

Grundlagen

- **Prinzip:** Applikation kurzlebiger, jeweils spezieller Radionuklide (i. v. oder oral) führt zur Aktivitätsverteilung im untersuchten Organ(-system), zweidimensionale Registrierung mit dem Scanner oder der Gammakamera.
- **Methoden:** Nierensequenz- (S. 411), Nebennieren- (S. 506), ^{131}J -MIBG-Szintigraphie (S. 514), unten genannte sowie zahlreiche weitere.

Schilddrüsenszintigraphie

- **Standarduntersuchung:** Szintigraphie mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pertechnetat. Bestimmung der Verteilung und der aufgenommenen Gesamtmenge (= *Tc-uptake*).
 - *Indikationen:* Schilddrüsenfunktionsstörungen, abklärungsbedürftige sonographische Befunde
 - *Interpretation:* Lage, Größe und Form der Schilddrüse sowie ektooper Anteile, Funktionsbeurteilung des Gesamorgans und fokaler Veränderungen:
 - hoher Tc-uptake: Morbus Basedow, disseminierte Autonomie
 - *kalte Knoten:* verminderte Speicherung z. B. bei Zysten und Karzinomen (Vergleich mit Sonographie, ggf. Feinnadelpunktion)
 - *heiße Knoten:* vermehrte Speicherung bei autonomen Adenomen (uni- oder multifokale Autonomie), vom *dekompensierten* autonomen Adenom spricht man bei verminderter/fehlender Speicherung des übrigen Organs.
- **Suppressionsszintigraphie:** Tc-uptake-Bestimmung nach Gabe von L-Thyroxin in suppressiver Dosis (z. B. 2 Wo. 75 $\mu\text{g}/\text{d}$, dann 2 Wo. 150 $\mu\text{g}/\text{d}$).
 - *Indikation:* V. a. funktionelle Schilddrüsenautonomie bei unauffälligem Standardszintigramm.
- **Szintigraphie mit Radiojodisotopen (^{123}J , ^{131}J):** spezielle Indikationen z. B. Nachsorge und p. o. Kontrolle bei Schilddrüsenkarzinom, vor Radiojodtherapie.

Skelettszintigraphie (Knochenszintigraphie)

- Untersuchung des Skeletts mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Phosphatverbindungen.
- *Indikationen:* Metastasensuche, Diagnostik von Entzündungen, V. a. frische Fraktur bei fraglichem Röntgenbefund u. a.

Lungenszintigraphie

- **Nuklearmedizinische Untersuchung der Lunge. Methoden:**
 - *Perfusionsszintigraphie* mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ markierten Mikrosphären: Untersuchung der Lungendurchblutung
 - *Ventilationsszintigraphie* mit $^{133}\text{Xenon}$ -Gas: Untersuchung der Lungenbelüftung.
- **Indikationen:** V. a. Lungenembolie (S. 673), präoperativ vor Lungenresektion.

Myokardszintigraphie

- Nuklearmedizinische Untersuchung der Myokarddurchblutung mit $^{201}\text{Thalium}$ nach ergometrischer Ausbelastung.
- **Indikationen:** V. a. koronare Herzkrankheit bei unklaren Befunden im Belastungs-EKG, Erfolgskontrolle nach PTCA (S. 61) oder ACVB (S. 256), Nachweis von Infarkt Narben in der Spätaufnahme (nach Erholung).

4.1 Endoskopie

Einführung

- **Prinzip:** Untersuchung von Hohlräumen mit starren oder flexiblen Endoskopen mit oder ohne Videotechnik. Die Geräte besitzen eine Spül- und Absaugvorrichtung sowie mindestens einen Arbeitskanal, durch den sich Instrumente für diagnostische (Biopsie) und therapeutische (z. B. Polypektomie) Maßnahmen einführen lassen.
- **Voraussetzung aller Methoden:** Patientenaufklärung.

Bronchoskopie

- **Methoden:**
 - *flexible Bronchoskopie* (am häufigsten): nach Prämedikation und Lokalanästhesie Einführen des Instruments über Nase oder Mund, Beurteilung der Bronchien bis auf Segment-, teilweise auch auf Subsegmentebene
 - *starre Bronchoskopie*: Untersuchung in Vollnarkose mit Hilfe eines Metallrohrs und der zugehörigen Optik, ermöglicht bei deutlich höherer Invasivität erweiterte diagnostische und therapeutische Maßnahmen.
- **Vorbereitung:** Röntgen-Thorax, EKG, Lungenfunktion, Gerinnungsstatus, nüchterner Patient, Pulsoxymetrie, EKG-Monitoring, O₂-Anschluß + übliche Narkosevorbereitung bei starrer Bronchoskopie.
- **Indikationen:**
 - diagnostisch:
 - unklare Lungenrundherde, Infiltrate, Atelektasen oder Hilusveränderungen im Thorax-Röntgenbild
 - V. a. Bronchialkarzinom, z. B. bei chronischem Husten oder Hämoptysen
 - *bronchoalveoläre Lavage (BAL)*: Diagnostik interstitieller oder entzündlicher Lungenerkrankungen
 - *transbronchiale Lungenbiopsie*: Diagnostik interstitieller Lungenerkrankungen oder verdächtiger extrabronchialer Herde
 - *transbronchiale Lymphknotenbiopsie*: ermöglicht zytologische Untersuchung unklarer mediastinaler Lymphknotenvergrößerungen
 - *Bronchographie*: bronchoskopische Applikation von Röntgenkontrastmittel bei der Diagnostik von Bronchiektasen oder Bronchusanomalien
 - therapeutisch:
 - Absaugen von Aspiraten oder Sekreten (z. B. beim Intensivpatienten)
 - Extraktion inhalierter Fremdkörper
 - *Lasertherapie*: Blutstillung bei schweren Hämoptysen, palliative Behandlung tumorbedingter Stenosen
 - *endobronchiale Strahlentherapie oder Stentimplantation*: z. B. Behandlung eines stenosierenden zentralen Bronchialkarzinoms.
- **Kontraindikationen** (relativ, Durchführung nur bei vitaler Indikation): ausgeprägte respiratorische Globalinsuffizienz, schwere kardiale Dekompensation, akuter Herzinfarkt und Blutgerinnungsstörungen. Übliche Narkosekontraindikationen bei starrer Bronchoskopie.
- **Komplikationen:** Bronchospasmus, Hypoxämie, Blutungen und Pneumothorax in Abhängigkeit von der Methode, den durchgeführten diagnostischen und therapeutischen Verfahren und vom Untersucher.

Thorakoskopie

- **Methode:** Untersuchung der Pleurahöhle mit einem transthorakal eingeführten Endoskop nach Lokalanästhesie und Erzeugung eines Pneumothorax durch Gasinsufflation oder in vorhandene freie Räume (z. B. Pleuraerguß).
- **Indikationen:**
 - *diagnostisch:* pleurale Erkrankungen wie z. B. unklare Pleuraergüsse, verdächtige Pleuraverschattungen im Röntgenbild, Biopsie bei disseminierten oder peripher lokalisierten Lungenerkrankungen
 - *therapeutisch:* rezidivierender Pneumothorax, Pleurodese bei rezidivierenden malignen Pleuraergüssen (z. B. Fibrinklebung).
- **Kontraindikationen:** ausgeprägte Blutgerinnungsstörungen.
- **Komplikationen:** Blutungen, Pneumothorax, Luftembolie.

Mediastinoskopie

- **Methode:** Untersuchung des vorderen Mediastinums in Vollnarkose mit einem oberhalb des Jugulums eingeführten Endoskop nach Präparation eines Hohlraumes.
- **Indikationen:** unklare mediastinale Prozesse oder Lungenhilusveränderungen und ggf. im Rahmen des Stagings beim Bronchialkarzinom als Ergänzung zur Computertomographie oder bei notwendiger histologischer Untersuchung.
- **Kontraindikationen:** ausgeprägte obere Einflußstauung, Blutgerinnungsstörungen, Kontraindikationen gegen Narkose.
- **Komplikationen:** Blutung (Gefahr der Verletzung größerer Gefäße), Pneumothorax, linksseitige Rekurrensparese.

Ösophago-Gastro-Duodenoskopie

- **Methode:** Untersuchung des Ösophagus, Magens und oberen Duodenums (ggf. auch bis Flexura duodenojejunalis) mit einem flexiblen Endoskop (S. 56).
- **Vorbereitung:** Patientenaufklärung, nüchterner Patient, Gerinnungsstatus, bei gefährdeten Patienten Pulsoxymetrie und EKG-Monitoring.
- **Prämedikation:** Notwendigkeit abwägen, z. B. mit 2,5 – 5 mg Midazolam (Dormicum®), dabei Benzodiazepinantagonist Flumazenil (Anexate®) bereithalten und Nachüberwachung des Patienten. Bei Rachenanästhesie Nahrungs- und Flüssigkeitskarenz bis 2 h nach der Untersuchung (Aspirationsgefahr).
- **Indikationen:**
 - *diagnostisch:* Dysphagie, persistierende Oberbauchbeschwerden, Anämieabklärung, Tumorsuche, Tumorstadien (z. B. Patienten mit Typ-A-Gastritis), Tumornachsorge, Therapiekontrolle z. B. bei Ulzera, Z. n. Magenresektion, akute gastrointestinale Blutung, portale Hypertension u. a.
 - *therapeutisch:* endoskopische Blutstillung (Injektionsbehandlung, Laser- und Elektrokoagulation, Klipptechnik, Gummibandligatur), Polypektomie, Ösophagusvarizensklerosierung in der Sekundärprophylaxe nach Blutung, endoskopische Behandlung (peptischer) Stenosen, Entfernung verschluckter Fremdkörper u. a.
- **Kontraindikationen:** unkooperativer Patient. Vorsicht bei Patienten mit Dysphagie (insbesondere bei Ösophagusdivertikeln, Endoskop unter Sicht einführen), bei Biopsieentnahme oder Polypektomie schlechte Blutgerinnung.

