 2) [1, 2].

**Nahinfrarotlichtreflektion.** Bei dieser Technik wird Nahinfrarotlicht emittiert. Das desaturierte venöse Blut absorbiert Infrarotlicht stärker als das umgebende Gewebe. Über eine Kamera, die das reflektierte Licht aufnimmt, kann so das Venengeflecht dargestellt werden. Einige Geräte strahlen dann dieses Bild auf die Haut zurück. Eine höhere Erfolgsrate bei der Venenpunktion konnte mit dieser Technik bisher nicht nachgewiesen werden, allerdings erlaubt sie bei unklaren Verhältnissen überhaupt das Vorhandensein von Venen darzustellen [3, 4].

**Sonografisch gestützte periphere Venenpunktion.** Eine Metaanalyse, die Studien bei Erwachsenen und Kindern umfasst, zeigt einen Vorteil für den Einsatz der Sonografie zur Venensuche und -punktion [5]. Die darin enthaltenen pädiatrischen Studien konnten allerdings keine signifikant höhere Punktionserfolgsrate beim Einsatz der Sonografie nachweisen. Die Studie von Doniger, durchgeführt in einer Notfallaufnahme bei Kindern unter 10 Jahren nach zuvor 2 frustrierten

Punktionsversuchen, zeigte aber einen Trend zu einer höheren Erfolgsrate und einer signifikant kürzeren Zeit bis zur erfolgreichen Punktion sowie weniger Punktionsversuche [6]. Als Punktionsort wurde dabei die Kubitalvene gewählt, die sich besonders gut zur sonografischen Darstellung eignet.

**Geräte zur Unterstützung der peripheren Venenpunktion ersetzen nicht die Erfahrung, können aber in Einzelfällen hilfreich sein, Venen überhaupt aufzufinden.**

## Notfallzugang: intraossäre Kanüle

**Indikation.** In Notfallsituationen erlauben die heutigen Leitlinien des European Resuscitation Councils (ERC) nur eine kurze Zeit von 60 Sekunden, um einen i. v. Zugang zu etablieren – eine Zeitspanne, die bei Kindern leicht überschritten wird [7]. Gelingt dies nicht, muss man einen intraossären Zugang legen.

Aufgrund der geringen Komplikationsrate ist in den letzten Jahren die Indikation für den intraossären Zugang deutlich ausgeweitet worden. So empfiehlt beispielsweise der wissenschaftliche Arbeitskreis Kinderanästhesie (WAKKA) der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) diese Option auch für semielektive Situationen [8].

**Technik.** Die vorrangig zu wählende Punktionsstelle ist die mediale Tibia ca. 1–2 cm unterhalb der Tuberositas tibiae (Abb. 3). Die bei Kindern gebräuchlichen Systeme sind die Cook-Nadel und das EZ-IO-Infusionssystem (Vidacare), welches einen Akku-Schrauber verwendet. Letzteres hat sich durch die einfache und schnelle Handhabung bewährt. Es gibt 15G-Nadeln von unterschiedlicher Länge (5 mm Länge für Kinder von 3–39 kgKG, 25 mm für Patienten ab 39 kgKG und 45 mm für adipöse Patienten). Eine detaillierte Übersicht und Anleitung findet man in der Handlungsempfehlung zur intraossären Infusion in der Kinderanästhesie [8].

**Früh- und Neugeborene.** Bei Frühgeborenen und Neugeborenen besteht aufgrund der sehr scharfen Nadeln und der raschen Rotation der EZ-IO-Bohrmaschine die Gefahr, nach Erreichen der Spongiosa weiter zu bohren, sodass die Nadel aus der Knochenrückseite wieder austritt. Deshalb ist für diese sehr kleinen Neugeborenen die Verwendung von 18G-Cook-, Butterfly- oder Knochenmarkpunktionsnadeln üblich. Bei Frühgebore-



Abb. 3 Intraossärer Zugang.  
a EZ-IO-Nadel.  
b Butterfly-Nadel.

nen sind besonders Butterfly-Nadeln mit integriertem Infusionsschlauch aufgrund der Möglichkeit zu einem sensibleren Vorgehen vorteilhaft [9]. Es gibt allerdings auch Fallberichte, in denen das EZ-IO-Infusionssystem bei Frühgeborenen erfolgreich eingesetzt wurde [10].

Der intraossäre Zugang ist sicher und schnell zu etablieren und es können beliebige Infusionen, Transfusionen sowie Medikamente darüber appliziert werden. Der Wirkungseintritt von Medikamenten ist ähnlich schnell wie beim i. v. Zugang.

**Man muss unbedingt darauf achten, dass die Epiphysenfuge geschont wird. Die Nadel muss senkrecht auf die Tibia aufgesetzt werden und nach der Punktion fest in der Kortikalis fixiert sein. Bei der Injektion darf es zu keiner subkutanen Ödembildung kommen. Am gleichen Knochen darf man nicht 2-mal punktieren. Jeder Medikamentenbolus muss mit NaCl 0,9% oder anderer kristalloider Lösung nachgespült werden.**

## Zentralvenöse Zugänge

**Indikation.** Indikationen für die Anlage eines zentralvenösen Zugangs sind:

- Applikation von Katecholaminen
- Infusion hochosmolarer Lösungen (parenterale Ernährung, Bikarbonat, Chemotherapie)
- Messen der zentralvenösen Sättigung und des Zentralvenendrucks
- schwierige periphere Venenverhältnisse bei gleichzeitig notwendiger i. v. Medikation über eine längere Zeit (z. B. langdauernde Antibiotikatherapie) – bei Kindern wesentlich häufiger als bei Erwachsenen
- extrakorporale Verfahren (Hämodialyse, CO<sub>2</sub>-Elimination, ECMO)
- regelmäßig notwendige Blutentnahmen (z. B. BGA) bei fehlendem arteriellen Zugang und begrenzter Möglichkeit der Punktion peripherer Venen

**Punktionsorte.** Die möglichen Punktionsorte sind die V. jugularis interna, V. subclavia und V. femoralis. Bei Neugeborenen und Säuglingen kann zum Einbringen eines Einschwemmkatheters auch die V. saphena magna oder eine der Kubitalvenen genutzt werden. Die Auswahl des Punktionsortes hängt von mehreren Faktoren ab:

- Erfahrung des durchführenden Arztes
- geplante Liegedauer des Katheters
- Patientenfaktoren (lokale Infektionen oder Verletzungen, Thrombosen)

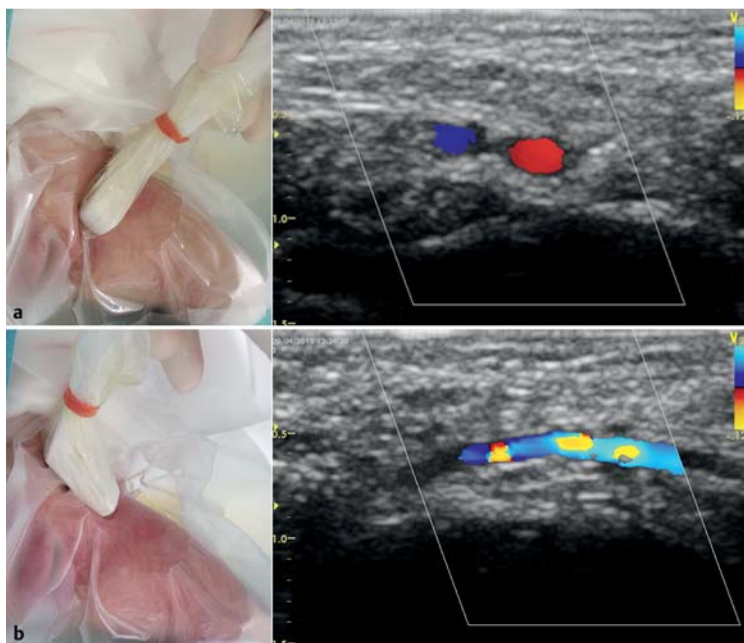


Abb. 4 Sonografische Gefäßdarstellung. „Out-of-plane“-Technik am Beispiel der A. und V. femoralis (a) und „In-plane“-Technik am Beispiel der V. femoralis (b). Links jeweils Schallkopfposition, rechts sonografische Darstellung.

**Anatomische Gefäßvariationen.** Bei Kindern wurde für die V. jugularis interna bei 7,7%, für die V. femoralis bei 9,8% und für die V. subclavia bei 7,4% eine untypische Lage festgestellt [11]. Eine besonders gefährliche Lagebeziehung ist die Situation, bei der Vene und Arterie hintereinander liegen. Nur mit der Sonografie können diese anatomischen Varianten erkannt und arterielle Fehlpunktionen vermieden werden.

**In 5 – 10 % der Fälle liegen bei Kindern anatomische Lagevariationen der zentralvenösen Gefäße vor.**

### Rolle der Sonografie

Die Sonografie ist heute fester Bestandteil beim Legen zentralvenöser Katheter. Die 2002 publizierten britischen Leitlinien des National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) empfehlen den routinemäßigen Einsatz der Sonografie. Die „Practice Guidelines for Central Venous Access“ der Task Force on Central Venous Access der American Society of Anesthesiologists (ASA) von 2012 empfehlen bei Erwachsenen die Sonografie auf jeden Fall bei der Punktion der V. jugularis interna. Hinsichtlich der V. subclavia und der V. femoralis ist die Empfehlung dagegen uneinheitlich [12]. Eine Metaanalyse von 2013 konnte für Erwachsene zeigen, dass die Sonografie im Vergleich zur Landmarken-Technik eine geringere Rate an Punktionsversagern, arteriellen Fehlpunktionen, Hämatoemen und Hämatothoraces aufweist [13], im pädiatrischen Bereich fehlen vergleichbar eindeutige Literaturangaben. Eigene Erfahrungen mit dem täglichen Einsatz der Sonografie zeigen aber, dass arterielle Fehlpunktionen damit zur Rarität werden.

**Anwendungsmöglichkeiten.** Eine erste orientierende Untersuchung dient der Auswahl und Darstellung des Gefäßes. Dabei stellt man die Lagebeziehung zur korrespondierenden Arterie und einen ausreichenden Gefäßdurchmesser dar und schließt Thrombosen aus [11].

Grundsätzlich gibt es 2 Schalltechniken (Abb. 4):

- „Out-of-plane“-Technik: Hierbei stellt man den Gefäßquerschnitt dar. Diese Technik ist einfacher und eignet sich vor allem zur Darstellung der Vene in Relation zur Arterie. Sie ist gut geeignet, das Gefäß mittig zu treffen. Der Verlauf von Gefäß und Punktionsnadel kann durch ein Schwenken des Schallkopfs verfolgt werden.

- „In-plane“-Technik: Dieses Vorgehen stellt das Gefäß in der Längsachse dar und erfasst das Eindringen der Kanüle. Außerdem eignet sich diese Technik zur Darstellung des Führungsdrahts im Gefäßverlauf.

