

## 49-jährige nach abdomineller OP mit Verschlechterung der Lungenfunktion

Sie betrachten das aktuelle Röntgen-Thorax (Abb. 53.1) einer 49-jährigen Patientin, die 48 Stunden zuvor postoperativ nach einer Ösophagojejunostomie auf Ihrer Intensivstation aufgenommen worden war. Sie wurde postoperativ sofort extubiert, atmet spontan Sauerstoff über eine Gesichtsmaske und ist kreislaufstabil. In den letzten 12 Stunden verschlechterte sich der Gasaustausch deutlich: Mit einem inspiratorischen Sauerstoffflow von 12 l/min über eine Gesichtsmaske erreicht sie mittlerweile nur noch einen Sauerstoffpartialdruck von 51 mmHg (zuvor 95 mmHg).



Abb. 53.1 Röntgen-Thorax.

**53.1** Welche Diagnose stellen Sie anhand des Röntgen-Thorax?

**53.2** Wie können Sie einer weiteren Verschlechterung des Gasaustausches entgegenwirken?

Ihre Bemühungen waren leider nicht erfolgreich, Sie müssen die Patientin endotracheal intubieren.

**53.3** Welchen Beatmungsmodus und welche Einstellungen wählen Sie am Intensivrespirator?

Nach kurzzeitiger Verbesserung des Gasaustausches verschlechtert sich die pulmonale Funktion am nächsten Tag weiter. Am Respirator lesen Sie nun ab: CPAP, AF 15/min, AZV 520 ml, AMV 7,8 l, PEEP 14 mbar. Sie veranlassen ein CT-Thorax (Abb. 53.2).

**53.4** Befunden Sie das CT-Thorax!

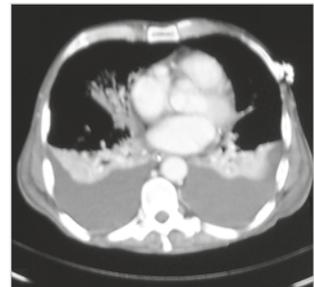


Abb. 53.2 CT-Thorax.

**53.5** Welche therapeutischen Maßnahmen ergreifen Sie nun?

## Anlage von Gefäßzugängen im Rahmen einer großen OP-Vorbereitung

Bei einem 64-jährigen Patienten sollen Sie eine Intubationsnarkose durchführen. Geplant ist eine tiefe anteriore Rektumresektion mit Anlage eines Anus praeter bei einem Rektumkarzinom. Im Vorfeld des Eingriffs haben Sie die folgenden Informationen zur Vorgeschichte des Patienten erhoben: Myokardinfarkt 4 Jahre zuvor (Therapie: PTCA mit Stentimplantation), aktuell keine Beschwerden, die letzte Koronarangiografie 3 Monate zuvor ergab ein gutes Langzeitergebnis der Ballondilatation. Ihr zuständiger Oberarzt schlägt die Anlage einer arteriellen Kanüle zur besseren Überwachung des Blutdrucks vor. Der Operateur bittet um die Platzierung eines zentralen Venenkatheters (ZVK), da der Patient postoperativ möglicherweise parenteral ernährt werden müsse. Über beide Maßnahmen wurde der Patient aufgeklärt.

**54.1** Beschreiben Sie das Vorgehen bei der Anlage einer arteriellen Kanüle in der A. radialis für das kontinuierliche Monitoring des Blutdrucks!

**54.2** Welche Indikationen gibt es für die Anlage eines zentralen Venenkatheters?

**54.3** Beschreiben Sie die wichtigsten Venen zur Anlage eines zentralen Venenkatheters und das Vorgehen!

**54.4** Welche Komplikationen können bei der Anlage eines zentralen Venenkatheters auftreten?

## Plexusblockade zur Metallentfernung nach Radiusfraktur bei einem 24-jährigen

Bei einem 24-jährigen Patienten soll 8 Monate nach einer Radiusfraktur am rechten Unterarm eine Metallplatte entfernt werden. Der junge Mann war damals mit dem Fahrrad gestürzt und hatte für die Osteosynthese eine Vollnarkose erhalten, die komplikationslos verlief. Der Patient ist starker Raucher und hat im Narkosefragebogen eine chronische Bronchitis angegeben. Andere Vorerkrankungen bestehen nicht, Allergien sind nicht bekannt. Ihr Kollege hat am Vortag für die geplante Metallentfernung die Durchführung einer axillären Plexusblockade mit dem Patienten besprochen.

**55.1** Beschreiben Sie das Vorgehen bei der Durchführung einer axillären Plexusblockade!

**55.2** Welche Areale können zur Identifikation einer ausreichenden Anästhesie von N. radialis, N. medianus und N. ulnaris genutzt werden (Areae propriae)?

