

DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen

**Regionalanästhesie und
geburtshilfliche Anästhesie**

sowie

**Ultraschall in der Anästhesiologie
und Intensivmedizin**

Die periphere Regionalanästhesie hat wie kaum eine andere Anästhesieform derartig bedeutsame technische Innovationen und Verständniseinblicke in den letzten Jahren erfahren.

Die Einführung der Ultraschalltechnik gilt hierbei als die treibende Kraft. Das Visualisieren von Nervenstrukturen führte bei Anästhesisten in der Weiterbildung und in der täglichen Routine erfahrener Regionalanästhesisten zu einem Paradigmenwechsel. Die Nerven- und sensiblen Begleitstrukturen sind seitdem nicht mehr nur eine geistige Projektion, sondern sonographisch visualisierte Gebilde, die mit unserem anatomischen Wissen in Einklang zu bringen sind. Die „neue Technologie“ hat bei Anfängern und Erfahrenen Neugierde und Motivation zur weiteren Optimierung und Entwicklung der Regionalanästhesie beigetragen. Ehemals risikobehaftete Blockaden, wie der TAP- (transversus abdominis plane) und die supraklavikuläre Blockade haben sich als bedeutende Verfahren in der täglichen Praxis etabliert, da zu meidende Begleitstrukturen identifizierbar wurden.

Parallel zu der Etablierung der Sonographie – als Instrument zur Nervenlokalisation – ergibt sich die Möglichkeit, die Nervenstimulation im Zweiklang mit dem Ultraschall zu beobachten. In den letzten Jahren hat sich dadurch ein neues Verständnis bezüglich der Distanz zwischen Nadelspitze und Nervenstruktur unter Stimulationsbedingungen entwickelt [1-4]. So ergaben sich Fragen

Vorwort

Handlungsempfehlung: Nervenlokalisation in der peripheren Regionalanästhesie*

T. Steinfeldt¹ · U. Schwemmer² · T. Volk³ · W. Gogarten⁴ · P. Kessler⁵

zur Höhe von notwendigen Schwellenströmen im Umgang mit der elektrischen Nervenstimulation. Wie sicher ist die Nervenstimulation tatsächlich? Brauchen wir die Nervenstimulation überhaupt noch? Oder gilt es, die Techniken zur Nervenlokalisation zu kombinieren?

Zusätzlich entstanden auch explorative Ansätze. Wohin sind Lokalanästhetika zu injizieren [5,6]? Nach intraneural oder extraneural? Wach oder in Vollnarkose? Auf all die Fragen suchen die Anwender in der täglichen Praxis Antworten. Auf vielen Fortbildungsveranstaltungen und Kongressen werden zum Teil über Jahre kontroverse Debatten zu den gleichen Aspekten geführt. Die Studienlage bietet zu keinem der genannten Gesichtspunkte eine Grundlage für eine evidenzbasierte Empfehlung. Die Fragen zur Sicherheit verschiedener Techniken (Komplikationen) lassen sich nur über sehr hohe Fallzahlen beantworten, da die Regionalanästhesie per se mit einer sehr niedrigen Komplikationsrate behaftet ist [7,8]. Da die extraneurale Lokalanästhetika-Applikation sehr sicher und erfolgreich ist, stellt sich die Frage, wie prospektive Studien hinsichtlich einer vermeintlichen Überlegenheit oder Gleichwertigkeit einer intraneuralen Injektion jemals zu rechtfertigen sind, während experimentelle Daten eher auf Nachteile dieses Ansatzes hinweisen [9,10].

Mit der vorliegenden Handlungsempfehlung zur Nervenlokalisation in der peripheren Regionalanästhesie möch-

- 1 Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Giessen-Marburg, Standort Marburg
- 2 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Kliniken des Landkreises Neumarkt i.d. OPf.
- 3 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg
- 4 Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Klinikum Bielefeld Mitte, Bielefeld
- 5 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Schmerzmedizin, Orthopädische Universitätsklinik Friedrichsheim, Frankfurt a.M.

