

Neurologische Komplikationen nach Schulterchirurgie in Interskalenusblockade*

Neurological complications after shoulder surgery in interscalene block

I. Besmer¹, G. Schüpfer¹ und A. Schleppers²

¹ Institut für Anästhesie und operative Intensivmedizin, Kantonsspital Luzern, Schweiz (Chefarzt: Prof. Dr. H. R. Gerber)

² Institut für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Mannheim gGmbH, Mannheim (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. K. van Ackern)

Zusammenfassung: Wir berichten über zwei Patienten mit neurologischen Defiziten nach Interskalenusblockaden (ISB). Blockaden nur beim wachen Patienten durchzuführen, nie bei Schmerzen zu injizieren und keine extremen Lagerungen durchzuführen, sind Maßnahmen, die das Risiko einer Plexusläsion verringern, dennoch beobachteten wir erhebliche neurologische Störungen bei zwei Patienten nach ISB. Beim ersten Patienten wurde eine Rotatorenmanschettenrekonstruktion in Interskalenusblock und Allgemeinanästhesie in „Beach Chair“-Lagerung operiert. Nach Abklingen der Lokalanästhesiewirkung erholte sich die motorische Funktion nur partiell. Die neurologischen Befunde sprachen für eine obere Plexusläsion. In den folgenden Wochen erholten sich die neurologischen Defizite nur unwesentlich.

Beim zweiten Patienten kam es nach einer Schultermobilisation bei frozen shoulder in Interskalenusblockade zu einer partiellen Plexus-brachialis-Läsion, die sich in den folgenden zwei Jahren vollständig erholte. Bei beiden Patienten erfolgte die Blockade problemlos im Wachzustand. Die möglichen chirurgischen und anästhesiologischen Ursachen werden diskutiert. Vorschläge zum Vorgehen bei neurologischen Defiziten nach Schulterchirurgie in Interskalenusblockaden werden gemacht.

Einleitung

Schultereingriffe in einem Interskalenusblock (ISB) alleine oder in Kombination mit einer Allgemeinanästhesie durchzuführen sind etablierte Verfahren [1]. Nervenschädigungen im Bereiche des Plexus brachialis sind nach ISB möglich, bei standardisiertem Vorgehen mit Nervenstimulator beim wachen Patienten jedoch sehr selten [2]. Bei postoperativen neurologischen Störungen darf nicht nur ein regionales Anästhesieverfahren beschuldigt werden, sondern muss die Schulterchirurgie per se ebenfalls in Betracht gezogen werden. Trotz eingehaltener Kautelen für eine sichere obere Armplexusblockade berichten wir über einen schwerwiegenden Plexusschaden nach einer Schulteroperation in einem ISB in Kombination mit einer Allgemeinanästhesie, aber auch nach alleinigem ISB zur Mobilisation und diskutieren mögliche Ursachen sowie das Vorgehen bei derartigen Komplikationen aus anästhesiologischer Sicht.

Summary: Two cases of neurological deficits after single shot interscalene blockade are reported. The blocks were performed awake using a nerve stimulator, and no paresthesias occurred during the application of the local anaesthetic solution. In the first patient shoulder surgery for repair of a ruptured tendon was made in the so called beach chair position. In the second patient after the block a frozen shoulder was mobilized. In both cases extreme stress due to surgery or mobilization respectively as causal reason for the neurological deficit are possible, but also other pathophysiological mechanisms are discussed. Strict procedural guidelines are important for the safe application of interscalene plexus blocks, but these standards may not guarantee an uncomplicated outcome due to surgical, anaesthesiological or positioning factors. Our cases also illustrate that an observational period of two years may be necessary for complete regression of symptoms after a plexus lesion.

Schlüsselwörter: Anästhesie – Interskalenusblock – Schulteroperation – Plexusparese

Keywords: Anaesthesia, Conduction – Nerveblock – Shoulder Surgery – Upper Brachial Plexus Neuropathy.