**55.3** Beschreiben Sie die typischen motorischen Reizantworten bei Stimulation der einzelnen Nerven des Plexus brachialis!

**55.4** Welche anderen Punktionsorte zur Blockade des Plexus brachialis gibt es?

kann die Ausbreitung in gewissem Umfang dahingehend beeinflusst werden, dass nur die gewünschten Körperregionen anästhesiert werden. Entsprechend sind auch die Nebenwirkungen wie der Blutdruckabfall durch Sympathikolyse weniger ausgeprägt.

Wird der Patient **auf der Seite gelagert**, ein hyperbares Lokalanästhetikum injiziert und danach die Lagerung beibehalten, breitet sich die Spinalanästhesie überwiegend auf der unten liegenden Seite aus, weil das im Verhältnis zum Liquor schwerere Lokalanästhetikum nach unten sinkt. Entsprechend lässt sich die Ausbreitung auch durch Kopftief- oder Oberkörperhochlagerung beeinflussen. Wird **in sitzender Position** eine hyperbare Lösung injiziert und der Patient bleibt danach für mehrere Minuten sitzen (Blutdrucküberwachung!), konzentriert sich die Ausbreitung der Spinalanästhesie auf die Perianalregion. Dieser sog. **Sattelblock** kann z. B. bei Hämorrhoidektomien und vergleichbaren Eingriffen eingesetzt werden.

Weitere Faktoren, die die Ausbreitung einer Spinalanästhesie beeinflussen und eine Anpassung der Lo-

kalanästhetikadosis notwendig machen können, sind die **Punktionshöhe** (höherer Punktionsort → höheres Blockadeniveau), die **Körpergröße** des Patienten bzw. die Länge der Wirbelsäule und alle Zustände, die den **intraabdominellen Druck** erhöhen (z. B. Schwangerschaft → Dosisreduktion um bis zu 30%; Adipositas, Aszites, intraabdominelle Tumoren): Durch Behinderung des Abflusses aus den epiduralen Venen und deren vermehrte Füllung ist der Spinalraum kleiner, weshalb weniger Lokalanästhetikum zur Erzielung der gleichen Blockadehöhe benötigt wird.

**Komplikationen:** Siehe Antwort zu Frage 52.2.

## ZUSATZTHEMEN FÜR LERNGRUPPEN

- Lokalanästhetika: Wirkungsweise,  $pK_a$ -Wert
- Anatomie von Wirbelsäule und Rückenmark
- Therapie von Komplikationen und Nebenwirkungen der Spinalanästhesie

## Fall 53 Postoperative Ventilationsstörungen

**53.1** Welche Diagnose stellen Sie anhand des Röntgen-Thorax?

**Unterlappenatelektase** der rechten Lunge; Begründung: Transparenzminderung/Verschattung im Bereich des rechten Lungenunterlappens

**53.2** Wie können Sie einer weiteren Verschlechterung des Gasaustausches entgegenwirken?

- intensives **Atemtraining** (=inzentive Spirometrie, z. B. TriFlo®): Patient wird zu maximaler Inspiration motiviert → Freihalten kleinerer Atemwege, Vermeidung von Atelektasen
- **Physiotherapie**: z. B. Lagerung und Klopfen → mechanische Sekretmobilisation
- **Sekretmobilisation**: Absaugen, Bronchoskopie, NaCl-Inhalation
- **nichtinvasive CPAP**-(Be-)Atmung über Maske oder Helm: Vorbeugen und Wiedereröffnung von Atelektasen
- **bei Schmerzen**: Schmerztherapie (Unterstützung von muskulärer Atemarbeit und effektiven Hustenstößen), z. B. Oxycodon oder Piritramid in Kombination mit Paracetamol oder Metamizol; alternativ Anlage eines thorakalen Peridural-katheters (sofern nicht präoperativ geschehen)

**53.3** Welchen Beatmungsmodus und welche Einstellungen wählen Sie am Intensivrespirator?

Zur kontrollierten Beatmung am Anfang und zur unterstützten Beatmung im weiteren Behandlungsverlauf sollten folgende Einstellungen am Intensivrespirator gewählt werden:

- **Beatmungsmodus**: BIPAP (**B**iphasic **P**ositive **A**irway **P**ressure), im Verlauf Übergang zu CPAP (**C**ontinuous **P**ositive **A**irway **P**ressure)
- **Atemfrequenz** (AF): 10–12/min
- **Atemzugvolumen** (AZV): 5–6 ml/kg KG (nicht > 8 ml/kg KG)
- **PEEP**: 8–10 mbar

**53.4** Befunden Sie das CT Thorax!

**Pleuraergüsse beidseits**; Begründung: dorsale, sichelförmige Flüssigkeitsansammlung beidseits

**53.5** Welche therapeutischen Maßnahmen ergreifen Sie nun?

- **konservative Therapie**:
  - Negativbilanzierung: z. B. Volumenrestriktion kristalliner Infusionslösungen

