

10 Obere Extremität (Plexus-brachialis-Blockaden)

10.1 Allgemeiner Überblick

Der Plexus brachialis (Abb. 10.1) wird von den Rr. anteriores der Spinalnerven C5–C8 und Th1 (gelegentlich unter Einbeziehung von C4 bzw. Th2) gebildet. Die Wurzeln der Spinalnerven treten aus dem Spinalkanal hinter der A. vertebralis aus und überqueren

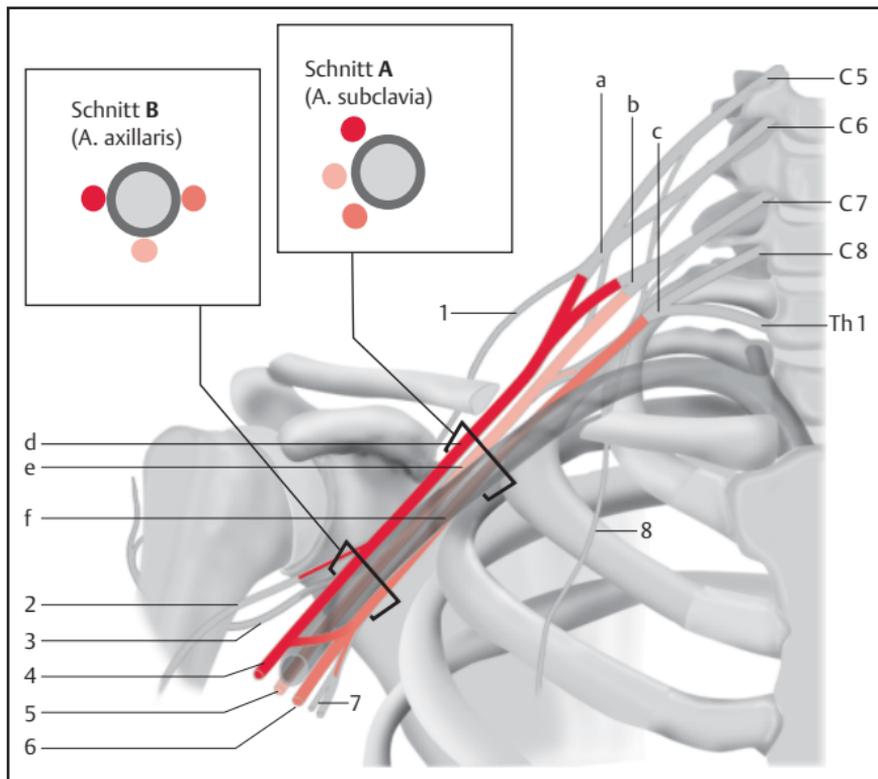


Abb. 10.1 Anatomie des Plexus brachialis.

- | | |
|------------------------------|--|
| a Truncus superior (C5, C6) | 2 N. musculocutaneus |
| b Truncus medius (C7) | 3 N. axillaris |
| c Truncus inferior (C8, Th1) | 4 N. medianus |
| d Fasciculus lateralis | 5 N. radialis |
| e Fasciculus posterior | 6 N. ulnaris |
| f Fasciculus medialis | 7 Nn. cut. antebrachii medialis, cut. brachii medialis |
| 1 N. suprascapularis | 8 N. thoracicus longus |

den Processus transversus des korrespondierenden Wirbelkörpers. Mit Ausnahme der ventromedialen Schulterregion (Nn. supraclaviculares aus dem Plexus cervicalis, vornehmlich C4) und proximaler Hautareale an der Innenseite des Oberarmes (N. intercostobrachialis und Nn. intercostales, Th2, Th3) wird die gesamte obere Extremität vom Plexus brachialis versorgt.

Nach Austritt aus dem Wirbelkanal verbinden sich die Nervenwurzeln zu den **Trunci**.