Eine wichtige, zu beachtende Fehlermöglichkeit bei der „In-plane“-Technik besteht darin, dass die Nadel – wenn sie nicht exakt in der Ebene des Sonografiebilds liegt – nicht in voller Länge dargestellt wird und die Nadelspitze evtl. unbemerkt tiefer und außerhalb des Bilds liegen kann, was zur unbemerkten Verletzung anderer Strukturen führen kann. Auch bei der Out-of-plane-Darstellung kann die Nadelspitze fehlinterpretiert werden.

Die V. jugularis interna und die V. femoralis sollte man unter Sonografiekontrolle punktieren. Geeignet ist die „In-plane-Technik“, in der Regel ist aber die „Out-of-plane“-Technik leichter. Im Wesentlichen kommt es darauf an, die Vene unter Sonografiekontrolle mittig zu punktieren und eine arterielle Fehlpunktion zu vermeiden.

Bei der V. subclavia ist die Punktion unter Sonografiekontrolle beim klassischen subklavikulären Zugang aufgrund der Klavikula schwieriger, allerdings ist hierfür auch eine sonografische Darstellung von supraklavikulär beschrieben [14]. Beim supraklavikulären Zugang zur V. subclavia ist die Sonografiekontrolle aufgrund der Nähe zur Lunge zwingend.

## Zugangswege

### Vena jugularis interna

Der Zugang über die V. jugularis interna ist der in der Anästhesie am häufigsten gewählte Zugang. Die Punktion der rechten V. jugularis interna wird bevorzugt, da der Führungsdraht geradeaus in die V. cava superior läuft und Fehllagen deshalb sehr selten vorkommen. Das Hauptproblem besteht in der versehentlichen Punktion der A. carotis.

**Landmarken.** Die klassischen Landmarken sind das Krikoid, der M. sternocleidomastoideus mit seinen 2 Ansatzpunkten an der Klavikula, das Jugulum und die ipsilaterale Mamille (Abb. 5). Die Position der V. jugularis interna in Relation zur A. carotis ist sehr variabel. Bei den meisten Patienten liegt die V. jugularis interna lateral der A. carotis, kranial meist näher und manchmal auch vor der A. carotis – in bis zu 5% der Fälle kann sie sogar medial der A. carotis liegen. Aufgrund dieser

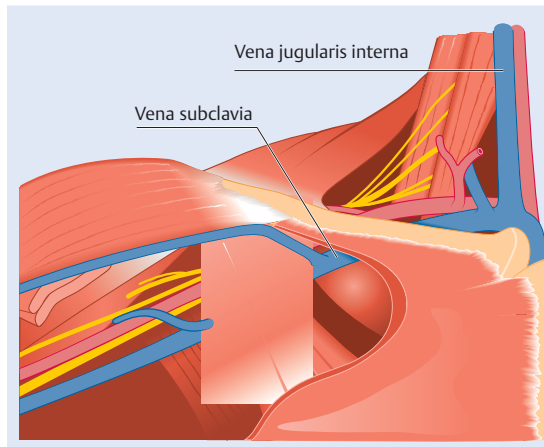


Abb. 5 Anatomie der Zugangswege zur V. subclavia und V. jugularis interna.

anatomischen Variabilität ist der Einsatz der Sonografie dringend geboten.

**Lagerung.** Eine Schulterrolle erlaubt eine adäquate Halsextension, die wichtig für eine leichte Straffung der V. jugularis interna ist. Der Kopf wird nur leicht zur Gegenseite gedreht (ca. 30°), denn eine zu starke Rotation hat mehrere Nachteile: Sie fördert eine ungünstige Lage der V. jugularis interna vor der A. carotis, führt zu einer Abflachung der Vene und kann auch das Vorschieben des Führungsdrahts schwierig machen, da der Winkel der Einmündung der V. jugularis interna in die V. subclavia dann fast rechtwinklig werden kann.

Zur besseren Venenfüllung sollte eine Trendelenburg-Lagerung vorgenommen werden oder man drückt vorsichtig auf die Leber. Auch eine Erhöhung des end-expiratorischen Beatmungsdrucks kann die Venenfüllung fördern.

**Punktionstechnik.** Ohne Sonografie wird mit der einen Hand die A. carotis palpiert und dann lateral davon in Höhe des Krikoids in einem Winkel von 30–40° in Richtung auf die ipsilaterale Mamille punktiert. Beim Einsatz der Sonografie entfällt die Palpation der Arterie.

**Spezifische Komplikationen.** Das Hauptproblem ist die oben erwähnte versehentliche Punktion der A. carotis mit der Folge von Hämatoombildung und ggf. unzureichender zerebraler Perfusion. Die Verletzung der Lunge mit der Folge eines Pneumothorax ist ebenfalls möglich. Beide Komplikationen lassen sich durch Einsatz der Sonografie deutlich reduzieren. Nervenläsionen sind eine Rarität und werden am ehesten durch ein Hämatom ausgelöst. Wenn die linke V. jugularis interna punktiert wird, kommt eine Fehlposition nicht selten vor, da der Führungsdraht leicht in einem Bogen in die rechte V. jugularis interna oder in die rechte V. subclavia gleiten kann.

## Vena subclavia

Der Zugang über die V. subclavia hat insbesondere dann Vorteile, wenn eine längere Liegedauer zu erwarten ist. Der Einsatz der Sonografie erfordert bei der V. subclavia eine größere Erfahrung als bei den anderen Gefäßzugängen.

**Landmarken.** Wichtige Punkte sind das Jugulum und die Mohrenheim-Grube (Fossa infraclavicularis), eine Vertiefung etwa in der Mitte der Klavikula, die vom M. deltoideus und vom M. pectoralis major begrenzt wird (Abb. 5). Die V. subclavia verläuft direkt unter der Klavikula, die A. subclavia liegt in der Regel dorsal und kranial davon.

**Lagerung.** Die korrekte Lagerung ist extrem wichtig. Eine Schulterrolle sollte die Klavikula exponieren. Eine leichte Auswärtsrotation der Arme verbessert diese Position zusätzlich. Säuglinge können dabei mit einem Handtuch oder einer Windel leicht fixiert werden. (Abb. 6a).

Um eine gute Venenfüllung zu erzielen sollte die durch die Schulterrolle verursachte Oberkörperhochlage durch eine Trendelenburg-Lagerung des Bettes oder OP-Tisches ausgeglichen werden. (Abb. 6b) Andere Maßnahmen zur Verbesserung der Venenfüllung sind

ein vorsichtiger Druck auf die Leber und eine Erhöhung des endexpiratorischen Beatmungsdrucks.

**Punktionstechnik.** Punktiert wird in der Mohrenheim-Grube mit Stichrichtung auf das Jugulum (Abb. 7). Die Stichrichtung muss möglichst flach sein, um sowohl eine Verletzung der Lunge als auch eine versehentliche arterielle Punktion zu vermeiden.

Während des Vorschiebens der Punktionskanüle aspiriert man leicht. Obwohl die V. subclavia im Gegensatz zu den anderen großen Venen aufgrund der intrathorakalen Lage meist nicht kollabiert, kommt es auch hierbei oft erst beim Zurückziehen der Nadel zur Blutaspiration. Schließlich platziert man den Katheter in Seldinger-Technik.

### Praxis-Tipp

Eine mögliche Technik ist die gleichzeitige Palpation des Jugulums mit dem dritten oder vierten Finger und der Mohrenheim-Grube mit dem zweiten Finger der nicht punktierenden Hand. Mit der anderen Hand punktiert man mit aufgesetzter 1- oder 2-ml-Spritze. Zuerst schiebt man die Nadel unter Führung des Zeigefingers der nicht punktierenden Hand in Richtung Klavikula vor. Nach sicherem Knochenkontakt wird die Punktionsrichtung auf den Oberrand des Jugulums geändert. Jetzt hilft der Zeigefinger der nicht punktierenden Hand, die Nadel unter der Klavikula hindurchzuführen.

Bei Verwendung eines J-Drahts sollte man darauf achten, dass die Krümmung nach kaudal zeigt, um eine Fehlplatzierung des Drahts in die V. jugularis interna zu vermeiden.

**Spezifische Komplikationen.** Komplikationen sind ein Pneumothorax sowie ein Hämatothorax. Eine Fehlpositionierung ist ein nicht seltenes Problem, da der Führungsdraht leicht in die kontralaterale V. subclavia oder in eine V. jugularis interna abweichen kann.

**Supraklavikulärer Zugang.** Die Indikation für diesen Zugang entspricht dem für den V.-subclavia-Zugang. Diesen Zugang sollte man *nicht* ohne sonografische Kontrolle legen, da die Lunge in unmittelbarer Nähe liegt. Der Vorteil ist, dass die Punktion unter vollständiger Sonografiekontrolle in „In-plane“-Technik möglich ist (Abb. 8).

Die V. subclavia wird sonografisch von supraklavikulär dargestellt. Oft kann dabei auch der Einfluss der V. cephalica und der V. jugularis interna gleichzeitig

Abb. 6 Lagerung des Kindes zum Legen eines V.-subclavia-Zugangs.  
a Eine Schulterrolle exponiert die Klavikula. Ein Wickel fixiert die Position.  
b Eine Trendelenburg-Lagerung des Betts gleicht die Oberkörperhochlage durch die Schulterrolle aus.



dargestellt werden. Dann führt man die supraklavikuläre Punktion in „In-plane-Technik“ durch, bei der die Punktionsnadel in voller Länge dargestellt und die Gefäßpunktion sowie das Verschieben der Punktionsnadel im Gefäß beobachtet werden kann. Abschließend folgt wieder die Katheterplatzierung in Seldinger-Technik.

## Vena femoralis

Die Punktion der V. femoralis ist technisch am einfachsten und hat eine geringe Komplikationsrate beim Legen. Im Vergleich zur V. subclavia und V. jugularis interna hat die V. femoralis meist einen etwas kleineren Durchmesser.

**Landmarken.** Die V. femoralis liegt medial der in der Regel gut zu palpierenden A. femoralis. Anatomische Variationen, bei denen die Vene vor oder hinter der Arterie liegt, sind seltener als bei der V. jugularis interna. Aufgrund dieser anatomischen Variationen ist auch bei der V. femoralis der Einsatz der Sonografie von großem Nutzen.

**Lagerung.** Eine leichte Unterpolsterung des Beckens ist vorteilhaft, um eine Straffung der Vene zu erreichen. Bei zu starker Exposition der Leiste kommt es aber zu einer Abflachung der Vene. Zur besseren Venenfüllung sollte eine Anti-Trendelenburg-Lagerung vorgenommen werden.

**Punktionstechnik.** Man punktiert etwa 0,3–1 cm medial und 1–3 cm unterhalb des Leistenbands in einem Winkel von ca. 45–60° in Richtung des Venenverlaufs (etwa in Richtung des Nabels). Sobald Blut aspiriert wird, muss man die Punktionsnadel stark abgeflacht halten (Winkel meist <30°), damit der Führungsdraht gerade in das Gefäß laufen kann und nicht an der Hinterwand der Vene stecken bleibt. Die Katheterspitze sollte entweder kaudal der V. renalis oder – wenn eine zentrale Lage erforderlich ist – im rechten Vorhof liegen.