- forcierte Diurese, z. B. mit Furosemid oder Torasemid als intermittierende Boli i. v.
- Anheben des kolloidosmotischen Drucks (KOD) im Blut, z. B. mit Humanalbumin 5%
- **bei Versagen der konservativen Therapie:** Punktion der Pleuraergüsse, ggf. beidseitige Anlage einer Thoraxdrainage (s. Fall 25)

## Kommentar

**Postoperative Ventilationsstörungen:** Folgende Phasen werden unterschieden: **Unmittelbar postoperative** (atemmechanische) **Ventilationsstörungen** aufgrund von Narkose- und/oder Muskelrelaxansüberhang (PORC) sind zeitlich limitiert und lassen sich durch neuromuskuläres Monitoring, Antagonisierung bzw. Reversierung und postoperative Sauerstoffgabe gut behandeln. **Dauern die Ventilationsstörungen an**, können sich pulmonale Komplikationen wie Lungenatelektasen (s. u.), Pneumonie oder Pleuraergüsse (s. u.) entwickeln.

**Pathophysiologie:** Pulmonale Komplikationen treten häufig **nach abdominellen oder thorakalen Operationen** und bei **Patienten mit bronchopulmonalen Vorerkrankungen** auf. Während der Narkose nimmt die funktionelle Residualkapazität (FRC = Residualvolumen + expiratorisches Reservevolumen) aufgrund der Rückenlage des Patienten und der Entspannung des Zwerchfells ab. Abdominelle Organe drängen das Zwerchfell kranialwärts. Bei Eingriffen im Abdomen wird zusätzlich das Zwerchfell durch eingebrachte Bauchtücher, Haken und Sperrer in den Thoraxraum gedrängt, was die FRC weiter reduziert. Patienten mit reduzierter FRC atmen flacher, wodurch postoperativ effektive Hustenstöße (s. u.) unterdrückt werden, was zu Sekretverhalt und Atelektasen führen kann. **Postoperativ verstärken eine insuffiziente Analgesie, eine reflektorische Zwerchfelllähmung, ein Narkoseüberhang** und ein **erhöhter intraabdominaler Druck** (z. B. durch Verschluss der Bauchdecken bei geblähten Darmschlingen) die Störung der Lungenfunktion und begünstigen pulmonale Komplikationen. **Atemabhängige Schmerzen** führen zu einer schmerzbedingten **Verminderung der muskulären Atemarbeit**, konsekutiv zu **verminderten Atemzugvolumina** und zur **Unterdrückung effektiver Hustenstöße** und damit potenziell zu Lungenatelektasen. Auch **Übergewicht, Nikotinkonsum** und **hohes Patientenalter** erhöhen das Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen deutlich. Nach

Oberbaucheingriffen normalisiert sich die Lungenfunktion erst wieder nach ungefähr 10–14 Tagen.

**Allgemeine Prävention:** Ein **effizienter Hustenstoß** ist eine obligate Voraussetzung für die bronchiale Sekret-Clearance. Hierzu ist häufig eine suffiziente **postoperative Schmerztherapie** notwendig, um einer schmerzbedingten Unterdrückung der Hustenstöße vorzubeugen. Eine **Atemtherapie** soll durch langsame, tiefe Inspirationen dem Kollaps von Alveolen vorbeugen (z. B. mit Hilfe von TriFlo®, „Atemgymnastik“). Eine **Frühmobilisation** erhöht durch eine aufrechte Körperhaltung die FRC und verbessert die pulmonale Belüftung.

**Lungenatelektase: Luftleeres** (kollabiertes) **Lungengewebe** ohne entzündliche Veränderungen wird in Abhängigkeit von der Ausdehnung als Platten-, Segment-, Lappen- oder Totalatelektase der Lunge bezeichnet. Im Unterschied zu diesen findet bei **Dystelektasen** noch eine geringe Belüftung statt. Bei den Lungenatelektasen werden folgende Formen differenziert:

- **Resorptionsatelektasen** entstehen aufgrund einer **Bronchusobstruktion** (z. B. durch Sekretverhalt, Fremdkörper). Die Luft wird distal des Verschlusses kontinuierlich resorbiert, es resultiert ein Volumenverlust der Lunge. Eine Sonderform sind Resorptionsatelektasen bei Anwendung **hoher inspiratorischer Sauerstoffkonzentrationen**: Durch den Sauerstoff wird der die Alveolarwand stabilisierende Stickstoff aus den Alveolen „gewaschen“. Sein Fehlen führt zum Kollaps der Alveolen.
- **Kompressionsatelektasen** sind Folge einer direkten Kompression des Lungengewebes von außen, z. B. durch Pleuraergüsse oder Zwerchfelloberstand.