- C5/6 Truncus superior
- C7 Truncus medius
- C8/Th1 Truncus inferior

Die hier stufenförmig übereinander liegenden Trunci (Truncus superior ventral lateral, Truncus inferior medial dorsal) durchqueren die Skalenuslücke zwischen dem M. scalenus anterior und dem M. scalenus medius.

Knapp oberhalb der Klavikel teilen sich die Trunci jeweils in einen vorderen und hinteren Anteil. Die 3 hinteren Anteile vereinen sich zum *posterioren Faszikel*, die vorderen Anteile des Truncus superior und Truncus medius bilden den *lateralen Faszikel*, der *mediale Faszikel* ist die Fortsetzung des vorderen Anteils des Truncus inferior.

In der interskalenären Region haben wir es demzufolge mit den Trunci, in der unmittelbaren supra- wie infraklavikulären Region zunächst mit den Aufzweigungen, dann mit den *Faszikeln* zu tun. Die Faszikel liegen in der *infraklavikulären Region* sehr dicht

Tabelle 10.1 Anästhesierelevante Nerven des Plexus brachialis.

Nerv	Funktion
N. suprascapularis (C5/6)	N*: Abduktion und Innenrotation in der Schulter (M. supra- und infraspinatus)
N. axillaris (C5/6)	N*: Kontraktion des M. deltoideus
N. musculocutaneus (C5/6)	N*: Beugung im Ellenbogengelenk durch Kontraktion des M. biceps brachii (Caput longum und caput breve) <i>Beachte:</i> Eine Beugung in Verbindung mit einer Supination im Ellenbogengelenk kann auch bei Stimulation des M. brachioradialis und M. supinator (N. radialis, R. profundus C5/6) hervorgerufen werden!
N. radialis (C5-8/Th1)	N*: Extension und Supination des Unterarmes, Extension des Handgelenks und der Finger, Abduktion und Extension des Daumens, Beugung und Supination im Ellenbogengelenk (s. o.)
N. medianus (C6-8, Th1)	N*: Flexion der Finger und des Handgelenks, Pronation des Handgelenks, Opposition des Daumens (M. adductor pollicis, M. opponens pollicis)
N. ulnaris (C8/Th1)	Adduktion von Daumen und Kleinfinger, Adduktion und Supination im Handgelenk

*N (Nervenstimulator): entsprechende Reizantwort

beieinander. Am oberflächlichsten liegt der laterale Faszikel, etwas tiefer und leicht lateral (!) finden wir den posterioren, in der Tiefe den medialen Faszikel. Die Faszikel liegen kranial bzw. lateral der A. subclavia, die gemeinsam mit dem Plexus brachialis durch die Skalenuslücke tritt. A. subclavia und Plexus brachialis ziehen kaudal des Processus coracoideus in die Achselhöhle.

Insgesamt kommt es hierbei zu einer Drehung der Faszikel um die A. axillaris um ca. 90°, wobei der mediale Faszikel unter der Arterie hindurchtritt, um sich dann mit dem lateralen Faszikel zur Medianusgabel zu vereinen, aus der sich der N. medianus fortsetzt. In der Axilla liegen die Faszikel ihrer Bezeichnung entsprechend nun tatsächlich medial, lateral und dorsal. Aus dem medialen Faszikel entstammen der N. ulnaris, der N. cutaneus brachii medialis und der N. antebrachii medialis sowie ein Anteil der Medianusgabel. Nachdem aus dem lateralen Faszikel der N. musculocutaneus entsprungen ist, vereint dieser sich mit Teilen des medialen Faszikels zur Medianusgabel, um so den N. medianus zu bilden. Aus dem posterioren Faszikel entsteht, nachdem der N. axillaris entsprungen ist, der N. radialis.

Vom Durchtritt durch die Skalenuslücke bis in die axilläre Region ist der gesamte Plexus brachialis von einer derben, bindegewebigen Hülle umgeben. Neben den Nerven enthält diese auch die Gefäße (A. und V. axillaris). Die A. subclavia tritt mit dem Plexus brachialis durch die Skalenuslücke, während sich die V. subclavia erst nach deren Durchtritt dazugesellt. Innerhalb dieser sog. Gefäß-Nerven-Scheide gibt es bindegewebige Septierungen.

