



Kapitel 2

Narkoseeinleitung

- 2.1 Klinischer Fall 24
- 2.2 Allgemeine Maßnahmen und Monitoring 25
- 2.3 Einleitung einer Allgemeinanästhesie 39
- 2.4 Regionalanästhesie 66

2.1 Klinischer Fall

Panik im Einleitungsraum



Abb. 2.1 (Quelle: Paavo Bläfield – Thieme Gruppe)

Nervosität vor dem „ersten Mal“

Dr. Staudinger ist erst seit kurzem als Assistenzarzt der anästhesiologischen Klinik tätig. Heute soll er erstmals selbstständig eine Narkose einleiten und dabei einen Patienten intubieren. Er ist schon etwas nervös.

Ein problemloser Patient?

Der Patient, Herr Müller, liegt bereits im Einleitungsraum, er soll an einem Leistenbruch operiert werden. Die Anästhesiepflegekraft hat bereits das Monitoring angeschlossen. Dr. Staudinger sichtet das Narkoseprotokoll: Der Patient ist 68 Jahre alt, etwas übergewichtig, hat ansonsten aber keine Vorerkrankungen und keine Allergien. Er befragt den Patienten nochmals zu Identität, geplanter OP und Allergien. Herrn Müller ist es sichtlich unangenehm, dass er seine Zahnprothesen im Zimmer lassen musste, denn er antwortet immer hinter vorgehaltener Hand.

Adrenalinkick für den jungen Arzt

Die Anlage des i. v.-Zugangs gelingt Dr. Staudinger beim ersten Punktionsversuch. Während die Anästhesiepflegekraft den Zugang mit Pflasterstreifen sichert, hält Dr. Staudinger seinem Patienten die Beatmungsmaske vor das Gesicht. „Das ist jetzt reiner Sauerstoff“, erklärt er dem Patienten. Die Pflegekraft sieht Dr. Staudinger schon mit ungeduldigen Augen an. Zögerlich nennt er ihr die Dosierungen für das Opioid und das Hypnotikum. Der Patient schläft sofort ein. „Ok, dann relaxieren mit 50 mg Atracurium“, sagt Staudinger sichtlich angespannt. „Du musst doch erst prüfen, ob die Maskenbeatmung funktioniert“, ermahnt ihn die Pflegekraft mit strenger Stimme. Das hatte er im Stress tatsächlich fast vergessen. „Oh ja, danke! Mal sehen. Hmm...“ Die Luft entweicht laut hörbar neben der Maske. Auch etwas mehr Reklination des Kopfes hilft nicht. „Es geht nicht!“ Panik kommt in Dr. Staudinger auf. „Sollen wir es mit einem Guedel-Tubus versuchen?“, fragt die Anästhesiepflegekraft. „Ok.“ Sie nimmt den Guedel-Tubus, den sie sich zuvor schon in Reichweite gelegt hatte und positioniert ihn im Mund des Patienten. Dr. Staudinger versucht erneut die Maskenbeatmung. Der Brustkorb hebt sich, auf dem Narkosebeatmungsgerät taucht eine CO₂-Kurve auf – und auch Staudingers Puls beginnt sich wieder zu normalisieren. „Ok, dann jetzt relaxieren. Woher wusstest Du eigentlich, dass die Maskenbeatmung schwierig wird?“ Die Pflegekraft lächelt – diese Vorahnung wird auch Dr. Staudinger bald haben, denkt sie.

Intubation geglückt!

„Gut, dass Herr Müller keine Zähne mehr hat“, denkt Dr. Staudinger, als er am Griff des Laryngoskops in Herrn Müllers Mund zieht. „Cormack I“, verkündet er laut und führt den Endotrachealtubus zwischen den Stimmbändern ein, „sicher gesehen“. Die CO₂-Kurve am Narkosebeatmungsgerät bestätigt seine Angabe, noch ehe die Pflegekraft ihren Auskultationsbefund mitteilen kann.

Doch nicht ganz alleine...

„Das hat er ja schon ganz gut gemacht“, denkt sich der Oberarzt, der die Einleitung durch die leicht geöffnete Tür beobachtet hatte, und geht entspannt weiter.

2.2 Allgemeine Maßnahmen und Monitoring



Key Point

- Vor dem Beginn der Anästhesie müssen der Patient identifiziert und die Unterlagen nochmals gesichtet bzw. geprüft werden.
- Basismonitoring-Maßnahmen (EKG, nicht-invasive Blutdruckmessung, Pulsoxymetrie, Kapnografie bei beatmeten Patienten) sind bei jedem anästhesiologisch betreuten Patienten immer anzuwenden.
- Alle Messwerte sind in Zusammenschau mit dem klinischen Bild des Patienten zu interpretieren.
- Jeder Patient benötigt mindestens einen peripheren venösen Zugang, der immer gut zugänglich sein muss. Häufig ist die Anlage eines weiteren, großlumigen Zugangs empfehlenswert.
- Das erweiterte Monitoring umfasst die Messung der Körpertemperatur, die invasive Blutdruckmessung über eine arterielle Kanüle, die Messung des zentralen Venendrucks über einen zentralen Venenkatheter, eine erweiterte zirkulatorische Überwachung über einen Pulmonalkatheter (nur noch selten indiziert), die Relaxometrie bei allen muskelrelaxierten Patienten, die transösophageale Echokardiografie und die Anlage eines Urin-Dauerkatheters.