Fallberichte

Patient 1

Ein 60-jähriger Patient mit einer Rotatorenmanschettenläsion rechts wurde für eine Rekonstruktion stationär aufgenommen. Mit ihm wurde eine Kombinationsanästhesie (Interskalenusblock und Allgemeinanästhesie) am Vorabend vereinbart. Der Patient war in gutem Allgemeinzustand, der Status war unauffällig, insbesondere konnten keine pathologischen, neurologischen Befunde erhoben werden.

Am Operationstag erhielt der Patient eine Prämedikation von 7,5 mg Midazolam per os. Danach erfolgte der Transport in den Operationsaal. Ein Standardmonitoring (EKG, Blutdruck messen und Pulsoximetrie) und ein peripher venöser Zugang am linken Handrücken wurden angelegt.

* Rechte vorbehalten.

Nach Gabe von 2 mg Midazolam und 50 mcg Fentanyl erfolgte die Lagerung des Patienten für die Durchführung des Interskalenusblockes (Kopf flach, mit ca. 15 Grad Abweichung von der Sagittalebene leicht zur Gegenseite gedreht). Nach Markieren der anatomischen Landmarken erfolgte die übliche Hautdesinfektion mit Braunoderm®. Nach dem sterilen Abdecken mit einem Lochtuch wurde eine Hautquaddel mit 0,5 ml Lidocain 2% mit Natriumbicarbonat am Hinterrand des M. sternocleidomastoideus auf Höhe des Thyroidknorpels gesetzt. Unter Schonung der V. jugularis externa Einführen der Stimulationsnadel (Stimuplex® D, 35 mm, Fa, Braun Medical AG, Sempach-Station, Schweiz). Vorschieben der Nadel, Stimulation mit 1 mA, 0,1 ms, in Richtung Pulsation der A. subclavia oberhalb der Klavikula. Nach einmaliger Korrektur der Stichrichtung erreichte man nach ca. 1,5 cm eine Stimulationsantwort (Kontraktion des M. biceps). Die Stromstärke wurde bis auf 0,32 mA reduziert, darunter konnte keine Muskelantwort mehr gesehen werden. Es erfolgte die langsame Injektion von 40 ml Lokalanästhetikummischung (Prilocain 1% und Ropivacain 0,75% 1:1). Beim Spritzen konnte kein erhöhter Widerstand festgestellt werden, und die Injektion war für den wachen und klaren Patienten schmerzfrei, auch wurden keine Parästhesien ausgelöst. Innerhalb von 10 Minuten entwickelte sich eine sensible Blockade im Schulterbereich, zu diesem Zeitpunkt konnten die Finger noch bewegt werden. Nach einer problemlosen Einleitung der Allgemeinanästhesie mit Propofol und Fentanyl sowie Atracurium zur Relaxation wurde der Patient intubiert und die Anästhesie mit Isofluran und Fentanyl weitergeführt. Für die Operation lagerte man den Patienten in halbsitzender Position (beach chair). Den Kopf fixierte man mittels einer elastischen Binde in Neutralstellung in einer Kopfschale. Während 150 Minuten rekonstruierte der Orthopäde die Supraspinatus- und Subscapularissehne und führte eine Bizepsstenodese durch. Am Ende der Operation erfolgte zusätzlich die Einlage eines subacromialen Katheters zur kontinuierlichen Gabe von 0,25% Bupivacain 5 ml/Stunde mittels einer Elastomer-Pumpe (Easy pump®). Nach Ausleitung der Allgemeinanästhesie wurde der Patient in praktisch schmerzfreiem Zustand in den Aufwachraum verlegt, wo er für die folgenden zwei Stunden überwacht wurde.