Die sensiblen Versorgungsgebiete der einzelnen Nerven zeigt Abb. 10.2.

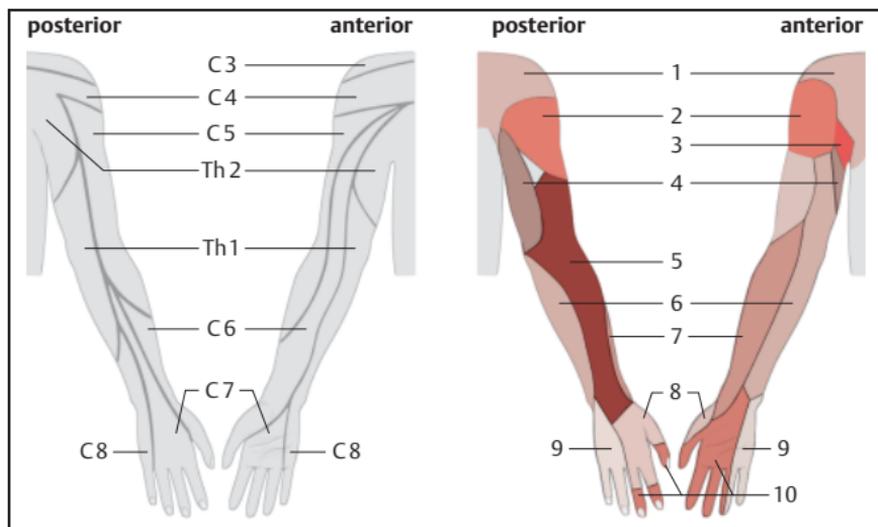


Abb. 10.2 Sensible Versorgung des Armes.

- | | |
|--|--|
| 1 Nn. supraclaviculares | 6 N. cutaneus antebrachii medialis |
| 2 N. axillaris (cut. brachii lat.) | 7 N. cutaneus antebrachii lateralis (N. musculocutaneus) |
| 3 N. intercostobrachialis | 8 N. radialis |
| 4 N. cutaneus brachii med. | 9 N. ulnaris |
| 5 N. cutaneus antebrachii dorsalis (N. radialis) | 10 N. medianus |

- Der N. intercostobrachialis (Innenseite Oberarm, Th2) und die Nn. supraclaviculares (infraklavikulärer Bereich Schulter, Plexus cervicalis) entstammen nicht dem Plexus brachialis und werden daher auch nicht mit einer Blockade des Plexus brachialis erfasst!

10.2 Interskalenäre Blockadetechniken des Plexus brachialis

10.2.1 Interskalenäre Blockade (laterale Technik nach Meier)

Blockade des Plexus brachialis in der Skalenuslücke, Stichrichtung tangential zum Nervenverlauf.

Indikation

Anästhesie und Analgesie für arthroskopische und offene Eingriffe an der Schulter und im proximalen Oberarmbereich. Reposition bei Schulterluxation. Physiotherapeutische Behandlung im Schulterbereich postoperativ oder bei Schultersteife („frozen shoulder“). Therapie von Schmerzsyndromen (CRPS, Sympathikolyse).

Spezielle Kontraindikationen

Diese sind:

- kontralaterale Phrenikusparese,
- kontralaterale Rekurrensparese,
- COPD (relativ).

Spezielle Nebenwirkungen

- Horner-Syndrom, Phrenikusparese, Rekurrensparese.
- Bronchospasmus: Ein durch die Sympathikolyse ausgelöster Bronchospasmus im Rahmen einer interskalenären Blockade ist beschrieben.
- Bezold-Jarisch-Reflex: Bei etwa 10% der Patienten wird nach der Lagerung in die sog. Beach Chair Position ein mit einer Bradykardie einhergehender Blutdruckabfall beobachtet.