### Praxis-Tipp

Bei kleinen Säuglingen kann bei der Punktion der Vena femoralis ein gerader Draht ggf. hilfreich sein, da die Vene klein ist und der J-Draht sich beim Austritt aus der Stahlkanüle leicht in der Wand der Vene verhakht.

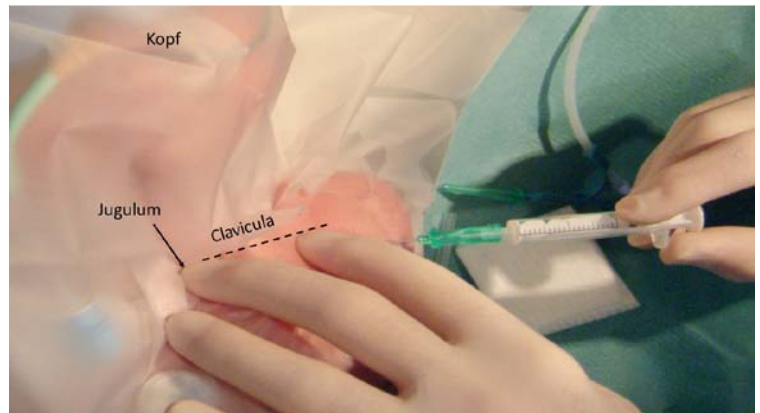


Abb. 7 Technik der V.-subclavia-Punktion von subklavikulär. Der Mittelfinger der linken Hand fixiert das Jugulum, der Zeigefinger palpirt die Klavikula und führt die Nadelspitze. Der Einführdraht liegt direkt in der Nähe, damit nach erfolgreicher Punktion keine größeren Bewegungen notwendig sind.

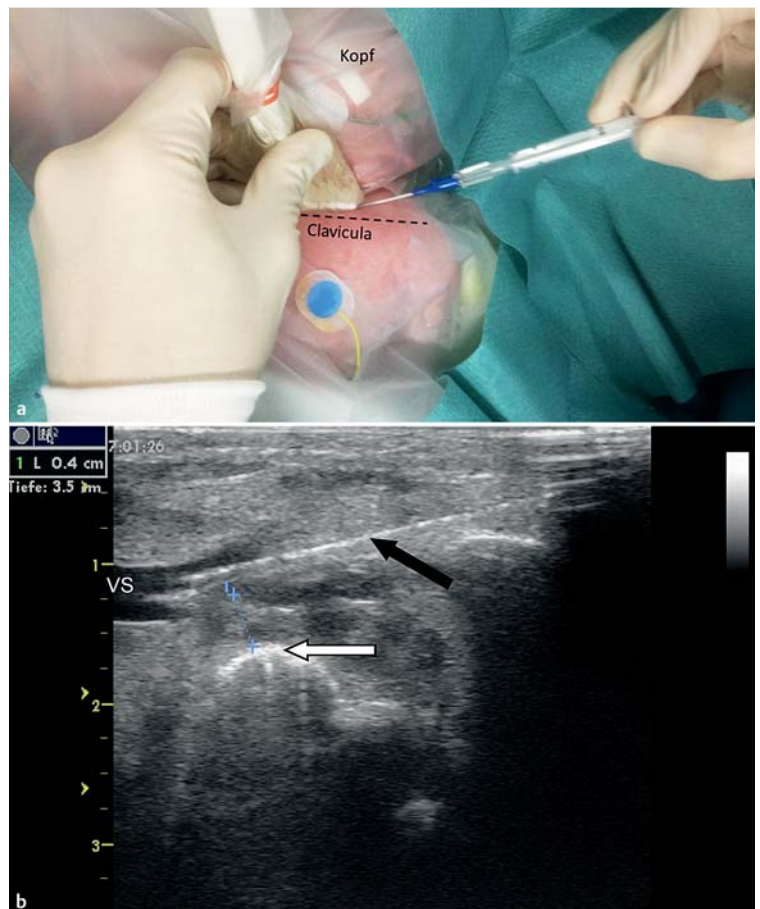
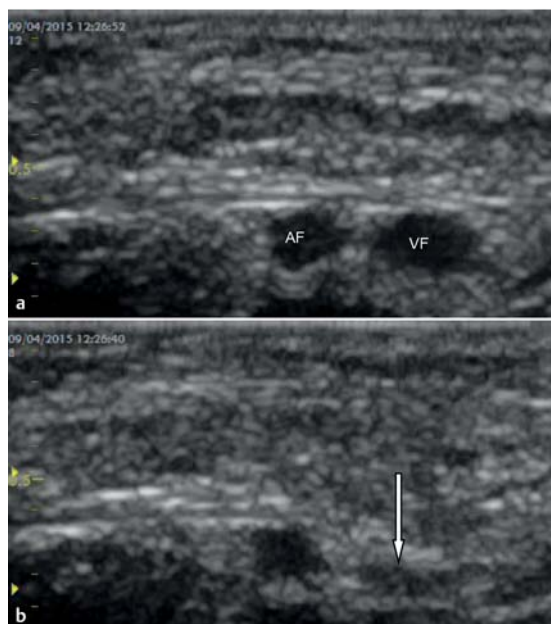


Abb. 8 Supraklavikulärer Zugang zur V. subclavia. **a** Punktionstechnik. **b** Sonografie: Der Abstand zwischen Gefäß und Lunge (weißer Pfeil) beträgt 3,5 mm. Deshalb ist eine ultraschallgestützte Technik unverzichtbar. VS: V. subclavia; schwarzer Pfeil: Punktionskanüle.

Abb. 9 Sonografiebild: Kompression der Vene bei der Punktion. **a** Situation ohne Kompression. AF: A. femoralis; VF: V. femoralis. **b** Situation mit Kompression. Weißer Pfeil: komprimierte V. femoralis.



**Spezifische Komplikationen.** Die Komplikationen beim Anlegen des Zugangs sind eher gering, im Wesentlichen handelt es sich um lokale Hämatome. Retroperitoneale Hämatome sind aber ebenfalls möglich und treten erst verzögert in Erscheinung. Eine weitere – ebenfalls seltene, aber schwere – Komplikation ist eine Fehllage in der ascendierenden Lumbalvene, was zu Rückenmarkschädigungen führen kann. Der korrekte Abfluss aus Femoralis-Kathetern kann entweder mit der Sonografie oder durch eine Röntgenkontrolle überprüft werden.

Die Komplikationsrate ist erhöht bei längerer Liegedauer, vor allem aufgrund von Okklusionen infolge eines Abknickens bei Beinbewegungen. Im Gegensatz zu Erwachsenen ist die Infektionsrate nicht höher als bei Kathetern über die V. jugularis interna und die V. subclavia.

### Besonderheiten der Punktionstechnik bei Kindern

**Transfixationstechnik.** Anders als bei Erwachsenen wird insbesondere bei kleinen Kindern und Säuglingen die Vene in der Regel durch die Nadel derart komprimiert, dass kaum noch ein freies Lumen vorhanden ist (Abb. 9). Deshalb sollte man – und dies gilt auch für die Technik unter Zuhilfenahme der Sonografie – im Zweifelsfall die Vene in Transfixationstechnik besser durchstechen (Abb. 10). Beim Einsatz des Ultraschallkopfs kann dieser danach zur Seite gelegt werden. Beim

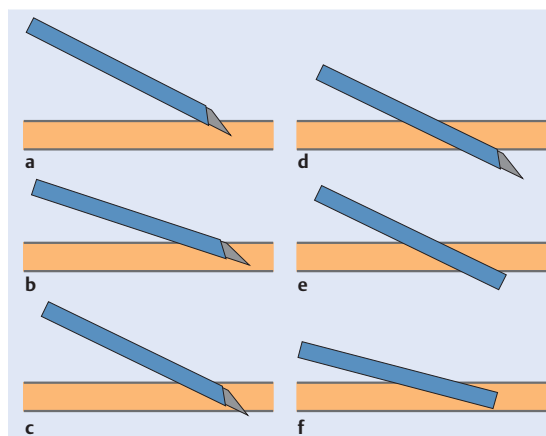


Abb. 10 Technik der Transfixation. Zunächst punktiert die Nadel die vordere Venenwand (a), danach auch die Kanüle (b). Beim weiteren Vorschieben wird anschließend auch die Hinterwand der Vene punktiert (c, d). Nun entfernt man die Nadel (e) und zieht die Kanüle langsam zurück. Sobald deren Spitze vollständig intravasal liegt, schiebt man sie wieder vor (f) und sie liegt nun sicher im Gefäßlumen.

Zurückziehen der Nadel unter Aspiration gelangt man dann ins Lumen der Vene.

**Auswahl der Nadel.** Klassischerweise wird mit der Stahlnadel des ZVK-Sets punktiert und dann in Seldinger-Technik der Draht darüber vorgeschoben.

Alternativen zur Stahlnadel als Punktionsspritze: Punktion mit einer 22-G-Venenkanüle. Dabei wird die Vene zuerst durchstochen und dann der Stahlmandrin entfernt. Beim Zurückziehen (mit oder ohne aufgesetzte Spritze und Aspiration) wird die Kanüle in dem Moment, in dem Blut aspiriert wird, vorgeschoben (Transfixationstechnik, Abb. 10). Diese Technik ist auch bei Kindern, die nur analgosediert sind und sich noch etwas bewegen können, vorteilhaft, weil die Venenkanüle dann langstreckiger und damit sicherer im Gefäß liegt.

Eine weitere Technik besteht in der Punktion mit einer Butterfly-Kanüle. Deren Vorteil besteht darin, dass sie sehr scharf ist. Für das Einbringen des Führungsdrahts schneidet man dann den Plastikschlauch mit einer sterilen Schere ab.

**Auswahl des Führungsdrahtes.** In den meisten ZVK-Sets sind nur J-Drähte vorhanden. Bei sehr kleinen Venen kann sich das „J“ beim Austritt aus der Stahlnadel seitlich in der Gefäßwand verhaken. In diesen Fällen ist es hilfreich, gerade Führungsdrähte als Alternative zur Verfügung zu haben (für 4- und 5-Fr-Katheter eignen sich 0,018-Inch-Drähte). Hilfreich, aber

**Praxis-Tipp**

Im Regelfall sollte man die Haut an der Punktionsstelle mit einem spitzen Skalpell inzidieren, um eine Beschädigung der Spitze des ZVK beim Vorschieben durch eine zu enge Hautöffnung zu vermeiden. Eine glatte Katheterspitze ist wichtig, um eine spätere Adhäsion von Thromben zu vermeiden. Beim Vorschieben des Katheters über den Führungsdraht sollte man darauf achten, den Draht immer sehr kurz über der Haut zu führen, um ein Abknicken des Führungsdraths zu vermeiden.

teuer, können auch Nitinol-Drähte sein, die extrem weich sind.

