

**Aus der Klinik für Anästhesiologie
der Heinrich - Heine - Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. med. J. Tarnow**

**Verbessern stimulierbare Katheter bei interskalenären Blockaden
postoperative Analgesie und Gelenkfunktion bei Patienten nach
minimal - invasiven Schulteroperationen ?**

**Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der
Heinrich - Heine - Universität
Düsseldorf**

vorgelegt von

Elisabeth Golla

2006

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der
Heinrich - Heine - Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. B. Nürnberg

Referent: Prof. Dr. med. P. Lipfert

Korreferent: PD. Dr. med. T. Hoffmann

Meiner Tochter Nolwenn, meinem Mann Dorian,
meinen Eltern Luzia und Joachim und
Frau Anna Kann

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	5
2. Aufgabenstellung.....	7
3. Methoden	8
3.1. Studiendesign	8
3.2. Anatomische Grundlagen.....	8
3.3. Randomisierung / Patientenkollektiv.....	11
3.4. Scores zur Beurteilung der Schulterfunktion	12
3.4.1. DASH - („Disability of Arm, Shoulder, Hand“) SCORE	12
3.4.2. CMS = CONSTANT - MURLEY - SCORE.....	12
3.5. Einschlusskriterien	14
3.6. Ausschlusskriterien	14
3.7. Datenerhebungen	15
3.8. Katheteranlage und Narkoseeinleitung.....	13
3.9. Wirkungseintritt	17
3.10. Postoperative Beurteilung der Analgesiequalität.....	19
3.11. Langzeitergebnisse	20
3.12. Statistische Auswertung.....	20
4. Ergebnisse	22
4.1. Demographische Daten	22
4.2. Diagnosen und Charakteristika der Katheteranlage.....	24
4.3. Begleitwirkungen.....	26
4.4. Anschlagzeiten der sensorischen und motorischen Blockade.....	23
4.5. Postoperative Analgesiequalität.....	27
4.6. Langzeitergebnisse.....	26
4.7. Neurologische Komplikationen.....	27
5. Diskussion	31
6. Zusammenfassung	38
7. Literatur	39
8. Anhang.....	45

1. Einleitung

Operationen an der Schulter zählen zu den schmerzhaftesten Eingriffen in der operativen Orthopädie. Aus diesem Grund hat sich neben der intravenösen Schmerztherapie der Einsatz von kontinuierlichen Blockaden des Plexus brachialis zur Anästhesie und Analgesie in der Schulterchirurgie bewährt. Regionalanästhesie reduziert nicht nur postoperative Schmerzen, sie kann auch das funktionelle Rehabilitationsergebnis bei Patienten nach orthopädischen Eingriffen beeinflussen (1-3).

Ein Problem der peripheren Nervenblockaden besteht darin, dass nach erfolgreicher initialer Bolusinjektion durch die Kanüle mit suffizienter Anästhesie und Analgesie der Katheter nicht korrekt platziert werden kann, d. h. die Patienten verspüren nach einigen Stunden trotz kontinuierlichen Lokalanästhetika - (LA) Applikation wieder Schmerzen.

Die sekundäre Versagerquote ist bei interskalenären Kathetern (ISK) mit bis zu 75 % am höchsten (4). Um das Problem zu umgehen, sind stimulierbare Katheter entwickelt worden, die die Platzierung der Katheter optimieren sollen (5). In einer Studie an Probanden konnte bei Verwendung stimulierbarer Katheter zur kontinuierlichen N. femoralis - Blockade die sensorische und motorische Blockade tendenziell verbessert werden (6). An Patienten liegen bisher 3 randomisierte Studien vor. Alle untersuchten stimulierbare Katheter an der unteren Extremität.

Eine randomisierte, untersuchergeblindete Studie mit N. femoralis – Kathetern hat keine Unterschiede im Bezug auf Anschlagzeiten, postoperative Schmerzen oder Analgetikaverbrauch bei Patienten nach Implantation einer Totalendoprothese des Kniegelenks erbracht (8).

In einer randomisierten, doppelblinden Studie, in der stimulierbare und nicht - stimulierbare Katheter bei Blockade des N. ischiadicus in der Fußchirurgie untersucht

wurden, konnte zwar die Anschlagzeit reduziert und der Lokalanästhetikaverbrauch um 25 % vermindert werden, die Schmerzscores blieben jedoch unverändert (9).

Rodriguez et al. Wiesen in ihrer prospektiv - randomisierten Studie bei Blockaden des N. ischiadicus ebenfalls signifikant kürzere Anschlagzeiten und fanden wahrscheinlich auf Grund der niedrig gewählten Basalrate, auch signifikant bessere Analgesie bei den Stimulationskathetern (35).

In keiner Studie wurden bislang die Effekte eines stimulierbaren Katheters bei Eingriffen an der oberen Extremität untersucht. In die vorliegende Arbeit wurden, deshalb Patienten eingeschlossen, die sich einer minimal-invasiven Operation an der Schulter unterzogen haben, und primär wurde auf das funktionelle Operationsergebnis geachtet. Es wurde die Hypothese überprüft, ob die Verwendung stimulierbarer Katheter die Anschlagzeiten, die postoperativen Schmerzen und den Bedarf an Analgetika reduziert und die Funktion des Schultergelenks 6 Wochen nach dem operativen Eingriff verbessert.

2. Aufgabenstellung

Die vorliegende Studie untersucht den Einfluss und die Effekte von Stimulationskathetern bei Blockaden des interskalenären Plexus brachialis, die mit bzw. ohne Stimulation platziert wurden. Insbesondere galt es zu überprüfen, ob die präzisere Katheterplatzierung unter Stimulation über den Katheter die Anschlagzeit des sensiblen und motorischen Blocks erhöht, sowie die Qualität der postoperativen Analgesie und die funktionellen Langzeitergebnisse verbessert.

3. Methoden

3.1. Studiendesign

In dieser klinischen, prospektiven, randomisierten, doppelblinden Studie wurden 40 Patienten untersucht, die sich einer elektiven minimal-invasiven Schulteroperation unterzogen.

Die Studie folgte den Grundsätzen der Deklaration von Helsinki. Ein positives Votum der hiesigen Ethikkommission lag vor Beginn der Studie vor. Alle in die Untersuchung eingeschlossenen Patienten gaben ihre schriftliche Zustimmung zur Teilnahme. Für die kontinuierliche, interskalenäre Blockade wurde bei beiden Patientengruppen der Zugang nach Meier gewählt (12).

Bei allen Patienten wurde ein Katheterset der Firma Arrow, (Erding; „Arrow StimuCath continuous nerve block set“ mit einer 17 gauge dicken und 9 cm langen Tuohy - Nadel und einem 19 gauge - Katheter, siehe Abb. 4) verwendet.