Durchführung

Material

Kanülenlänge 5–6 cm, Kathetertechnik möglich. Weitere Informationen in Kap. 5 (S. 21 f.).

Lagerung

Rückenlage, Kopf leicht zur Gegenseite gedreht, Schulter und Arm entspannt aufliegend.

Lokalisation des Punktionsortes

Leitstruktur. Hinterrand des M. sternocleidomastoideus. In der Höhe der Incisura thyreoidea (ca. 1,5–2 cm oberhalb des Krikoids).

Punktion

Die Skalenuslücke wird palpirt, der obere Finger der palpierenden Hand gleitet in der Skalenuslücke nach kranial bis zur Hinterkante des M. sternocleidomastoideus. Dieser wird leicht nach kranial verdrängt, der untere Finger liegt weiter distal in der Skalenuslücke. Die Einstichstelle befindet sich so weit kranial wie möglich, meistens direkt unterhalb des kranial palpierenden Fingers (Abb. 10.3). Die Punktion erfolgt in Richtung der Skalenuslücke. Je nach Stichwinkel (ca. 30° zur Haut) wird der Plexus brachialis nach ca. 2,5 cm bis maximal 5 cm erreicht. Bei der Penetration der Fascia praevertebralis wird häufig ein deutlicher Klick verspürt. Die Stichrichtung entspricht dem Verlauf der Skalenuslücke (lateral, kaudal, dorsal). Zielpunkt ist das distale Ende der Skalenuslücke lateral der A. subclavia bzw. der mediale Rand der Mohrenheim-Grube.

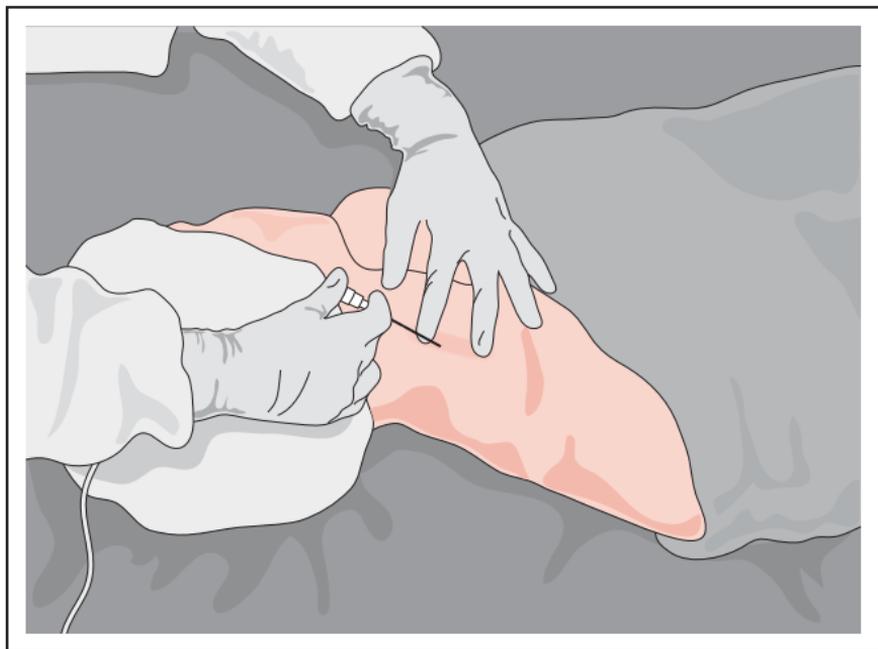


Abb. 10.3 Interskalenäre Blockade (laterale Technik nach Meier).