2.2.1 Einschleusen

Üblicherweise werden Patienten im Bett vom Pflegepersonal einer Normalstation zum OP gebracht. In Abhängigkeit von lokalen Gegebenheiten wird der Patient von einer Anästhesiepflegekraft in Empfang genommen und auf einen OP-Tisch umgelagert. **Strukturiertes Vorgehen** kann helfen, Fehler im perioperativen Ablauf (z. B. Verwechslung von Patient oder OP-Areal) zu vermeiden. Für den perioperativen Ablauf hat sich in den letzten Jahren daher zunehmend die recht einfache, aber effektive **WHO-Checkliste** mit einigen Fragen, die mit, durch bzw. über den Patienten und das behandelnde Team geklärt werden, etabliert. Generell müssen die **Patientenunterlagen vollständig** vorhanden sein. Daher ist es empfehlenswert, bereits bei der Übergabe alle Unterlagen (insbesondere die unterschriebenen Aufklärungen) zu prüfen und den Patienten nur einzuschleusen, wenn diese vollständig sind. Klare Vorgaben, was wie gehandhabt wird, helfen auch hier, einen geordneten Ablauf zu erreichen.



Praxistipp

Viele Patienten haben Schmerzen bei der Umlagerung. Sind diese sehr stark, kann eine intravenöse Analgesie sinnvoll sein (Monitoring!).

2.2.2 Maßnahmen im Narkoseeinleitungsraum

Der Anästhesist hat meist im Narkoseeinleitungsraum den ersten Kontakt an diesem Tag mit dem Patienten. Nach der Begrüßung muss er sicherstellen, dass es sich um den richtigen Patienten handelt (**Patientenidentifikation**).



Praxistipp

Stellen Sie sich immer mit Namen und Funktion vor, damit der Patient weiß, mit wem er es zu tun hat.

Sobald der Patient identifiziert ist, sollten alle **Unterlagen** (z. B. Einverständniserklärung, Laborparameter, EKG, Röntgenaufnahmen), der **Eingriffsort** (richtige Seite?) und das geplante **Operationsverfahren** (passend zu Eingriff und zu Narkoseart?) nochmals **geprüft** werden.



Praxistipp

Fragen Sie den Patienten immer noch einmal nach Allergien. Redundanz schafft hier Sicherheit für alle Beteiligten!

In der Zwischenzeit kann eine Anästhesiepflegekraft das **Basismonitoring etablieren** und ggf. einen **i. v.-Zugang legen**. Es ist Aufgabe des Anästhesisten, zu prüfen, ob der peripheren venöse Zugang tatsächlich intravasal liegt und läuft.

Sind alle Informationen plausibel, hat der Patient keine Fragen mehr und ist die Pflegekraft bereit, kann die Narkoseeinleitung starten!

2.2.3 Basismonitoring

Allgemeines

Das **Basismonitoring**, das bei jedem Patienten (unabhängig vom geplanten Anästhesieverfahren) angelegt werden muss, umfasst:

- EKG (und Herzfrequenz)
- Sauerstoffsättigung (SpO₂) und Herzfrequenz
- nicht-invasiver Blutdruck (NIBP)
- Kapnometrie/-grafie (bei beatmeten Patienten)

Das Ziel ist eine **kontinuierliche Überwachung der Vital- und Kreislaufparameter**, um Komplikationen sofort zu erkennen und ggf. adäquat reagieren zu können. Bei bestimmten Patienten ist zusätzlich ein erweitertes Monitoring (S. 31) indiziert.

MERKE

Das **Basismonitoring** dient der Patientensicherheit, wird als Standard betrachtet und **darf niemals unterbleiben**.

Moderne Anästhesiemonitore zeigen meist **alle benötigten Werte auf einem zentralen Display** an (Abb. 2.2), das an die aktuellen Bedürfnisse angepasst werden kann. Sie besitzen fast immer einen internen **Akku**, damit die Überwachung – z. B. beim Transport vom OP auf die Intensivstation – unabhängig vom Stromnetz fortgeführt werden kann.

**Praxistipp**

Prüfen Sie vor Transporten immer den Ladezustand aller Akkus!

**Praxistipp**

Bedenken Sie, dass Sie das Monitoring in bestimmten Situationen (sterile Abdeckungen im OP, räumliche Enge, bestimmte Lagerungen, Transport) nicht immer sofort verändern und anpassen können. Überlegen Sie daher vor Beginn einer Operation, welche Vitalfunktionen oder Parameter Sie überwachen wollen und stellen Sie sicher, dass ein stabiles Signal gewährleistet ist!

MERKE

Jedes Gerät zur Patientenüberwachung ist nur so gut wie sein Benutzer. Achten Sie auf eine auf den Patienten abgestimmte, korrekte und **sinnvolle Einstellung der Alarmgrenzen**: Zu häufige Alarmer desensibilisieren den Benutzer, zu weite Alarmgrenzen weisen erst sehr spät auf eine potenziell bedrohliche Situation hin.