Die interskalenären Blockaden wurden von zwei erfahrenen Anästhesisten durchgeführt.

3.2. Anatomische Grundlagen, Verfahren zur interskalenären Plexusblockade

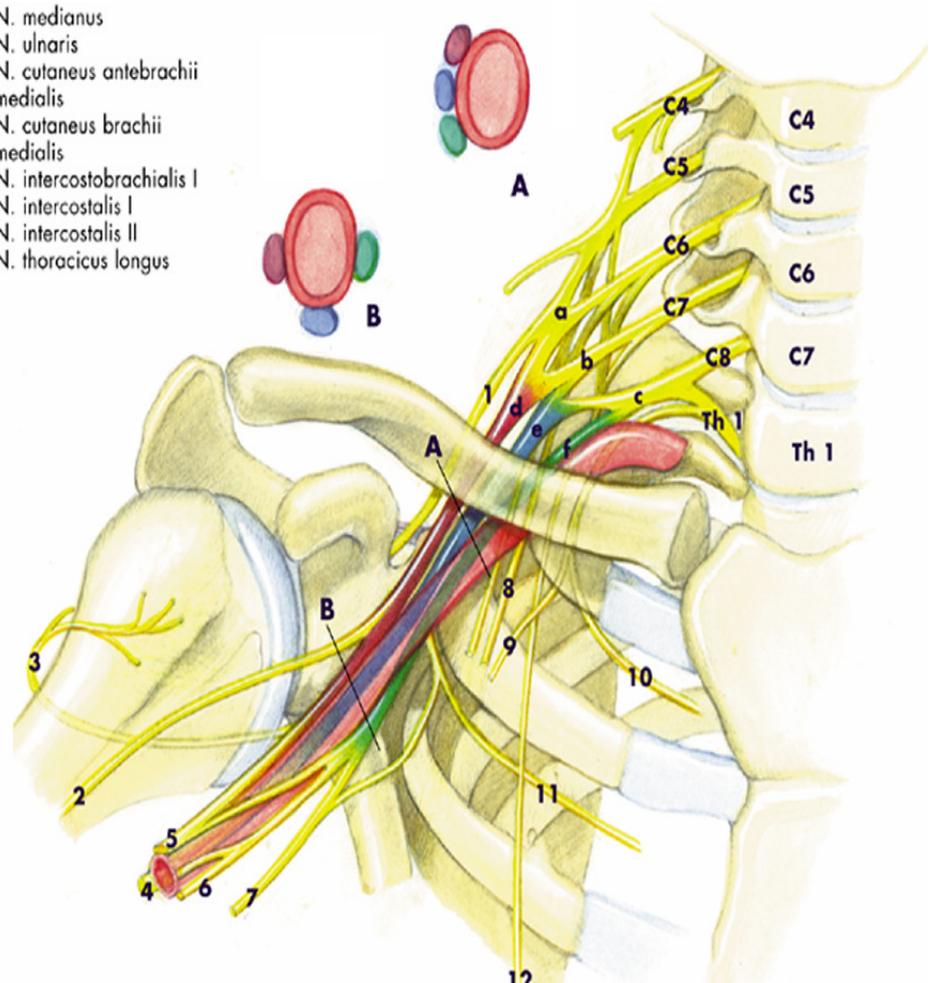
Der Plexus brachialis umfasst den Truncus superior (C5/6), Truncus medius (C7), Truncus inferior (C8/Th1), die sich in den Fasciculus lateralis (N. medianus, N. musculocutaneus), Fasciculus medialis (N. medialis, N. ulnaris, N. cutaneus brachii medialis, N. cutaneus antebrachii medialis) und Fasciculus posterior (N. radialis, N. axillaris) fortsetzen (siehe Abbildung 1) (28).

Abb.1 Plexus brachialis (28)

- a Truncus superior
(Rr. ventrales C5 u. C6)
- b Truncus medius
(R. ventralis C7)
- c Truncus inferior
(Rr. ventrales C8 u. Th1)
- d Fasciculus lateralis
- e Fasciculus posterior
- f Fasciculus medialis

- 1 N. suprascapularis
- 2 N. musculocutaneus
- 3 N. axillaris
- 4 N. radialis

- 5 N. medianus
- 6 N. ulnaris
- 7 N. cutaneus antebrachii
medialis
- 8 N. cutaneus brachii
medialis
- 9 N. intercostobrachialis I
- 10 N. intercostalis I
- 11 N. intercostalis II
- 12 N. thoracicus longus



Verfahren zur interskalenären Plexusblockade

Es gibt mehre Methoden zur Blockade des Plexus brachialis, wie die interskalenäre Blockade nach Winnie (25), nach Meier (12) oder die posteriore nach Pippa (26, 27). In unserer Klinik wird das Verfahren nach Meier bevorzugt angewendet. Es birgt ein geringeres Risiko für Punktion der arteriellen Halsgefäße sowie der hohen Peridural- und Spinalanästhesie (12). Zu den innerklinischen Standards gehört es ebenfalls, bei jeder peripheren Nervenblockade einen Nervenstimulator zu verwenden.

Verfahren nach Meier

Zur Durchführung der peripheren interskalären Blockade (ISB) empfiehlt es sich zunächst, folgende anatomische Leitstrukturen aufzusuchen und ggf. zu markieren (siehe Abbildungen 2, 3). 1. Rippe, VIB (vertikale infraclavikuläre Plexusblockade) – Punkt (2 cm oberhalb der Klavikularmittellinie), Incisura thyroidea inferior, Skalenuslücke, Hinterkante des Musculus sternocleidomastoideus.

Die Stichrichtung liegt am Hinterrand des Musculus sternocleidomastoideus in Höhe der Incisura thyroidea, tangential zum Plexusverlauf, in Richtung des VIB - Punktes oder der vorderen Axillarlinie. Die Punktionstiefe beträgt 2 - 4 cm. Unter Zuhilfenahme eines Nervenstimulators werden der Truncus superior und der Fascikulus lateralis stimuliert (1 mA - 0,3 mA). Eine Stimulationsantwort des M. biceps und / oder M. brachialis oder M. deltoideus gilt als geeignet (12).