* Beschluss des Engeren Präsidiums der DGA vom 05.11.2013 in Berlin

ten der wissenschaftliche Arbeitskreis Regionalanästhesie und geburtshilfliche Anästhesie sowie der wissenschaftliche Arbeitskreis Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin eine gemeinsame Empfehlung vorstellen, die – auf Basis von wissenschaftlichen Daten und Expertenwissen – Antworten und Standpunkte zu Fragen der Nervenlokalisation und Injektion von Lokalanästhetika bietet. In naher Zukunft folgen weitere Handlungsempfehlungen, die auf die spezifischen Belange der einzelnen Blockadetechniken eingehen.

Beide Arbeitskreise sind sich in einer Prämisse ganz besonders einig: „Safety comes first!“ Im Zweifel geht es immer um die Sicherheit unserer Patienten.

Literatur

1. Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S: The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31(5):445-50
2. Bollini CA, Urmey WF, Vascello L, Cacheiro F: Relationship between evoked motor response and sensory paresthesia in interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28(5):384-8
3. Urmey WF, Stanton J: Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology* 2002;96(3):552-4
4. Tsai TP, Vuckovic I, Dilberovic F, Obhodzas M, Kapur E, Divanovic KA, Hadzic A: Intensity of the stimulating current may not be a reliable indicator of intraneural needle placement. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33(3):207-10
5. Bigeleisen PE, Moayeri N, Groen GJ: Extraneural versus intraneural stimulation thresholds during ultrasound-guided supraclavicular block. *Anesthesiology* 2009;110(6):1235-43
6. Bigeleisen PE: Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology* 2006;105(4):779-83.
7. Brull R, McCartney CJ, Chan VW, El-Beheiry H: Neurological complications after regional anesthesia: contemporary estimates of risk. *Anesth Analg* 2007; 104(4):965-74
8. Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR, Thomas RD, Said SA, Snyder GL, Tay VS, Jamrozik K: Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34(6):534-41
9. Hadzic A, Dilberovic F, Shah S, Kulenovic A, Kapur E, Zaciragic A, Cosovic E, Vuckovic I, Divanovic KA, Mornjakovic Z, Thys DM, Santos AC: Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29(5):417-23
10. Whitlock EL, Brenner MJ, Fox IK, Moradzadeh A, Hunter DA, Mackinnon SE: Ropivacaine-induced peripheral nerve injection injury in the rodent model. *Anesth Analg* 2010;111(1):214-20.

DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen

Regionalanästhesie und
geburtshilfliche Anästhesie

sowie

Ultraschall in der Anästhesiologie
und Intensivmedizin

Nervenlokalisationstechniken

Die Lokalisation der Nerven ist eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiche Regionalanästhesien und soll helfen, Schäden an Nerven und Begleitstrukturen zu vermeiden.

Ultraschall

Der korrekten Führung der Punktionskanüle kommt die gleiche Bedeutung zu wie der Darstellung der Zielstruktur. Mit der eindeutigen Visualisierung der Kanülenspitze können Punktionskomplikationen vermieden werden [1]. Der häufigste Fehler sind unkontrollierte Schallkopf- oder Kanülenbewegungen, die einer sicheren Nadeldarstellung entgegenwirken und vermieden werden müssen. Grundlegende Merkmale der Kanüle, welche die Visualisierung beeinflussen, sind die Oberfläche, der Durchmesser und die Form der Kanülenspitze. Ein größerer Nadeldurchmesser bedingt zwar eine verbesserte US-Sichtbarkeit [2], ist aber aufgrund des größeren Gewebetraumas möglichst gering zu wählen [3].

Prinzipiell kann die Kanüle in zwei verschiedenen Techniken in Bezug auf den Schallkopf bzw. die Schallebene vorgeschoben werden: „in plane“ oder „out of plane“. Das Vorschieben der Punktionskanüle darf nur erfolgen, wenn sicher bekannt ist, wo sich die Kanülenspitze befindet. Dies gelingt entweder mit der direkten Darstellung der Kanülenspitze oder indirekt mit der Hydrolokalisationstechnik.