**Lagekontrolle der ZVK-Spitze**

Der Gold-Standard zur Lagekontrolle der ZVK-Spitze ist das Röntgenbild. Bei Bedarf kann man auch eine Durchleuchtung durchführen. Sofern diese beim Anlegen zur Verfügung steht, kann man bereits hierbei die korrekte Lage des Führungsdraths kontrollieren und bei Bedarf korrigieren.

Um die Röntgenstrahlung zu vermeiden, bieten sich 2 Verfahren an, für die es allerdings bei Kindern keine klare Evidenz gibt – zum einen die Kontrolle mit der Echokardiografie, zum anderen ein intrakardiales Vorhof-EKG. Ein Review von Perin aus dem Jahr 2014 stellt fest, dass diese Verfahren vermehrt angewendet und untersucht werden sollten, um ihren genauen Platz zu definieren [15].

Bei größeren Kindern und Jugendlichen kann man das intrakardiale Vorhof-EKG durchaus ähnlich wie bei Erwachsenen einsetzen (über den Führungsdraht oder über die Flüssigkeitssäule).

Vermeiden sollte man auf jeden Fall, dass die Katheterspitze so liegt, dass die Injektionslösung (oft hochosmolare, aggressive Lösungen) direkt auf die Gefäßwand

**Praxis-Tipp**

Bei Neugeborenen ist es sehr schwierig, die Katheterposition anhand der P-Welle im Vorhof-EKG zu detektieren, allerdings ist die Katheterspitze – insbesondere, wenn sie mit NaCl 0,9% „geflushed“ wird – in der Sonografie anhand der einströmenden „bubbles“ oft gut zu sehen (Abb. 11).

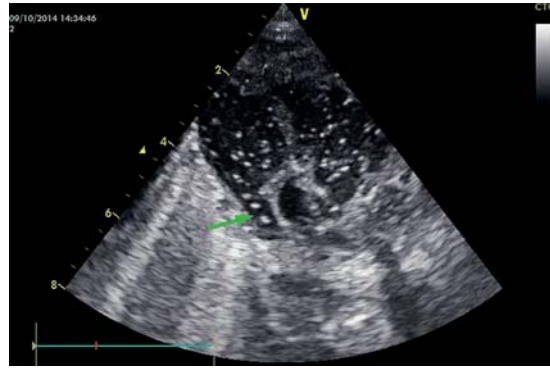


Abb. 11 Sonografische Lagekontrolle der Katheterposition. Echokardiografie von sub-xiphoidal. Der grüne Pfeil markiert die „bubbles“, die aus der V. cava superior einströmen. Die Katheterspitze ist nicht exakt zu lokalisieren.

trifft, da es hierbei zu einer Gefäßperforation kommen kann.

**Fixierung und ZVK-Verband**

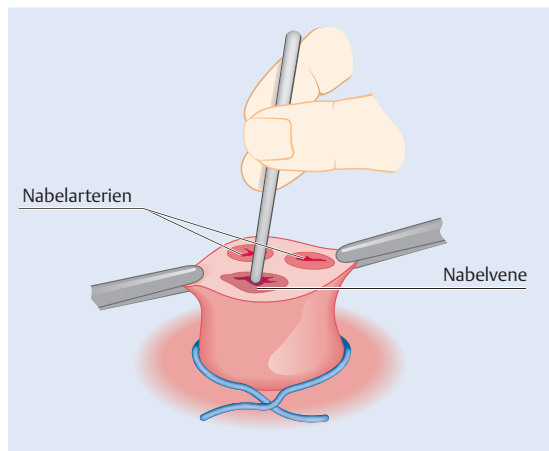
Bei Kindern sollte man einen ZVK möglichst immer annähen, da ein versehentliches Herausrutschen aufgrund der kurzen Katheterlänge viel leichter als bei Erwachsenen vorkommt. Es erhöht die Sicherheit, wenn der Katheter komplett eingeführt werden kann, da er dann direkt und ohne zusätzliche Fixiermuffen, durch die der Katheter im ungünstigen Fall hindurchrutscht, angenäht werden kann.

Den Abschluss einer ZVK-Neuanlage bildet eine sterile Wundabdeckung, die möglichst durchsichtig sein sollte (z. B. Tegaderm), damit man die Punktionsstelle jederzeit beurteilen und eine mögliche Dislokation des Katheters erkennen kann.

**Spezielle Katheter und Zugangswege bei Neugeborenen und Kleinkindern****Nabelvenenkatheter**

Bei Neugeborenen, die einen zentralen Venenkatheter benötigen, kann man einen Katheter über die noch offene Nabelvene platzieren (Abb. 12). In einigen Publikationen und in den aktuellen Handlungsempfehlungen zur Neugeborenen-Reanimation des ERC [16] wird dieser Zugang explizit empfohlen, ohne dass die Technik und mögliche Komplikationen Erwähnung finden. Die hygienisch einwandfreie Durchführung erfordert etwas Zeit und sollte zuvor unter Anleitung geübt werden. Die ideale Lage eines Nabelvenenkatheters wird kontrovers diskutiert, meist wird der Übergang

Abb. 12 Nabelvenenkatheter.



der unteren Hohlvene zum rechten Vorhof favorisiert [17]. Anhand gewichtsbezogener Tabellen kann die notwendige Länge zur Platzierung des Katheters geschätzt werden. Dennoch ist es unerlässlich, die Lage mit einem Röntgenbild darzustellen [17]. Jedoch selbst mit dieser Dokumentation ist eine Fehllage nicht endgültig auszuschließen [18], weswegen einige Autoren – ohne entsprechende Evidenz – eine echokardiografische Lagekontrolle fordern.

Bei der Verwendung eines Nabelvenenkatheters sind schwerwiegende bis zu lebensbedrohliche Komplikationen bekannt. Hierzu zählen z. B. eine Verletzung der Leber [19], eine Perforation von Lebervenen oder der Nabelvene mit bedrohlichen abdominellen Blutungen, eine Luftembolie, Infektionen [20], eine Perikardtamponade [21] sowie Thrombosen. In einer retrospektiven Analyse von 124 Nabelvenenkathetern lagen weniger als die Hälfte aller Katheter initial in zentraler, geeigneter Position. Nach radiologischer Kontrolle und erneuter Positionierung waren es 75% [17]. In der gleichen Untersuchung wurde eine Rate von 2,5% lebensbedrohlichen Komplikationen beobachtet und bei der Entfernung des Katheters nach einer mittleren Liegedauer von 3,7 Tagen bestand in 30% der Fälle eine bakterielle Besiedlung des Katheters.

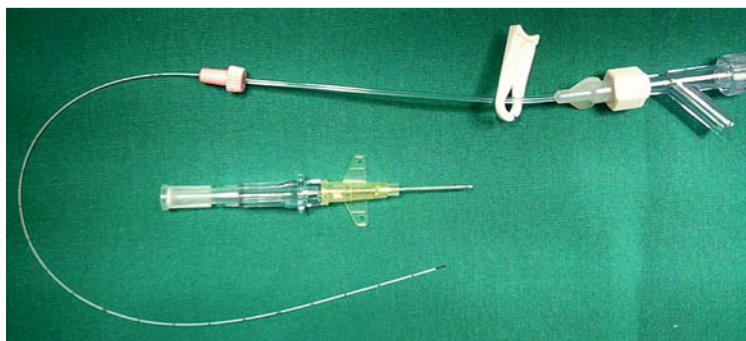


Abb. 13 Einschwemmkatheter, der sich über eine 24-G-Venenkanüle schieben lässt.

### Praxis-Tipp

In Notfallsituationen kann man eine Venenverweilkanüle oder idealerweise eine Knopfkanüle in der Nabelvene außerhalb des Eintritts in das Abdomen platzieren und mit einer Nabelklemme oder einer Naht in der Nabelvene fixieren. Der Vorteil ist, dass eine Perforation der Gefäßwand dort offensichtlich ist und folgenlos bleibt. Daher sollte besonders bei Kindern, die möglicherweise einen erweiterten Versorgungsbedarf entwickeln, die Nabelschnur nicht zu knapp abgetrennt werden.

Die Verwendung des Nabelvenenkatheters sollte dem erfahrenen Anwender unter klinisch stabilen Situationen vorbehalten bleiben, wodurch es möglich ist, seine Lage sicher zu kontrollieren, bevor der Katheter befahren wird.

Der intraossäre Zugang ist auch bei der Neugeborenenreanimation eine Alternative. Letztlich hängt es von der Erfahrung des durchführenden Arztes mit dem jeweiligen Verfahren ab, welches er auswählt.

### Einschwemmkatheter

Bei Neugeborenen und Säuglingen kann ein dünner Silastik-Katheter (Einschwemmkatheter) gelegt werden (Abb. 13). Der Zugang verläuft in der Regel über die V. saphena magna oder die V. cubitalis. Man kann auch andere Venen nutzen, dann ist der Katheter aber meist nicht so leicht einzuschwemmen. Es gibt verschiedene Systeme, u. a.:

- 1-Fr-Katheter, die über eine 24-G-Venenkanüle gelegt werden
- 2-Fr-Katheter, die über eine 20-G-Butterfly-Kanüle gelegt werden
- 2-Fr-2-Lumen-Katheter, die über eine 20-G-Splitkanüle gelegt werden
- alternativ zum Einbringen dieser relativ „dicken“ Splitkanüle gibt es neuerdings auch spezielle Einführschleusen, die in Seldinger-Technik gelegt werden, wozu nur mit einer dünnen 25-G-Kanüle punktiert werden muss

Diese Einschwemmkatheter werden bis in zentrale Gefäße vorgeschoben. Eine Aspiration von Blut ist über diese Katheter nicht möglich. Sie gewährleisten aber einen sicheren zentralvenösen Zugang und ermöglichen die Applikation hochosmolarer Lösungen.

## Komplikationen

Bei Komplikationen unterscheidet man generell zwischen den *frühen* Komplikationen bei der Punktion bzw. in den ersten Stunden danach und *späten* Komplikationen während der gesamten Liegedauer des ZVK.

**Frühe Komplikationen.** Die frühen Komplikationen sind meist mechanischer Natur: Pneumothorax, Hämatothorax, Luftembolie und versehentliche Arterienpunktion. Seltener sind Perikardtamponaden und schwere Herzrhythmusstörungen. Die Fehlpositionierung ist darüber hinaus ein häufiges Problem.

**Späte Komplikationen.** Bei den späten Komplikationen stehen die relativ häufigen Infektionen an erster Stelle, gefolgt von thromboembolischen Ereignissen. Daneben gibt es noch seltene, aber oft sehr schwerwiegende späte Komplikationen, die durch eine Migration der Spitze des ZVK bedingt sind. Hierzu zählen insbesondere die Perikardtamponade und Pleuraergüsse.