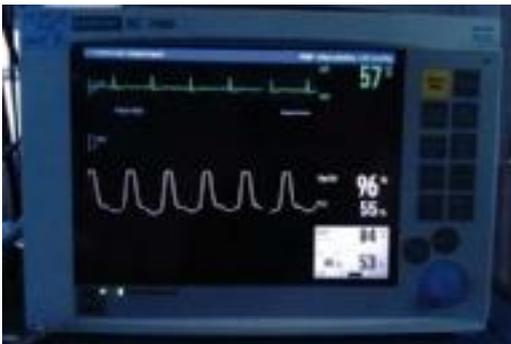


Abb. 2.2 Integrierter Patientenmonitor zur Überwachung von EKG (grüne Kurve), Herzfrequenz (hier: 57), SpO₂ (weiße Kurve, hier: 96%), Puls (hier: 55), nicht-invasivem Blutdruck (hier: 84/53 (66)) und Temperatur (hier nicht dargestellt).

MERKE

Behandeln Sie immer den Patienten, nicht den Monitor: Achten Sie darauf, ob die Messwerte zum klinischen Bild passen, um nicht durch die Therapie von Artefakten und Messfehlern unerwünschte Wirkungen auszulösen.

EKG

Würden sich **EKG-Elektroden im OP-Feld** befinden, müssen bei der Anlage oft Kompromisse eingegangen werden. Dennoch muss während der OP immer ein gut sichtbares EKG-Signal auf dem Monitor angezeigt werden. Um **Artefakte durch die** ubiquitär verwendeten **Hochfrequenz-Schneide- und Koagulationsgeräte** zu vermeiden, sollte immer ein Frequenzfilter zwischen EKG-Kabel und Monitor geschaltet werden.

Pulsoxymetrie

Messprinzip I Das Pulsoxymeter misst die **arterielle Sauerstoffsättigung** (SpO₂: pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung) nicht-invasiv über die **Lichtabsorption des Blutes** (unterschiedliche Absorptionenwerte von oxygeniertem [HbO₂] und desoxygeniertem Hämoglobin [dHb], Abb. 2.3) während der Diastole (fast nur dHb) und der Systole (zusätzlich HbO₂). Die Messung ist über einen (Mehrweg-)Clip an einem Finger oder Zeh oder über einen (Einweg-)Klebesensor an einem Finger oder Zeh möglich. Für ein verlässliches Signal muss das Areal, auf dem der Sensor sitzt, **gut durchblutet** sein.

Normalwerte I Die **normale Sauerstoffsättigung** im arteriellen Blut beträgt beim Menschen **94–99 %**. Sie korreliert dabei meist gut mit dem Sauerstoffpartialdruck des Blutes (p_aO₂ 90–150 mmHg). Gerade alte Menschen haben im Normalfall einen deutlich niedrigeren p_aO₂ (etwa 60 mmHg, SpO₂ 94–96%). Bei einem **p_aO₂ < 60 mmHg** oder einem **SpO₂ < 90 %** droht eine **klinisch relevante Hypoxie**.

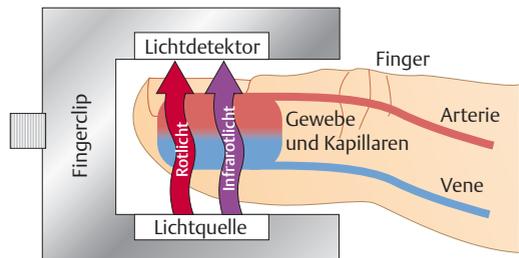


Abb. 2.3 Messprinzip beim Pulsoxymeter: Die unterschiedlichen Absorptionsmaxima von HbO₂ und dHb im roten und infraroten Wellenlängenbereich erlauben die Messung des Lichts auf der gegenüberliegenden Seite des Fingerclips. Aus diesen pulsartigen Absorptionsänderungen kann die funktionelle (partielle) Sauerstoffsättigung (p_{sa}O₂, SpO₂ [%]) errechnet werden: Sie bezeichnet den Anteil von HbO₂ am gesamten zum O₂-Transport fähigen Hämoglobin und wird in Prozent angegeben.

Störeinflüsse | Die Pulsoxymetrie erfasst nur die **relative Sauerstoffsättigung** des Hämoglobins: Aufgrund der ähnlichen Veränderung des Farbspektrums kann ein hoher Anteil an dysfunktionellen Hämoglobinfraktionen wie **CO-Hb** (bei Kohlenmonoxydvergiftung oder starken Rauchern), **Methämoglobin** (MetHb) oder **Sulfhämoglobin** (SulfHb) bei älteren Geräten zu **falsch hohen Werten** führen. Wichtig zum Erhalt valider Messergebnisse ist auch die Elimination von **Bewegungen** (z.B. Reanimation, Patiententransport, Muskelzittern, Manipulation am Sensor), **Vibrationen**, dunklem **Nagellack** (rot i. d. R. unproblematisch), aufgeklebten **Acrylnägeln**, **Infrarotbeleuchtung**, **Nagelerkrankungen** (z.B. Pilzinfektion), **Sensordislokation**, **periphere Durchblutungsstörungen** bzw. **Zentralisation** (z.B. Hypothermie, Hypovolämie, Hypotonie, Herzrhythmusstörungen, Schock). Auch **extrem niedrige SpO₂-Werte** (<70%) können zu unkalkulierbaren Fehlmessungen führen.