Kleine Atelektasen sind oft Zufallsbefunde auf dem Röntgenbild. Große Atelektasen werden fast immer klinisch auffällig: Spontan atmende Patienten leiden an **Luftnot** und benötigen **Sauerstoff für einen adäquaten Gasaustausch**. Ohne Sauerstoffsupplementierung zeigen sich in der Blutgasanalyse ein niedriger  $p_aO_2$  und ein normaler oder erhöhter  $p_aCO_2$ . Bei intubierten und beatmeten Patienten verschlechtert sich der Gasaustausch ebenfalls: Die  $FiO_2$  muss erhöht werden, um erniedrigte  $p_aO_2$ -Werte wieder zu normalisieren. Zudem kann der Beatmungsdruck ansteigen.

Bei der klinischen Untersuchung finden sich ein **gedämpfter Klopfeschall** und ein abgeschwächtes oder **aufgehobenes Atemgeräusch** über dem betroffenen Lungenareal. Im Röntgen-Thorax weist eine **geringe Strahlentransparenz** („Weißfärbung“) eines Lungenareals auf eine Atelektase hin. Benachbarte Strukturen können auf die betroffene Seite verzogen sein. Die **Blutgasanalyse** zeigt meist einen verminderten Sauerstoff- ( $p_aO_2 \downarrow$ ) und einen ansteigenden Kohlendioxidpartialdruck ( $p_aCO_2 \uparrow$ ).

Persistierende Atelektasen können zu pulmonalen Shunts und Pneumonien führen. Entsprechend wichtig ist die frühzeitige **Prävention** (s. o.). Besteht bereits eine Lungenatelektase, sind oft intensive **physiotherapeutische Bemühungen** erfolgreich: Sekret in den Bronchien kann durch kontinuierliches Klopfen gut mobilisiert werden. Durch die **fiberoptische Bronchoskopie** kann effektiv Sekret (Bakteriologie!) abgesaugt werden, wenn das „blinde“ Absaugen mit einem Katheter nicht gelingt. Die intermittierende Anwendung eines kontinuierlichen positiven Atemwegdrucks (z. B. mit **CPAP-Maske** oder **-Helm, PEEP-Atmung**) kann Lungenareale offen halten oder bereits verschlossene Lungenareale wiedereröffnen. Sind auch diese Bemühungen nicht erfolgreich, kann durch die **endotracheale Intubation** mit kontinuierlicher PEEP-Beatmung ( $PEEP > 8-10$  mbar) und Rekrutierungsmanöver (kurzzeitige Anwendung hoher Beatmungsdrukke, z. B. 40–50 mbar) die Wiedereröffnung kollabierten Lungengewebes versucht werden.

**Pleuraergüsse:** Pleuraergüsse entstehen bei pathologischer Ansammlung von **Flüssigkeit** (Transsudat, Exsudat, Eiter, Blut, Lymphe) **im Pleuraraum**. Meist handelt es sich um unkomplizierte „Begleit“-Ergüsse durch eine lokale Gewebereizung (z. B. nach Operationen, bei Entzündungen). Pleuraergüsse finden sich auch in Folge von Infektionen des Pleuraraums oder des Lungenparenchyms (Pneumonien) sowie nach thorakalen und abdominalen Eingriffen.

Pleuraergüsse führen zu **Atemnot, Husten mit Auswurf** und **Thoraxschmerzen**. Der  $p_aO_2$  fällt ab,

der  $p_aCO_2$  bleibt gleich oder steigt an. Bei intubierten und beatmeten Patienten steigt oft der Beatmungsdruck an. Die **klinische Untersuchung** gibt meist wichtige Hinweise auf einen Pleuraerguss (gedämpfter Klopfeschall, abgeschwächtes oder aufgehobenes Atemgeräusch). Radiologische Zeichen im **Röntgen-Thorax** sind eine Transparenzminderung v. a. der basalen Lungenabschnitte (nach kranial abnehmende Dichte), eine verstrichene **Zwerchfellkontur** und ein verstrichener **Randwinkel** sowie bei großen Ergüssen die Verdrängung des Mediastinums zur Gegenseite. Die **Nachweisgrenze** von Pleuraergüssen im Röntgen-Thorax liegt jedoch bei etwa 300–500 ml. Im **CT-Thorax** können meist auch kleinste Ergussmengen sicher erkannt werden. In Rückenlage sind die Ergüsse mit entsprechender Dichte meist als Sichel an der dorsalen Thoraxwand erkennbar.