4.1 Endoskopie

- **Komplikationen** (selten): kardiopulmonale Komplikationen insbesondere bei prämedizierten Patienten, Perforation, Blutungen nach Biopsien oder Polypektomien, Aspirationspneumonie.

Endoskopische retrograde Cholangio-Pankreatikographie (ERCP) —

- **Methode:** Untersuchung des Duodenums bzw. der Papillenregion mit gleichzeitiger radiologischer Darstellung (mit Kontrastmittel) von Gallenwegs- und/oder Pankreasgangsystem (ERC bzw. ERP) mit einem flexiblen Seitblickendoskop oder, in Spezialfällen (z. B. B-II-Resektion), mit prograder Optik. Zunehmend sind zur direkten Inspektion beider Gangsysteme auch Feinkaliberendoskope im Einsatz (Cholangioskopie und Pankreatikoskopie mittels „Mother-Babyscope-System“). Therapeutisch sind Eingriffe wie z. B. Papillotomie mit Steinextraktion oder Implantation biliärer Drainagen oder Stents möglich.
- **Vorbereitung:** Patientenaufklärung, nüchterner Patient, Gerinnungsstatus, Blutbild, Blutgruppe, Cholestasewerte und Lipase; Strahlenschutzmaßnahmen, bei gefährdeten Patienten Pulsoxymetrie und EKG-Monitoring.
- **Prämedikation:** wie Gastroskopie (S. 57, einschließlich Nachüberwachung), evtl. zusätzlich 0,5 mg Atropin und 50 mg Pethidin (Dolantin®), dabei Opioidantagonisten Naloxon (Narcanti®) bereithalten; bei starker Peristaltik 20–40 mg Buscopan®.
- **Indikationen:**
 - ERC: Choledocholithiasis, V. a. Tumoren der Papille und der Gallenwege, akute biliäre Pankreatitis, Cholestase unklarer Genese, benigne Stenosen der Gallenwege und Papille
 - ERP: chronische Pankreatitis, V. a. Pankreaskarzinom, traumatische oder p. o. Pankreasläsionen, Pankreasmißbildungen, vor Pankreasoperationen.
- **Kontraindikationen:**
 - absolut: unkooperativer Patient
 - relativ: schwere Gerinnungsstörung, schwere Herzrhythmusstörungen, schwere Herzinsuffizienz, kurz zurückliegender Herzinfarkt, akut-hämorrhagische Pankreatitis.
- **Komplikationen:** häufig passagere Amylase/Lipaseerhöhung, selten „Post-ERCP-Pankreatitis“, Cholangitis, Blutungen oder Perforationen nach Papillotomie.

Koloskopie

- **Methode:** Untersuchung des Kolons üblicherweise einschließlich des terminalen Ileums mit einem flexiblen Endoskop (S. 56) mit oder ohne Röntgenkontrolle.
- **Vorbereitung:**
 - Patientenaufklärung (auch über mögliche Polypektomie), Gerinnungsstatus, Blutgruppe bei evtl. Polypektomie, bei gefährdeten Patienten Pulsoxymetrie und EKG-Monitoring, ggf. Strahlenschutzmaßnahmen
 - *Darmreinigung* mit Laxans (z. B. x-Prep®) und ausreichend Flüssigkeit oder (besser) mit Golytely-Lösung (3–4 l), welche kaum intestinal resorbiert wird (Herzinsuffizienz!): mindestens die Hälfte der Flüssigkeit sollte am Abend vor der Untersuchung eingenommen werden. Ziel: Entleerung klarer Flüssigkeit
 - bei V. a. Darmobstruktion keine peroralen Abführmaßnahmen sondern hohe Reinigungseinläufe.

- **Prämedikation:** wie bei der Gastroskopie (S. 57) nicht unbedingt erforderlich.
- **Indikationen:**
 - *diagnostisch:* perianale Blutungen, Änderungen der Stuhlgewohnheiten, Tumorsuche, Tumornachsorge, Tumorstherapie (z. B. Präkanzerosen, familiäre Belastung) unklare abdominale Beschwerden, Subileuserscheinungen, unklarer radiologischer Befund, v. a. chronisch entzündliche Darmerkrankungen
 - *therapeutisch:* Polypektomie, palliative Lasertherapie maligner Tumoren u. a.
- **Kontraindikationen:** hochakute Kolitis bzw. Divertikulitis, toxisches Megakolon, schwere kardiopulmonale Erkrankungen, unkooperativer Patient.
- **Komplikationen:** kardiopulmonale Komplikationen insbesondere bei prämedizierten Patienten, Perforation, Postpolypektomieblutung.

Rektoskopie – Proktoskopie _____

- **Methode:** Untersuchung des Rektums und des Analkanals mit starrem Instrument (Rektoskop bzw. Proktoskop) meist in Knie-Ellenbogen-Lage oder Linksseitenlage.
- **Vorbereitung:** Patientenaufklärung, Gerinnungsstatus, Reinigung des Enddarmes mit Einmalklyma 30 Min. vor der Untersuchung, Analspektion, rektal-digitale Austastung.
- **Indikationen:** perianale Blutungen, Beschwerden im Analbereich, Krebsvorsorgeuntersuchung, ergänzende Untersuchung des Analkanals nach Koloskopie.
- **Kontraindikationen:** keine absoluten, erschwerte schmerzhaftige Untersuchung bei Analfissuren, periproktitischen Abszessen oder Analstenosen.
- **Komplikationen:** Perforation, Blutung insbesondere nach Polypektomie.

Laparoskopie _____

- Spiegelung der Abdominalhöhle mit starrem Endoskop in Lokalanästhesie nach vorheriger Anlage einer Pneumoperitoneums. Indikationsbereich wurde in den letzten Jahren im Bereich der Inneren Medizin durch neuere Methoden (z. B. Sono, CT, ERCP) deutlich eingeschränkt. Einsatz z. B. in der Diagnostik chronischer Lebererkrankungen, bei Aszites unklarer Genese oder im Rahmen des Stagings maligner Lymphome.

Gastroenterologische Endosonographie _____

- Endokavitäre Ultraschalluntersuchung mittels flexiblen Echoendoskopen, im unteren Gastrointestinaltrakt auch mit starren Ultraschallsonden. Ermöglicht z. B. eine verbesserte Darstellung des Pankreas und stellt ein treffsicheres Verfahren im lokalen Staging gastrointestinaler Tumore dar. Problem: Methode ist genauso invasiv wie die entsprechende Endoskopie (s. d.).

4.2 Invasive kardiologische Methoden

Übersicht

- **Herzkatheteruntersuchung:** Einführung von Sonden über periphere und zentrale Arterien und Venen zur Vermessung und Darstellung der Herzhöhlen und Koronargefäße (Abb. 23) mittels röntgenologischer Kontrastmitteldarstellung, Gewinnung hämodynamischer Parameter, zur elektrophysiologischen Diagnostik und zur Durchführung therapeutischer Maßnahmen.
- **Diagnostische Verfahren:** Tab. 14.

Tabelle 14 Herzkatheteruntersuchungen

Methoden	Untersuchungsziel	Indikationen
Rechtsherz-Einschwemm-katheteruntersuchung (Swan-Ganz- oder Pulmonalkatheter)	Messung der Hämodynamik des rechten Herzens, Messung des intrakardialen, pulmonalarteriellen sowie pulmonalkapillären (= Wedge-) Drucks, Messung des Herzminutenvolumens	V. a. Funktionsstörungen des linken Ventrikels, Diagnostik des akuten oder chronischen Cor pulmonale, Diagnostik von Pulmonal- oder Trikuspidalklappenfehlern, hämodynamische Überwachung in der Intensivmedizin
Koronarangiographie	selektive Darstellung der Koronararterien, Beurteilung von Ausmaß und Lokalisation der koronaren Herzkrankheit, gleichzeitige Durchführung mit Ventrikulographie	(nach) Myokardinfarkt, instabile oder therapierefraktäre Angina pectoris, dringender V. a. Koronarsuffizienz bei typischer Klinik, pathologischem Belastungs-EKG oder Myokardszintigraphie und therapeutischen Konsequenzen, präoperativ vor Herzoperationen
Ventrikulographie	Auskunft über Größe, Form, Kontraktionsverhalten des linken (oder rechten) Ventrikels, Erkennung und Quantifizierung von Klappendysfunktionen, Druckmessungen zur Funktionsdiagnostik des Myokards	Koronare Herzkrankheit, Diagnostik von Vitien, Diagnostik von Kardiomyopathien
Diagnostische Elektrostimulation	Differenzierung von Herzrhythmusstörungen Methoden (vgl. S. 264): – Vorhofstimulation – His-Bündel-EKG – programmierte Ventrikelsstimulation (Mapping)	Sinusknotensyndrom, Diagnostik von Erregungsbildungs- und Leitungsstörungen, komplexe, therapierefraktäre Herzrhythmusstörungen, Therapiekontrolle bei antiarrhythmischer Therapie
Myokardbiopsie	Gewinnung von Myokardgewebe zur histologischen Untersuchung	Diagnose primärer und sekundärer Kardiomyopathien, Myokarditis, nach Herztransplantation (Abstoßungsreaktion?)