Messgenauigkeit | Werden die Störgrößen eliminiert, liegt die Messgenauigkeit meist in einem Bereich von **±2% bei SpO₂-Werten zwischen 70 und 100%** sowie bei **±3%** im Bereich zwischen 50% und 70% SpO₂.

Moderne Geräte | **Neuere Geräte** können durch die **Kombination mehrerer Sensoren** mit Licht unterschiedlicher Wellenlängen den Anteil von CO-Hb und Met-Hb sowie eine nicht-invasive Messung des Hämoglobingehalts (allerdings relativ ungenau) des Blutes bestimmen. Für Neugeborene stehen ebenfalls spezielle Sensoren mit unterschiedlichen Wellenlängen zur Verfügung.

MERKE

Die peripher gemessene Sättigung „hinkt“ der zentral vorherrschenden Sättigung nach.

Nicht-invasive Blutdruckmessung (NIBD)

Vor der Narkoseeinleitung wird eine Blutdruckmanschette angelegt. Die **Manschettenbreite** sollte ca. 35–45% des Oberarmumfangs betragen. In der automatischen Messung wird der Blutdruck oszillome-

trisch bestimmt. Für eine regelmäßige Überwachung werden automatische, feste **Messintervalle** festgelegt (je nach Patient meist 3–5 min).

MERKE

Zu **schmale Manschetten** ergeben zu **hohe Messwerte**.

Kapnometrie und -grafie

Kapnometrie bezeichnet die **Messung des endtidalen Kohlendioxidpartialdrucks** (p_{etCO_2}) und dessen Darstellung als Zahlenwert. Der p_{etCO_2} wird über eine Infrarot-spektroskopische Messsonde gemessen, die patientennah (direkte Messung: **Hauptstromverfahren**) oder patientenfern (über eine Leitung zum Narkosegerät: **Nebenstromverfahren**) am Atemweg angebracht wird. Moderne Anästhesiegeräte messen fast immer im Nebenstromverfahren mit Hilfe kleiner Messschläuche, die an das Y-Stück am Beatmungsschlauch oder an einen eigenen Konnektor am Beatmungfilter angeschlossen werden.

MERKE

Messung des p_{etCO_2} :

- **im Hauptstrom:** Probenentnahme zwischen Beatmungsschlauch und Tubus (Abb. 2.4)
- **im Nebenstrom:** Ein Teil des Atemgases wird kontinuierlich angesaugt und nach der Messung in das Narkosegerät zurückgeleitet (Abb. 2.6).

Der p_{etCO_2} wird meist in [mmHg] angegeben (Normwert bei Gesunden: 35–45 mmHg). Die **Kapnografie** liefert zusätzlich eine **Kurve des CO₂-Verlaufs während In- und Expiration** (Abb. 2.5). Bei Gesunden beträgt die Differenz zwischen p_{etCO_2} und arteriellem CO₂-Partialdruck (p_aCO_2 , Messung in der arteriellen Blutgasanalyse) meist ca. 2–5 mmHg.

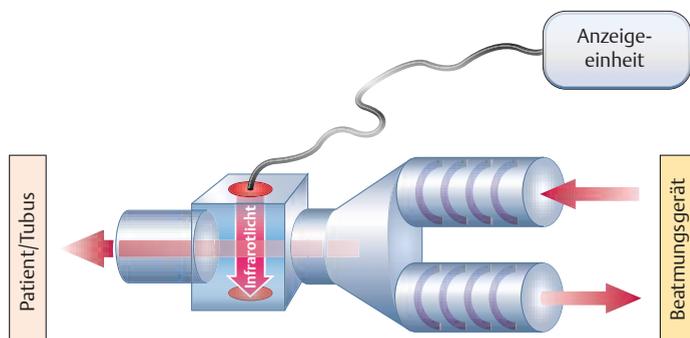


Abb. 2.4 Messverfahren des p_{etCO_2} im Hauptstrom (aus: Hinkelbein, Genzwürker, Notfallmedizin kompakt, Thieme, 2011).



Abb. 2.5 Kapnografie-Kurve (oben) auf einem Dräger Primus®-Narkosegerät ($p_{et}CO_2$ hier: 34 mmHg).



Abb. 2.6 „Wasserfalle“ am Narkosegerät mit Messschlauch für die Gasmessung im Nebenstromverfahren: Über den Schlauch werden pro Minute je nach Gerät zwischen 100 und 200 ml Atemgas angesaugt und die Gaskonzentrationen (O_2 , CO_2 , N_2O , volatile Anästhetika) gemessen. Das andere Ende des Probenschlauchs wird an den Beatmungsfilter oder an das Y-Stück – also patientennah – angebracht.