Handlungsempfehlung

Nervenlokalisation in der peripheren Regionalanästhesie

T. Steinfeldt¹ · U. Schwemmer² · T. Volk³ · W. Gogarten⁴ · M. Neuburger⁵ ·
T. Wiesmann⁶ · A. R. Heller⁷ · O. Vicent⁷ · A. Stanek⁸ · M. Franz⁹ · P. Kessler¹⁰

Probleme der Visualisierung der Kanüle entstehen bei [4,5]:

- tiefen Blockaden über 4 cm
- steilen Punktionswinkeln (>40°)
- dünnkalibrigen Kanülen.

Kanülen, deren Schaftmaterial durch Kerben oder Partikel für die ultraschallgestützten Punktionen optimiert wurde, reflektieren insbesondere bei steilen Punktionswinkeln Schallwellen vermehrt zum Schallkopf und sollen eine bessere Visualisierung ermöglichen [6,7]. Bei konventionellen Regionalanästhesiekanülen bedingt die Konfiguration der Nadelspitze meist eine bessere Reflexion und Sichtbarkeit im Vergleich zum Schaft der Nadel. Die Kanülenspitze lässt sich besonders gut visualisieren, **wenn die Kanülenöffnung in einer 0°- oder 180°-Orientierung zum Schallkopf geführt wird** [4,5].

„In plane“-Technik

Die „In plane“-Technik bezeichnet die Führung und damit die sonographische Darstellung der kompletten Punktionsnadel in der bildgebenden Ebene. Diese Methode bietet im Vergleich zur „Out of plane“-Technik eher eine Kontrolle der gesamten Nadel und des Punktionsweges. Das Zusammenführen von Schall- und Punktionebene bereitet besonders dem Anfänger Schwierigkeiten. Nadelführungshilfen schränken die Freiheitsgrade in der Nadel- und Sondenführung ein und sind in der Regionalanästhesie bisher ohne nachweisbaren Vorteil.

- 1 Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Giessen-Marburg, Standort Marburg
- 2 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Kliniken des Landkreises Neumarkt i.d. OPf.
- 3 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg
- 4 Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Klinikum Bielefeld Mitte, Bielefeld
- 5 Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Ortenau Klinikum Achern,
- 6 Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Giessen-Marburg
- 7 Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Karl Gustav Carus, Dresden
- 8 Klinik für Anästhesiologie, Palliativmedizin und Schmerztherapie, Klinikum Delmenhorst GmbH
- 9 Klinik für Anästhesie, Schmerztherapie, Intensiv- und Notfallmedizin, DRK Kliniken Berlin | Westend
- 10 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Schmerzmedizin, Orthopädische Universitätsklinik Friedrichsheim, Frankfurt a.M.

Schlüsselwörter

Nervenlokalisation – Elektrische Nervenstimulation – Ultraschall – Periphere Regionalanästhesie

Keywords

Nerve Localization – Electrical Nerve Stimulation – Ultrasound – Peripheral Regional Anaesthesia

„Out of plane“-Technik

Bei der „Out of plane“-Technik wird die Punktionsnadel quer zur Schallebene geführt und daher im Querschnitt sonographisch dargestellt [1]. Ziel ist die Darstellung der Nadelspitze in der Bildebene. Die „Out of plane“-Technik bietet kurze Nadelwege und eignet sich besonders für oberflächliche Blockaden.

Ein Problem der „Out of plane“-Technik stellt die Verwechslungsmöglichkeit der Kanülenspitze mit dem Kanülenschaft dar, wodurch die Kontrolle der Kanülenspitze vermindert ist. Zur besseren Visualisierung der Kanülenspitze sollte ihre Öffnung in einer 0°- oder 180°-Orientierung zum Schallkopf geführt werden [4,5].

Auswahl der Nadelführungstechnik

Die Entscheidung zwischen „In plane“- und „Out of plane“-Technik erfolgt je nach Punktionsort und Erfahrung des Anwenders. Oft gibt die anatomische Gegebenheit eine sinnvolle Entscheidung vor. Bei pleuranahen und sehr tiefen Nervenblockaden mit punktionsgefährdeten Begleitstrukturen erscheint eine „In plane“-Nadelführung sicherer, wenn die Kanüle korrekt in der Bildebene geführt wird. Die „In plane“-Technik kommt mehrheitlich bei Single-shot-Blockaden zur Anwendung. **Bezüglich der Anwendung der Ultraschalltechnik während der Anlage von Kathetern lässt sich auf Basis wissenschaftlicher Daten aktuell keine Empfehlung hinsichtlich der „Out of plane“- oder „In plane“-Technik aussprechen.**