- **Therapeutische Verfahren** (z. B.):
 - *PTCA* = perkutane transluminale coronare Angioplastie: Dilatation einer Koronarstenose mit einem Ballonkatheter (alternativ: Laser-, Rotations-, Hochfrequenzangioplastie, Stentimplantation u. a.).
 - Durchführung bei koronaren 1- oder 2-Gefäßkrankungen mit proximalen kurzstreckigen Stenosen, nicht bei Hauptstammstenose der linken Koronararterie (Bypass-OP)
 - Komplikationen: Restenose (ca. 30% in den ersten 6 Monaten), Koronararterien-dissektion und -verschluss
 - *Katheterablation*: S. 279.
- **Vorbereitung von Herzkatheteruntersuchungen:**
 - Beachtung der Richtlinien für Kontrastmitteluntersuchungen: S. 49
 - Voruntersuchungen: mindestens Röntgen-Thorax, Ruhe-EKG, wenn möglich Belastungs-EKG
 - Labor: Blutbild, Quick, Kreatinin, Elektrolyte, Herzenzyme, TSH-basal
 - Aufklärung und schriftliche Einwilligung des Patienten.
- **Nachsorge:** Druckverband und Betruhe für 24 Std., Kontrolle von EKG und Herzenzymen.
- **Kontraindikationen:** relevante oder floride extrakardiale Erkrankungen (relativ), erhöhtes Risiko bei Gerinnungsstörungen und instabiler kardialer Situation.
- **Komplikationen** (Rate < 1%, höher bei schweren Herz- oder Begleiterkrankungen): Kontrastmittelunverträglichkeit, kardiale Dekompensation, Rhythmusstörungen, zerebrale Embolien, Myokardinfarkt, Tod, periphere Komplikationen an der Einstichstelle (z. B. Hämatom, arterielle Embolie, Gefäßdissektion).

Anatomie und Kurzbezeichnung der wichtigsten Koronararterien

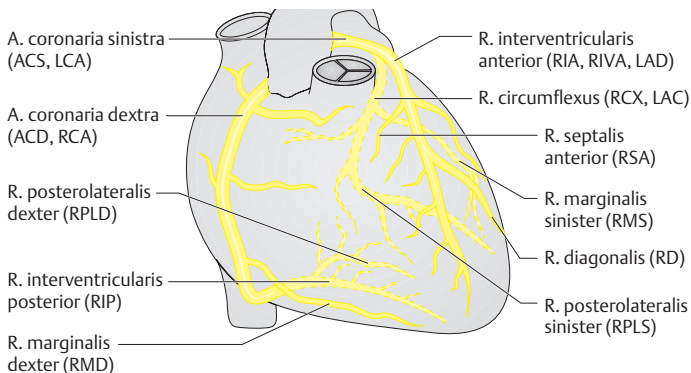


Abb. 23 Schema der wichtigsten Koronararterien (Abkürzungen in Klammern)

5.1 Injektionstechnik

Maßnahmen bei allen Injektionsarten

- Ampulle kontrollieren: richtiges Medikament?, Haltbarkeitsdatum?
- Hautdesinfektionsmittel auftragen und mindestens 30 Sek. einwirken lassen.
- Vor Injektion Überprüfung der Kanülenlage durch Aspiration: bei i. c., s. c. und i. m. Injektionen darf dabei kein Blut zurückfließen.

Intrakutane Injektion (i. c.)

- **Indikation:** z. B. BCG-Impfung, Tuberkulintest, Allergietestung und Quaddelung mit Lokalanästhetikum im Rahmen einer lokalen Schmerztherapie.
- **Durchführung:** mit feiner Kanüle fast parallel zur Hautoberfläche punktieren. Die Bildung einer Quaddel und die heller werdende Hautfarbe deuten auf eine korrekte intrakutane Injektion hin.

Subkutane Injektion (s. c.)

- **Indikation:** z. B. Insulin- und Heparin-Injektion, auch Analgetika wie Morphin oder Antihypertensiva wie Clonidin können s. c. appliziert werden.
- **Durchführung:** beste Applikationsorte sind Unterbauch und Oberschenkel. Bei der Injektion mit Daumen und Zeigefinger Hautfalte bilden und in diese im Winkel von ca. 45° einstechen.

Intramuskuläre Injektion (i. m.)

- **Vorteile:** schnelle Durchführbarkeit, relativ schnelle Wirksamkeit des injizierten Medikaments (daher im hausärztlichen Bereich beliebt).
- **Nachteile:** hohes Infektionsrisiko (Abszesse!), Gefahr der Bildung größerer Hämatome (besonders unter Antikoagulation!), Beeinträchtigung der Enzymdiagnostik und Kontraindikation zur Thrombolysetherapie beim Herzinfarkt (daher in der Klinik unbeliebt).
- **Durchführung:** am häufigsten ventrogluteale Injektion (nach v. Hochstetter, Abb. 24): unter Spreizung von Zeige- und Mittelfinger berührt die jeweils ventral liegende Fingerspitze die Spina iliaca anterior superior, die dorsal liegende Fingerspitze den Beckenkamm. Das dabei entstehende Dreieck bildet den Injektionsbereich, in den je nach Fettpolster 2–5 cm tief senkrecht zur Haut eingestochen wird. Andere Injektionsorte: Oberschenkel, Oberarm (M. deltoideus).

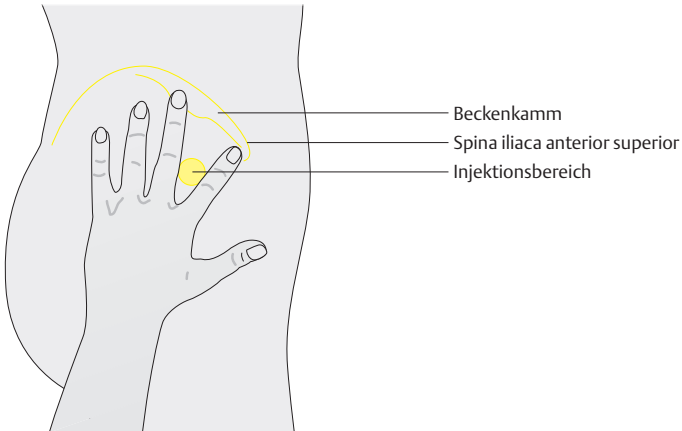


Abb. 24 Intramuskuläre Injektion nach v. Hochstetter

Intravenöse Injektion (i. v.)

➤ **Durchführung:**

- Technik der Punktion: S. 64
- Stauschlauch nach korrekter Venenpunktion und vor Injektion öffnen!
- während der Injektion durch wiederholte Aspirationen korrekte Kanülenslage prüfen, um eine paravasale Injektion zu vermeiden
- bezüglich der Injektionsgeschwindigkeit Angaben des Herstellers beachten
- nach dem Herausziehen der Kanüle Kompression der Einstichstelle mit einem Tupfer und Anheben des Armes.