Bei der Postmedikationsvisite am ersten postoperativen Tag klagte der Patient über Parästhesien in der rechten Hand und im rechten Arm. Zudem störte ihn eine eingeschränkte motorische Funktion der rechten oberen Extremität. Daraufhin entfernte man den subacromialen Katheter. Allerdings erholte sich auch danach in den nächsten 24 Stunden die motorische Funktion nicht. Ein neurologisches Konsilium ergab eine hochsitzende Plexusläsion (N. suprascapularis, axillaris und radialis) im Bereich des Fasciculus posterior. Ein Hämatom konnte mittels computertomographischer Untersuchung ausgeschlossen werden. In einer elektrophysiologischen Abklärung zwei Wochen nach Ereignis fand man normale Leitgeschwindigkeiten für

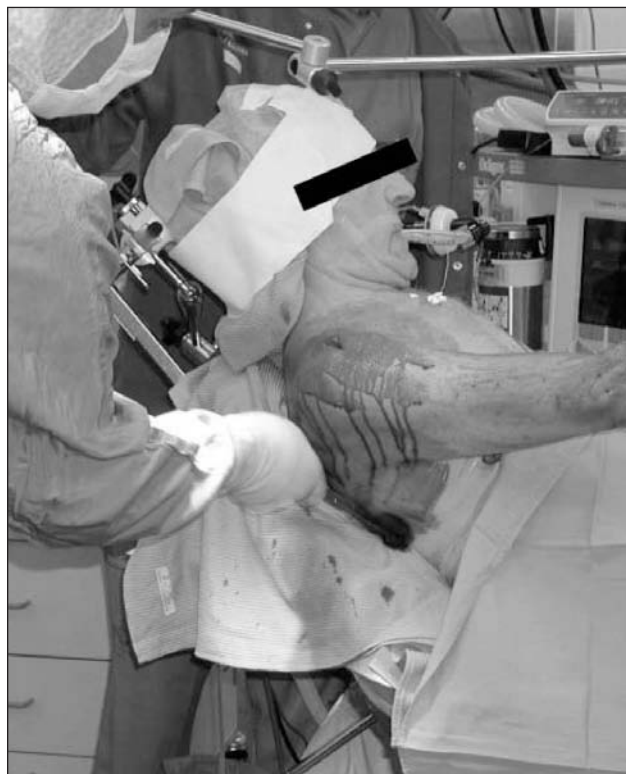


Abbildung 1: Patientenlagerungen in sitzender Position (zur Schulterchirurgie) in der sogenannten Beach-Chair-Position. Trotz Fixation des Kopfes in einer Schale ist es gut möglich, dass unter chirurgischer Exposition des Schultergelenkes Zug und Druck auf den Plexus brachialis ausgeübt wird.

den N. medianus. Bei der Stimulation des N. radialis ergab sich ein niederamplitudiges Muskelaktionspotential. Die Befunde sprachen für eine Läsion des Plexus brachialis. In den kommenden Wochen kam es nur zu einer unwesentlichen Erholung der motorischen Funktion.

Patient 2

Ein 53-jähriger Patient wurde zur Schultermobilisation bei frozen shoulder stationär aufgenommen. 5 Monate vor dieser Hospitalisation wurde eine Plattenosteosynthese einer subkapitalen Humerusfraktur durchgeführt. Trotz mehrerer Schultermobilisationen in Narkose war die Beweglichkeit, insbesondere die Außenrotation, nach wie vor eingeschränkt. Bei Eintritt zeigten sich eine reizlose Operationsnarbe sowie neurologisch unauffällige Befunde. Mit dem Patienten wurde ein Interskalenusblock für die Mobilisation besprochen.

Nach Anlegen des Standardmonitorings und eines intravenösen Zuganges auf der Gegenseite erhielt der Patient 1 mg Midazolam. Die Durchführung des Interskalenusblockes mit einer Stimulationskanüle war absolut problemlos. Die Injektion von 40 ml Lokalanästhetikum (Bupivacain 0,5% und Prilocain 1% 1:1) zeigte keinen erhöhten Widerstand, die Injektion war schmerzfrei. Nach 30 Minuten bestand eine vollständige Analgesie im Schulterbereich. Die

Mobilisation durch den Chirurgen erfolgte nach der zusätzlichen Gabe von 20 mg Propofol iv. Nach Lösung von Synechien durch die Mobilisationsmanöver des Chirurgen wurde unmittelbar danach eine ausgedehnte physiotherapeutische passive Mobilisation durchgeführt.