Abb. 2 Anatomische Leitstrukturen (28)

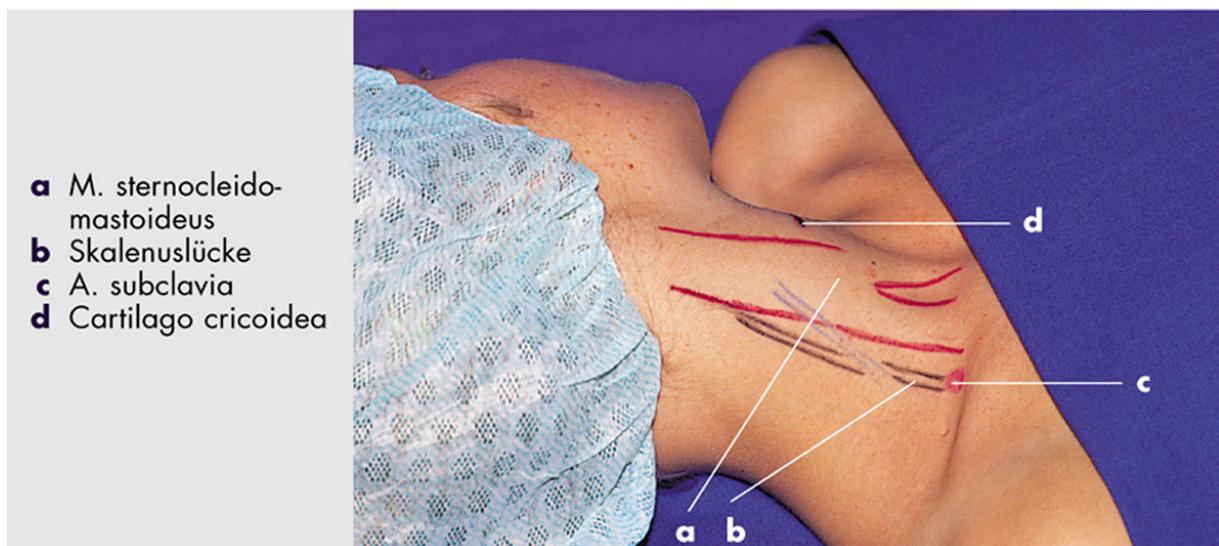
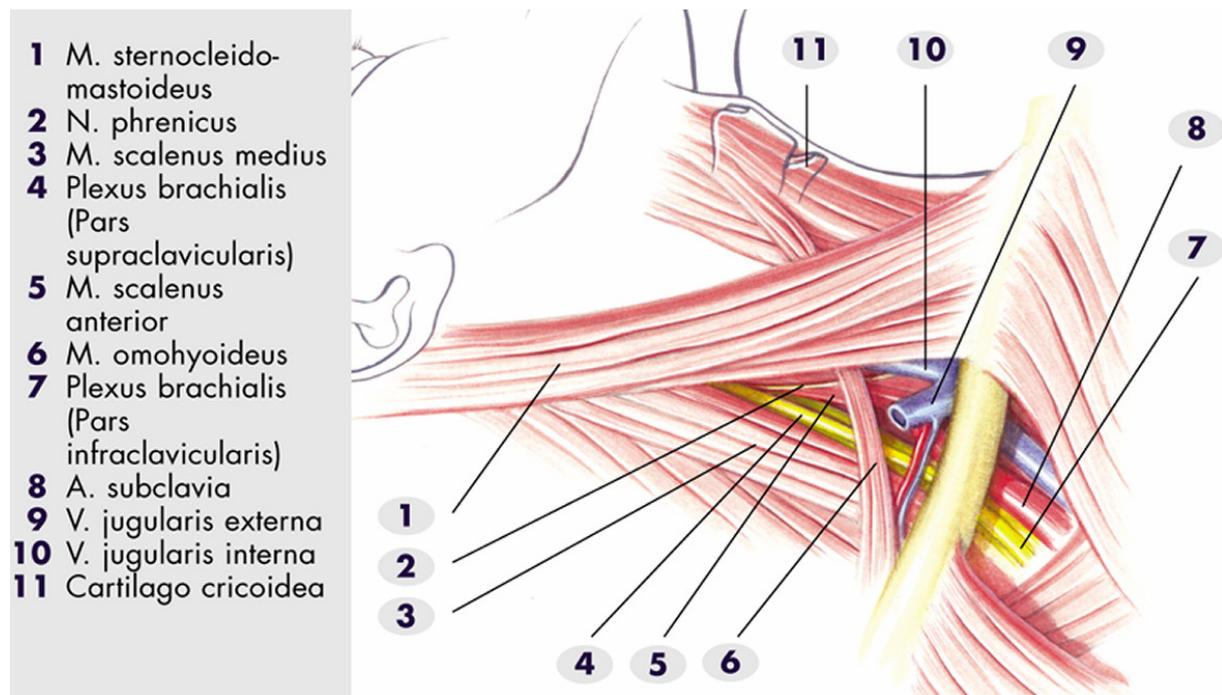


Abb. 3 Anatomische Leitstrukturen (28)



Zu den methodenspezifischen Komplikationen / Begleitwirkungen zählen neben der Punktion der Vena jugularis externa oder interna das Horner Syndrom sowie die Parese der Nervi phrenicus und recurrens.

3.3. Randomisierung / Patientenkollektiv

Die Randomisierung erfolgte vor Beginn der Studie. Der Untersucherin und den Patienten war die angewandte Technik nicht bekannt.

Von 43 Patienten, die ihre Einwilligung zur Studienteilnahme gegeben hatten, konnten 40 untersucht werden. Bei 3 Patienten konnte binnen 20 Minuten keine adäquate Stimulation über die Nadel erreicht werden. Diese Patienten wurden gemäß Studienprotokoll nicht in die Studie eingeschlossen.

Die demographischen Daten der Patienten sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

3.4. Scores zur Beurteilung de Schulterfunktion

3.4.1. DASH - („Disability of Arm, Shoulder, Hand“) SCORE

Der DASH - Fragebogen (30 Fragen) ist von der „American Academy of Orthopedic Surgeons` outcome research committee (siehe Anhang I) entwickelt und validiert worden und erfasst die subjektive Wahrnehmung des Patienten im Bezug auf seine aktuelle (innerhalb der letzten Woche) Schulterfunktion (13). Die Auswertung erfolgt mit Hilfe einer Formel. Die Punkte (1 - 5) in den angekreuzten Antworten (1 - 30) werden addiert, von der Summe wird die Zahl 30 subtrahiert und das Ergebnis durch 1,2 dividiert. Der Score von 0 repräsentiert eine gesunde Schulterfunktion, der von 100 bedeutet maximal schlechte Schulterfunktion. Der Fragenbogen wurde ins Deutsche übersetzt und evaluiert (13). Er gilt als Standardinstrument zur subjektiven Evaluation der Schulterfunktion.