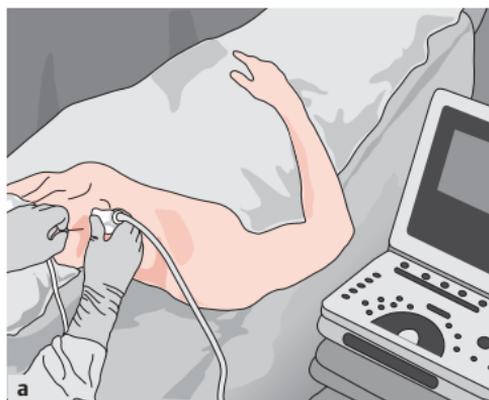
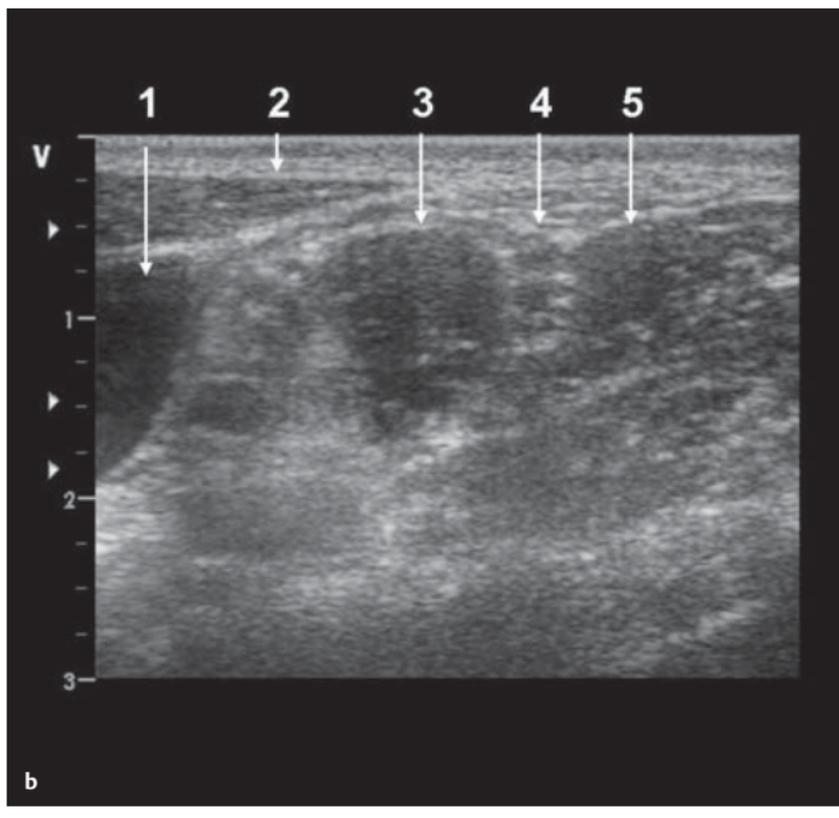


Abb. 10.4 Interskalenäre Blockade (laterale Technik nach Meier) rechts.

a Positionsbild.

b Darstellung im Ultraschall.

- 1 V. jugularis interna
- 2 M. sternocleidomastoideus
- 3 M. scalenus anterior
- 4 Plexus brachialis (Trunci)
- 5 M. scalenus medius



Nervenstimulator

Die Kanüle wird unter Stimulation vorgeschoben, bis eine Reizantwort im Bereich des Truncus superior erzielt wird (M. deltoideus, M. triceps, M. biceps brachii). Angestrebt wird eine Reizantwort bei 0,5 mA/0,1 ms Impulsbreite.

Ultraschall

Der Plexus brachialis wird in der kurzen Achse in Höhe des Ringknorpels zwischen den Mm. scaleni dargestellt. Es zeigt sich das typische Bild der 3 übereinander liegenden Trunci, die sich als hypoechogene (dunkle) Kreise mit hyperechogenem (hellem) Randsaum darstellen (Abb. 10.4b). Die Punktion erfolgt in oben beschriebener Weise „out of plane“ (Abb. 10.4a). Hierzu wird der Plexus in die Mitte des Linearschallkopfes gerückt.