Im Folgenden werden die wichtigsten Komplikationen beschrieben und Maßnahmen zu ihrer Verhinderung diskutiert (s. a. Übersichten bei [22–24]).

### Fehlpositionierung

Eine Katheterfehlage ist häufig. Am seltensten tritt sie bei der ZVK-Anlage über die V. jugularis interna rechts auf, da hierbei der Verlauf der Vene geradeaus in die V. cava superior verläuft. Bei Punktion der V. subclavia kann der Führungsdraht und konsekutiv der ZVK leicht in die kontralaterale V. subclavia oder auch in eine V. jugularis interna (ipsi- und kontralateral) laufen. Deshalb ist es vorteilhaft, bei der ZVK-Anlage eine Durchleuchtungsmöglichkeit zu haben, wie dies im OP häufig gegeben ist. Dadurch ist frühzeitig eine Lagekorrektur des Führungsdrahts möglich. Auf der Intensivstation ist dies in der Regel nicht möglich, weshalb dann eine abschließende Röntgenthoraxaufnahme zur Lagekontrolle erforderlich ist.

Eine weitere und gravierende Fehlposition ist eine extravasale Lage des Katheters. Derartige Fehlpositionierungen in der Pleura oder im Mediastinum sind möglich, wenn der Draht das Gefäß perforiert hat, obwohl die Punktionskanüle primär intravasal lag. Das Resultat sind ein Infusothorax bzw. ein Infusomediastinum.

Bei der ZVK-Anlage über die V. femoralis ist die Gefahr einer Fehlpositionierung geringer, allerdings kann der Führungsdraht auch hierbei ins Retroperitoneum penetrieren und eine entsprechende Fehllage verursachen.

**Um eine gravierende Fehlpositionierung zu vermeiden, muss man vor der Benutzung eines ZVK immer Blut aspirieren.**

Eine weitere Lagekontrollmöglichkeit bietet die Sonografie. Bei schneller Injektion von kristalloider Lösung sieht man in der Regel sowohl in der V. cava superior als auch in der V. cava inferior den Abstrom aus dem ZVK („bubbles“, Abb. 11).

### Mechanische Verletzungen

**Arterielle Fehlpunktion.** Die arterielle Fehlpunktion ist bei allen Gefäßzugängen beschrieben. Auch wenn sie meist zu keinen schwerwiegenden Folgeerscheinungen führt, kann sie in Einzelfällen mit Komplikationen wie u. a. lokalen Hämatomen, Nervenkompression, arteriovenöser Fistelbildung oder einer Aneurysmbildung einhergehen.

**Pneumo- und Hämatothorax.** Das Risiko für einen Hämatothorax ist am höchsten bei der ZVK-Anlage über die V. subclavia. Das Gleiche gilt für den Pneumothorax, dessen Risiko in der jüngeren Literatur mit ca. 2% angegeben wird [25]. Insbesondere bei Früh- und Neugeborenen sowie Säuglingen besteht auch beim Zugang über die V. jugularis interna ein entsprechendes Risiko durch eine Gefäßverletzung und die kurze Distanz zu Pleura und Lunge.

**Luftembolie.** Luftembolien werden sicherlich nicht immer entdeckt. Sie können durch eine Trendelenburg-Lagerung vermieden werden. Außerdem sollten alle Katheterlumina vor dem Einführen mit steriler Kochsalzlösung gefüllt worden sein.

**Herzrhythmusstörungen.** Herzrhythmusstörungen treten beim Verschieben des Führungsdrahts häufig auf, sind aber selten bedrohlich, wenn der Draht sofort wieder aus dem Vorhof zurückgezogen wird.

**Gefäßverletzungen und Perikardtamponade.** Katheter können große Gefäße kurzfristig nach der Anlage, aber auch sekundär im Verlauf perforieren. Durch eine Penetration der herznahen V. cava, des rechten Vorhofs oder der rechten Herzkammer kann es zu einer Peri-

kardtamponade kommen. In einem Übersichtsartikel aus dem Jahr 2009 wird von 60 publizierten Fällen berichtet [22]. Die wahre Inzidenz ist nicht bekannt, aber man geht von einer sehr hohen Mortalität aus, weil die Diagnose in vielen Fällen erst post mortem gestellt wurde. Ursache für solche Verletzungen von Gefäßen oder Vorhofwand können Arrosionen der Gefäßwände durch hochosmolare Lösungen und mechanische Irritation sein – mitunter auch beides in Kombination.

## Infektionen

**Epidemiologie.** Infektionen sind die häufigste ZVK-Komplikation und auch die häufigste nosokomiale Infektion. Die Inzidenz nosokomialer ZVK-Infektionen wurde um das Jahr 2000 noch mit 7–8 pro 1000 Kathetertage bzw. 3,6–7,4% aller gelegten Katheter angegeben. Inzwischen ist in den USA die Inzidenz auf ca. 1 pro 1000 Kathetertage gefallen [26]. Früh- und Neugeborene sowie Kinder mit vorbestehenden Grunderkrankungen (z. B. Tumorerkrankung, Immundefekt) weisen die höheren Infektionsraten auf. Dabei handelt es sich nur um wirkliche Blutstrominfektionen, die Kolonisation von Kathetern ist weitaus häufiger, führt aber nicht immer zu einer klinischen Infektion.

**Entstehungsmechanismen.** Zahlreiche große Gesellschaften – u. a. die Society of Critical Care Medicine (SCCM), die Infectious Diseases Society of America (IDSA), die American Academy of Pediatrics (AAP) und die Pediatric Infectious Diseases Society (PIDS) – haben 2011 die „Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections“ herausgegeben [27].

Im Hinblick auf die Pathogenese werden 4 Mechanismen der Katheterinfektion benannt:

- am häufigsten ist eine Migration von Bakterien der Hautflora, ausgehend von der Kathetereintrittsstelle
- Katheterkontamination bei der ZVK-Anlage
- Katheterbesiedelung infolge hämatogener Ausbreitung von anderen Infektionsorten
- Infektion durch Kontamination bei Injektionen und Infusionen

**Risikofaktoren.** Die Infektionsraten sind bei Kindern höher als bei Erwachsenen. Mehrere Publikationen haben Risikofaktoren analysiert [28–30]. Diese sind in Infobox 1 zusammengestellt.

### Infobox 1

#### Risikofaktoren für ZVK-Infektionen

- junges Alter, insbesondere Säuglinge unter 2 Monaten
- Gewicht unter 5 kg
- Schweregrad der Erkrankung (PIM-III-Score  $\geq 15$ )
- initiale Leukozytenzahl unter 5000 / $\mu$ l
- Blutprodukte: Gabe von mehr als 3 Einheiten
- ZVK-Liegedauer über 7 Tage
- Gabe von Kortikoiden

**Lokalisation.** Die Lokalisation spielt bei Kindern eine untergeordnete Rolle. Während bei Erwachsenen die niedrigsten Infektionsraten bei Kathetern in der V. subclavia beschrieben sind und die höchsten in der V. femoralis, bestehen bei Kindern keine derartigen Unterschiede [22, 23, 30–32].

Bei Früh- und Neugeborenen scheint es einen Vorteil für den Zugangsweg über die V. subclavia gegenüber dem über die V. jugularis interna zu geben [33]. Mögliche Erklärungen für die erhöhte Infektionsrate bei Kathetern der V. jugularis interna sind eine häufigere Katheterokklusion durch Abknicken, eine verstärkte Bewegung des Katheters an der Hauteintrittsstelle bei Kopfbewegungen und eine schlechtere Fixierung der sterilen Abdeckfolie. Ein kurzer Hals kann diese Probleme noch verstärken.

**Infektionsprophylaxe.** Da hohe Katheterinfektionsraten zu einer verlängerten Intensivbehandlung und damit auch zu höheren Kosten führen, hat die Prophylaxe große Bedeutung. Mehrere Studien haben gezeigt, dass durch die Einführung von „bundles“ eine deutliche Senkung der Infektionsraten zu erreichen ist [34–38]. Im Gegensatz zu Erwachsenen, bei denen sich „bundles“ auf die Katheteranlage konzentrieren, sind bei Kindern solche für die tägliche Infektionsprophylaxe entscheidend [39]. Die Kernpunkte dieser „bundles“ sind in Infobox 2 dargestellt.

**Chlorhexidin.** Die Datenlage bei Kindern ist begrenzt. Mehreren Studien haben zwar gezeigt, dass Chlorhexidin die Rate an Katheterkolonisationen reduziert, eine Reduktion von Blutstrominfektionen konnte bisher jedoch nur in einer Studie bei Früh- und Neugeborenen über 1000 g nachgewiesen werden [40]. Die „Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections“ empfehlen den Einsatz bei Kindern über 2 Monate, wenn zuvor andere „Bundle“-Maßnahmen durchgeführt wurden.

## Infobox 2

## Maßnahmen zur Prävention von ZVK-Infektionen

**Allgemeine Maßnahmen:**

- Ausbildung des ärztlichen und pflegerischen Personals in der Vorgehentechnik
- Anlegen der ZVK durch erfahrenes Personal oder unter Supervision

**Maßnahmen bei der Punktion:**

- Handhygiene: Händewaschen und Händedesinfektion
- steriler Kittel, Mundschutz und Haube
- großflächige sterile Abdeckung (durchsichtige, flexible Lochtücher

ermöglichen eine leichtere Orientierung und Palpation der anatomischen Strukturen)

- bei Kindern ab 2 Monaten Chlorhexidin zur Hautdesinfektion verwenden
- Sonografie einsetzen

**Maßnahmen für die tägliche ZVK-Infektionsprophylaxe:**

- tägliche Überprüfung der ZVK-Erfordernis
- tägliche Überprüfung der Einstichstelle

- Verbandswechsel bei durchsichtigen Verbänden alle 7 Tage, sonst alle 2 Tage; früherer Verbandswechsel, wenn der Verband lose oder verschmutzt ist
- Chlorhexidin zur Desinfektion beim Verbandswechsel
- System alle 3 Tage wechseln
- Infusionssysteme, die zur Bluttransfusion oder Fettgabe verwendet wurden, täglich wechseln
- Konnektions- und Zuspritzstellen sorgfältig behandeln und verschließen

**Octenidin.** In einer randomisierten, kontrollierten Studie bei Erwachsenen bot Octenidin in alkoholischer Lösung eine bessere Katheterinfektionsprophylaxe als eine alleinige alkoholische Lösung [41]. Bei Kindern gibt es keine vergleichbaren Studien. Dennoch ist Octenidin aufgrund seiner nur geringen zytotoxischen Nebenwirkungen auch bei Neugeborenen zugelassen.