3.4.2. CMS = CONSTANT - MURLEY - SCORE

Im CMS (siehe Anhang) werden subjektive (35 %) und objektive (65 %) Parameter zu maximal 100 Punkten (%) zusammengefasst (siehe Tabelle 1). Die Wertung der Ergebnisse ist dem Anhang zu entnehmen.

Tabelle 1: Subjektive und objektive Parameter im Constant - Murley - Score

Subjektive Parameter	Objektive Parameter
Schmerzen Aktivitäten des täglichen Lebens: - Arbeitsfähigkeit - Freizeitaktivitäten - Schlaf - Einsetzbarkeit der Hand	Schmerzfremie Beweglichkeit: - Anteversion - Abduktion - Außenrotation - Innenrotation - Kraft

Die Schmerzerfassung erfolgt mit Hilfe einer numerischen Analogskala (0 Punkte = stärkste Schmerzen, 15 Punkte = Schmerzfreiheit). In der Kategorie der Aktivitäten des täglichen Lebens werden maximal 4 Punkte für uneingeschränkte Arbeitsfähigkeit und Freizeitaktivitäten, 2 Punkte bei ungestörtem Schlaf und maximal 10 Punkte bei schmerzfreier Überkopfarbeit vergeben. Die Beurteilung und Bewertung der objektiven Parameter erfolgte in schmerzfreier Anteversion, Abduktion, Innenrotation und Adduktion (siehe Anhang). Die Außenrotation wurde in 5 verschiedenen Positionen untersucht, die Bewertung ist dichotom aufgebaut, so dass das Erreichen einer Position jeweils 2 Punkte ergibt. Die Schulterkraftmessung erfolgte mit einem Newtonmeter (Federwaage) am Handgelenk des sitzenden Patienten in 90° Abduktion. War eine Abduktion um 90° nicht schmerzfrei möglich, so wurden 0 Punkte vergeben, und es erfolgte keine Kraftmessung. Die Punkteverteilung für die Kraftmessung ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Punkteverteilung für die Kraftmessung im Constant - Murley - Score

Kraft [kg]	Punkte
>/=12	25
11	24
10	22
9	20
8	18
7	15
6	13
5	11
4	9
3	7
2	4
1	2
keine Abduktion um 90° möglich	0

Im Gegensatz zum DASH - Score repräsentieren 100 Punkte im CMS eine Schulterfunktion mit maximaler Kraft, 0 Punkte bedeuten eine maximal schlechte Schulterfunktion.

3.5. Einschlusskriterien

Als Einschlusskriterien für die Studie wurden definiert:

Erwachsene ASA 1 - und 2 - Patienten¹, die sich einer minimal - invasiven Operation an der Schulter unterziehen und einen interskalenären Katheter zur intraoperativen und postoperativen Analgesie erhalten.

3.6. Ausschlusskriterien

Als Ausschlusskriterien wurden definiert: keine Muskelkontraktionen bei Stimulation $\leq 0,5$ mA, Insertionszeit > 20 Minuten, bekannte Gerinnungsstörungen, Schädigung des Plexus brachialis oder des N. phrenicus der ipsi- oder kontralateralen Seite, Vorliegen einer bekannten mittel- bis hochgradigen Polyneuropathie, lokale oder systemische Infektion, Allergien gegen Lokalanästhetika vom Amid-Typ, Schwangerschaft, Stillzeit, Ablehnung der Regionalanästhesie durch den Patienten, fehlendes, schriftliches Einverständnis bzw. Rückzug des Einverständnisses zur Teilnahme an der Studie durch den Patienten, Voroperationen an der Katheterinsertionsstelle. Alle in die Untersuchung eingeschlossenen Patienten gaben Ihre schriftliche Zustimmung zur Teilnahme.

¹ Die Gesundheitseinstufung nach dem American Society of Anesthesiologists Score (ASA), ASA 1 = Patienten ohne Vorerkrankungen, ASA 2 = Patienten mit leichten Vorerkrankungen, ohne Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit.

3.7. Datenerhebungen

Die Patientendaten (siehe Tabelle 3) wurden präoperativ, intraoperativ und postoperativ erhoben. Die Dokumentation erfolgte auf standardisierten Patienten - und Scorebögen sowie im klinikseigenen Narkose - und Analgesieprotokoll.

Tabelle 3: Erhebung der Patientendaten

Präoperativ	Intraoperativ	Postoperativ	
		12 h, 24 h, 48 h	6 Wochen nach der Operation
<ul style="list-style-type: none"> • Prämedikations-visite <p>(Narkoseprotokoll, Studienaufklärung, Einverständniserklärung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • CMS • DASH - Score 	<ul style="list-style-type: none"> • Narkoseprotokoll • Studienprotokoll • Analgesieprotokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • Studienprotokoll • Analgesieprotokoll • Stationsakte 	<ul style="list-style-type: none"> • CMS • DASH-Score • Ambulanzakte

Präoperativ wurde bei jedem Patienten ein standardisiertes Narkose - und Studienaufklärungsgespräch durchgeführt.

Die Schulterfunktion wurde mit dem DASH - und dem Constant - Murley - Score verifiziert (siehe Anhang).

3.8. Katheteranlage und Narkoseeinleitung

Alle Patienten wurden bei fehlenden Kontraindikationen oder fehlendem Widerspruch am Vorabend der Operation mit 1 mg Lorazepam (Tavor®) und am Morgen der Operation mit 7,5 mg Midazolam p. o. (Dormicum®) prämediziert.

Nach Anlage von standardisiertem Monitoring, Lagerung, aseptischer Präparation der Punktionsstelle, einer intrakutanen Lokalanästhesie mit 3 ml Lidocain 1 % und einer Analgosedierung mit 0,5 – 2 mg Alfentanil (Rapifen®) erfolgte die Identifikation der Landmarken und die Punktion des Plexus brachialis mit der Technik nach Meier (12,13). Eine ummantelte und an der Spitze isolierte Kanüle (Touhy) wurde unter Applikation von Reizstrom via Nervenstimulator (Stimuplex HNS 11; Braun) (Rechtecksignal mit 2 Hz, Reizstärke initial 1 mA, Impulsbreite 0,1 ms) so weit vorgeschoben, bis sichtbare Kontraktionen des M. deltoideus, M. biceps oder M. triceps auszulösen waren. Reizströme unter 0,5 mA kennzeichnen die korrekte Lage der Kanülenspitze am Nervenbündel. Anschließend wurde der Katheter blind 1 - 2 cm vorgeschoben (CC - Gruppe), angenäht, und es wurden 40 ml Prilocain (Xylonest®) 1 % und 10 ml Ropivacain (Naropin®) 0,75 % über die Kanüle über 3 Minuten lang injiziert. Bei der Stimulationsgruppe (SC) wurde mit einer stimulierbaren Touhy - Kanüle der Plexus unter gleichen Reizbedingungen wie oben beschrieben aufgesucht. Bei korrekter Lage wurde der Katheter über das Kanülenende vorgeschoben, bis die gewünschte Reizantwort ($\leq 0,5$ mA) über den

Katheter erfolgte, dann wurde die gleiche Menge des LA - Gemisches über 3 Minuten injiziert. Anschließend wurde durch jeden Patienten die Anlage des ISK nach dem Schulnotenprinzip bewertet (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = befriedigend, 4 = ausreichend, 5 = mangelhaft, 6 = ungenügend).