MERKE

Insbesondere bei Lungenerkrankungen kann die **Differenz zwischen $p_{et}CO_2$ und p_aCO_2** erheblich sein. Bei diesen Patienten muss die Beatmung (und damit der $p_{et}CO_2$) anhand wiederholter Blutgasanalysen (\rightarrow Bestimmung des p_aCO_2) angepasst werden.

Anhand des $p_{et}CO_2$ können die Beatmungsparameter zeitnah so eingestellt werden, dass eine **Normoventilation** erreicht (bei den meisten Gesunden: $p_{et}CO_2$ ca. 35 mmHg) bzw. eine **Hyper- oder Hypoventilation schnell erkannt** und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

MERKE

Ein plötzlicher, massiver, intraoperativer **Abfall des $p_{et}CO_2$** bei gleichzeitigem massivem Anstieg des p_aCO_2 und ausgeprägter Kreislaufinstabilität ist ein **Alarmzeichen** für eine **Lungenembolie** oder eine **einseitige Beatmung** (Tubusdislokation und endobronchiale Fehllage).

2.2.4 Legen eines i. v.-Zugangs

MERKE

Bei jedem Patienten, der irgendeine Form der Anästhesie benötigt, muss ein **sicherer i. v.-Zugang** vorhanden sein. Für den Ausgleich von potenziellen Blut- und Volumenverlusten sollte (meist nach der Narkoseeinleitung) ein zweiter, **großlumiger Zugang** gelegt werden.

Auswahl der geeigneten Kanüle | Spätestens nach Anlage des Basismonitorings wird eine **periphere Venenverweilkanüle** gelegt (je nach dem verwendeten System auch „Viggo“, „Braunüle“, „Flexüle“ oder „Venflon“ genannt). Die **Größe** wird dabei abhängig von Alter, Venenstatus, Art der Operation und zu erwartendem Blutverlust (bzw. Blutungsrisiko) gewählt, bei Erwachsenen wird meist ein **18 G-Katheter** (grün) verwendet. Bei schlechten Venenverhältnissen kann auch ein kleinerer Katheter (Tab. 2.1 und Abb. 2.7) gelegt werden. Außer bei Eingriffen, bei denen ein Blutverlust extrem unwahrscheinlich ist (z. B. am Auge), sollte spätestens nach Einleitung der Allgemeinanästhesie ein weiterer, größerer i. v.-Zugang gesetzt werden, um Blutverluste oder Flüssigkeitsdefizite in adäquat kurzer Zeit ausgleichen zu können.

Bei Eingriffen, bei denen ein **größerer Blutverlust** möglich (z. B. große Gefäße im Operationsgebiet, Operation gut vaskularisierter Strukturen) oder sogar zu erwarten ist (z. B. Hüft-TEP-Wechsel, große Tumoroperationen) sollte ein großlumiger „**Volumenzugang**“ (≥ 16 G) gelegt werden: Bei kleineren Zugängen dauert die Transfusion von Erythrozytenkonzentraten sehr lange und die stärkeren Scherkräfte schädigen die Erythrozyten. Eine 16 G-Kanüle kann i. d. R. problemlos gelegt werden, bei guten Venenverhältnissen bietet eine 14 G-Kanüle einen deutlich höheren Fluss. Für spezielle Indikationen

Tab. 2.1

Periphere Venenzugänge in den gebräuchlichsten Größen.				
	Farbe	Außendurchmesser	Größe [Gauge]	Flussrate (max.)
Kinder	violett	0,6 mm	26 G	10 ml/min
	gelb	0,7 mm	24 G	13 ml/min
Kinder + Erwachsene	dunkelblau	0,9 mm	22 G	36 ml/min
Erwachsene	rosa	1,1 mm	20 G	61 ml/min
	grün	1,3 mm	18 G	96 ml/min
Volumenzugänge	grau	1,7 mm	16 G	186 ml/min
	orange (braun)	2,1 mm	14 G	343 ml/min
	hellblau	2,6 mm	12 G	450 ml/min



Abb. 2.7 Periphervenöse Zugänge.

(v. a. Kardio- und Tumorchirurgie) gibt es **High-Flow-Katheter** (12 G).

MERKE

Wichtig ist nicht nur der **Durchmesser der Kanüle**, sondern auch die **Qualität des venösen Abflusses**: Große Kanülen direkt vor einer Venenaufzweigung sind oft weniger effektiv als etwas kleinere und damit kürzere Kanülen, die einen günstigeren Abfluss im Gefäß erlauben.

**Praxistipp**

Durch die periphere Vasodilatation im Rahmen einer Allgemeinanästhesie sind die Venen nach der Narkoseeinleitung meist wesentlich einfacher zu punktieren, sodass i. d. R. problemlos auch ein Volumenzugang gelegt werden kann.