**Beschichtete Katheter.** Es gibt verschiedene Katheterbeschichtungen: Chlorhexidin/Silbersulfadiazin, Mino-cycline/Rifampin und Heparin. Alle beschichteten Katheter sind um ein Vielfaches teurer als die konventionellen Katheter und die Studienlage erlaubt bei Kindern keine definitive Aussage. Deshalb bedürfen solche Katheter einer speziellen Indikation, z. B. bei immun-supprimierten Patienten und bei geplanter längerer Liegedauer. Dann können sie ggf. Infektionen und Kosten sparen. Voraussetzung ist aber, dass zuvor alle notwendigen Basismaßnahmen zur ZVK-Infektionsprophylaxe getroffen wurden [42]. Zu heparinbeschichteten Kathetern gibt es ein Cochrane-Review von 2014, das auf der Basis von 2 Kinderstudien feststellte, dass keine Verminderung der Thrombosierungsrate, in einer Studie aber eine verminderte Infektionsrate festgestellt wurde [43].

**Antibiotikaprophylaxe.** Eine systemische Antibiotika-prophylaxe wird nicht empfohlen. Eine Ausnahme sind ggf. Frühgeborene. Für diese Gruppe hält ein Cochrane-Review fest, dass keine Empfehlung pro oder kontra Antibiotikaprophylaxe gegeben werden kann [44].

**Vermeiden von Thrombosen.** Eine Thrombosierung von Kathetern begünstigt Infektionen und ist deshalb unbedingt zu vermeiden. Mehrlumenkatheter mit einem okkludierten Lumen sollte man deshalb mög-

lichst schnell entfernen. Eine kontinuierliche, minimale Heparininfusion von 0,5 IE/kgKG/h kann eine Katheterokklusion reduzieren bzw. zeitlich hinausschieben [45].

**Thromboseprophylaxe**

Katheterassoziierte Thrombosen weisen eine hohe Inzidenz von im Mittel 20% auf, bei jüngeren Patienten sowie Patienten mit Trauma, kongenitalem Herzvitium oder Tumorerkrankung ist das Risiko noch höher. Dabei zeigte sich kein Unterschied zwischen ZVK in der oberen und der unteren Körperhälfte [46].

Viele Thrombosen bleiben asymptomatisch. Umgekehrt sind die meisten der symptomatischen Thrombosen bei Kindern ZVK-assoziiert. Die wesentlichen Komplikationen sind Thromboembolien, ein post-thrombotisches Syndrom und insbesondere bei Kindern mit offenem Foramen ovale bzw. Vorhofseptumdefekt auch paradoxe Embolien mit dem Risiko eines Hirninfarkts. Thrombosefördernd sind multiple Punktionsversuche, dicke Katheter und vorbestehende Erkrankungen, insbesondere Tumorerkrankungen.

Einen präventiven Effekt mit einer wie bei Erwachsenen durchgeführten Thromboseprophylaxe konnte bisher keine Studie nachweisen. In einer Metaanalyse zeigte keine der Maßnahmen zur Prophylaxe ZVK-assoziiierter Thrombosen (Infusion von unfraktioniertem Heparin, niedermolekulares Heparin, Vitamin-K-Antagonisten, Nitroglycerin) einen signifikanten Effekt. Zu heparinbeschichteten Kathetern gibt es widersprüchliche Studienergebnisse, insbesondere kleine Kinder scheinen nicht zu profitieren.

Deshalb gibt es auch keine Empfehlung zur allgemeinen Thromboseprophylaxe bei ZVK. Allerdings gibt es zahlreiche Risikogruppen, bei denen eine solche empfohlen wird. Dazu gehören in erster Linie Kinder mit Tumorerkrankungen, aber auch Kinder mit Herzvitien und entsprechenden Operationen und Interventionen (Fontan-Zirkulation, Glenn-Anastomosen, Blalock-Taussig-Shunts, Stents). Bei wachsendem Thrombus wird eine Antikoagulation für 6 bis 12 Wochen empfohlen [47].

## Arterielle Zugangswege

Arterielle Zugänge werden bei Neugeborenen und (kleinen) Kindern routinemäßig im Rahmen großer Operationen, aber auch auf der Intensivstation zur invasiven Überwachung von Hämodynamik und für die Blutgasanalyse eingesetzt. Die Standardzugangswege für eine arterielle Kanülierung bei Kindern sind wie im Erwachsenenalter die A. radialis und die A. femoralis. Seltener benutzte Gefäße sind die A. brachialis und die A. axillaris.

Die Wahl des Zugangs hängt im Wesentlichen von der geplanten Liegedauer des arteriellen Katheters und der individuellen Gefäßanatomie des Patienten ab. Aufgrund der guten Beweglichkeit des Handgelenks und der besonders bei kleinen Kindern zart angelegten A. radialis ist dieser Zugang eher bei zu erwartender kurzer Liegedauer zu wählen, z. B. perioperativ bei Eingriffen mit erhöhtem Blutungsrisiko und Kreislaufinstabilität.

Bei großen Eingriffen mit zu erwartender postoperativer Kreislaufinstabilität bzw. länger andauernder Katecholamintherapie (z. B. Kinderherzchirurgie) sollte man bevorzugt die A. femoralis punktieren. Hier ist eine längere „Haltbarkeit“ des Zugangs zu erwarten. Die A. brachialis und die A. axillaris sind unserer Ansicht nach eher als Reservelokalisationen anzusehen, wenn andere Arterien nicht punktiert werden können.

### Rolle der Sonografie

Die momentan noch am häufigsten eingesetzte Technik für die arterielle Kanülierung bei Kindern ist die Palpation und anschließende direkte Punktion des Gefäßes mit einer Venenverweilkanüle. Auch die Seldinger-Technik, analog zur ZVK-Anlage, mit einer Punktionsnadel, einem Führungsdraht und dem separaten eigentlichen Katheter wird regelmäßig verwendet.

Die Sonografie wurde in den letzten Jahren zunehmend auch zur arteriellen Kanülierung eingesetzt, da sie bei schwieriger Gefäßanatomie bzw. besonderen hämodynamischen Situationen (z. B. bei Hypotonie) eine erleichterte und komplikationsärmere Punktion ermöglichen kann [48].

Mit der sonografiegestützten Punktion werden auch bei Kindern weniger Punktionsversuche und -zeit benötigt, außerdem ist die Erfolgsrate höher als bei der konventionellen Punktion. Diese Untersuchungen beziehen sich sowohl auf die Kanülierung der A. radialis als auch der A. femoralis [49–51].

Eine Empfehlung zur standardmäßigen Verwendung der Sonografie, in Anlehnung an die Empfehlungen bei der zentralvenösen Kanülierung, lässt sich in der Literatur bisher noch nicht finden; die Sonografie wird aber als sinnvolle Hilfe für den in der Sonografie Erfahrenen angesehen [52, 53].

**Sonografische Punktionstechnik.** Vor der Punktion wird die Arterie in der kurzen Achse („out of plane“) dargestellt, wobei man den Ultraschallkopf möglichst im rechten Winkel zum Gefäß aufsetzen sollte. Man stellt den Verlauf der Arterie proximal und distal der geplanten Punktionsstelle mit einem „Durchschwenken“ mit dem Ultraschallkopf dar, um einen genauen Überblick über den Verlauf der Arterie zu erhalten. Dann punktiert man die Haut möglichst schallkopfnah, sodass die Spitze der Nadel im Ultraschallfenster jederzeit dargestellt werden kann. Die Arterie punktiert man dann möglichst *mittig*, um ein leichtes Vorschieben der Plastikkanüle bzw. des Seldinger-Drahts zu ermöglichen. Dies ist umso wichtiger, je kleiner das Gefäß ist.

Wir bevorzugen analog zur ZVK-Anlage die Technik der Transfixation: Das Gefäß wird mit der Punktionsnadel durchstoßen, im Anschluss zieht man die Nadel unter Aspiration zurück (bei Verwendung einer Venenverweilkanüle zur Punktion muss vorher der Stahlmandrin entfernt werden). Wenn Blut aspiriert wird, wird die Plastikkanüle unter Aspiration vorsichtig vorgeschoben bzw. der Seldinger-Draht eingeführt. Anschließend kann man sonografisch auf die „In-plane“-Technik wechseln, d. h. die Arterie wird durch Drehen des Schallkopfs um 90° in der langen Achse dargestellt. So kann das Vorschieben des Drahts bzw. der Plastikkanüle in das Gefäß verfolgt werden. Lässt sich bei der Seldinger-Technik der Draht problemlos einführen, so wird abschließend der arterielle Katheter über den Draht vorgeschoben und dieser entfernt [48].

**Praxis-Tipp**

Auswahl der Nadel bei der Seldinger-Technik: Üblicherweise wird die arterielle Punktion mit der im Seldinger-Set enthaltenen Stahlnadel durchgeführt. Gerade bei schwierigen anatomischen Verhältnissen hat sich jedoch die sonografische Punktion zunächst mit einer Venenweilkanüle bewährt. Im Anschluss kann man über die sicher im Gefäß einliegende Plastikkanüle den Seldinger-Draht vorschieben. Vorteile dieser Methode sind, dass es nach der Gefäßpunktion nicht mehr zu einer Dislokation der Nadel kommen kann und dass sich der Seldinger-Draht aufgrund der längerstreckigen intravasalen Kanülenlage leichter vorschieben lässt, da er – insbesondere bei kleinen Gefäßen – nicht so leicht an der Gefäßhinterwand anstößt oder diese gar perforiert.

**Punktionsorte**

**A. radialis.** Die A. radialis ist das am häufigsten verwendete Gefäß für eine arterielle Kanülierung – sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen. Zur Punktion fixiert man die Hand in einer leicht überstreckten Haltung, eine Unterpolsterung des Handgelenks mit gerollten Kompressen und die Fixierung der Hand mit Klebeband genügt meist. Möglich ist sowohl eine sonografische wie auch eine konventionelle Punktion nach manueller Palpation. Die Entscheidung für das eine oder das andere Verfahren hängt hauptsächlich von der Erfahrung des Punktierenden ab. Wir bevorzugen bei gutem Pulstastbefund die konventionelle Punktion, bei schwierigeren Verhältnissen die Sonografie. Bei der sonografischen Methode ist zu beachten, dass sich die A. radialis gerade bei kleinen Säuglingen in sehr geringer Tiefe befindet, sodass die Eindringtiefe der Sonografie für eine optimale Darstellung entsprechend flach eingestellt werden sollte. Auch sollte man aufgrund der meist sehr dünnen Gefäße versuchen, genau die Mitte des Gefäßes zu treffen. Die Darstellung gelingt meist am besten in der kurzen Achse des Gefäßes.

**A. brachialis und axillaris.** Bei Neugeborenen und Säuglingen ist die A. radialis sehr klein, deshalb ist hier die Anlage einer arteriellen Kanüle häufig erschwert oder unmöglich. In diesen Fällen kann auch die A. brachialis in der Ellenbeuge oder die A. axillaris punktiert werden. Die Punktionstechnik unterscheidet sich nicht von der Technik der Radialispunktion. Da die A. brachialis eine Endarterie ist, sollte man nach Punktionsversuchen die periphere Durchblutung des Armes regelmäßig kontrollieren.