In beiden Patientengruppen wurde ein und dieselbe Katheterart verwendet.

Weiterhin wurden bei der Punktion des Plexus brachialis ebenfalls bei jedem Patienten Besonderheiten und Begleitphänomene wie Gefäßpunktionen oder das Auftreten von Horner-Symptomatik nach der Lokalanästhetika (LA) - Injektion erfasst.

3.9. Wirkungseintritt

Unmittelbar vor und nach der ISK - Anlage und Applikation von 40 ml Prilocain 1 % (Xylonest®) und 10 ml Ropivacain 7,5 % (Naropin®) via Katheter wurden die sensorischen Qualitäten Spitz und Stumpf (Pinprick) innerhalb der ersten 30 Minuten. mittels eines standardisierten Patientenbogens im Hautprojektionsgebiet der Nervi axillaris, musculocutaneus und radialis in je 5 Messungen dokumentiert. Die Motorik der Kennmuskeln M. deltoideus (Abduktion der Schulter), M. biceps brachii (Beugen des Unterarmes), M. triceps brachii (Strecken im Ellebogengelenk) wurde in dem o. g. Zeitraum ebenfalls überprüft.

Die **Beschreibung der Blockadeausbreitung wurde definiert als:**

JA (2) = Qualität vollständig vorhanden, **Abgeschwächt (1)** oder

Nein (0) = Vollständige Blockade, Paralyse, und im standardisierten Studienbogen dokumentiert (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Erhebung der motorischen und sensiblen Qualitäten

Zahlencode	Kriterium
2 (J)	Bewegung maximal möglich, Qualität vollständig vorhanden
1 (ABG)	Abschwächung der Bewegung Abschwächung der Qualität
0 (N)	Paralyse, keine Ausprägung der Qualität

J = JA, ABG = Abgeschwächt, N = Nein

Die analysierten Endpunkte waren definiert als kompletter Verlust der Spitz - / Stumpfdiskrimination und der Motorik. Ebenfalls gemessen wurde die Katheterinsertionszeit. Das Intervall (Minuten) umfasste den Zeitraum von der ersten Hautpenetration mit der stimulierbaren Touhy - Nadel bis zur endgültigen Katheterpositionierung.

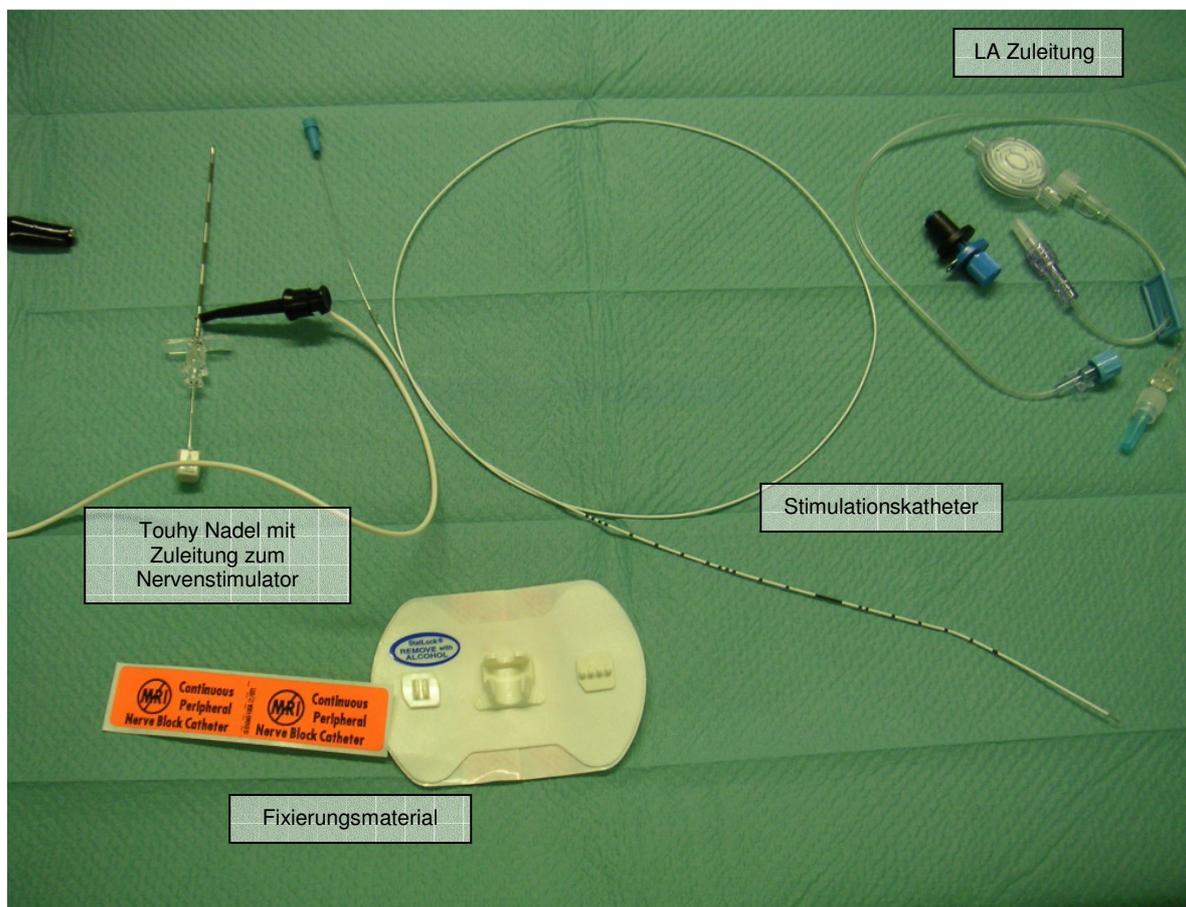
Nach der Datenerhebung wurde die Allgemeinanästhesie standardisiert eingeleitet, und zwar mit Alfentanil 0,5 mg (Rapifen®), Disopripan 1 % (Propofol®) 2 mg/kg KG, die Muskelrelaxierung wurde mit Rocuronium (Esmeron®) 0,6 mg/kg KG durchgeführt. Die Trachea wurde intubiert. Die Narkose wurde mit Disopripan 2 % (Propofol 2 %) 8 - 10 mg/kg/h während der ersten 20 Minuten und dann mit 5 - 8 mg/kgKG/h aufrechterhalten. Zur Operation wurden alle Patienten halbsitzend gelagert („Beachchair - Lagerung“).