Nicht behandlungsbedürftig sind kleine, nicht-infizierte und nicht-septierte Pleuraergüsse. Sie bilden sich in der Regel von allein zurück. **Komplizierte Pleuraergüsse** sind infiziert, septiert oder führen zu einer deutlichen Beeinträchtigung des Gasaustausches. Meist gelingt mit forciertem **Diurese, Flüssigkeitsrestriktion** und **kolloidaler Volumensubstitution** ein ausreichender Rückgang des Ergussvolumens. Bei Versagen der konservativen Therapie ist eine invasive Entlastung durch Einmalpunktion, ggf. auch mit einer möglichst **großlumigen Thoraxdrainage** (s. Fall 25) erforderlich. Eine schnelle Drainage mit einer Menge  $> 1000$  ml kann u. U. ein **Re-Expansionsödem** der Lunge hervorrufen, sodass größere Pleuraergüsse schrittweise entlastet werden sollten.

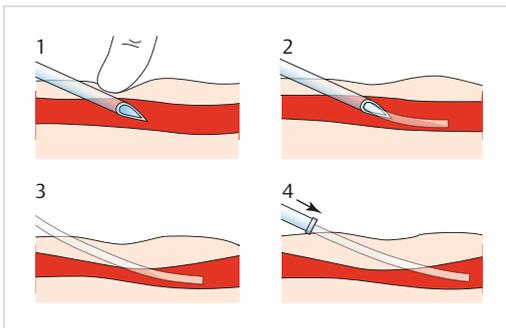
## ZUSATZTHEMEN FÜR LERNGRUPPEN

- ARDS (Definition, Therapie)
- Beatmungsformen
- Pleuraempyem (Pathophysiologie, Klinik, Diagnostik, Therapie)
- Pneumonie

## Fall 54 Arterielle Kanülierung und zentraler Venenkatheter (ZVK)

**54.1** Beschreiben Sie das Vorgehen bei der Anlage einer arteriellen Kanüle in der A. radialis für das kontinuierliche Monitoring des Blutdrucks!

- Anlage entweder **in Lokalanästhesie** vor der Narkoseeinleitung oder **beim narkotisierten Patienten**
- **Punktionsorte** zur Anlage arterieller Kanülen:
  - A. radialis (häufigster Punktionsort)
  - A. dorsalis pedis (bei Eingriffen/Verletzungen im Bereich der Arme); möglich, allerdings nicht erste Wahl.
  - A. femoralis (im Notfall; **Cave**: hohes Infektionsrisiko!)
- **Puls sorgfältig tasten**
- Überprüfung der Durchblutung distal der Punktionsstelle: **Allen-Test** (Kompression von A. radialis und A. ulnaris, Freigabe der A. ulnaris: keine Abblassung der Hand → Durchblutung ausreichend)
- Handgelenk unterpolstern und in leicht überstreckter Haltung fixieren (**Fixierung der Arterie**)
- **Hautdesinfektion**, steriles Vorgehen, Abkleben mit sterilem Tuch
- **Punktion mit Stahlkanüle** unter Tasten der A. radialis mit 2–3 Fingern der anderen Hand (Verlauf der Arterie, Beurteilung der Stichrichtung)
- nach erfolgreicher Punktion (pulsierendes arterielles Blut) Vorschieben eines Führungsdrahts (muss sich leicht einführen lassen), Entfernen der Kanüle und Einführen des arteriellen Katheters über den Führungsdraht, danach Entfernen des Führungsdrahts (**Seldinger-Technik**, Abb. 54.1)
- sorgfältige **Fixierung**, Anschluss an arterielles Infusionssystem mit Druckbeutel



**Abb. 54.1 Seldinger-Technik** (aus: Hahn, Checkliste Innere Medizin, Thieme, 2018).

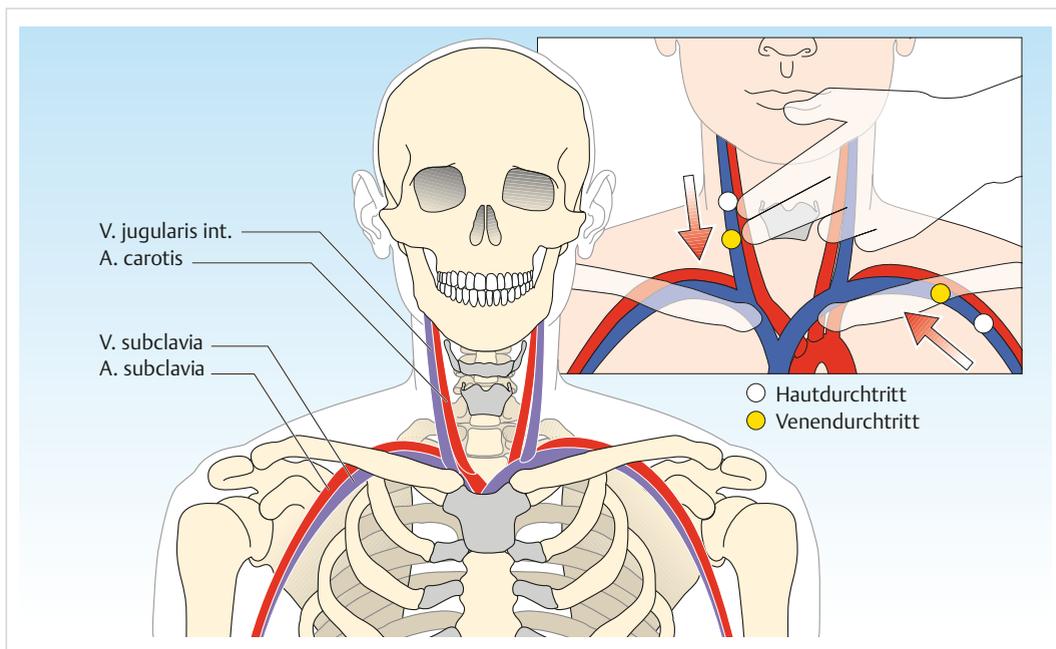
- **Anschluss des Messkabels** für das Monitoring des intraarteriell gemessenen Blutdrucks, Abgleich des Druckaufnehmers des arteriellen Messsystems gegenüber dem Umgebungsdruck („Nullen“ der Arterie)