Indirekte Techniken der Kanüldenarstellung

Indirekte Zeichen werden bei der Orientierung und Bestimmung der Kanülenposition supportiv eingesetzt. Das Eintreten der Nadel erzeugt noch vor dem Eintreten in die Schallebene im B-Bild eine sichtbare Gewebeverschiebung als einen Hinweis auf die Kanülenlage. Dies kann aber nicht als sicheres Zeichen für die Spitze gewertet werden, da die Bewegungsartefakte im Gewebe fortgeleitet als auch vom Schaft erzeugt werden können.

Durch Injektion kleiner Flüssigkeitsmengen (ca. 0,5 ml) gelingt die Lokalisation der Nadelspitze (Hydrolokalisation). Dies ist besonders in der „Out of plane“-Technik hilfreich. Zur Hydrolokalisation wird NaCl-, Glukose 5%-Lösung oder ein Lokalanästhetikum verwendet. Bei zusätzlicher Nervenstimulation ist jedoch zu bedenken, dass durch Lokalanästhetika und Elektrolytlösungen die Stimulierbarkeit der Nerven negativ beeinflusst wird. Daher empfiehlt sich in dieser Situation die Applikation einer Glukose 5%-Lösung [8].

Injektion des Lokalanästhetikums

Die Darstellung des injizierten Lokalanästhetikums zeigt bei Erreichen der Zielstruktur vor allem an, ob die Ausbreitung der Injektionslösung in der korrekten Gewebeschicht (Faszienraum) oder an dem Nerv erfolgt. Insbesondere bei Feld- oder Kompartimentblöcken (z.B. TAP-, Pecs-, Rectusscheidenblock etc.) ist auf eine adäquate Verteilung des Lokalanästhetikums im entsprechenden interfaszialen Raum zu achten. Keinesfalls darf eine Injektion fortgesetzt werden, wenn die Ausbreitung des Lokalanästhetikums nicht sichtbar ist. In diesem Fall kann die Nadelspitze einerseits vor bzw. im ungünstigeren Fall hinter der Bildebene oder intravasal liegen. Dies erfordert eine Korrektur der Kanülenposition.

Intraneurale Injektion

Unabhängig von allen zu verwendenden Techniken der Ultraschallvisualisierung gilt es, intraneurale Punktionsen und Injektionen zu vermeiden. Als Hinweis auf eine intraneurale Injektion ist die Zunahme des Nervenquerschnitts im Ultraschallbild, ein hoher Injektionsdruck oder eine schmerzhafte Injektion zu werten [9]. Das Auslösen von schmerzhaften neurologischen Symptomen als Hinweis auf einen Nadel-Nerven-Kontakt gilt es zu vermeiden und sollte bei Auftreten mit einer Überprüfung der Nadellokalisation einhergehen. Parästhesien sind als Zeichen einer sehr nahen Nadel-Nerv-Beziehung zu deuten und sollten ebenfalls eine Überprüfung der Kanülenlokalisation nach sich ziehen.

Elektrische Nervenstimulation

Ein kritischer Reizstrom unter 0,5 mA (0,1 ms) kann beim Nervengesunden häufig mit einer intraneuralen Kanülenlage einhergehen [10-12]. Daher sollte eine untere Grenze von 0,5 mA bei einer Impulsdauer von 0,1 ms nicht unterschritten werden. Diese untere Grenze gilt es auszutesten, d.h. der Strom ist zu reduzieren, bis die gewünschte Reizantwort verschwunden ist.

Gute Blockadeerfolge werden mit Stromstärken von bis zu 1,0 mA / 0,1 ms erreicht [13]. Nervenerkrankungen wie Polyneuropathien bei Diabetes mellitus und/oder Niereninsuffizienz können Einfluss auf die Stimulierbarkeit von Nerven haben [14,15]. Bei angenommener eingeschränkter Stimulierbarkeit sind höhere Schwellenströme (0,5 mA - 1,5 mA) anzustreben. Alternativ zur Schwellenstromerhöhung ist bei Patienten mit Neuropathien auch eine Verlängerung der Impulsdauer (1 ms) möglich, um bei erwünschter Nerven Nähe eine motorische Reizantwort zu erzielen.