2 Stunden nach der Einmalinjektion der o.g. Lokalanästhetikamischung wurde eine Pumpe (PEGA®plus, Pegasus, Kiel) zur Patienten - kontrollierten interskalenären Analgesie (PCIA) mit Ropivacain 0,2 % befüllt und mit dem Katheter verbunden.

Die Grundeinstellung der Pumpe erfasste die Applikationsrate (Basalrate) von 8 ml/h, mit einem Bolus von 2 ml und einer Sperrzeit von 20 Minuten. Bei Bedarf wurde die

Narkose mit Remifentanyl (Ultiva® 0,2 µg/kgKG/h) ergänzt. Nach Anästhesieausleitung und Extubation wurden alle Patienten im Aufwachraum ärztlich betreut. Eine weitere stationäre Betreuung erfolgte zusätzlich zu den Routinevisiten durch den ärztlichen Schmerzdienst 12, 24 und 48 h nach der ersten LA - Gabe postoperativ, bei Problemen oder auf Wunsch der Patienten auch öfter. Die postoperative Physiotherapie war standardisiert.

Abb.4 Stimulationskatheterset



3.10. Postoperative Beurteilung der Analgesiequalität

Alle Patienten wurden bei Verlassen des Aufwachraumes sowie 12, 24 und 48 Stunden nach der ersten LA - Gabe hinsichtlich der postoperativen Analgesie befragt und untersucht. Verwendet wurde eine Numerische Analog - Skala (NAS).

Die Patienten wurden aufgefordert, eine Zahl zwischen 0 (keine Schmerzen) und 10 (die stärksten vorstellbaren Schmerzen) in Ruhestellung und bei 10° Abduktion anzugeben. Eine AUC („Area under the curve“ der numerischen Analogskala) für NAS wurde ausgerechnet. Weiterhin wurde der kumulative Verbrauch von Opioiden und weiteren Analgetika erfasst. Lokalanästhetikadosis und Bolusanforderung konnten via Pumpe abgelesen werden.

Patienten, die trotz ISB und LA - Anforderung über ISK über Schmerzen klagten, erhielten 1 g Metamizol oral bzw. ein anderes NSAID und bei anhaltenden Schmerzen 7,5 mg Piritramid subcutan. Die analgetische Therapie wurde so lange wie nötig fortgeführt.

3.11. Langzeitergebnisse

Alle in diese Studie eingeschlossenen Patienten wurden 6 Wochen postoperativ zur orthopädischen und anästhesiologischen Kontrolle in die Klinik einbestellt. Zur Erfassung des Operationsergebnisses wurde die Schulterfunktion mittels des Constant - Murley - und des DASH - Scores von derselben geblindeten Untersucherin, die auch die präoperative Untersuchung durchgeführt hatte, erneut evaluiert.

3.12. Statistische Auswertung

Die Patientendaten wurden in anonymisierter Form mit SPSS für Windows Version 12 (SPSS Inc. Chicago, IL, U.S.A.) als Mittelwerte +/- Standardabweichung bzw. als Median (Spannweite 25 - / 75 Perzentile) ausgewertet.

Die Vergleiche der Wirkungseintrittszeit, postoperativen Analgesie - Scores (NAS, „area under the curve“= Fläche unter der Kurve (AUC)), Anzahl der selbstapplizierten

LA - Boli, Anzahl der Analgetikagaben und der Unterschiede im DASH - und CM - Score prä - und postoperativ zwischen den beiden Gruppen wurden mit dem ungepaarten, einseitigen Mann - Whitney - U - Test untersucht.

Daten wie Anzahl der Gefäßpunktionen und Anzahl der Patienten, die intraoperativ ein Analgetikum erhielten, wurden mit Fishers exaktem Test analysiert.

Für sämtliche Analysen wurde $p < 0,05$ als statistische Signifikanz anerkannt.

4. Ergebnisse

In die Studie wurden im Zeitraum von 01.08.2004 bis 01.10.2005 43 Patienten eingeschlossen, die sich einer minimal - invasiven Schulteroperation unterziehen mussten und der Anlage eines interskalenären Katheters zugestimmt hatten.

3 Patienten wurden ausgeschlossen, weil eine Platzierung des Katheters nach vorher definierten Kriterien nicht möglich war (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Ausschlusskollektiv

Ausschlussindikation	N
Reizströme über Katheter > 0,5mA	2
Insertionszeit > 20 Minuten	1
Gesamt	3

Bei vier Patienten dislozierte der Katheter am ersten postoperativen Tag (3 Patienten aus der Stimulationsgruppe (SC), 1 Patient aus der Kontrollgruppe (CC)). Diese Patienten wurden in eine **intention to treat - Analyse** eingeschlossen.

Bei einer Patientin, die vier Wochen postoperativ auf die operierte Schulter gefallen war, sind die postoperativen Scores nicht eingeschlossen worden. Ein Patient erschien nicht zur Nachuntersuchung. Beide Patienten waren in der Stimulationsgruppe.

4.1. **Demographische Daten**

Die demographischen Patientendaten sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Tabelle 6: Demographische Patientendaten, (Fishers exakter Test, Median und Spannweite 25 - / 75 - Perzentile)

	P	STIMULATIONSGRUPPE (SC) n = 20	KONTROLLGRUPPE (CC) n = 20
ALTER (Jahre)	0,95	49 (25 - 77)	48 (24 - 79)
GESCHLECHT männlich / weiblich	1	8 / 12	7 / 13
BODY MASS INDEX [kg/m2]	0,29	25,7 (17,9 - 36,2)	25,2 (18,8 - 35,7)
ASA	1	2 (1 - 2)	2 (1 - 2)
Operationsdauer [Minuten]	0,11	55 (32 - 119)	69,5 (35 - 133)

4.2. Diagnosen, Charakteristika der Katheterplatzierung

23 Patienten unterzogen sich einer endoskopischen Intervention aufgrund einer Tendinosis calcarea (12 aus der SC und 11 aus der CC). Jeweils 5 Patienten aus jeder Gruppe wurden wegen einer Arthrose des Acromioclavikulargelenkes operiert. Bei 1 Patient aus der SC und 3 Patienten aus der CC handelte es sich um ein Impingement - Syndrom der Schulter. Eine Biceps tendinopathie wurde bei 2 Patienten aus der SC und 1 Patienten aus der CC operativ behandelt (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Diagnosen, (Fishers exakter Test oder n)