Punktion peripherer Venen

- **Indikation:** Blutabnahme, i. v. Injektion, Anlage von Verweilkanülen (z. B. Braunülen®, Abb. 25).
- **Punktionsorte:** Ellenbeuge, Unterarm, Handrücken, V. jugularis externa (oft einziger peripherer Zugangsweg im kardiogenen Schock), Fußrücken (wegen hoher Thrombophlebitisgefahr nur als Ultima ratio).
- **Durchführung (allgemein)** (Abb. 26):
 - Arm soweit wie möglich senken
 - Anlage der Staumanschette proximal des Punktionsortes so fest, daß die peripheren Pulse gerade noch gut tastbar sind
 - die „beste“ Vene ist nicht die, die man am besten sieht, sondern die, die sich beim Betasten wie ein Gummischlauch anfühlt
 - Beklopfen und Reiben des Armes sowie wiederholter Faustschluß des Patienten fördern die Venenfüllung
 - bei sehr dünnkalibrigen Venen vorher den Arm mit warmen Tüchern einwickeln und/oder Vene mit Nitrospray besprühen
 - bei Rollvenen Haut anspannen (z. B. den Unterarm von dorsal fest umgreifen oder Haut distal der Punktionsstelle mit dem Daumen unter Zug fixieren) und möglichst umgekehrt-Y-förmigen Venenzusammenfluß wählen
 - bei der Punktion sollte die Kanülenöffnung nach oben zeigen
 - steiles Punktieren ist zwar weniger schmerzhaft, jedoch wird die Venenhinterwand häufiger durchstoßen (die Vene „platzt“).
- **Punktion mit Verweilkanülen** (z. B. Braunüle®)
 - 📌 **Beachte:** Beim Verwenden einer Braunüle® „einhändiges“ Arbeiten angewöhnen, damit die andere Hand den Arm bis zur korrekten Lage fixieren kann, was eine Dislokation nach erfolgreicher Punktion verhindert
 - bei zu erwartenden wiederholten Verweilkanülenanlagen Punktionsorte möglichst distal, also zunächst am Handrücken wählen, was bei einer Venenthrombose die Anzahl verbleibender Punktionsorte erhöht
 - zur feineren Steuerung der Punktion befindet sich der Daumen dorsal auf dem transparenten Blutfängerstopfen und der Zeigefinger gegenüber vor dem farbigen Injektionsventil
 - mit der linken Hand die Haut anspannen (s. o.) und diese zunächst entweder tangential über der Vene oder neben der Vene durchstechen (verhindert „Platzen“ der Vene bei harter Haut)
 - nach erfolgreicher Venenpunktion (Blut fließt in den Blutfängerstopfen) Kanülenspitze leicht anheben und die Braunüle® ca. 5 mm parallel zum Venenverlauf vorschieben
 - dann einhändiges (!) Zurückziehen der Stahlkanüle: der Nagel des Zeigefingers fixiert den Plastikteil am Injektionsventil von distal, Daumen und Mittelfinger seitlich links und rechts der Griffplatte ziehen die Stahlkanüle ca. 2 mm zurück
 - Grifftechnik beibehalten und Braunüle® soweit möglich parallel zum Venenverlauf vorschieben, dann (nach Lösen der Staumanschette) mit Pflaster auf der Haut fixieren
 - unter Kompression der Vene im vermuteten Bereich der Kanülenspitze Stahlkanüle entfernen und Infusionssystem anschließen.

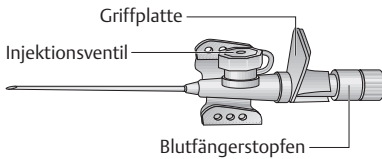


Abb. 25 Braunüle®

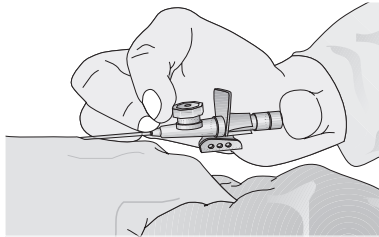


Abb. 26 Punktion mit Venen-Verweilkannüle

Seldinger-Technik

- Bei der Katheterisierung von Venen und Arterien (u. a.) benutztes Verfahren, das durch Verwendung dünnerer Punktionskanülen eine geringere Traumatisierung bewirkt und damit komplikationsärmer als die konventionelle Technik ist.
- **Prinzip:** Abb. 27.

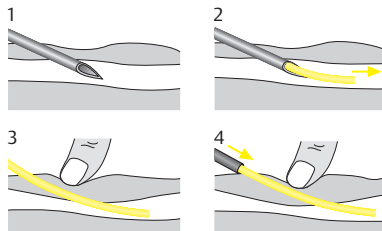


Abb. 27 Seldinger Technik:

- 1 Gefäßpunktion mit Punktionskanüle
- 2 Führungsdraht über die liegende Punktionskanüle in das Gefäß einführen
- 3 Entfernen der Punktionskanüle, Belassen des Führungsdrahtes
- 4 Gefäßkatheter über den liegenden Führungsdraht in das Gefäß einführen, vorherige Erweiterung der Einstichstelle mit dem Skalpell und Drehbewegungen des Katheters erleichtern die Passage. Dann Führungsdraht entfernen, dabei den Gefäßkatheter fixieren.

5.2 Punktionen

Zentralvenöse Katheter (ZVK)

► **Indikationen:**

- Notwendigkeit der ZVD-Messung unter intensivmedizinischer Überwachung
- hochkalorische parenterale Ernährung
- Zufuhr venenwandreizender Substanzen (z. B. hochkonzentrierte Glukoselösungen, Kalium)
- fehlender peripherer Venenzugang.

► **Komplikationen:**

- akut:
 - *Blutungen* bzw. Hämatome insbesondere bei arterieller Fehlpunktion und Gerinnungsstörungen (Quick < 50%): sofortige manuelle Kompression für mindestens 5 Min. oder Druckverband bei peripheren Zugangswegen
 - *Luftembolie*: immer in Kopftieflage punktieren
 - *Rhythmusstörungen* (Irritation von Strukturen des Erregungsleitungssystems durch die Katheterspitze): Katheterlage korrigieren
 - *Pneumothorax* (bei Punktion der V. subclavia, seltener V. jugularis. interna): keine beidseitigen Punktionsversuche
 - *Embolisation abgescherter Katheterstücke oder Kunststoffkanülenanteile*: Stahlkanüle nie in die liegende Kunststoffkanüle zurückstecken
- beim liegenden Katheter: Thrombophlebitis, Thrombose, Sepsis (bei unklarem Fieber ZVK entfernen und Katheterspitze zur mikrobiologischen Untersuchung einschicken).

► **Zugangswege:**

- peripher: V. basilica, (V. cephalica)
- zentral: V. subclavia, V. jugularis interna (und externa).

► **Vorbereitung:** Einmalpunktionsset, sterile Tücher, Tupfer, Handschuhe und Mundschutz, 10 ml Spritze mit NaCl 0, 9%, 5–10 ml Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Assistenz.

► **Durchführung** (Seldinger-Technik S. 65):

- bei der Punktion zentraler Venen Oberkörperertieflagerung (Bett um ca. 20° kippen), Ausnahme: dekompensierte Herzinsuffizienz
- Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, steriles Abdecken
- Lokalanästhesie im Bereich der geplanten Punktionsrichtung
- weiteres Vorgehen s. u.

► Nach Katheteranlage korrekte Position überprüfen (Röntgen-Thorax) Katheterspitze sollte unmittelbar vor der Einmündung der oberen Hohlvene in den rechten Vorhof liegen. 1–2 Std. nach Punktion der V. subclavia oder V. jugularis interna Röntgen-Thorax in Expiration zum Ausschluß eines Pneumothorax.

ZVK-Anlage durch Punktion der V. basilica

► **Vorteil:** geringe Komplikationsgefahr, Nachteil: häufige Dislokationen des Katheters beim Verschieben erfordern zeitaufwendige Korrekturmaßnahmen.

► **Durchführung** (Vorbereitung s. o., z. B. Cavafix®, periphere Venenpkt. S. 64):

- Arm leicht abduzieren, Ellenbogen strecken
- Anlage der Staumanschette so fest, daß die peripheren Pulse gerade noch gut tastbar sind, Venenfüllung (geduldig) abwarten
- Punktion der V. basilica bzw. der zuführenden Äste an der Ellenbeuge medial (Abb. 28)

- Stauung lösen (!)
- Stahlkanüle zurückziehen, Kunststoffkanüle belassen
- Katheteransatzstück aufsetzen und den Katheter vorschieben; bei spürbarem Widerstand wieder leicht zurückziehen, erneuter Versuch mit z. B. weiter abduziertem Arm (80–90°) oder leichtem Zug am Arm durch Assistenzperson, ggf. Korrektur unter Röntgendurchleuchtung
- Vorschieben des Katheters bis sich das Ende etwa in Höhe des Handgelenkes befindet (bei durchschnittlicher Patienten-Größe)
- Entfernung von Schutzhülle und Mandrin erst nach Röntgenkontrolle.

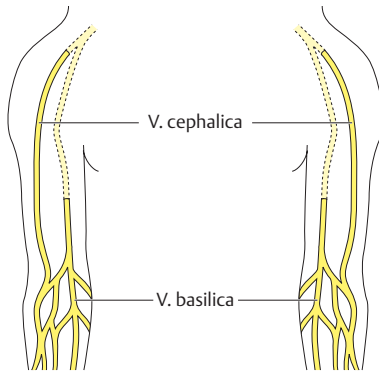


Abb. 28 Oberflächliche Venen der Arme

Punktion der V. jugularis interna

- Komplikationsarme Methode, im Gegensatz zur Punktion der V. subclavia aber bei hypovolämischen, nicht herzinsuffizienten Patienten erschwert.
- **Durchführung** bei transmuskulärem Zugang (Vorbereitung S. 66):
 - Positionierung am Kopfende des Patienten, Bett in „Arbeitshöhe“ bringen
 - Oberkörpertieflagerung, Kopf des Patienten leicht zur Gegenseite drehen
 - bei Problemen sonographische Markierung des Gefäßverlaufs
 - A. carotis communis medial des M. sternocleidomastoideus aufsuchen (lateral der Arterie liegt die V. jugularis interna) und während der Punktion mit der nicht punktierenden Hand ständig palpieren
 - *Einstichstelle* (Abb. 29, Lage der V. jugularis interna kann bei der Lokalanästhesie durch wiederholte Aspirationsmanöver bestimmt werden):
 - knapp unterhalb der Kreuzungsstelle der V. jugularis externa mit dem M. sternocleidomastoideus 1–2 cm lateral der getasteten A. carotis communis
 - bei nicht sichtbarer V. jugularis externa etwa in der Mitte der Verbindungslinie zwischen Processus mastoideus und dem medialen Ansatz des Caput clavicular des M. sternocleidomastoideus 1–2 cm lateral der getasteten A. carotis communis
 - *Stichrichtung*: Caput clavicular des M. sternocleidomastoideus, Punktionsnadel in einem Winkel von 30–45° zur Hautebene

5.2 Punktionen

- Punktion mit aufgesetzter Spritze, welche 5–10 ml NaCl 0,9% enthält; nach Durchstechen der Haut Hautzylinder in der Kanüle ausspritzen (ca. 0,5 ml), im weiteren Verlauf Aspirationsversuche (venöses Blut zeigt korrekte Kanülenlage an), V. jugularis interna normalerweise ab ca. 3 cm Tiefe zu erwarten
- nach erfolgreicher Punktion Katheter etwa 18–20 cm (bei „normaler“ Patientengröße) tief einführen (Lagekorrektur nach Röntgenkontrolle).