Es ist darauf zu achten, dass sich das Lokalanästhetikum unterhalb der Fascia praevertebralis beidseits zwischen dem M. scalenus anterior bzw. medius und dem Plexus ausbreitet. Die ultraschallgesteuerte Blockade kann mit dem Einsatz des Nervenstimulators kombiniert werden.

- Es ist zu bedenken, dass bereits kleine Mengen physiologischer Kochsalzlösung oder Lokalanästhetikum die Wirkung des Nervenstimulators beeinträchtigen können. Lediglich bei der Injektion 5 % Glukoselösung bleibt die Wirkung des Nervenstimulators unbeeinträchtigt.

Medikamente, Dosierung

Initiales Volumen: 30(–40) ml. Weitere Hinweise in Kap. 7 (S. 46 f.).

Tipps und Tricks

- Bei einer Reizantwort des N. phrenicus (Zwerchfellzuckungen, „Singultus“) muss die Kanüle nach lateral und hinten korrigiert werden.
- Bei einer Reizantwort des N. suprascapularis ist die Kanüle am äußeren Rand des Plexus brachialis, ggf. Korrektur nach medial vorn.
- Bei einer Reizantwort des N. suprascapularis (Außenrotation und Abduktion in der Schulter) ist die Kanüle am äußeren Rand des Plexus, Korrektur nach medial und vorn.
- Eine Reizantwort im Bereich der Hand ist nicht anzustreben.
- Bei korrekter Durchführung besteht keine Pneumothoraxgefahr.
- Bei der kontinuierlichen Technik Verwenden einer Pencil-Point-Kanüle mit seitlicher Öffnung. Die Öffnung sollte nach anterolateral zeigen, damit der Katheter gut vorgeschoben werden kann. Die Katheterspitze sollte nicht mehr als 3–4 cm über die Kanülenspitze vorgeschoben werden. Das Hautniveau des Katheters liegt gewöhnlich bei 7–8 cm. Die Dislokationshäufigkeit ist extrem gering.
- Sensibel kommt es zu einem Ausfall der Segmente C5–C7 (Truncus superior und medius), die Segmente C8 und Th1 bleiben in der Regel ausgespart.
- Typisch ist ein Taubheitsgefühl in Daumen, Zeige- und Mittelfinger, während Ring- und Kleinfinger oft ausgespart sind oder verzögert betäubt werden.

- Hinweise für eine zur Freigabe zur Operation ausreichende Blockade sind das „deltoid sign“ (die Abduktion des Armes [N. axillaris] ist nicht mehr möglich) sowie das „money sign“. Hier können Daumen und Mittelfinger nicht mehr aneinander gerieben werden.

10.2.2 Interskalenäre Blockade (dorsale Technik nach Pippa)

Blockade des Plexus brachialis von dorsal in Höhe C6/C7.

Indikation

Anästhesie und Analgesie für arthroskopische und offene Eingriffe an der Schulter und im proximalen Oberarmbereich. Reposition bei Schulterluxation. Physiotherapeutische Behandlung im Schulterbereich postoperativ oder bei Schultersteife (Frozen Shoulder). Therapie von Schmerzsyndromen (CRPS, Sympathikolyse).

Spezielle Kontraindikationen

Kontralaterale Phrenikusparese, kontralaterale Rekurrensparese, COPD (relativ).

Spezielle Nebenwirkungen

- Horner-Syndrom, Phrenikusparese, Rekurrensparese.
- Bronchospasmus: Ein durch die Sympathikolyse ausgelöster Bronchospasmus im Rahmen einer interskalenären Blockade ist beschrieben.
- Bezold-Jarisch-Reflex: Bei etwa 10% der Patienten wird nach der Lagerung in die sog. Beach Chair Position ein mit einer Bradykardie einhergehender Blutdruckabfall beobachtet.
- Punktion größerer Gefäße, rückenmarknahe Punktion, Pneumothorax.

Durchführung

Material

Kanülenlänge 8–12 cm, Kathetertechnik möglich. Weitere Informationen in Kap. 5 (S. 21 f.).