Nach über 24 Stunden war der Block noch nicht abgeklungen, woraufhin zum Ausschluss eines Hämatomes im Halsbereich ein CT veranlasst wurde. Ein neurologisches Konsil ergab eine partielle Armplexusläsion links.

Es erfolgte eine sehr langsame Regression der Befunde, allerdings war der Patient nach zwei Jahren wieder ohne neurologisches Defizit zu 100% als Lehrer arbeitsfähig.

Diskussion

Kroll et al. fanden bei Durchsicht der closed claim database der ASA in 15% der Anästhesie-bedingten Haftpflichtfälle eine Nervenverletzung als Ursache. 23% davon betreffen den Plexus brachialis [3]. Der genaue Mechanismus dafür bleibt in den meisten Fällen unbekannt. Die möglichen Ursachen werden in der Folge diskutiert (Tab. 1). Die Inzidenz von neurologischen Defiziten nach Blockaden des Plexus brachialis beträgt in der Literatur zwischen 1 und 4%

[2]. In den meisten Fällen kommt es zu einer Erholung innert Wochen. Eine prospektive Studie [4] zeigte bei der Interkalenusblockade eine Inzidenz von Langzeitkomplikationen von 0,4%. Es gibt Fallberichte, die eine Erholung der neurologischen Symptome über Monate schildern [5, 6, 7]. Es wurde aber auch über permanente Schädigungen berichtet [8, 9].

Nervenverletzungen können in drei Gruppen eingeteilt werden: Neurapraxie, Axontomesis und Neurotmesis [10]. Unter Neurapraxie versteht man eine funktionelle Paralyse ohne offensichtliche anatomische Läsion. Im betroffenen Areal kommt es zu einer vorübergehenden Fortleitungsstörung. Die Prognose ist sehr gut. Bei der Axontomesis besteht eine Durchtrennung der Axone bei intakter Nervenscheide. Es kommt zu einer Regeneration der Nervenfasern mit guter Prognose. Bei kompletter oder partieller Durchtrennung eines Nerven von Axonen und Nervenscheiden spricht man von einer Neurotmesis. Hier ist die Prognose zurückhaltend zu stellen.

Für die Nervenläsionen in den beiden beschriebenen Fällen sind eine Reihe von möglichen Ursachen zu diskutieren. Direkte Traumatisierung des Nerven durch die Injektionskanüle kann ein neurologisches Defizit verursachen, insbe-