DIAGNOSEN	P	SC (n)	CC (n)
Tendinosis calcarea	1	12	11
AC- Arthropathie	1	5	5
Impingement	0,6	1	3
Biceps tendinopathie	1	2	1

Die Charakteristika der Katheterplatzierung waren in beiden Gruppen vergleichbar, obwohl in der Stimulationsgruppe ein Trend zur längeren Katheterinsertionszeit und geringeren Patientenzufriedenheit beobachtet wurde. Die Katheterinsertionszeit betrug durchschnittlich in der Stimulationsgruppe 9 Minuten (3 - 18), in der Kontrollgruppe 6,5 Minuten (3 - 19). Die Kathetertiefe ab Haut betrug im Schnitt in der Stimulationsgruppe 8 (4 - 12) cm, in der Kontrollgruppe 9,5 (4 - 12) cm. Die Benotung der Katheteranlage durch die Patienten war im Durchschnitt gut (2). Kein Katheter musste vorzeitig aus Gründen der lokalen Infektionszeichen gezogen werden. Alle Daten sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Table 8: Characteristics of catheter placement

(Fisher's exact test, Median and Range 25 - / 75 Percentile

or n)

CHARAKTERISTIKA DER KATHETERPLAZIERUNG	P	SC n = 20	CC n = 20
KATHETERINSERTIONSZEIT (MINUTEN)	0,49	9 (3 - 18)	6,5 (3 - 19)
STIMULATIONSSCHWELLE [mA]	0,84	0,4 (0,3 - 0,6)	0,4 (0,3 - 0,6)
KATHETERTIEFE [cm] ab Haut	0,21	8 (4 - 12)	9,5 (4 - 12)
PATIENTENZUFRIEDENHEIT MIT DER KATHETERINSERTION (1 - 6)	0,58	2 (1 - 5)	2 (1 - 3)
VERHÄLTNIS DER PATIENTEN MIT ÜBERWIEGENDER BICEPS - BZW. DELTOIDEUS - STIMULATION (n)	0,53	12 / 8	9 / 11
GEFÄSSPUNKTIONEN	1	4	4

Patient satisfaction was evaluated according to the school grade principle

(1 = very good to 6 = insufficient)

4.3. Begleitwirkungen

Folgende Begleiterscheinungen der ISB wurden beobachtet. Bei 4 Patienten aus der SC - Gruppe konnte eine Hornersymptomatik beobachtet werden. Zwei von Ihnen klagten zusätzlich über Dyspnoe. Bei einer Patientin aus der Kontrollgruppe wurde ebenfalls eine Hornersymptomatik beobachtet.

Tabelle 9: Anzahl der Patienten mit Begleitwirkungen initial und im Verlauf des ISB

(n)

BEGLEITWIRKUNGEN	SC (n)	CC (n)
HORNER (SYMPATHICUSBLOCKADE)	4	1
DYSPNOE (N. PHRENICUS)	2	0
HEISERKEIT (N. RECCURENS)	1	0

4.4. Anschlagzeiten der sensorischen und motorischen Blockaden

Die Anschlagzeiten der sensorischen Blockade für die Nervi axillaris, musculocutaneus und radialis unterschieden sich in beiden Gruppen nicht signifikant. Die motorische Blockade trat in der Stimulationsgruppe signifikant schneller ein. Die Charakteristika der sensorischen und motorischen Blockade sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Charakteristika der sensorischen und motorischen Blockade

der Nervi axillaris, musculocutaneus und radialis

(Fishers exakter Test, Median, Spannweite 25 - / 75 Perzentile)

QUALITÄT DER NERVENBLOCKADEN	P	SC n = 20 (Minuten)	CC n = 20 (Minuten)
PIN PRICK	0,37	20 (5 - 45)	20 (5 - 45)
VERLUST DER KÄLTEMPFINDUNG	0,07	20 (5 - 45)	20 (5 - 45)
MOTORISCHE BLOCKADE	0,01	10 (5 - 45)	20 (5 - 45)

Komplette sensorische Blockade = Verlust der Pin Prick- und Kälteempfindung

Komplette motorische Blockade = Paralyse

Keine ausreichende Blockade wurde bei 4 Patienten aus der SC und 3 Patienten aus der CC beobachtet, so dass intraoperativ eine Substitution der Analgesie mit Remifentanyl 0,2 µg/kg KG erfolgte.

4.5. Postoperative Analgesiequalität

In den mittleren postoperativen Schmerzscores in Ruhestellung und Mobilisation (10° Abduktion), der Anzahl der selbstapplizierten Ropivacain - Boli und der Anzahl der angeforderten Zusatzanalgetika wurden keine signifikanten Unterschiede in beiden Gruppen gefunden, obwohl sich in der Stimulationsgruppe ein Trend hin zu weniger postoperativen Schmerzen und Anforderung von Zusatzanalgetika abzeichnete (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Postoperative Schmerzscores und analgetische Therapie (Fishers

exakter Test, Median, Spannweite 25 - / 75 Perzentile)

CHARAKTERISTIKA	P	SC n = 20	CC n = 20
NOTWENDIGKEIT DER INTRAOPERATIVEN ANALGESIE (n)	0,79	4	3
NRS – AUC IN RUHE	0,25	0 (0 -2,7)	0,6 (0 – 2,6)
NRS- AUC UNTER MOBILISATION	0,19	0,9 (0 – 4,6)	1,7 (0 – 7,1)
ROPIVACAIN BOLI	0,35	9,5 (0 – 28)	2,5 (0 – 65)
THERAPIEDAUER (ISK) [h]	0,08	50 (13 -78)	52,5 (25 - 173)
ZUSATZANALGETIKA (n = Anzahl der verabreichten Analgetika)	0,47	1 (0 – 6)	1 (0 – 8)
PATIENTENZUFRIEDENHEIT (1-6)	0,27	1 (1 -3)	1 (1 -3)
ANZAHL DER PATIENTEN, DIE BEI EINER SCHULTEROP. ERNEUT ISK WÄHLEN WÜRDEN (n)	0,76	19	19

NRS – AUC = Area under the curve der numerischen Analogscala (NAS) 48 h postoperativ

In beiden Gruppen bezeichneten 80% der Patienten die postoperative Analgesie als sehr gut oder gut. 95 % der Patienten in beiden Gruppen würden sich bei wiederholter Schulteroperation wieder für einen interskalenären Katheter entscheiden.