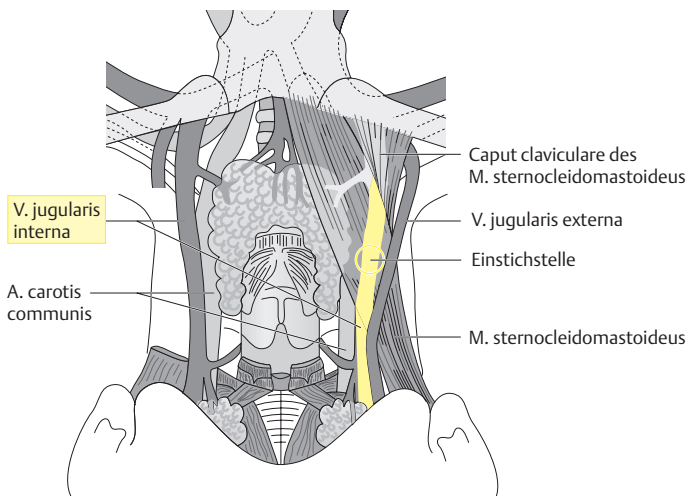


Abb. 29 Punktion der V. jugularis interna (vom Kopfende aus)

Punktion der V. subclavia

- ☑ **Beachte:** Im hypovolämischen Schock ist die V. subclavia oft der einzige Zugangsweg, da die bindegewebige Fixierung einen Gefäßkollaps verhindert. Die Gefahr eines Pneumothorax ist jedoch deutlich größer als bei Punktion der V. jugularis interna.
- **Durchführung** bei infraklavikulärem Zugang (Vorbereitung S. 66):
 - Positionierung seitlich am Patienten, Bett in „Arbeitshöhe“ bringen
 - Oberkörpertief Lagerung, Kopf des Patienten zur Gegenseite drehen
 - **Einstichstelle:** in der Medioklavikularlinie unmittelbar am Unterrand der Klavikula (Abb. 30)
 - **Stichrichtung:** Sternoklavikulargelenk, ca. 30° zur Hautoberfläche; bei der Punktion ständigen Kontakt zur Klavikula halten
 - Punktion mit aufgesetzter Spritze, welche 5–10 ml NaCl 0,9% enthält; nach Durchstechen der Haut Hautzylinder in der Kanüle ausspritzen (ca. 0,5 ml), im weiteren Verlauf Aspirationsversuche (venöses Blut zeigt korrekte Kanülenlage an), V. subclavia normalerweise ab ca. 4 cm Tiefe zu erwarten

- nach erfolgreicher Punktion Katheter rechts etwa 12 – 15 cm, links etwa 15 – 18 cm (bei „normaler“ Patientengröße) tief einführen (Lagekorrektur nach Röntgenkontrolle).

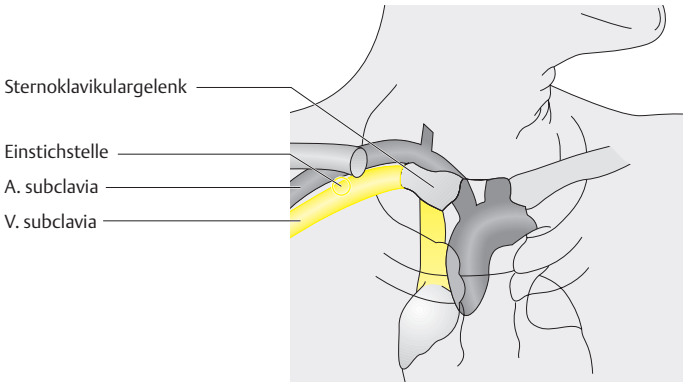


Abb. 30 Punktion der V. subclavia

Zentralvenöser Druck (ZVD)

- Der ZVD ermöglicht zusätzlich zur Beurteilung von Hauttumor, Schleimhäuten, Röntgen-Thorax, Hämatokrit etc. eine Entscheidung darüber, wieviel Flüssigkeitsvolumen dem Patienten zugeführt werden soll bzw. darf.
- Die Höhe des ZVD hängt außer vom Blutvolumen auch von der Funktion des rechten Herzens, vom intrathorakalen Druck (bei PEEP-Beatmung PEEP vom ZVD abziehen) und vom Venentonus ab.
- **Messung** (Abb. 31):
 - Material: Infusion (NaCl 0,9%), Meßskala mit Thoraxlineal, Infusionssystem mit Dreiwegehahn und Meßleitung
 - Durchführung:
 - Einstellen des Nullpunktes am flach liegenden Patienten: Thoraxlineal in Höhe des 4. ICR am Übergang von den oberen 2/5 zu den unteren 3/5 des anterior-posterioren Thoraxdurchmessers ausrichten
 - Infusionssystem und Meßleitung mit NaCl füllen
 - Infusionssystem mit Dreiwegehahn an den Venenkatheter anschließen
 - Messung des ZVD (Dreiwegehahn-Verbindung: Meßleitung – Venenkatheter), dabei solange warten (max. 3 Minuten), bis der Flüssigkeitsspiegel in der Meßleitung atemabhängig nicht mehr wesentlich absinkt.
- **Normbereich:** 4 – 12 cm H₂O.

5.2 Punktionen

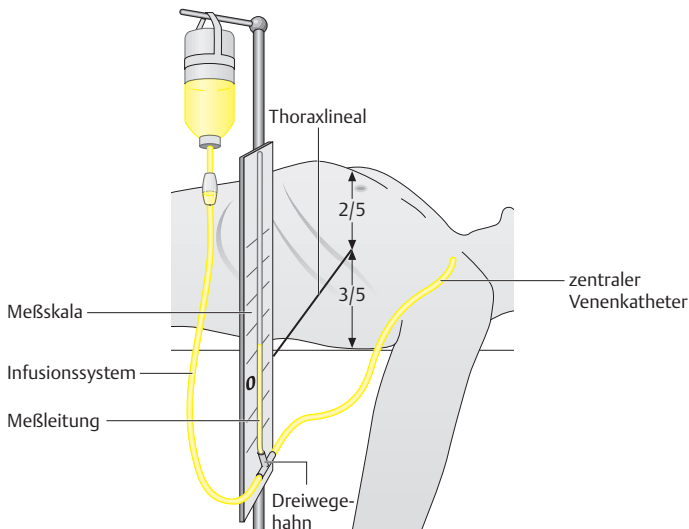


Abb. 31 ZVD-Messung

Punktion von Arterien

- **Indikation:** arterielle Blutgasanalyse, arterielle Blutdruckmessung, Linksherzkatheteruntersuchung, arterielle Angiographie u. a.
- **Kontraindikationen:** Gerinnungsstörungen (Quick < 50%), lokale Infektion, negativer Allen-Test bei A. radialis-Punktion.
- **Komplikationen:** Hämatome, Infektion, bei arteriellen Kathetern Diskonnection mit Blutung, versehentliche intraarterielle Injektion, Durchblutungsstörungen.
- ☑ **Allen-Test:** prüft die Funktionsfähigkeit des Kollateralkreislaufs A. radialis – A. ulnaris vor A. radialis-Punktion. Durchführung: manuelle Kompression der A. radialis und ulnaris am Handgelenk bis zum Abblassen der Hand; bleibt die Hand nach Lösen der ulnaren Kompression > 15 Sek. blaß: negativer Allen-Test (Kontraindikation zur A. radialis-Punktion).
- **Punktionsorte:** A. radialis (möglichst nicht-dominante Seite), A. femoralis.
- **Material:** sterile Tücher, Tupfer, Handschuhe und Mundschutz. Zusätzlich bei
 - BGA: heparinisierte 2 ml Spritze, Kanüle
 - arterieller Katheter: Katheterset, evtl. Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Assistenz.
- **Durchführung der arteriellen Katheterisierung:** Allen-Test (A. radialis), evtl. Rasur, Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, steriles Abdecken, evtl. Lokalanästhesie
 - A. radialis (Abb. 32):
 - Handgelenk des Patienten überstrecken (Unterlage unter das Handgelenk oder Lagerung am Bettrand)