sondere wenn zur Lokalisation des Nerven die Auslösung von Parästhesien verwendet wird oder das Setzen der Blockade mit Schmerzen verbunden war [5]. In der Regel handelt es sich dann um eine Neurotmesis mit fraglicher Prognose [15]. Bei unseren Fällen wurden keine Parästhesien oder Dysästhesien ausgelöst, der Nerv wurde jeweils mittels Neurostimulation gefunden. Die Injektion des Lokalanästhetikums erfolgte am wachen und kooperativen Patienten schmerzfrei. Auch die anatomische Lokalisation der Läsion im Fasciculus posterior im Fall 1 spricht eher gegen ein direktes Trauma, da der Applikationsort des ISB topographisch nicht mit dem der Läsion übereinstimmt. Die Stimulation des Plexus erfolgte höher im Bereich der Trunci. Ob die Verwendung von kurzgeschliffenen oder atraumatischen Nadeln die Rate von Nervenverletzungen zu senken vermag, ist bis jetzt noch nicht bekannt [10]. Ein direktes oder indirektes chirurgisches Trauma der Nerven muss auch in Betracht gezogen werden. In der orthopädischen Literatur werden neurologische Komplikationen der Schulterchirurgie beschrieben [11, 12]. Der Orthopäde schloss bei der angewendeten Operationstechnik ein direktes Nerventrauma im ersten Fall aus, beim 2. Fall wurde lediglich eine Mobilisation durchgeführt. Bei absolut schmerzfreier Injektion des Lokalanästhetikums bei einem kooperativen Patienten kommt eine intraneurale Injektion mit folgender Nervenläsion praktisch nicht in Frage. Neben einer direkten Läsion des Nerven kann es durch die Kompression zu einer Ischämie des Nervengewebes kommen, die Folge davon ist eine Neurapraxie, allenfalls Axontomesis. Bei intraneuraler Injektion wäre auch eine longitudinale Ausbreitung mit der Lokalisation der Läsion im Bereiche des Fasciculus posterior möglich gewesen. Um eine intraneurale Injektion zu verhindern, wird an unserem Institut ein Interskalenusbloc nur beim wachen und zur Kommunikation fähigen Patienten durchgeführt. Bei den Fällen mit permanenten neurologischen Defiziten, von denen *Benumof* [13] und *Passannante* [8] berichten, wurden alle Interskalenusblockaden in Allgemeinanästhesie durchgeführt. Es kam jeweils zu einer totalen Spinalanästhesie, wobei eine Injektion ins Rückenmark und dessen Schädigung angenommen wurde. Die bei uns angewendete modifizierte Technik der Interskalenusblockade nach *Meier* [14] macht eine intramedulläre Injektion unwahrscheinlich. Lokalanästhetika sind potentiell neurotoxisch, in den bei uns gebräuchlichen Konzentrationen von 0,75% Ropivacain, 0,5% Bupivacain oder 1% Prilocain extraneural verabreicht jedoch nicht [10]. Allenfalls könnten vorbestehende neurologische Erkrankungen oder zusätzliche Belastungen für die neuralen Strukturen wie Druck und Zug die Empfindlichkeit auf Lokalanästhetika erhöhen. Nicht vollständig ausgeschlossen werden kann eine Medikamentenverwechslung, wie sie beispielsweise von *Patterson* [18] beschrieben wurde. Auf Grund unserer definierten Prozesse für die Bereitstellung der Lokalanästhetika erachten wir dies jedoch als sehr unwahrscheinlich. Auch sind in unserem anonymen Critical Incident Reporting System (CIRS) keine derartigen Vorkommnisse verzeichnet

Tabelle 1: Ursachen neurologischer Komplikationen nach Schulteroperationen in Interskalenusblockade.

Mit der Anästhesie assoziiert

Schädigung der Nerven durch Injektionsnadel
 Intraneurale Injektion des Lokalanästhetikums
 Intramedulläre Injektion mit totaler Spinalanästhesie
 Kompression der Nerven durch punktionsbedingte Hämatome
 Neurotoxizität von Lokalanästhetika
 Idiopathische aseptische Neuritis
 Medikamentenverwechslung

Mit der Chirurgie assoziiert

Direkte chirurgische Schädigung des Nerven
 Kompression der Nerven durch Haken
 Zug und Druck auf Nerven durch Lagerung, respektive chirurgische Exposition
 Kompression durch operationsbedingte Hämatome.

worden. Postoperative Kompression der Nerven durch Ödem oder Hämatom als Ursache konnte in unseren Fällen mittels bildgebender Verfahren ausgeschlossen werden. Die Frage, ob bei beeinträchtigter Gerinnung eine Interskalenusblockade durchgeführt werden soll, ist kontrovers. Eine weiterführende Diskussion bezüglich Antikoagulation und Regionalanästhesie findet sich bei *Horlocker* [16]. *Sawyer* [10] schreibt in seiner Übersichtsarbeit, dass die häufigste Ursache einer Schädigung des Plexus brachialis ein exzessiver Zug sei. Die „Beach Chair“-Lagerung wird auch in der Literatur als Ursache einer Plexusläsion beschrieben [7]. Um den operativen Zugang zu verbessern, wird der Kopf oft zur Gegenseite gedreht. Dies verstärkt den Zug auf den Plexus brachialis. Obwohl der Kopf bei uns grundsätzlich in Neutralstellung gelagert wird, ist es möglich, dass er etwas nach der Gegenseite flektiert fixiert worden ist. Auch eine Außenrotation des Armes kann den Zug am Plexus verstärken. Eine weitere, seltene Ursache von neurologischen Komplikationen nach Interskalenusblockaden stellt die idiopathische, aseptische Plexitis dar [17]. Typischerweise tritt diese Komplikation erst nach einer vollständigen Erholung des Blockes auf. Die sekundären neurologischen Ausfälle sind bei dieser Diagnose mit starken Schmerzen verbunden.