MERKE

Der **Unterschied der maximalen Flussraten** ist bemerkenswert, wenn man sich das Volumen, das pro Stunde über den Zugang infundierbar ist, vor Augen führt:

- 20 G-Zugang: 3,6 l/h
- 16 G-Zugang: 11,1 l/h
- 14 G-Zugang: 20,5 l/h

Peripher- vs. zentralvenöser Zugang | Ein ZVK kann keinen Volumenzugang ersetzen:

- Die Lumen sind v. a. bei mehrlumigen Kathetern meist sehr dünn.
- Die Flussrate ist selbst bei großem Durchmesser, z. B. 14 G, aufgrund der Länge deutlich geringer als bei einem peripheren 18 G-Zugang.

MERKE

Ein ZVK ist kein Volumenzugang!

Bei sehr langen Operationen mit wahrscheinlich sehr großem Blutverlust (mehrere Liter) können **spezielle großlumige ZVKs** (z. B. Shaldon-Katheter, der üblicherweise zur Dialyse verwendet und ebenfalls in Seldinger-Technik gelegt wird) den peripheren Volumenzugang ersetzen. Dies ist jedoch **nur** indiziert, **wenn** die peripheren Venenverhältnisse eine **sichere und ausreichende Volumetherapie nicht möglich** machen. Näheres zu Indikationen und zur Anlage von ZVKs finden Sie im Kapitel „Erweitertes Monitoring (S.34)“.

Auswahl der Punktionsstelle | Wo der Zugang gelegt wird, hängt vom Venenstatus, von Begleiterkrankungen des Patienten, vom geplanten Eingriff und von der Lagerung ab:

- bei **Dialysepatienten**: kein Zugang am Shuntarm
- bei **Z. n. Mammakarzinom-OP und Lymphadenektomie**: wegen der Gefahr eines Lymphödems auf der operierten Seite kein i. v.-Zugang (außer bei vitaler Bedrohung)

Meist empfiehlt es sich, den **Zugang am Handrücken**, am **radialen Unterarm** (Cave: Nervenverlauf und A. radialis) oder in der **Ellenbeuge** zu legen. Der Zugang sollte aber auch während der OP **durchgängig** (Beugung des Arms!) und **erreichbar** sein (Abb. 2.8), um ggf. Notfallmedikamente direkt applizieren oder z. B. nachträglich eine Spritzenpumpe anschließen zu können. Gegebenenfalls müssen die Infusionsleitungen verlängert und mit 3-Wege-Hähnen versehen werden, um eine intraoperative Erreichbarkeit zu gewährleisten. Prinzipiell sind auch Zugänge an **Fuß-**



Abb. 2.8 Patient mit 2 peripheren Venenkathetern, die während der Operation sehr gut zugänglich sind, um Medikamente und Flüssigkeit schnell, effektiv und sicher verabreichen zu können.

rücken und Bein möglich, die Punktion ist jedoch schwieriger und die Zugänge sollten wegen der deutlich höheren Infektionsrate so kurz wie möglich liegen.

MERKE

Zugänge müssen zu jeder Zeit **sicher funktionieren**, **erreichbar** sein und die **sichere Applikation** und verlässliche Dosierung von Medikamenten erlauben. Am besten gleich nach dem Legen mit einem Flüssigkeitsbolus (≥ 10 ml isotoner Kochsalzlösung bei Erwachsenen) prüfen!

Insbesondere wenn bereits ein i.v.-Zugang liegt, muss dessen **korrekte Lage geprüft** werden: Isotone Kochsalzlösung muss sich mit einer Spritze ohne erhöhten Widerstand injizieren lassen, eine Infusion muss „frei laufen“ können. Im Bereich des Zugangs darf sich keinesfalls eine Schwellung (Paravasat) entwickeln. Eventuell kann bei größeren Zugängen auch Blut aspirabel sein.

MERKE

Paravasal injizierte Medikamente sind **wirkungslos** und **schädigen** zudem in vielen Fällen das **Gewebe** (z. B. Hautnekrosen bei Thiopental oder hochprozentiger Glukoselösung).

erforderliches Material:

- Desinfektionspray
- Tupfer, sterile Kompressen
- Einmalhandschuhe (nicht steril)
- Staubband bzw. -schlauch oder Blutdruckmanschette
- periphervenöser Zugang der richtigen Größe (Tab. 2.1)
- Pflaster(streifen) zum Fixieren
- Infusion zum Anschließen



Praxistipp

Venen können durch leichtes Beklopfen der Punktionsstelle besser sichtbar gemacht werden.

Legen eines peripheren Zugangs:

- Tieflagern des gewählten Punktionsbereichs; nach Anlage der Stauung kann der Patient durch Öffnen und Schließen der Hand die Venenfüllung begünstigen.
- Anziehen der Einmalhandschuhe
- Palpieren der Vene, Desinfizieren der Punktionsstelle, nach einer Einwirkzeit von ca. 30 s mit einer sterilen Komresse einmaliges Trockenwischen
- Spannen der Haut an der Punktionsstelle mit einer Hand (\rightarrow kein Verrutschen der Venen) und Warnen des Patienten vor dem stechenden Schmerz
- Punktion: Die Nadel wird mit einer Hand gefasst und durch die Haut in Richtung des Gefäßes gestochen (Winkel ca. 20° zur Haut), anschließend abgekippt und möglichst innerhalb der Vene behutsam vorgeschoben, bis sich die Tropfkammer am Ende des Zugangs mit Blut füllt. Da der Stahlmandrin ca. 1–2 mm über den Plastik Katheter hinausragt, muss die Nadel noch einige Millimeter weiter geschoben werden.
- Zurückziehen des Stahlmandrins in die Plastikkanüle und vollständiges Vorschieben des Zugangs in das Gefäß
- Sichern des Zugangs mit einem Pflaster (\rightarrow Fixierung und Infektionsschutz)
- Abdrücken der Vene am Ende der Plastikkanüle und Entfernen des Stahlmandrins
- schnellstmögliches und vorsichtiges Entsorgen des Stahlmandrins in einer Abwurfbox, um Nadelstichverletzungen zu verhindern