**54.2** Welche Indikationen gibt es für die Anlage eines zentralen Venenkatheters?

- **Infusionstherapie über längeren Zeitraum**: v. a. Gabe von Antibiotika, Chemotherapeutika und parenteralen Ernährungslösungen, die bei Applikation über periphere Venen aufgrund ihrer Osmolarität zu einer starken Venenreizung führen
- Notwendigkeit einer **intra- oder postoperativ differenzierten Pharmakotherapie**, z. B. mit Katecholaminen
- **schwierige periphere Venenverhältnisse**

**54.3** Beschreiben Sie die wichtigsten Venen zur Anlage eines zentralen Venenkatheters und das Vorgehen!

- **Punktionsorte** (Abb. 54.2): V. jugularis interna, V. subclavia, V. jugularis externa; selten: V. basilica, V. mediana cubiti (erhöhtes Thrombophlebitisrisiko), V. femoralis (Infektionsrisiko)
- Anlage entweder **in Lokalanästhesie** vor der Narkoseeinleitung oder **beim narkotisierten Patienten**
- bei Punktion der V. jugularis interna **Lagerung** des Patienten in leichter Kopftieflage (bessere Venenfüllung), leichte Drehung des Kopfs zur kontralateralen Seite
- sorgfältiges **Tasten** der A. carotis communis und Identifikation des M. sternocleidomastoideus (anatomische Bezugspunkte)
- Einsatz von **Ultraschall** zur sicheren Identifikation der anatomischen Strukturen (idealerweise routinemäßig, spätestens nach frustraner Punktion)
- **Hautdesinfektion**, steriles Vorgehen, Abkleben mit sterilem Tuch
- **Punktion** mit Stahlkanüle mit aufgesetzter Kochsalzspritze unter Aspiration und sonografischer Kontrolle; wenn kein Ultraschallgerät verfügbar ist: Tasten der A. carotis communis mit der freien Hand (Verlauf der Arterie, Beurteilung der Stichrichtung), Punktion lateral der Arterie in Richtung der ipsilateralen Mamille
- nach erfolgreicher Punktion (dunkles venöses Blut) Vorschieben eines Führungsdrahts (auf Ex-



**Abb. 54.2** Punktionsorte für die Anlage eines zentralen Venenkatheters (aus: Adams et al., Taschenatlas Notfallmedizin, Thieme, 2016).

trastysten bei Erreichen des Herzvorhofs achten), Entfernen der Kanüle, Einführen eines Dilatators zum Aufdehnen des Gewebes über den Führungsdraht, Dilatator entfernen, Einführen des ZVKs über den Führungsdraht, danach Entfernen des Führungsdrahts (**Seldinger-Technik**)

- **Aspirationskontrolle** über den ZVK
- **Anschluss einer Infusion**, die problemlos einlaufen muss
- **Lagekontrolle:**
  - Messanschluss für **intrakardiale EKG-Ableitung** über den Führungsdraht bei der Anlage: bei Erreichen des rechten Vorhofs hohe P-Welle („P-Zacke“), die sich beim Zurückziehen des Katheters in die V. cava superior wieder normalisiert
  - Der Seldinger-Draht kann sonografisch Lagekontrolliert werden
  - **Röntgen-Thorax** → korrekte Lage der Katheterspitze im Bereich der Bronchialbifurkation? Ausschluss Pneumothorax; Nachteil: Strahlenbelastung.