Zusammenfassend müssen wir trotz eingehaltener Regeln für eine sichere Plexusblockade (wacher kooperativer Patient, kein Injektionsschmerz, kurze Stimulationsdauer) zwei Fälle von neurologischen Funktionsstörungen nach Interskalenusblockade beschreiben, deren Ursachen letztlich nicht zu klären waren. Am ehesten handelt es sich um ein multifaktorielles Geschehen, mit dem möglicherweise eine erhöhte Neurotoxizität bei zusätzlicher mechanischer Belastung des Nerven durch Druck und Zug vergesellschaftet ist.

Fazit

Auch wenn unsere beiden Fälle die Regeln für die Sicherheit einer Plexusblockade nicht bestätigen, sollten Blockaden dennoch – wenn immer möglich – beim wachen, kooperativen Patienten durchgeführt werden, damit eine intraneurale Injektion verhindert werden kann. Schmerzen bei der Injektion müssen zu einem sofortigen Abbruch führen. Bei erhöhtem Widerstand darf ebenfalls nicht weiter injiziert werden. Auf extreme Lagerungen mit möglichem Zug auf den Plexus brachialis muss unbedingt verzichtet werden. Obwohl die Interskalenusblockade eine ausgezeichnete Methode zur postoperativen Schmerztherapie bei Schulteroperationen darstellt, muss in seltenen Fällen mit neurologischen Komplikationen gerechnet werden. Die Möglichkeit solcher Komplikationen muss bei der Prämedikationsvisite aufgeklärt werden. Eine kurze neurologische Untersuchung mit einer geeigneten Dokumentation muss ebenfalls durchgeführt werden, um vorbestehende Ausfälle nicht zu übersehen.

Bei Auftreten von neurologischen Störungen nach einem Interskalenusblock empfehlen wir folgendes Vorgehen (Tab. 2). Neurologische Defizite nach Abklingen der Lokalanästhetikawirkung sollten durch einen Facharzt für Neurologie dokumentiert werden. Bildgebende Verfahren wie CT oder MRI können Hämatome oder ein Ödem, welche die Läsion verursachen könnten, ausschließen. Damit Aussagen über die Prognose gemacht werden können, sind neurophysiologische Untersuchungen ungefähr zwei Wochen nach dem Ereignis sinnvoll. Wenn es sich bei den Läsionen nicht um eine Neurotmesis handelt, ist die Prognose grundsätzlich nicht schlecht. Die meisten Ausfälle erholen sich glücklicherweise innerhalb von Wochen. Wie unser zweiter Fall zeigt, sind aber auch vollständige Erholungen erst nach zwei Jahren möglich. Ein Patient muss daher frühzeitig über eine Nervenläsion und deren mögliche Ursachen mit einem potentiell langwierigen Verlauf von bis zu zwei Jahren aufgeklärt werden. Die weitere Betreuung während dieser Zeit durch die Beteiligten sollte gewährleistet werden. Unseres Erachtens sollte der Patient vorsorglich der Haftpflichtversicherung notifiziert werden.