- Spülen des Zugangs mit Kochsalzlösung oder Anschließen einer laufenden Infusionsleitung, um das Koagulieren von Blut im Zugang zu verhindern und die korrekte Lage zu prüfen: Wird die Einstichstelle dick, liegt der Zugang paravasal und der Zugang muss sofort wieder entfernt werden.
- Wird keine Infusion angeschlossen, wird der Zugang durch einen passenden Kunststoffmandrin verschlossen.



Praxistipp

Möchten Sie eine Infusion anschließen, sollten Sie diese vor der Venenpunktion vorbereiten und die Infusionsleitung entlüften.

Fehlpunktionen | Können Sie an der beabsichtigten Stelle keinen venösen Zugang legen, sollten Sie es an einer anderen Stelle nochmals versuchen. Unternehmen Sie nach der zweiten Fehlpunktion keine weiteren (frustranten bzw. unnötigen) Punktionsversuche, sondern holen Sie einen erfahrenen ärztlichen Kollegen zur Unterstützung. Im Notfall kann an der **V. saphena** am Innenknöchel und v. a. an der **V. jugularis externa** (Abb. 2.9) häufig ein **Volumenzugang** gelegt werden.



Praxistipp

Versuchen Sie, so peripher wie möglich zu punktieren, um nicht durch Fehlpunktionen den Abfluss anderer Punktionsorte zu zerstören. Ist die Anlage eines peripheren Zugangs wiederholt frustant, kann auch die Anlage eines intraossären Zugangs in Erwägung gezogen werden.

MERKE

Im Notfall (z. B. Reanimation (S. 185)) wird bei Versagen eines peripheren Zugangs sofort die Anlage eines intraossären Zugangs empfohlen.



Abb. 2.9 Patient mit einem Volumenzugang in der V. jugularis externa.

2.2.5 Erweitertes Monitoring

Folgende Komponenten ergänzen das Basismonitoring bei speziellen Fragestellungen oder bei Bedarf nach intensiverer Kontrolle bestimmter Vitalparameter (Abb. 2.10):

- Temperaturmonitoring
- invasive (arterielle) Blutdruckmessung
- zentraler Venenkatheter zur Messung des zentralen Venendrucks (ZVD)
- Pulmonalkatheter zur Messung des pulmonalarteriellen Drucks (PAP)
- neuromuskuläres Monitoring (Relaxometrie)
- transösophageale Echokardiografie
- PiCCO® (S. 125) zur Messung komplexer hämodynamischer Parameter
- parenchymale oder intraventrikuläre Hirndruckmessung (S. 126) bei neurochirurgischen Intensivpatienten

Temperaturmonitoring

Bei jedem Patienten im OP sollte die Temperatur intermittierend gemessen werden. Kontinuierliche Messungen sind bei längerdauernden Eingriffen oder großer Wundfläche indiziert. Für die Messung der **Körperkerntemperatur** wird eine **Temperatursonde** benötigt, die meist Teil eines kompletten Monitoringsystems ist. Bei beatmeten Patienten wird sie i. d. R. **oropharyngeal** oder rektal platziert. Eine weitere Möglichkeit sind **Blasenkatheter** mit entsprechendem Anschluss. Ein Absinken der Körperkerntemperatur $< 35^{\circ}\text{C}$ ist in jedem Fall zu vermeiden, da dies eine Vielzahl von Komplikationen (z. B. Blutgerinnungsstörungen, verzögertes Aufwachen aus



Abb. 2.10 Beispiel für ein erweitertes Monitoring im Rahmen eines großen viszeralchirurgischen Eingriffs: grüne Kurve: EKG und Herzfrequenz, rote Kurve: arterielle Blutdruckmessung, gelbe Kurve: $p_{\text{et}}\text{CO}_2$, türkisfarbene Kurve: SpO_2 , Gas-Messung: $F_{\text{i}}\text{O}_2$ 0,48, $F_{\text{e}}\text{O}_2$ 0,41; Isofluran inspiratorisch 1,1 %, expiratorisch 0,8 %; Beatmungsdruck: P_{max} 19, P_{mean} 11, PEEP 8 mbar; Temperatur: $35,8^{\circ}\text{C}$, Beatmungsminutenvolumen $5,5\text{ l}$ bei einer Frequenz von 12/min und einem Tidalvolumen von 451 ml , nicht-invasive Blutdruckmessung: $89/55(68)\text{ mmHg}$.

der Narkose, pulmonale Komplikationen, Wundheilungsstörungen) auslösen kann.