Lagerung

Seitenlage (oder sitzende Position). In der Seitenlage ist der Kopf achsensgerecht zu lagern, die Halswirbelsäule maximal zu kyphosieren.

Lokalisation des Punktionsortes

Leitpunkt. Dornfortsatz 7. HWK (C7 = Vertebra prominens).

Von der Mitte zwischen den Dornfortsätzen C6/C7 wird eine horizontale Linie 3 cm nach lateral (paramedian) auf die zu blockierende Seite gezogen. Hier befindet sich die Einstichstelle (Abb. 10.5).

Punktion

Die Punktion erfolgt streng sagittal senkrecht zur Haut ggf. 5–10° nach lateral (Abb. 10.5). Nach 4–7 cm stößt man auf den Processus transversus des 7. HWK. Nach leichter Korrektur wird die Kanüle kranial über den Processus transversus um weitere 1–2 cm vorgeschoben. Die Punktionstiefe entspricht der Distanz zwischen Punktionsort und Hinterrand des M. sternocleidomastoideus (6–8 cm).

Nervenstimulator

Die Kanüle wird unter Stimulation vorgeschoben, bis eine Reizantwort im Bereich des Truncus superior erzielt wird (Fasciculus lateralis: M. deltoideus, M. triceps, M. biceps brachii). Angestrebt wird eine Reizantwort bei 0,5 mA bei 0,1 ms Impulsbreite.

Ultraschall

Die Punktion erfolgt von oben angegebener Einstichstelle aus „in plane“, die Zielregion wird in der kurzen Achse dargestellt (Abb. 10.6).

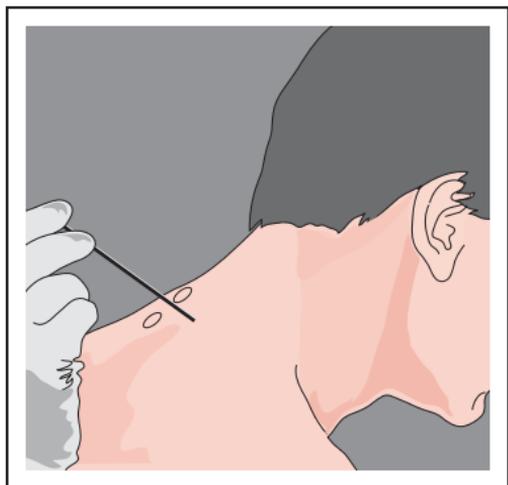
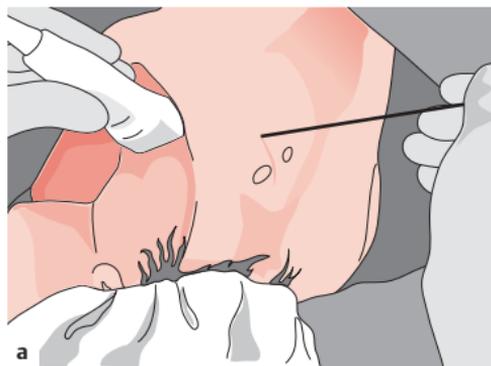


Abb. 10.5 Technik nach Pippa.



a

Abb. 10.6a, b Punktionstechnik nach Pippa. Darstellung der Zielregion im Ultraschall.

a Positionsbild.

b Darstellung der Zielregion im Ultraschall.