Literatur

1. Brandl F, Taeger K. Die Kombination von Allgemeinaesthesia und Interskalenusblockade bei Operationen an der Schulter. *Anaesthesist* 1991;40(10):537-542.
2. Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. *Anesth Analg* 1999;88(4):847-852.
3. Kroll DA, Caplan RA, Posner K, Ward RJ, Cheney FW. Nerve injury associated with anesthesia. *Anesthesiology* 1990;73(2):202-207.
4. Borgeat A, Ekatothramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology* 2001;95(4):875-880.
5. Funk W, Angerer M, Sauer K, Altmeyen J. Plexus brachialis. Langanhaltendes neurologisches Defizit nach interskalenärer Blockade des Plexus brachialis (Winnie). *Anaesthesist* 2000;49(7):625-628.

Tabelle 2: Vorgehen bei neurologischen Komplikationen nach Interskalenusblockaden.

Detaillierte klinisch neurologische Untersuchung mit Dokumentation durch Facharzt
 Klinische Untersuchung der Einstichstelle und des Operationsgebietes
 Bildgebende Verfahren (CT oder MRI) zum Ausschluss einer Kompression
 Unterrichtung des Patienten über möglichen Schaden
 Nach 2 - 3 Wochen neurophysiologische Untersuchungen mit Nervenleitgeschwindigkeiten
 Vorsorgliche Meldung bei der Haftpflichtversicherung
 Langfristige Nachbetreuung, Fall nicht vor 2 Jahren abschließen.

6. Walton JS, Folk JW, Friedman RJ, Dorman BH. Complete brachial plexus palsy after total shoulder arthroplasty done with interscalene block anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2000 May;25(3):318-321.
7. Mitterschiffthaler G, Theiner A, Posch G, Jager-Lackner E, Fuith LC. Läsion des Plexus brachialis, verursacht durch fehlerhafte Operationslagerungen. *Anästh Intensivther Notfallmed* 1987;22(4):177-180.
8. Passannante AN. Spinal anesthesia and permanent neurologic deficit after interscalene block. *Anesth Analg* 1996;82(4):873-874.
9. Dullenkopf A, Zingg P, Curt A, Borgeat A. Funktionsverlust der oberen Extremität nach Bankart-Schulter-Operation unter Interskalenusblockade und Allgemeinanästhesie. *Anaesthesist* 2002;51(7):547-551.
10. Sawyer RJ, Richmond MN, Hickey JD, Jarratt JA. Peripheral nerve injuries associated with anaesthesia. *Anaesthesia* 2000;55(10):980-991.
11. Ho E, Cofield RH, Balm MR, Hatstrup SJ, Rowland CM. Neurologic complications of surgery for anterior shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;8(3):266-270.
12. Lynch NM, Cofield RH, Silbert PL, Hermann RC. Neurologic complications after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 1996;5(1):53-61.
13. Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. *Anesthesiology* 2000;93(6):1541-1544.
14. Meier G, Bauereis C, Heinrich C. Der interskalenäre Plexuskatheter zur Anästhesie und postoperativen Schmerztherapie. Erfahrungen mit einer modifizierten Technik. *Anaesthesist* 1997;46(8):715-719.
15. Dagrenat P, Vaienti L, Merle M, Späite A, Lanfranchi L. Prevention and Treatment of Neurological Complications of the Upper Extremity Following Local Anesthesia. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management* 2003;7(2):104-113.
16. Horlocker TT, Wedel DJ, Benzon H, Brown DL, Enneking FK, Heit JA, Mulroy MF, Rosenquist RW, Rowlingson J, Tryba M, Yuan CS. Regional anesthesia in the anticoagulated patient: defining the risks (the second ASRA Consensus Conference on Neuraxial Anesthesia and Anticoagulation). *Reg Anesth Pain Med* 2003;28(3):172-197.
17. Tetzlaff JE, Dilger J, Yap E, Brems J. Idiopathic brachial plexitis after total shoulder replacement with interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 1997;85(3):644-646.
18. Patterson KW, Scanlon P. An unusual complication of brachial plexus sheath cannulation. *Br J Anaesth* 1990;65(4):542-543.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Ivo Besmer
 Institut für Anästhesie und operative Intensivmedizin
 Kantonsspital Luzern
 CH-6000 Luzern 16
 E-Mail: ivo.besmer@ksl.ch