Als Standardimpulsbreite beim Nervengesunden kann eine Impulsdauer von 0,1 ms gelten. Bei Blockade eines rein sensiblen Nerven ist ein breiterer Impuls (1,0 ms) oder eine höhere Stromstärke zu wählen. Die eingestellte Impulsbreite des Geräts muss bekannt sein. Angaben zur Stromstärke müssen im Kontext zur Impulsbreite gesehen werden. Bei identischer Nadelposition muss für identische Reizantworten ein Strom mit kurzer Impulsbreite (0,1 ms) ca. dreifach höher sein als ein Strom mit langer Impulsbreite von 1,0 ms [16].

Der Widerstand des Gewebes, der an modernen Nervenstimulatoren angezeigt wird, kann klinisch genutzt werden. Aufgrund des hohen elektrischen Widerstandes des Perineuriums könnte ein sogenannter Impedanzsprung eine intraneurale Kanülenlage detektieren [17]. Gleichfalls kann ein fehlender Impedanzsprung nach Injektion der schlecht leitenden Glukose 5% eine intravasale Kanülenlage vermuten lassen [18,19].

Der Nadelvorschub sollte langsam und die Abgaberate des Stroms möglichst hochfrequent sein (2 Hz).

Da das Auslösen von schmerzhaften neurologischen Symptomen als Risikofaktor für Nervenschäden gilt [20], ist die Blockade bzw. die Injektion zu unterbrechen und zu korrigieren – unabhängig vom Status der Nervenstimulation.

Impulssynchrone Parästhesien ohne Muskelreaktionen im Zielgebiet sind als erfolgreiche Antwort auf die Nervenstimulation zu werten [21,22].

Die Position der Klebeelektrode ist unerheblich [23]. Der Stromfluss darf jedoch keinesfalls durch stromempfindliches Material gehen (z.B. Herzschrittmacher, ICD). Auch wenn die Nervenstimulation durch die Produktvorgaben ausgeschlossen ist, sollte ein Einsatz der Technik nach Risiko-Nutzen-Abwägung möglich sein. Die Stromabgabe des Stimulators kann nicht nur von einem Überwachungsmonitor, sondern auch vom Herzschrittmacher als Herzaktion fehlgedeutet werden und eine Asystolie auslösen [24]. Daher empfiehlt es sich, den peripheren Puls durch Pulsoxymetrie anzuzeigen. Der Stromfluss hat mit möglichst kurzem Impuls (<0,5 ms) schrittmacherfern zu erfolgen [25]. Ein Defibrillator ist mit einem Magneten zu deaktivieren, und die Funktionsfähigkeit der Geräte sollte nach Möglichkeit im Anschluss überprüft werden [24].

Nach Injektion von leitenden Flüssigkeiten verschwindet die Stimulationsfähigkeit der Nerven [26]. Glukose 5% als Testdosis erlaubt die weitere Stimulation von Nerven, jedoch ist die Interpretationsmöglichkeit der Stimulationsantwort kritisch zu beurteilen [19]. Bei Multiinjektionstechniken wird eine ultraschallgesteuerte Blockade empfohlen.

Es ist festzuhalten, dass die elektrische Nervenstimulationstechnik nach wie vor zur Nervenlokalisation ohne parallele Verwendung der Sonographie eingesetzt werden kann, ohne damit gegen die Regeln der "Good Clinical Practice" zu verstoßen.

Weiterhin ist zu beachten:

- Es sollte der tatsächlich fließende Strom angezeigt werden. Alarmer, die auf eine Diskrepanz zwischen eingestelltem und fließendem Strom hinweisen, sollten bekannt und eingestellt sein.
- Der initial eingestellte Strom sollte deutlich höher gewählt werden als der anzustrebende untere Schwellenstrom (z.B. zum Start 2,0 mA bei Schwellenströmen von 0,5-1,0 mA und einer Impulsbreite von 0,1 ms beim Nervengesunden).
- Die zu erwartende Reizantwort muss bekannt sein.
- Beim Auftreten der ersten Muskelreaktionen ist der Nadelvorschub zu stoppen.
- Es ist zu vermeiden, dass gleichzeitig der Strom verändert und die Nadel bewegt wird.
- Ist die Reizantwort bei der gewünschten Zielstromstärke verschwunden, wird nach Aspirationstest eine Testdosis von max. 2,0 ml injiziert.
- Es wird auf Zeichen einer intraneuralen Injektion wie ausstrahlender Schmerz, schmerzhaft neurologische Symptome und/oder hohen Injektionsdruck geachtet.
- Persistiert die Reizantwort, ist die intravasale Lage durch einen Aspirationstest und/oder durch Ultraschallkontrolle auszuschließen.

Kombination von Ultraschall mit elektrischer Nervenstimulation

Die Kombination beider Verfahren ist eine weitere Möglichkeit, bei peripheren Nervenblockaden eine möglichst sichere Nervenlokalisation zu erzielen. In Untersuchungen zu Nervenblockaden unter klinischen Bedingungen zeigt sich, dass oftmals die elektrische Nervenstimulation als additive Technik zum Ultraschall zur Identifikation der Zielnerven mitgeführt wird [27,28]. Damit kann vor allem in Situationen, die eine eindeutige Identifikation eines Nerven durch die Sonographie nicht gelingen lassen, eine Identifikation durch die Stimulation erfolgen. **Klinische Studien zeigen keine höheren Erfolgsraten oder eine Reduk-**

tion von intraneuralen Punktionen bei Kombination beider Verfahren [29,30].

Mit dem Ziel, die elektrische Nervenstimulation lediglich zur „Feinjustierung“ in Nervennähe bzw. als Bestätigung von Nervenstrukturen bei unklarer Visualisierung zu nutzen, kann auf hohe initiale Stromstärken wie bei der alleinigen Verwendung der elektrischen Stimulationstechnik verzichtet werden. Dabei ist der Nervenstimulator direkt auf den zu erzielenden Schwellenstrom einzustellen (1 mA bei 0,1 ms Impulsdauer). Bei Auslösen einer Reizantwort unter dem voreingestellten Schwellenstrom wird der Anwender auf eine nahe Nervenlokalisation hingewiesen. Die Nadelspitzenposition ist entweder durch Optimierung der sonographischen Darstellung oder durch Hydrolokalisation zu prüfen. Liegt eine intraneurale Lage sonographisch vor, ist die Kanüle zurückzuziehen. Sollte sich eine adäquate Ausbreitung des Injektates darstellen oder eine sonographisch adäquate Nadelposition vorliegen, kann die gewünschte Lokalanästhetikamenge appliziert werden.

Bei unmöglicher Darstellbarkeit bzw. Identifikation des Zielnerven und der Nadelspitze ist die elektrische Stimulation zur Nervenidentifikation erforderlich. Dies kann insbesondere bei tiefen Nervenlokalisationen wie beim Psoas-Kompartiment-Block oder der anterioren proximalen N. ischiadicus-Blockade zutreffen. Die Sonographie kann hier additiv die Begleitstrukturen sichtbar machen. Dies können Gefäße sein oder Strukturen im Bereich von Thorax, Abdomen und Retroperitoneum.

Periphere Regionalanästhesie beim sedierten/narkotisierten Patienten

Nervenschäden nach peripherer Regionalanästhesie sind seltene und meist passagere Ereignisse [28,31]. Da in Fallberichten häufig Parästhesien oder Schmerzen bei der Anlage mit neu aufgetretenen neurologischen Defiziten korrelieren, lässt sich die Empfehlung ableiten, Regionalanästhesieverfahren bei Erwachsenen eher am wachen oder

am nur leicht sedierten Patienten durchzuführen [32-35]. Ob ein anästhesierter oder tief sedierter Patient einem höheren Risiko für einen Nervenschaden ausgesetzt ist als ein wacher oder leicht sedierter Patient, kann anhand der publizierten Daten nicht belegt werden.