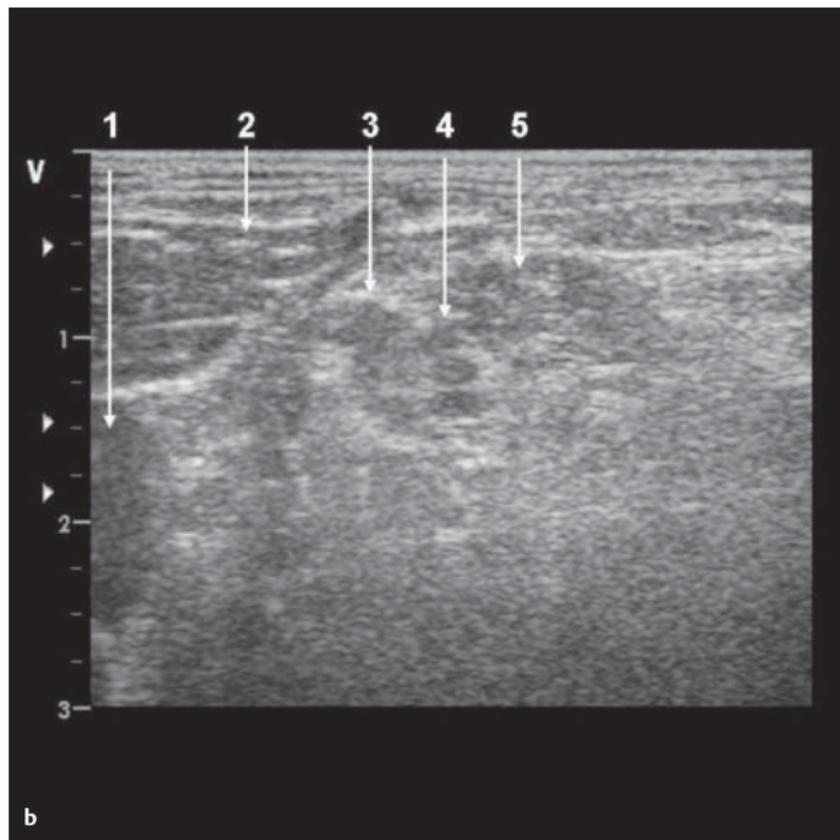
1 V. jugularis interna

2 M. sternocleidomastoideus

3 M. scalenus anterior

4 Plexus brachialis (Trunci)

5 M. scalenus medius



b

Medikamente, Dosierung

Initiales Volumen: 30 ml. Weitere Hinweise in Kap. 7 (S. 46 f.).

Tipps und Tricks

- Mediale Stichrichtung unbedingt vermeiden.
- Erfolgversprechende Reizantwort aus dem Truncus superior (Fasciculus lateralis): M. biceps und/oder M. brachialis.
- Stimulation des N. axillaris (M. deltoideus) oder des N. radialis (M. triceps): Lokalanästhetikum injizieren.
- Stimulation des N. suprascapularis (M. levator scapulae): Stichrichtung zu lateral, Kanüle zurückziehen und nach medial (Ultraschall!) korrigieren.
- Stimulation des N. phrenicus (unilateraler Singultus): Kanüle zurückziehen und nach lateral und weniger tief vorschieben.
- Sensibel kommt es im Normalfall zu einem Ausfall der Segmente C5–C7 (Truncus superior und medius), die Segmente C8 und Th1 bleiben in der Regel ausgespart.
- Typisch ist ein Taubheitsgefühl im Daumen, Zeige- und Mittelfinger während Ring- und Kleinfinger oft ausgespart sind oder verzögert betäubt werden.
- Hinweise für eine zur Freigabe zur Operation ausreichende Blockade sind das „deltoid sign“ (die Abduktion des Armes [N. axillaris] ist nicht mehr möglich) sowie das „money sign“. Hier können Daumen und Mittelfinger nicht mehr aneinander gerieben werden.

10.3 Infraklavikuläre Blockadetechniken des Plexus brachialis

10.3.1 Vertikal-infraklavikuläre Technik (VIB) nach Kilka, Geiger, Mehrkens

Blockade des Plexus brachialis unterhalb der Klavikula. Orientierung an eindeutigen Leitstrukturen.

Indikation

Anästhesie und Analgesie für Eingriffe im distalen Oberarm, am Ellenbogen und an der Hand.

Spezielle Kontraindikationen

Thoraxdeformität, disloziert verheilte Klavikulafraktur.