#### 54.4 Welche Komplikationen können bei der Anlage eines zentralen Venenkatheters auftreten?

- arterielle Punktion mit Hämatombildung und Kompression der Halsweichteile, Ausbildung einer arteriovenösen Fistel
- Pneumothorax (v. a. bei Punktion der V. subclavia)
- Blutungen im Einstichbereich, Hämatombildung
- Verletzung der punktierten Venen (Durchstechung)
- Luftembolie
- Schädigung benachbarter Nerven
- Auslösen von Herzrhythmusstörungen
- unmittelbar oder langfristig: katheterassoziierte Infektionen

#### Kommentar

**Allgemeines:** Arterielle Punktion und Anlage eines ZVKs gehören zu den **Standardmaßnahmen** bei **größeren Operationen und entsprechenden Vor Erkrankungen** des Patienten sowie im Bereich der **Intensivmedizin**. Beide Gefäßzugänge sollen häufig über einen längeren Zeitraum (meist mehrere Tage) verwendet werden, weshalb bei der Punktion streng auf **steriles Arbeiten** zu achten ist: Mehrfache Haut-

desinfektion, Verwendung von sterilen Handschuhen, Mundschutz, Haube und sterilem Kittel sowie steriles Abkleben des Punktionsbereichs sind unabdingbare Routinemaßnahmen zur Vermeidung katheterassoziierter Infektionen.

**Arterielle Punktion:** Eine arterielle Kanüle erlaubt neben der **kontinuierlichen Blutdrucküberwachung** auch die **Entnahme arterieller Blutproben** zur Blutgasanalyse (Bestimmung von  $p_aO_2$ ,  $p_aCO_2$ , pH, BE) und die **Blutentnahme für weitere Laborkontrollen**. Zum Vorgehen bei der Anlage s. Antwort zu Frage 54.1. Beachtet werden sollte, dass die zu punktierende Arterie durch zu festen Druck beim Tasten bereits komprimiert werden kann, sodass die Punktion dann nicht gelingt. Die Finger sollten daher nur leicht aufgelegt werden, um den Blutfluss nicht zu behindern. Nach der arteriellen Punktion kann es zu einem Vasospasmus kommen, der bis zum Sistieren des arteriellen Blutflusses führen kann. Entsprechend ist auf eine vorsichtige, atraumatische Punktion zu achten und wiederholte Punktionen des Gefäßes sollten vermieden werden. Eine Ultraschallkontrolle kann die Punktion erleichtern.

**Anlage zentraler Venenzugänge:** Die wichtigsten Indikationen zur Anlage eines ZVKs sind **Flüssigkeitstherapie**, die **Gabe venenreizender Substanzen** (z.B. hochosmolare Ernährungslösungen) und die **Applikation hochwirksamer Medikamente** (z.B. Katecholamine). Zusätzlich sind Blutentnahmen möglich. Auch bei schwierigen peripheren Venenverhältnissen sollte die Anlage eines ZVKs erwogen werden. Zum Vorgehen bei der Anlage s. Antwort zu Frage 54.3, zu Komplikationen bei der Anlage s. Antwort zu Frage 54.4.

Für Patienten, bei denen über einen sehr langen Zeitraum die Applikation venenreizender Substanzen notwendig ist (z.B. wiederholte Zyklen einer Chemotherapie), bietet sich die chirurgische Implantation eines sog. **Ports** an, einer speziellen Membran, die im Thoraxbereich unter der Haut implantiert und mit einem ZVK verbunden wird. Die Punktion des Ports (Abb. 54.3) zur Blutentnahme und Medikamentenapplikation erfolgt nach sorgfältiger Hautdesinfektion mit besonderen Nadeln, die die Membran nicht schädigen.

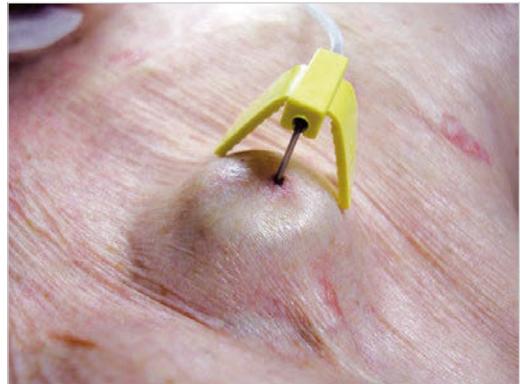


Abb. 54.3 Punktion eines Ports.

Bei Patienten **im Schockzustand** kann statt eines ZVKs, der nur einen vergleichsweise geringen Durchfluss erlaubt, mit der gleichen Technik ein sog. **Schockkatheter** (mehrarmiger Katheter mit mindestens einem großlumigen Schenkel zur Volumensubstitution), Shaldon-Katheter oder eine **Schleuse** (großes Lumen, Verwendung sonst z.B. als Einführhilfe für Katheter bei der Koronarangiografie) platziert werden. Über diese großlumigen venösen Zugangswege können **innen kurzer Zeit große Flüssigkeitsmengen appliziert** werden. Der großlumige Zugang kann im Verlauf in einen regulären ZVK überführt werden, indem ein Führungsdraht eingeführt, der liegende Katheter entfernt und ein ZVK über den liegenden Führungsdraht eingeführt wird (modifizierte Seldinger-Technik, „Umseldingern“).