**A. femoralis.** Die Kanülierung der A. femoralis eignet sich am besten bei zu erwartender längerer Liegedauer des Katheters. Bei uns wird sie insbesondere bei herzchirurgischen oder großen neurochirurgischen Eingriffen routinemäßig angewendet. Die Punktion wird technisch analog zur Kanülierung der V. femoralis durchgeführt, wobei die Arterie im Regelfall lateral der Femoralvene liegt („IVAN“: von innen Vene, Arterie, Nerv). Normvarianten wie eine mediale oder auch unter der Vene liegende Arterie kommen vor.

Obwohl auch die A. femoralis bei gutem Pulstastbefund im Regelfall mit Palpation problemlos punktierbar ist, bevorzugen wir aufgrund der beschriebenen Lageanomalien und der höheren Erfolgsrate die sonografische Punktion. Es empfiehlt sich die Verwendung eines Seldinger-Sets. Zur Lagerung der Leiste eignen sich kleine, gerollte Einmalunterlagen, welche man unter das Gesäß des Kindes legt. Hierdurch werden sowohl die Leiste als auch die Gefäße gestreckt. Eine zu starke Unterlagerung sollte man jedoch vermeiden, da es dadurch auch zu einer Kompression der Arterie kommen kann. Nachdem die Arterie zunächst mit der Sonografie in ihrem Verlauf dargestellt wurde, punktiert man sie in der kurzen Achse, wobei darauf zu achten ist, dass die Spitze der Nadel jederzeit im Sonografiebild sichtbar bleibt. Die Punktion ist mit der im Set enthaltenen Stahlnadel möglich. Nach Einbringen des arteriellen Katheters sollte man ihn in der Leiste immer sicher annähen [54].

**Kernaussagen**

- Kinder benötigen Venenzugänge aus den gleichen Gründen wie Erwachsene. Aufgrund schwieriger Venenverhältnisse sind aber oft unübliche periphere, gehäuft aber auch zentralvenöse Zugänge erforderlich.
- Im Notfall ist ein intraossärer Zugang eine zügig zu etablierende Alternative zum klassischen Venenzugang. Bei der Neugeborenenreanimation ist ein Nabelvenenkatheter eine weitere Option. Bei beiden Verfahren müssen die Komplikationen des Verfahrens beachtet werden.
- Die Sonografie gewinnt einen immer größeren Stellenwert, insbesondere zum Anlegen von ZVK, aber auch für arterielle und periphervenöse Zugänge. Auch aus Trainingsgründen sollte diese unterstützende Technik möglichst häufig eingesetzt werden.
- Adäquate Lagerung, Transfixationstechnik sowie eine differenzierte Auswahl von Führungsdrähten und Punktionstechniken erhöhen die Erfolgsrate.
- Die wesentlichen mechanischen Komplikationen beim Anlegen von ZVK sind Hämatome und Pneumothorax, die sich beide durch den Einsatz der Sonografie reduzieren lassen.
- Die Hauptkomplikation bei länger liegenden ZVK sind die Infektion und Thrombosen. Beide kann man durch eine Schulung des Personals, steriles Arbeiten und prophylaktische Hygienemaßnahmen deutlich reduzieren.

**Interessenkonflikt:** Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Über die Autoren

### Uwe Trieschmann



Dr. med. Jahrgang 1957. Studium der Humanmedizin an der Universität Frankfurt und der Universität zu Köln. 1986 Approbation. 1986–1988 Assistent in der Physiologie. 1989–1994 Facharzt Ausbildung für Anästhesiologie an der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin der Universität zu Köln. 1991 Promotion.

1994–2003 Kinderanästhesie am Kinderkrankenhaus der Stadt Köln. 2000–2001 Kinderintensivmedizin am Great Ormond Street Hospital in London. 2001 Spezielle Intensivmedizin. Seit 2003 Oberarzt in der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Universität zu Köln. Schwerpunkte: Kinderanästhesie und kinderherzchirurgische Intensivmedizin. Seit 2007 Leitung des kinderherzchirurgischen Intensivbereichs. Mitglied u.a. in der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), der Gesellschaft für Neonatologische und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI).

### Jost Kaufmann



Dr. med. Jahrgang 1970. Ausbildung zum Facharzt für Anästhesie und für Kinder- und Jugendmedizin an der Uniklinik Köln von 1997–2008. Seit 2009 Oberarzt für Kinderanästhesie am Kinderkrankenhaus Amsterdamer Straße der Kliniken der Stadt Köln. Notarzt für die Berufsfeuerwehr Köln

und den ADAC, Neugeborenen-Notarzt (GNPI). Forschungs- und Interessenschwerpunkte: pädiatrische Notfallmedizin, Anästhesie und Endoskopie. Laufende Studien zur Medikamentensicherheit bei pädiatrischen Notfällen und zum pädiatrischen Atemweg. Entwickler des Pädiatrischen Notfalllineals ([www.nofalllineal.de](http://www.nofalllineal.de)). Mitglied des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie (WAKKA) und des Subkomitees für Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), Mitglied der Kommission für Arzneimittelsicherheit im Kindesalter (KASK) der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)

und der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI).

### Christoph Menzel



Dr. med. Jahrgang 1975. 1996–2002 Studium der Humanmedizin an der Universität zu Köln. 2003 Promotion. 2003–2006 Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Uniklinik Köln. 2006 Klinik für Kinderherzchirurgie der RWTH Aachen. 2006–2013 Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Uniklinik Köln. 2010

Rotation in den Notarztdienst der Berufsfeuerwehr Köln für 6 Monate. 2011 Facharzt für Anästhesiologie. Seit 2011 Tätigkeit auf der kinderherzchirurgischen Intensivstation. Seit 2013 Klinik für Kinderkardiologie der Uniklinik Köln. 2015 Zusatzbezeichnung Intensivmedizin. Mitglied in der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), dem wissenschaftlichen Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI und dem Arbeitskreis kinderherzchirurgische Intensivmedizin (AKKI) der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie (DGPK). Wissenschaftliche Schwerpunkte: perioperative Analgosedierung, postoperative Bildgebung und Inflammation nach Eingriffen mit der Herzlungenmaschine bei Kindern.

### Korrespondenzadresse

Dr. med. Uwe Trieschmann  
Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin  
Uniklinik Köln  
Kerpener Straße  
50931 Köln  
E-Mail: [uwe.trieschmann@uk-koeln.de](mailto:uwe.trieschmann@uk-koeln.de)

## Literatur

- 1 Goren A, Laufer J, Yativ N et al. Transillumination of the palm for venipuncture in infants. *Pediatr Emerg Care* 2001; 17: 130–131
- 2 Dinner M. Transillumination to facilitate venipuncture in children. *Anesth Analg* 1992; 74: 467
- 3 de Graaff JC, Cuper NJ, Mungra RA et al. Near-infrared light to aid peripheral intravenous cannulation in children: a cluster randomised clinical trial of three devices. *Anesthesia* 2013; 68: 835–845
- 4 Kaddoum RN, Angheliescu DL, Parish ME et al. A randomized controlled trial comparing the AccuVein AV300 device to standard insertion technique for intravenous cannulation of anesthetized children. *Paediatr Anaesth* 2012; 22: 884–889
- 5 Egan G, Healy D, O'Neill H et al. Ultrasound guidance for difficult peripheral venous access: systematic review and meta-analysis. *EMJ* 2013; 30: 521–526
- 6 Doniger SJ, Ishimine P, Fox JC et al. Randomized controlled trial of ultrasound-guided peripheral intravenous catheter placement versus traditional techniques in difficult-access pediatric patients. *Pediatr Emerg Care* 2009; 25: 154–159
- 7 Biarent D, Bingham R, Eich C et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2010; 81: 1364–1388
- 8 Eich C, Weiss M, Neuhaus D et al. Handlungsempfehlung zur intraossären Infusion in der Kinderanästhesie. *Anästhesie & Intensivmedizin* 2011; 52: 46–52
- 9 Lake W, Emmerson AJ. Use of a butterfly as an intraosseous needle in an oedematous preterm infant. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003; 88: F409
- 10 Heyder-Musolf J, Giest J, Straub J. Intraosseous access on a 1300 g septic premature infant. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2011; 46: 654–657
- 11 Neto EPS, Grousson S, Duflo F et al. Ultrasonographic anatomic variations of the major veins in paediatric patients. *Br J Anaesth* 2014; 112: 879–884
- 12 Rupp SM, Apfelbaum JL. American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous A., et al. Practice guidelines for central venous access: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology* 2012; 116: 539–573
- 13 Wu SY, Ling Q, Cao LH et al. Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation: a meta-analysis. *Anesthesiology* 2013; 118: 361–375
- 14 Pirotte T, Veyckemans F. Ultrasound-guided subclavian vein cannulation in infants and children: a novel approach. *Br J Anaesth* 2007; 98: 509–514
- 15 Perin G, Scarpa MG. Defining central venous line position in children: tips for the tip. *The Journal of vascular access* 2015; 16: 77–86
- 16 Richmond S, Wyllie J. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 7. Resuscitation of babies at birth. *Resuscitation* 2010; 81: 1389–1399
- 17 Haase R, Hein M, Thale V et al. Umbilical venous catheters - analysis of malpositioning over a 10-year period. *Z Geburtshilfe Neonatol* 2011; 215: 18–22
- 18 Raval NC, Gonzalez E, Bhat AM et al. Umbilical venous catheters: evaluation of radiographs to determine position and associated complications of malpositioned umbilical venous catheters. *Am J of perinatology* 1995; 12: 201–204
- 19 Yigiter M, Arda IS, Hicsonmez A. Hepatic laceration because of malpositioning of the umbilical vein catheter: case report and literature review. *J Pediatr Surg* 2008; 43: E39–41
- 20 Keir A, Giesinger R, Dunn M. How long should umbilical venous catheters remain in place in neonates who require long-term (>=5-7 days) central venous access? *Journal of paediatrics and child health* 2014; 50: 649–652
- 21 Thomson TL, Levine M, Muraskas JK et al. Pericardial effusion in a preterm infant resulting from umbilical venous catheter placement. *Pediatr Cardiol* 2010; 31: 287–290
- 22 Askegard-Giesmann JR, Caniano DA, Kenney BD. Rare but serious complications of central line insertion. *Semin Pediatr Surg* 2009; 18: 73–83
- 23 de Jonge RC, Polderman KH, Gemke RJ. Central venous catheter use in the pediatric patient: mechanical and infectious complications. *Pediatr Crit Care Med* 2005; 6: 329–339
- 24 Karapinar B, Cura A. Complications of central venous catheterization in critically ill children. *Pediatrics international: official journal of the Japan Pediatric Society* 2007; 49: 593–599
- 25 Costello JM, Clapper TC, Wypij D. Minimizing complications associated with percutaneous central venous catheter placement in children: recent advances. *Pediatr Crit Care Med* 2013; 14: 273–283
- 26 Dudeck MA, Weiner LM, Allen-Bridson K et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) report, data summary for 2012, Device-associated module. *Am J of infection control* 2013; 41: 1148–1166
- 27 O'Grady NP, Alexander M, Burns LA et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2011; 52: e162–193
- 28 Costello JM, Graham DA, Morrow DF et al. Risk factors for central line-associated bloodstream infection in a pediatric cardiac intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2009; 10: 453–459
- 29 Richards MJ, Edwards JR, Culver DH et al. Nosocomial infections in pediatric intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Pediatrics* 1999; 103: e39
- 30 Sheridan RL, Weber JM. Mechanical and infectious complications of central venous cannulation in children: lessons learned from a 10-year experience placing more than 1000 catheters. *Journal of burn care & research: official publication of the American Burn Association* 2006; 27: 713–718
- 31 Casado-Flores J, Barja J, Martino R et al. Complications of central venous catheterization in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2001; 2: 57–62
- 32 Reyes JA, Habash ML, Taylor RP. Femoral central venous catheters are not associated with higher rates of infection in the pediatric critical care population. *Am J of infection control* 2012; 40: 43–47
- 33 Breschan C, Platzer M, Jost R et al. Comparison of catheter-related infection and tip colonization between internal jugular and subclavian central venous catheters in surgical neonates. *Anesthesiology* 2007; 107: 946–953