- Palpation der Arterie mit der nichtpunktierenden Hand
- Punktion in Richtung der palperten Arterie im Winkel von ca. 30° zur Hautoberfläche, hellrotes oder spritzendes Blut zeigt korrekte Kanülenlage an, dann Kanüle senken und noch ca. 2 mm verschieben
- je nach System Kunststoffkanüle vor- und Stahlkanüle zurückziehen oder Vorgehen in Seldinger-Technik (S. 65), Fixierung mit Naht
- *A. femoralis*:
 - Kissen unter das Gesäß legen, leichte Abduktion des Beines
 - Palpation der Arterie mit der nichtpunktierenden Hand: Arterie sollte zwischen Mittel- und Zeigefinger liegen, dabei die Haut etwas anspannen; IVAN-Regel: Innen – Vene – Arterie – Nerv.
 - Punktion in Richtung der palperten Arterie im Winkel von ca. 45° zur Hautoberfläche, hellrotes oder spritzendes Blut zeigt korrekte Kanülenlage an, dann Kanüle senken und noch ca. 2 mm verschieben
 - weiteres Vorgehen in Seldinger-Technik (S. 65), Fixierung mit Naht.

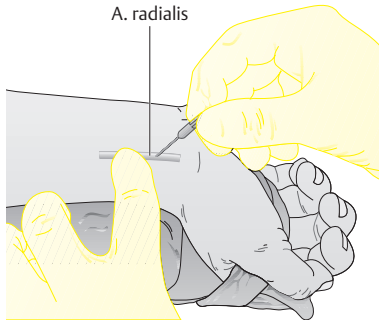


Abb. 32 Punktion der A. radialis

Pleurapunktion

► Indikationen:

- diagnostisch (Differentialdiagnose Pleuraerguß: S. 159)
- therapeutisch: Dyspnoe infolge Pleuraerguß, Pleuraempyem, Pneumothorax, chemische Pleurodese z. B. bei rezidivierendem malignem Pleuraerguß
- Pleurakatheter: bei großen Ergußmengen, Pneumothorax, vor Pleurodese.

► Kontraindikationen (relativ): Gerinnungsstörungen.

► Komplikationen: Pneumothorax, Hämatothorax, Infektion, Leber- oder Milzverletzung, Lungenödem bei zu schneller oder ausgedehnter (> 1000 ml) Punktion infolge eines zu starken intrathorakalen Druckabfalls.

► Material:

- *allgemein*: Punktions-Set oder Punktionskanülen (z. B. graue oder gelbe Braunüle®), Verbindungsschläuche (z. B. Infusionssystem), Dreiwegehahn, Auffangbehälter, sterile Tupfer, sterile Handschuhe, sterile Abdecktücher, Desinfektionslösung, 5 – 10 ml Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Kanülen, Spritzen, Verbandsmaterial

5.2 Punktionen

- *diagnostische Punktion*: zusätzlich Blutkulturflaschen, Probengefäße für klinische Chemie (spezifisches Gewicht, Eiweiß, pH, Glukose, Cholesterin, Triglyzeride., LDH, Zellzahl und -differenzierung, evtl. Hk, Laktat, Lipase), Tbc-Diagnostik und zytologische Untersuchung.
- **Durchführung** (Abb. 33):
 - evtl. 30 Min. vor Punktion Antitussivum (z. B. 20–40° Paracodin®)
 - Lagerung: sitzend, Abstützung nach vorne z. B. durch Kissen, Stuhllehne oder Hilfsperson
 - Markierung der Punktionsstelle in der hinteren Axillarlinie oder Skapularlinie am entsprechenden *Rippenoberrand* (Interkostalgefäße und -nerven befinden sich am Rippenunterrand) unter sonographischer Kontrolle
 - Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, Abdecken
 - Lokalanästhesie: Wechsel zwischen Injektion und Aspiration, nach Aspiration von Pleuraerguß ungefähre Punktionstiefe merken
 - Punktion: senkrecht zur Hautoberfläche unter Aspiration mit aufgesetzter Spritze punktieren, läßt sich Pleuraerguß aspirieren, Stahlkanüle etwas zurückziehen und Plastikkanüle vorschieben
 - während Expirationsphase rasch Stahlkanüle entfernen und Dreiwegehahn befestigen
 - ggf. Material für die Diagnostik (vgl. S. 159) entnehmen, dann Ableitungsschlauch anschließen und Resterguß ablassen, bei großem Erguß wegen Gefahr des Lungenödems (s. o.) ggf. mehrmals punktieren
 - ☑ **Beachte**: Immer Stellung des Dreiwegehahns beachten, damit das System geschlossen bleibt (Pneumothoraxgefahr!)
 - bei heftigem Hustenreiz Punktionskanüle zurückziehen bzw. Punktion rechtzeitig beenden (kein falscher Ehrgeiz!, Pneumothoraxgefahr)
 - 1–2 Std. nach Punktion Röntgen-Thorax-Kontrolle in Expiration (Pneumothorax?)
 - Erfolgskontrolle am besten durch Sonographie.
- **Pleurakatheter-Anlage**: wie oben, jedoch mit speziellem Katheter-Set (z. B. Pleurocath®). Vorherige Hautinzision mit Skalpell. Pleuradrainageschlauch in die Punktionskanüle einführen (an der Spitze nicht abscheren!). Während der Punktion wiederholt probieren, ob sich der Drainageschlauch problemlos weiterschieben läßt. Ist dies der Fall, dann den Drainageschlauch bis zur Markierung vorschieben und Kanüle entfernen.
- Pneumothorax, therapeutisches Vorgehen: S. 678.

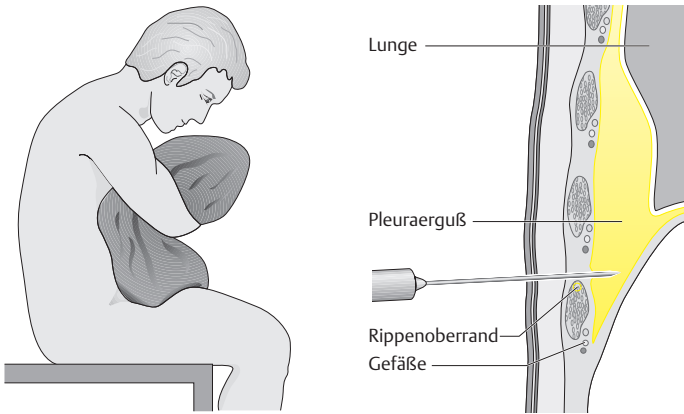


Abb. 33 Pleurapunktion

Pleurodese

- **Indikationen:** palliative Therapie rezidivierender maligner Pleuraergüsse.
- Kontraindikationen und Komplikationen wie bei Pleurapunktion (S. 71).
- **Durchführung:**
 - Pleurakatheter-Anlage: S. 71
 - Dauersogdrainage (Druck ca. -20 cmH₂O) über 12 Stunden bzw. bis zur möglichst kompletten Ergußentleerung
 - Drainage abklemmen
 - Lokalanästhesie: 150 mg Lidocain (z. B. 7,5 ml Xylocain® 2%) in 50 ml NaCl 0,9% über den Pleurocath® intrapleural instillieren
 - evtl. systemische Analgetikagabe (z. B. ½–1 Amp. Dolantin® i. v.)
 - Positionswechsel des Patienten in 5-Minuten-Abständen: Rückenlage, Rechtsseitenlage, Linksseitenlage, Sitzen
 - 500 mg, max. 20 mg/kgKG Tetracyclin (z. B. 1 Injektionsflasche Supramycin®) in 50 ml NaCl 0,9% über den Pleurocath intrapleural instillieren
 - Positionswechsel in 30-Minuten-Abständen wie oben
 - Dauersogdrainage (s. o.) anschließen, wenn Fördermenge > 100 ml/24 h tägliche Wiederholung der Tetracyclin-Instillation, wenn Fördermenge < 50 ml/24 h Entfernung des Drainageschlauches (im Mittel Entfernung der Drainage nach 5–7 Tagen möglich).

Perikardpunktion (Entlastungspunktion)

- **Indikationen:** (drohende) Herzbeuteltamponade bei Hämoperikard nach Herzwandruptur oder bei großem Perikarderguß.
- **Komplikationen:** Herzrhythmusstörungen, Pneumothorax.
- **Material:**
 - Punktions-Set oder mindestens 6–8 cm lange Punktionskanülen (z. B. graue oder gelbe Braunüle®), Verbindungsschläuche (z. B. Infusionssystem), Dreiwegehahn, Auffangbehälter, sterile Tupfer, sterile Handschuhe, sterile

5.2 Punktionen

Abdecktücher, Desinfektionslösung, 10 ml Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Spritzen, Verbandsmaterial.