In aller Regel wird es gelingen, durch gute Patientenführung und Analgesie eine Regionalanästhesie im Wachzustand mit guter Akzeptanz des Patienten durchzuführen. Bei Patienten, die die Anlage in leichter Sedierung nicht tolerieren oder bei fehlender Kooperationsfähigkeit, kann die Durchführung einer Regionalanästhesie in Narkose oder tiefer Sedierung in Erwägung gezogen werden. Insbesondere bei nicht kooperativen Kindern ist die Durchführung von Regionalanästhesieverfahren in tiefer Sedierung oder Allgemeinanästhesie einem Vorgehen im Wachzustand oder leichter Sedierung vorzuziehen [36].

Jedes Regionalanästhesieverfahren erfordert eine schriftlich fixierte, sachgerechte Aufklärung über die Durchführung der Intervention und mögliche Komplikationen. Zum Erfolg einer Regionalanästhesie tragen neben einer adäquaten Prämedikation und Lokalanästhesie auch eine entsprechende Patientenführung sowie eine angepasste Analgosedierung bei.

Literatur

1. Sites BD, Chan VW, Neal JM, Weller R, Grau T, Koscielniak-Nielsen ZJ, Ivani G: The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine and the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy joint committee recommendations for education and training in ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:S74-80
2. Schafhalter-Zoppoth I, McCulloch CE, Gray AT: Ultrasound visibility of needles used for regional nerve block: an in vitro study. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29(5):480-8
3. Steinfeldt T, Nimphius W, Werner T, Vassiliou T, Kill C, Karakas E, Wulf H, Graf J: Nerve injury by needle nerve perforation in regional anaesthesia: does size matter? *Br J Anaesth* 2010;104(2):245-53
4. Chin KJ, Perlas A, Chan VW, Brull R: Needle visualization in ultrasound-guided regional anesthesia: challenges and solutions. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33(6):532-44
5. Maecken T, Zenz M, Grau T: Ultrasound characteristics of needles for regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32(5):440-7
6. Hebard S, Hocking G: Echogenic technology can improve needle visibility during ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2011;36(2):185-9
7. Guo S, Schwab A, McLeod G, Corner G, Cochran S, Eisma R, Soames R: Echogenic regional anaesthesia needles: a comparison study in Thiel cadavers. *Ultrasound Med Biol* 2012;38(4):702-7
8. Tsui BC, Wagner A, Finucane B: Electrophysiologic effect of injectates on peripheral nerve stimulation. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29(3):189-93
9. Sala-Blanch X, Vandepitte C, Laur JJ, Horan P, Xu D, Reina MA, Karmakar MK, Clark TB, Hadzic A: A practical review of perineural versus intraneural injections: a call for standard nomenclature. *Int Anesthesiol Clin* 2011;49(4):1-12
10. Bigeleisen PE, Moayeri N, Groen GJ: Extraneural versus intraneural stimulation thresholds during ultrasound-guided supraclavicular block. *Anesthesiology* 2009;110(6):1235-43
11. Tsai TP, Vuckovic I, Dilberovic F, Obhodzas M, Kapur E, Divanovic KA, Hadzic A: Intensity of the stimulating current may not be a reliable indicator of intraneural needle placement. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33(3):207-10
12. Urmei WF, Stanton J: Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology* 2002;96(3):552-4
13. Vassiliou T, Müller HH, Ellert A, Wallot P, Kwee KM, Beyerle M, Eberhart L, Wulf H, Steinfeldt T: High- versus low-stimulation current threshold for axillary plexus blocks: a prospective randomized triple-blinded noninferiority trial in 205 patients. *Anesth Analg* 2013;116(1):247-54
14. Sites BD, Gallagher J, Sparks M: Ultrasound-guided popliteal block demonstrates an atypical motor response to nerve stimulation in 2 patients with diabetes mellitus. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28(5):479-82
15. Adler AI, Boyko EJ, Ahroni JH, Stensel V, Forsberg RC, Smith DG: Risk factors for diabetic peripheral sensory neuropathy. Results of the Seattle Prospective Diabetic Foot Study. *Diabetes Care* 1997;20(7):1162-7
16. Neuburger M, Rotzinger M, Kaiser H: [Electric nerve stimulation in relation to impulse strength. A quantitative study of the distance of the electrode point to the nerve]. *Anaesthesist* 2001;50(3):181-6
17. Tsui BC, Pillay JJ, Chu KT, Dillane D: Electrical impedance to distinguish intraneural from extraneural needle placement in porcine nerves during direct exposure and ultrasound guidance. *Anesthesiology* 2008;109(3):479-83
18. Ercole A: The effect of injectate conductivity on the electric field with the nerve stimulator needle: a computer simulation. *Anesth Analg* 2008;107(4):1427-32
19. Tsui BC, Kropelin B: The electrophysiological effect of dextrose 5% in water on single-shot peripheral nerve stimulation. *Anesth Analg* 2005;100(6):1837-9
20. Neal JM, Bernards CM, Hadzic A, Hebl JR, Hogan QH, Horlocker TT, et al: ASRA Practice Advisory on Neurologic Complications in Regional Anesthesia and Pain Medicine. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33(5):404-15
21. Klein SM, Melton MS, Grill WM, Nielsen KC: Peripheral nerve stimulation in regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37(4):383-92
22. Koscielniak-Nielsen ZJ, Rassmussen H, Jepsen K: Effect of impulse duration on patients' perception of electrical stimulation and block effectiveness during axillary block in unsedated ambulatory patients. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26(5):428-33
23. Hadzic A, Vloka JD, Claudio RE, Hadzic N, Thys DM, Santos AC: Electrical nerve localization: effects of cutaneous electrode placement and duration of the stimulus on motor response. *Anesthesiology* 2004;100(6):1526-30
24. Engelhardt L, Grosse J, Birnbaum J, Volk T: Inhibition of a pacemaker during nerve stimulation for regional anaesthesia. *Anaesthesia* 2007;62(10):1071-4
25. LaBan MM, Petty D, Hauser AM, Taylor RS: Peripheral nerve conduction stimulation: its effect on cardiac pacemakers. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69(5):358-62
26. Neuburger M, Gültlinger O, Ass B, Büttner J, Kaiser H: [Influence of blockades with local anesthetics on the stimulation ability of a nerve by peripheral nerve stimulation. Results of a randomized study]. *Anaesthesist* 2005;54(6):575-7
27. Orebaugh SL, Kentor ML, Williams BA: Adverse outcomes associated with nerve stimulator-guided and ultrasound-guided