- 34 Yebenes JC, Vidaur L, Serra-Prat M et al. Prevention of catheter-related bloodstream infection in critically ill patients using a disinfectable, needle-free connector: a randomized controlled trial. *Am J of infection control* 2004; 32: 291–295
- 35 Ahmed SS, McCaskey MS, Bringman S et al. Catheter-associated bloodstream infection in the pediatric intensive care unit: a multidisciplinary approach. *Pediatr Crit Care Med* 2012; 13: e69–72
- 36 Fisher D, Cochran KM, Provost LP et al. Reducing central line-associated bloodstream infections in North Carolina NICUs. *Pediatrics* 2013; 132: e1664–1671
- 37 Smulders CA, van Gestel JP, Bos AP. Are central line bundles and ventilator bundles effective in critically ill neonates and children? *Intensive Care Med* 2013; 39: 1352–1358
- 38 Ting JY, Goh VS, Osiovich H. Reduction of central line-associated bloodstream infection rates in a neonatal intensive care unit after implementation of a multidisciplinary evidence-based quality improvement collaborative: A four-year surveillance. *The Canadian journal of infectious diseases & medical microbiology* 2013; 24: 185–190
- 39 Miller MR, Griswold M, Harris JM et al. Decreasing PICU catheter-associated bloodstream infections: NACHRI's quality transformation efforts. *Pediatrics* 2010; 125: 206–213
- 40 Quach C, Milstone AM, Perpete C et al. Chlorhexidine bathing in a tertiary care neonatal intensive care unit: impact on central line-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2014; 35: 158–163
- 41 Dettenkofer M, Wilson C, Gratwohl A et al. Skin disinfection with octenidine dihydrochloride for central venous catheter site care: a double-blind, randomized, controlled trial. *Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 2010; 16: 600–606
- 42 O'Grady NP, Alexander M, Burns LA et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am J of infection control* 2011; 39: 1–34
- 43 Shah PS, Shah N. Heparin-bonded catheters for prolonging the patency of central venous catheters in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 2: CD005983
- 44 Inglis GD, Jardine LA, Davies MW. Prophylactic antibiotics to reduce morbidity and mortality in neonates with umbilical artery catheters. *Cochrane Database Syst Rev* 2007: CD004697. pub3: CD004697 DOI: DOI 10.1002/14651858
- 45 Shah PS, Kalyn A, Satodia P et al. A randomized, controlled trial of heparin versus placebo infusion to prolong the usability of peripherally placed percutaneous central venous catheters (PCVCs) in neonates: the HIP (Heparin Infusion for PCVC) study. *Pediatrics* 2007; 119: e284–291
- 46 Vidal E, Sharathkumar A, Glover J et al. Central venous catheter-related thrombosis and thromboprophylaxis in children: a systematic review and meta-analysis. *J Thromb Haemost* 2014; 12: 1096–1109
- 47 Monagle P, Chan AK, Goldenberg NA et al. Antithrombotic therapy in neonates and children: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012; 141: e737S–801S
- 48 Tobias JDM, Bhalla T. Ultrasound for central venous, arterial and peripheral venous cannulation in the pediatric population. *Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal* 2014; 2: 93–101
- 49 Schwemmer U, Arzet HA, Trautner H et al. Ultrasound-guided arterial cannulation in infants improves success rate. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23: 476–480
- 50 Ishii S, Shime N, Shibasaki M et al. Ultrasound-guided radial artery catheterization in infants and small children. *Pediatr Crit Care Med* 2013; 14: 471–473
- 51 Ganesh A, Kaye R, Cahill AM et al. Evaluation of ultrasound-guided radial artery cannulation in children. *Pediatr Crit Care Med* 2009; 10: 45–48
- 52 Khilnani PK. Learning curve for arterial cannulation using ultrasound: a myth or reality? *Pediatr Crit Care Med* 2013; 14: 545–546
- 53 Varga EQ, Candiotti KA, Saltzman B et al. Evaluation of distal radial artery cross-sectional internal diameter in pediatric patients using ultrasound. *Paediatr Anaesth* 2013; 23: 460–462
- 54 Schindler E, Schears GJ, Hall SR et al. Ultrasound for vascular access in pediatric patients. *Paediatric anaesthesia* 2012; 22: 1002–1007

## CME-Fragen

## CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für eine CME-Teilnahme verfügbar.
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.

1

Welche Maßnahmen eignen sich zur Verbesserung der Punktionsbedingungen beim Anlegen peripherer Venenverweilkanülen?

- A vorherige Wärmeapplikation
- B Venenstauung
- C Glukoselösung 10/20% zur Analgosedierung
- D Lokalanästhesie mit EMLA-Creme
- E Alle Antworten sind richtig.

2

Welche der folgenden Aussagen für den intraossären Zugang ist *falsch*?

- A Cook-Kanülen und der EZ-IO-Bohrer sind die gebräuchlichsten Systeme für den intraossären Zugang.
- B In der Notfallsituation solle man 2–3 min für die Suche nach einem peripheren Zugang aufwenden, erst dann sollte man einen intraossären Zugang legen.
- C Bei Neu- und Frühgeborenen eignen sich Butterfly-Nadeln für den intraossären Zugang.
- D Eine der Gefahren bei der Anwendung des EZ-IO-Bohrers bei kleinen Kindern besteht in der Durchdringung des Knochens mit Austritt auf der Gegenseite.
- E Über einen intraossären Zugang kann man alle Infusionen und Medikamente geben.

3

Wie häufig sind anatomische Lagevarianten der V. jugularis interna in Relation zur A. carotis?

- A 15–20%
- B 10–15%
- C 5–10%
- D 0–5%
- E <1%

4

Welche Aussage zum Einsatz der Sonografie ist *falsch*?

- A Mit der „Out-of-plane“-Technik kann die Lagebeziehung von der Vene zur Arterie dargestellt werden.
- B Mit der „In-plane“-Technik kann das Eindringen der Punktionskanüle in das Gefäß dargestellt werden.
- C Der Einsatz der Sonografie wird für den Zugang über V. jugularis interna empfohlen.
- D Beim supraklavikulären Zugang zur V. subclavia ist die Anwendung der Sonografie fakultativ.
- E Die Sonografie ermöglicht den Ausschluss von Thrombosen vor der Gefäßpunktion.

5

Welche Aussage zur Lagerung für den Zugang über die V. jugularis interna ist *falsch*?

- A Eine Schulterrolle erlaubt eine adäquate Halsextension, die wichtig für eine leichte Straffung der V. jugularis interna ist.
- B Eine starke Rotation des Kopfs zur Gegenseite fördert eine Lage der Vene vor der A. carotis.
- C Eine starke Rotation des Kopfs zur Gegenseite kann das Verschieben des Führungsdrahts am Übergang V. jugularis interna in die V. subclavia erschweren.
- D Eine versehentliche Pleurapunktion ist die Hauptkomplikation.
- E Eine Trendelenburg-Lagerung ist sinnvoll.

## CME-Fragen

Besonderheiten des Gefäßzugangs bei Kindern

6

Welche Aussage zur Punktions-technik und Lagekontrolle ist *richtig*?

- A Die zentralen Venen können immer direkt punktiert werden, da sie bei der Punktion nicht komprimiert werden können.
- B J-Drähte sind immer die geeigneten Führungsdrähte.
- C Alternativ zur Stahlnadel kann auch mit einer Venenverweilkanüle punktiert werden.
- D Die Lagekontrolle ist immer sicher mit der Sonografie möglich.
- E Eine intrakardiale EKG-Ableitung ist auch bei Säuglingen sicher möglich.

7

Welche Komplikation gehört *nicht* zu den Frühkomplikationen bei ZVK-Anlage?

- A Pneumothorax
- B Hämatothorax
- C Luftembolie
- D Infektion
- E Herzrhythmusstörungen

8

Eine Fehlpositionierung kann vielfältige Ursachen und Folgen haben. Welche Aussage dazu ist *richtig*?

- A Der Führungsdraht kann die Gefäßwand durchbohren.
- B Bei der Punktion der V. subclavia kann der Führungsdraht leicht in die kontralaterale V. subclavia oder in eine der Vv. jugulares internae abweichen.
- C Infusothorax und Infusomediastinum sind mögliche Folgen.
- D Perikardtamponade ist eine mögliche Folge.
- E Alle Aussagen treffen zu.

9

Welche Aussage zu Spätkomplikationen eines ZVK ist *falsch*?

- A Sekundäre Gefäßverletzungen können durch hochosmolare Lösungen und mechanische Irritationen entstehen.
- B Die häufigste Spätkomplikation sind Infektionen, gefolgt von katheterassozierten Thrombosen.
- C Kinder mit ZVK sollen grundsätzlich eine Thromboseprophylaxe erhalten.
- D Zu den Risikofaktoren für die ZVK-Infektion gehören u. a. junges Lebensalter, Gabe von Blutprodukten sowie eine ZVK-Liegedauer über 7 Tage.
- E Der Punktionsort hat bei Kindern über 5 kgKG keinen signifikanten Einfluss auf die Infektionsrate.

10

Welche Aussage zu speziellen Kathetern ist *richtig*?

- A Nabelvenenkatheter weisen kaum Komplikationen auf und sind ein gängiger Zugang in der Neugeborenenperiode.
- B Nabelvenenkatheter lassen sich bei längerer Abnabelung leichter und sicherer legen.
- C Einschwemmkatheter eignen sich neben der Infusion auch zur Messung des zentralen Venendrucks und zur Blutaspiration.
- D Einschwemmkatheter kann man nicht über eine 24-G-Venenkanüle schieben.
- E Bei länger erforderlicher arterieller Kanülierung ist ein Zugang über die A. radialis zwingend.