► **Durchführung** (Abb. 34):

- Lagerung: halbsitzend
- Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, Abdecken
- Lokalanästhesie
- Punktion (Ultraschallkontrolle):
 - Einstichstelle: zwischen Xiphoid und linkem Rippenbogen
 - Punktionsrichtung: retrosternal nach kranial in Richtung des sonographisch sichtbaren Perikardergusses
 - wiederholte Aspirationen während der Punktion, läßt sich (blutiger) Perikarderguß aspirieren, Stahlkanüle etwas zurückziehen und Plastikkanüle vorschieben.
- Dreivegehahn, Spritze und Ableitungsschlauch anschließen und Erguß entweder passiv oder durch wiederholte Aspirationen mit der Spritze ablassen.

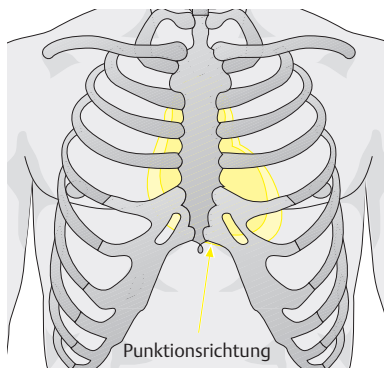


Abb. 34 Perikardpunktion

Peritonealpunktion (Aszitespunktion)

► **Indikationen:**

- diagnostisch (Differentialdiagnose des Aszites: S. 187)
- therapeutisch: Entlastungspunktion bei aszitesbedingten Beschwerden.

► **Kontraindikationen** (relativ): Gerinnungsstörungen.

► **Komplikationen:** Infektion, Blutung, Verletzung intraabdomineller Organe.

► **Material:**

- *allgemein:* Punktionskanülen (z. B. graue oder gelbe Braunüle®), Verbindungsschläuche (z. B. Infusionssystem), Dreivegehahn, Auffangbehälter, sterile Tupfer, sterile Handschuhe, sterile Abdecktücher, Desinfektionslösung, 5–10 ml Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Kanülen, Spritzen, Verbandsmaterial
- *diagnostische Punktion:* zusätzlich Blutkulturflaschen, Probengefäße für klinische Chemie (spezifisches Gewicht, Eiweiß, pH, Glukose, Cholesterin, Triglyzeride, LDH, Lipase, Zellzahl und -differenzierung, evtl. Hk, Laktat), Tbc-Diagnostik und zytologische Untersuchung.

► **Durchführung** (Abb. 35):

- Lagerung: Rückenlage
- Markierung der Punktionsstelle im rechten oder linken Unterbauch lateral der epigastrischen Gefäße unter sonographischer Kontrolle
- Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, Abdecken
- Lokalanästhesie: Wechsel zwischen Injektion und Aspiration, nach Aspiration von Aszites ungefähre Punktionstiefe merken
- Punktion: senkrecht zur Hautoberfläche unter Aspiration mit aufgesetzter Spritze punktieren, läßt sich Aszites aspirieren, Stahlkanüle etwas zurückziehen und Plastikkanüle vorschieben
- ggf. Material für die Diagnostik (vgl. S. 187) entnehmen, dann Ableitungsschlauch anschließen und Aszites ablassen. Bei der therapeutischen Punktion kann unter engmaschigen Puls- und RR-Kontrollen der gesamte Aszites *langsam* auf einmal abgelassen werden (Humanalbumin-Sustitution: S. 385), ggf. durch Lagerung des Patienten auf die Punktionsseite kontralateral gelegenen Aszites mobilisieren.

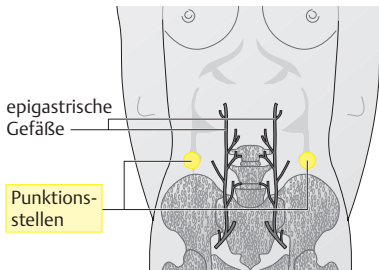


Abb. 35 Aszitespunktion

Lumbalpunktion

► **Indikation:**

- diagnostisch: z. B. V. a. Meningitis (S. 632), Subarachnoidalblutung, multiple Sklerose
- therapeutisch: z. B. intrathekale Medikamentenapplikation.

► **Kontraindikationen** (relativ): Gerinnungsstörungen, Hirndruckerrhöhung (ggf. bei Meningitisverdacht möglichst wenig Liquor entnehmen).

► **Komplikationen:** Infektion, Nervenverletzung, bei erhöhtem Hirndruck Hirnverlagerung mit Einklemmung, Kopfschmerzen nach Punktion.

► **Material:**

- atraumatische Spinalnadel (22 G × 90 mm), sterile Tupfer, sterile Handschuhe, sterile Abdecktücher, Desinfektionslösung, evtl. Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Kanülen, Spritzen, Verbandsmaterial, Sandsack
- zur Diagnostik (s. u.) Blutkulturflaschen, Probenröhrchen für Ausstriche und klinische Chemie, ggf. für serologische Diagnostik, zytologische Untersuchung u. a.

5.2 Punktionen

- ▶ **Durchführung** (Abb. 36 und Abb. 37):
 - Augenhintergrund spiegeln = Funduskopie (Stauungspapille als Hinweis einer Hirndruckerhöhung?):
 - evtl. 30 Min. vorher 1 Tropfen Mydriatikum (z. B. Tropicamid) in den Bindehautsack tropfen
 - Patient blickt geradeaus, Untersucher sieht durch das Sichtfenster des Ophthalmoskops und nähert sich langsam von temporal so nah wie möglich dem Auge, bis Gefäßstrukturen wahrgenommen werden
 - durch langsame Bewegung des Ophthalmoskops Papille aufsuchen (befindet sich etwas nasal, die Makula temporal)
 - *Stauungspapille*: knopfförmige Vorwölbung, glasige Trübung und unscharfe Begrenzung der Papille (Farbabb. 2)
 - Lagerung, 2 Möglichkeiten (Abb. 36):
 - sitzend, maximal gekrümmter Rücken („Katzenbuckel“), Abstützung durch Hilfsperson
 - Seitenlage am Bettrand, maximal gekrümmter Rücken und angezogene Beine, Bett flach stellen, Kopf auf kleines Kissen lagern
 - Markierung der Punktionsstelle (L3/L4 oder L4/L5): nächster Dornfortsatz-Zwischenraum unterhalb der Verbindungslinie beider Darmbeinkämme, auf genaue Mittellinienposition achten
 - Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, Abdecken
 - evtl. Lokalanästhesie: Hautquaddel und Infiltration bis Lig. flavum (s. u.)
 - Punktion: Spinalnadel leicht nach kranial gerichtet vorschieben, dabei Abbiegen der Nadel und seitliches Abweichen vermeiden, zwischendurch Mandrin herausziehen und prüfen, ob Liquor abtropft, beim Vorschieben durch das Lig. flavum (meist 4–5 cm Tiefe) deutlicher Widerstand spürbar, dann Nadel noch ca. 4–7 mm weiterschieben und Abtropfen des Liquors abwarten
 - Liquor in die Probenröhrchen sammeln, meist ca. 3–5 ml ausreichend, bei V. a. Meningitis (S. 632) Untersuchung des Liquors auf Zellen, Eiweiß, Glukose und Laktat, zur Ermittlung des Liquor-Serum-Verhältnisses ergänzend Blutzucker bestimmen
 - Spinalnadel herausziehen, Verband, Kompression der Punktionsstelle mit Sandsack, Bettruhe in Flachlagerung für ca. 24 Std. vermindert die Gefahr postpunktioneller Kopfschmerzen.
- ▶ **Liquordiagnostik – Normalbefunde** (pathologische Befunde: S. 633):
 - Aussehen: klar
 - Zellzahl, Auszählung von 3 μl in der Fuchs-Rosenthal-Kammer, daher häufig Angabe in Drittel: $< 12/3 = 4/\mu\text{l}$
 - Zelldifferenzierung: Lymphozyten, Monozyten
 - Glukose: Liquor-Serum-Quotient: $> 50\%$
 - Eiweiß: 15–45 mg/dl
 - Laktat: $< 2,0 \text{ mmol/l}$
 - Liquordruck: im Liegen 6–20 cmH_2O , im Sitzen 15–25 cmH_2O
 - Gramfärbung
 - evtl. Elektrophorese, oligoklonales-IgG u. a.