## ZUSATZTHEMEN FÜR LERNGRUPPEN

- Venen und Arterien im Thorax- und Halsbereich
- Osmolarität von Infusionslösungen
- Katheterpflege
- Therapie bei Komplikationen durch ZVKs (z. B. Pneumothorax, katheterassozierte Infektionen)
- periphervenöser Zugang (Technik)
- Einsatz von Ultraschall in der Anästhesiologie

## Fall 55 Plexus-brachialis-Anästhesie

**55.1** Beschreiben Sie das Vorgehen bei der Durchführung einer axillären Plexusblockade!

- **Lagerung** des Arms mit gebeugtem Ellbogen nach oben, Hand liegt neben dem Kopf des Patienten, Handfläche nach oben
- Achselrasur, **Hautdesinfektion**, steriles Abdecken
- **Identifikation der anatomischen Strukturen** mittels Ultraschall, Tasten der A. axillaris
- **Hautquaddel zur Lokalanästhesie** (oberhalb der A. axillaris im Bereich des Sulcus bicipitalis) mit geringer Menge Mepivacain 1% (z.B. 0,5–1 ml)
- **Punktion mit Stimulationskanüle unter Ultraschallkontrolle:**
  - initiale Stimulation mit 1 mA (Impulsdauer 0,1 ms)
  - bei entsprechender Reizantwort (Kennmuskeln s. Antwort zu Frage 55.3) Reduktion des Stimulus auf <0,3 mA
  - bei Parästhesien Zurückziehen der Nadel
  - Stimulation und Ultraschallkontrolle können für die Anlage je auch einzeln durchgeführt werden
- **Injektion des Lokalanästhetikums**
  - nach Injektion manuelle Kompression distal der Punktionsstelle
  - Kontrolle der Anästhesieausbreitung anhand der Areae propriae der einzelnen Nerven (Abb. 55.1)

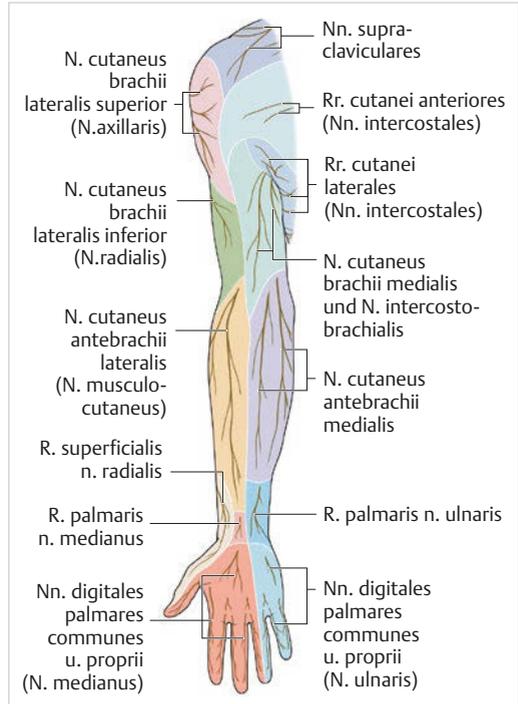
**55.2** Welche Areale können zur Identifikation einer ausreichenden Anästhesie von N. radialis, N. medianus und N. ulnaris genutzt werden (Arae propriae)?

Abb. 55.1:

- **N. radialis:** Haut über dem Grundgelenk des Daumens
- **N. medianus:** Zeige- und Mittelfinger palmarseitig
- **N. ulnaris:** Haut des kleinen Fingers.

**55.3** Beschreiben Sie die typischen motorischen Reizantworten bei Stimulation der einzelnen Nerven des Plexus brachialis!

- **N. radialis:** Streckung von Hand, Fingern und Ellbogengelenk
- **N. medianus:** Abspreizen des Daumens, Beugung des Handgelenks, Pronation des Unterarms
- **N. ulnaris:** Spreizen der Finger, Beugen der Finger III und IV sowie der Hand, Ulnarflexion
- **N. musculocutaneus:** Beugung des Ellbogengelenks in Supinationsstellung



**Abb. 55.1** Hautinnervation am Arm mit Areae propriae der Armmerven (aus: Schünke, Schulte, Schumacher et al., Hrsg. Prometheus LernAtlas – Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, Thieme, 2018 Grafiker: Karl Wesker.).

**55.4** Welche anderen Punktionsorte zur Blockade des Plexus brachialis gibt es?

Abb. 55.2:

- infraklavikulär
- supraklavikulär
- interskalenär
- posterior zervikal.