Invasive Blutdruckmessung und arterielle Kanülierung

Indikationen | Die invasive („arterielle“) Blutdruckmessung über eine arterielle Verweilkanüle ist v. a. bei größeren Operationen und auf der Intensivstation wichtig. Sie ermöglicht eine **kontinuierliche Überwachung des Blutdrucks** (wichtig v. a. bei reduziertem Allgemeinzustand oder erhöhtem Narkoserisiko) und erlaubt zudem Rückschlüsse auf die **Volumensituation** und **regelmäßige Blutgaskontrollen** (Bestimmung von p_aO_2 , p_aCO_2 , pH, BE, Hb, Elektrolyten, Gerinnung) ohne mehrfache Punktionen.

MERKE

Indikationen zur Anlage einer arteriellen Kanüle:

- Notwendigkeit wiederholter arterieller Blutgasanalysen
- Einlungenbeatmung
- Schockzustand
- erwarteter großer Blutverlust
- kritisch kranke Patienten

Zeitpunkt der Punktion | Die arterielle Kanülierung ist **sehr schmerzhaft** und wird nur bei deutlicher Gefährdung (z. B. manifeste hochgradige Herzinsuffizienz, Herzklappenfehler mit schwerster Leistungseinschränkung, respiratorische Globalinsuffizienz) am wachen Patienten unter Lokalanästhesie durchgeführt. Besser geschieht dies durch einen zweiten Kollegen, wenn der Patient **bei einer Allgemeinanästhesie** gerade **eingeschlafen** ist (also nach der Gabe von Opioid und Hypnotikum) oder bei stabilen Patienten **nach der Atemwegsicherung**.

Punktionsorte | Aufgrund der hohen Komplikationsrate sollte die **A. ulnaris nicht punktiert** werden. Sinnvolle **Punktionsorte** sind die A. radialis, die A. femoralis, die A. brachialis und die A. axillaris.

MERKE

Nach Möglichkeit sollte bei Rechtshändern die **linke A. radialis** punktiert werden.

Allen-Test | Dieser Test soll vor einer Punktion der A. radialis die **Anastomose zwischen A. radialis und A. ulnaris prüfen**, die die Durchblutung der Hand nach der Punktion bzw. Fehlpunktion sichert: Beide Arterien werden manuell komprimiert, der Patient schließt und öffnet die Hand mehrfach, bis sie blass wird. Nach Beendigung der Kompression auf der Seite, auf der keine Punktion geplant ist (ulnar bei Punktion der A. radialis), muss die Hand innerhalb weniger Sekunden wieder rosig werden.

MERKE

Der **Allen-Test** sollte aus forensischen Gründen durchgeführt und auch **dokumentiert** werden. Seine Aussagekraft ist aber leider sehr eingeschränkt: Ein Normalbefund schließt eine pathologische Gefäßversorgung nicht vollständig aus.

Gerinnungsstatus | **Vor der Punktion** sollte – außer in Notfällen – der **Gerinnungsstatus geprüft** werden. Bei Therapie mit Antikoagulanzen (z. B. Kumarine, Heparin) oder hämorrhagischer Diathese muss die Indikation kritisch geprüft werden (Blutungsgefahr!).



Praxistipp

Folgende **Grenzwerte sollten für eine zentralvenöse oder arterielle Punktion eingehalten werden:**

- **Quick > 60 %**
- **Thrombozyten > 100 000/ μ l**
- **aPTT < 36 s**

Bei dringlicher oder vitaler Indikation muss jedoch auch bei Unterschreiten dieser Sicherheitsgrenzwerte punktiert werden. In diesem Fall sollte – falls möglich – ein Punktionsort gewählt werden, an dem das Gefäß gut komprimiert werden kann (z. B. Leiste oder Arm; nicht V. subclavia).

Material für die arterielle Kanülierung

- arterielle Kanüle im Seldinger-Set in passender Länge und Größe (ca. 20 G bei Punktion der A. radialis, ca. 18 G für die A. femoralis)
- NaCl 0,9% im flexiblen Beutel, Druckbeutel, Schlauchsystem zum Anschluss an einen Druckdom
- sterile Handschuhe und steriles Lochtuch
- Lokalanästhetikum (z. B. 5 ml Mepivacain 1% [Scandicain®]) und passende Kanüle bei Anlage am wachen Patienten
- Lagerungsmaterial

Kanülierung der A. radialis (Abb. 2.11) |

- korrekte Lagerung auf einer geeigneten Unterlage (z. B. Handtuchrolle, Flasche mit Desinfektionsspray): Hand im Handgelenk überstreckt, Arm ausgestreckt und nach außen rotiert
- Fixieren der gelagerten Hand mit Pflasterstreifen
- Palpieren der A. radialis
- Punktionsstelle 3× großflächig steril mit Desinfektionsmittel absprühen und mit sterilen Kompressen abwischen
- Anziehen der sterilen Handschuhe
- Abdecken der Punktionsstelle mit sterilem Lochtuch, erneutes Absprühen mit Desinfektionsmittel