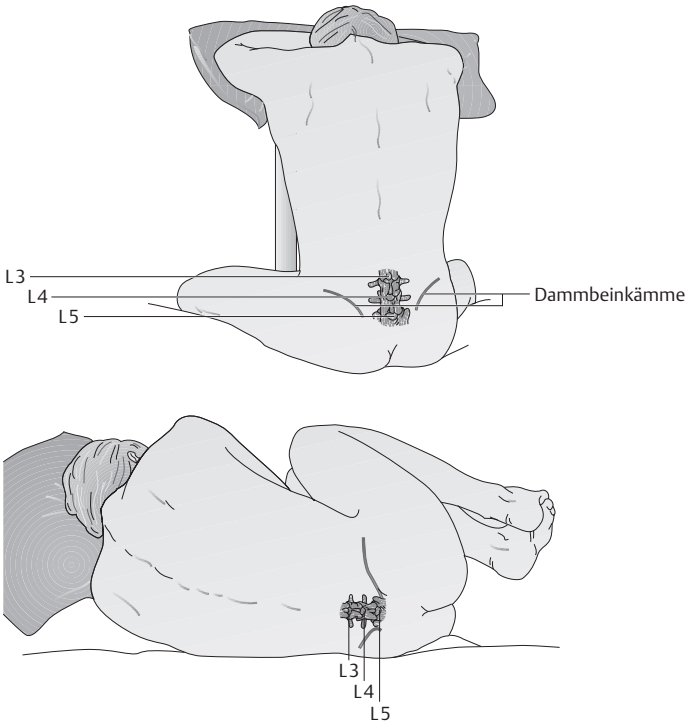


Abb. 36 Lumbalpunktion – Lagerung

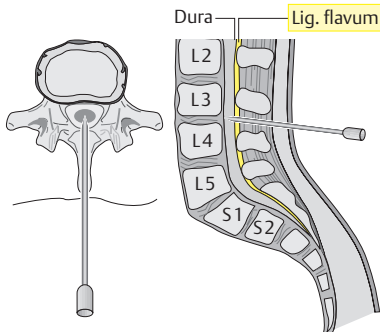


Abb. 37 Lumbalpunktion – Anatomische Verhältnisse

5.3 Biopsien

Knochenmarkpunktion – Grundlagen

- **Indikation:** Verdacht oder Verlaufskontrolle bei hämatologischen Erkrankungen oder Malignomen mit Knochenmarkinfiltration.
- **Kontraindikation:** Gerinnungsstörung (v. a. bei Biopsie), lokale Infektionen.
- **Komplikationen:** Wundinfektion, Hämatome, bei Sternalpunktion Verletzung des Herzbeutels und großer Gefäße, Pneumothorax.
- **Methoden:**
 - *Beckenkammpunktion:* ermöglicht zytologische und histologische Diagnostik, ist ungefährlicher aber technisch etwas schwieriger als die Sternalpunktion
 - *Sternalpunktion:* ermöglicht zytologische Diagnostik, wegen höherer Komplikationsrate Durchführung nur in Ausnahmefällen.
- **Material:** Punktions- bzw. Stanznadel (s. u.), sterile Tupfer, sterile Handschuhe, sterile Abdecktücher, Desinfektionslösung, 5–10 ml Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Kanülen, Spritzen, Skalpell, Verbandsmaterial, Sandsack, 15 Objektträger, kleines Plastiktablett, Nierenschale, Gefäße für Biopsiematerial.
- **Punctio sicca:** keine Aspiration von Knochenmark möglich. Vorkommen: falsche Technik, Osteomyelofibrose, Haarzelleukämie, aplastische Anämie.

Beckenkammpunktion

- **Material:** Stanznadel (z. B. *Yamshidi*), evtl. zusätzlich Sternalpunktionsnadel ohne Punktionstiefenbegrenzer, sonstiges s. o.
- **Durchführung** (Abb. 38):
 - evtl. Prämedikation: z. B. 2,5–5 mg Midazolam (Dormicum®) i. v.
 - Lagerung: Seitenlage, Beine angezogen, Bett flachstellen
 - Markierung der Punktionsstelle (Spina iliaca posterior superior): am Beckenkamm nach dorsal entlangtasten, tastbare Knochenverdickung entspricht der Spina iliaca posterior superior.
 - Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, Abdecken
 - Lokalanästhesie: auf ausreichende Periostinfiltration achten
 - Stichinzision der Haut mit dem Skalpell
 - Punktion:
 - *Biopsie:* Einführen der Stanznadel in Richtung Spina iliaca anterior superior (von dort aus mit der anderen Hand Gegendruck ausüben), nach Erreichen des Knochens Mandrin entfernen und unter Drehbewegungen Stanznadel in gleicher Richtung noch ca. 2–3 cm weiter vorführen, dann Stanznadel leicht abwinkeln und drehen (dadurch Abscheren des Stanzzylinders), danach herausziehen, Stanzzylinder mit Hilfe des Mandrins oder Drahts in vorbereitetes Gefäß geben
 - *Aspirationszytologie:* kann mit Stanznadel, besser mit zusätzlicher Sternalpunktionsnadel erfolgen, Punktionsrichtung wie bei der Biopsie, weiterer Ablauf wie bei Sternalpunktion (ohne Punktionstiefenbegrenzer).

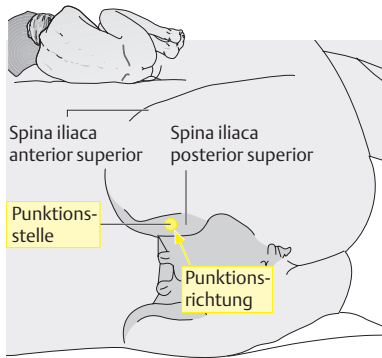


Abb. 38 Beckenkammpunktion

Sternalpunktion

- **Material:** Sternalpunktionssonde mit Punktionstiefenbegrenzer, sonstiges s. o.
- **Durchführung:**
 - Lagerung: Rückenlage
 - Markierung der Punktionsstelle über dem Sternum etwa in Höhe des 2. ICR 3–5 mm lateral der Sternum-Mittellinie (Abb. 39)
 - Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, Abdecken
 - Lokalanästhesie: Infiltration bis zum Periost
 - Punktion: senkrecht zur Hautoberfläche mit gleichmäßiger Drehbewegung, Punktionstiefenbegrenzer dabei stufenweise jeweils auf ca. 5 mm oberhalb des Hautniveaus einstellen, Nachlassen des Widerstands im Knochen deutet korrekte Position der Nadelspitze im Markraum an
 - Aspiration: Mandrin herausziehen, Spritze (20 ml) aufsetzen und rasch Knochenmark aspirieren (ist schmerzhaft!)
 - Knochenmark auf Objektträger ausspritzen, die sich steil aufgestellt in einer Nierenschale befinden (Markblut läuft ab)
 - „Bröckelchen“ z. B. mit Deckglas entnehmen und auf den flach auf einem Tablett liegenden Objektträgern ausstreichen, dabei rasche Verarbeitung am besten durch Hilfsperson
 - Nadel herausziehen, steriler Verband, Kompression der Wunde mit kleinem Sandsack für 30 Min.

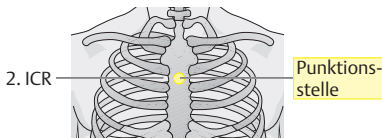


Abb. 39 Sternalpunktion

Perkutane Leberbiopsie

- **Indikation:** Diagnostik und Verlaufskontrolle diffuser Lebererkrankungen.
- **Kontraindikationen:** Gerinnungsstörung (Quick < 50%, PTT > 45 Sek., Thrombozyten < 40 000/μl), lokale Infektionen, Peritonitis, Cholangitis, schwere extrahepatische Cholestase.
- **Komplikationen:** Blutung, Peritonitis, Pneumothorax.
- **Material:** Punktionsnadel (*Menghini*) mit 20-ml-Spritze, sterile Tupfer, sterile Handschuhe, sterile Abdecktücher, Desinfektionslösung, 5–10 ml Lokalanästhetikum (z. B. Lidocain 1%), Kanülen, Spritzen, Skalpell, Verbandsmaterial, Gefäß für Biopsiematerial.
- **Durchführung** (Abb. 40):
 - Vorbereitung: Patient nüchtern, Gerinnungsstatus (s. o.)
 - Lagerung: Rückenlage, rechte Körperseite an der Bettkante, rechte Hand unter dem Kopf liegend
 - sonographische Markierung der Punktionsstelle: interkostal am Rippenoberrand zwischen vorderer und mittlerer Axillarlinie am Ende der Expiration im sicheren Bereich der Leber und außerhalb der Pleura
 - Hautdesinfektion, sterile Handschuhe anziehen, Abdecken
 - Lokalanästhesie: bis zur Interkostalmuskulatur
 - Hautinzision mit dem Skalpell
 - Vorbereitung der Punktionsnadel: „Nagel“ einführen und Füllung der 20 ml-Spritze mit 10 ml sterilem NaCl 0,9%
 - Punktion:
 - Punktionsnadel zunächst bis in (nicht durch) die Interkostalmuskulatur einführen, Hautzylinder ausspritzen (0,5–1 ml)
 - konstanten Sog in der Spritze aufbauen
 - Patient soll nach maximaler Expiration die Luft anhalten
 - schnelle und konstante Punktion in Richtung Xiphoid (ca. 5 cm tief), danach Punktionsnadel sofort wieder zurückziehen (Dauer maximal 1 Sek.)
 - Biopsiematerial in vorbereiteten Behälter (z. B. 10% Formalin) geben
 - Verband, Kreislaufüberwachung und Bettruhe für 8 Std.

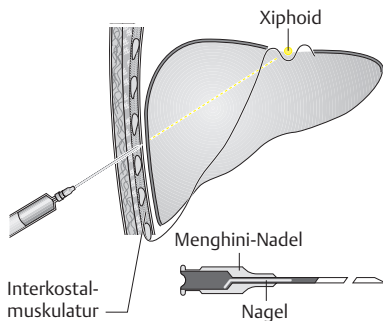


Abb. 40 Leberpunktion