peripheral nerve blocks by supervised trainees: update of a single-site database. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37(6):577-82

28. Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR, Thomas RD, Said SA, Snyder GL, et al: Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34(6):534-41
29. Beach ML, Sites BD, Gallagher JD: Use of a nerve stimulator does not improve the efficacy of ultrasound-guided supraclavicular nerve blocks. *J Clin Anesth* 2006;18(8):580-4
30. Habicher M, Ocken M, Birnbaum J, Volk T: [Electrical nerve stimulation for peripheral nerve blocks. Ultrasound-guided needle positioning and effect of 5% glucose injection]. *Anaesthesist* 2009;58(10):986-91
31. Brull R, McCartney CJ, Chan VW, El-Beheiry H: Neurological complications after regional anesthesia: contemporary estimates of risk. *Anesth Analg* 2007;104(4):965-74
32. Bashein G, Robertson HT, Kennedy WF Jr: Persistent phrenic nerve paresis following interscalene brachial plexus block. *Anesthesiology* 1985;63(1):102-4
33. Kaufman BR, Nystrom E, Nath S, Foucher G, Nystrom A: Debilitating chronic pain syndromes after presumed intraneural injections. *Pain* 2000;85(1-2):283-6
34. Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K: Serious complications related to regional anesthesia: results of a prospective survey in France. *Anesthesiology* 1997;87(3):479-86
35. Bernards CM, Hadzic A, Suresh S, Neal JM: Regional anesthesia in anesthetized or heavily sedated patients. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33(5):449-60
36. Mossetti V, Ivani G: Controversial issues in pediatric regional anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2012;22(1):109-14.

Korrespondenz- adresse

**Priv.-Doz. Dr. med.
Thorsten Steinfeldt**



Klinik für Anästhesie und
Intensivtherapie
Universitätsklinikum Giessen-Marburg,
Standort Marburg,
Baldingerstraße
35033 Marburg, Deutschland
E-Mail: thorsten.steinfeldt@med.uni-
marburg.de