4.6. Langzeitergebnisse / Scores

Bei allen Patienten wurde präoperativ und 6 Wochen postoperativ der DASH - und der CM - Score erhoben. Die postoperative Schulterfunktion verbesserte sich in der SC Gruppe signifikant (CM - Score).

Tabelle 12 zeigt den Vergleich der funktionellen Schulterverbesserung zwischen den Gruppen.

Tabelle 12: Funktionelle Verbesserung der Schulterfunktion (Fishers exakter Test, Median und Spannweite 25 - / 75 Perzentile)

SCORE	P	SC n = 18	CC n = 20
DASH	0,09	-29,4 (-39,4 / - 4,2)	-10,3 (-35,0 / 12,4)
CM	< 0,01	34,5 (8,5 / 51,5)	4,0 (-15,8 / 19,5)

DASH Score = Disability of Arm, Shoulder and Hand Score (0 – 100 Punkte)

CMS Score = Constant Murly Score (0 – 100 Punkte)

Beachte: Negative Veränderung der Zahlen im DASH – Score bedeutet funktionelle Verbesserung, während im CM – Score, positive Veränderung der Werte eine funktionelle Verbesserung bedeutet.

4.7 Neurologische Komplikationen

In beiden Gruppen kam es zu neurologischen Komplikationen. Je zwei Patienten aus der SC und aus der CC Gruppe klagten über Nervenirritationen oder Schmerzen.

Ein Patient aus der SC hatte Parästhesien im kleinen Finger, die nach 4 Monaten restlos verschwunden waren. Zwei Patientinnen (eine aus der SC, eine aus der CC Gruppe) entwickelten postoperativ ein mehr als 4 Monate andauerndes Schulter - Armsyndrom (möglicher Plexus brachialis Schaden) mit bewegungsabhängigen Parästhesien. Eine Patientin aus der Kontrollgruppe klagte nach der Katheterentfernung über Schmerzen im gesamten Arm. Bei ihr wurde ein positives Tinel - Hoffmann - Zeichen (Perkussionsschmerz über dem Nerven als Ausdruck eines Nervenschadens und Nervenregeneration) im Erbpunkt festgestellt.

Tabelle 13: Komplikationen / Patientencharakteristika (n)

	SC	CC
Patientenanzahl (n)	2	2
Nervenbeteiligung	N. ulnaris / Pl. Brachialis	N. radialis / Pl. Brachialis

Alle Patienten wurden umgehend einer anästhesiologischen, orthopädischen sowie neurologischen und schmerztherapeutischen Diagnostik und Therapie zugeführt. Ein Patient lehnte jegliche Weiterabklärung und Behandlung ab.

5. Diskussion

Die kontinuierliche Blockade des interskalären Plexus brachialis hat sich neben der intravenösen Opioidtherapie zur Anästhesie und Analgesie in der Schulterchirurgie als Standard etabliert (5, 11, 20). Starke postoperative Schmerzen können zur Mobilitätseinschränkung des operierten Gelenks führen. Aus diesem Grund ist die konsequente, perioperative Analgesie die Voraussetzung für die Optimierung der postoperativen Physiotherapie und Rehabilitation. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass Regionalanästhesieverfahren nicht nur die postoperative Schmerztherapie verbessern, sondern auch die postoperative Rehabilitation verkürzen (1).

Die Verwendung der kontinuierlichen ISB in der Schulterchirurgie vermindert postoperative Schmerzen, erhöht die Patientenzufriedenheit und führt kurzfristig zu einer besseren Beweglichkeit der Schulter (33).

Blockaden mittels Stimulationskatheter weisen im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren möglicherweise durch genauere Katheterplatzierung kürzere Anschlagzeiten und effektivere Analgesie auf (6, 8, 35).

In unserer Studie wiesen Patienten mit stimulierbarem Katheter im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikant bessere Schulterfunktion (sechs Wochen postoperativ) auf.

Die sensorische Anschlagzeit sowie die postoperative Analgesiequalität waren nicht signifikant unterschiedlich. Hingegen war die Anschlagzeit der motorischen Blockade signifikant verkürzt. Obwohl keine signifikante Reduktion von Analgetika – und Lokalanästhetikaverbrauch festgestellt wurde, konnte jedoch ein Trend im Sinne einer besseren Schmerztherapie zugunsten der Stimulationsgruppe verzeichnet werden (niedrigere Schmerzscores).

In der Literatur findet man derzeit nur eine sehr begrenzte Anzahl von Studien, die die Verwendung von Stimulationskathetern bei peripheren Nervenblockaden untersucht haben. Sie verwenden häufig zwei Katheterarten (d. h. stimulierbare und nicht – stimulierbare Katheter) wie in der Studie von Jack et al. (7). Untersucht wurden retrospektiv 419 Patienten, die für eine große Knieoperation einen N. femoralis - Katheter erhielten. Bei 260 Patienten wurde ein nicht stimulierbarer Katheter (Contiplex), bei 159 Patienten ein stimulierbarer Katheter (Stimucath) eingeführt. Bei allen Patienten wurde präoperativ eine N. ischiadicus - Blockade, mittels 40 ml Ropivacain 0,75 % durchgeführt. Bei der Analgesie während der ersten 3 postoperativen Tage und beim Morphinbedarf fand sich in beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied. Aufgrund des retrospektiven, nicht - randomisierten Designs ist die Aussagekraft dieser Studie aber stark eingeschränkt.

Salinas et al. (6) platzierten in ihrer prospektiv - randomisierten, doppelblinden Studie bei 20 gesunden Probanden an beiden unteren Extremitäten einen N. femoralis Katheter auf einer Seite mit Stimulation, auf der anderen Seite ohne Stimulation. Die Erfolgsrate bei der Katheterplatzierung war zwar mit 100 % bei der Verwendung der Stimulationskatheter höher als bei der Kontrolle mit 85 % (Verlust der Kälteempfindung, Pin Prick), erreichte aber keine statistische Signifikanz. Bei der Gruppe mit Stimulationskatheter fand sich eine signifikant bessere Qualität der motorischen und sensorischen Blockade im Vergleich zu den als gelungen klassifizierten Blockaden ohne Stimulation des Katheters. Allerdings wurde die Qualität der Blockade sehr sensitiv und klinisch nicht üblich mittels Toleranz gegenüber transkutanen Nervenstimulation und dynamometrisch entwickelter Kraft gemessen. Diese Ergebnisse deuten zwar auf eine verbesserte Positionierung durch stimulierbare Katheter hin, aufgrund des artifiziellen Modells lässt sich aber die klinische Bedeutung der Ergebnisse schwer abschätzen.

Morin et al. (8) untersuchten bei 81 Patienten, die einen Femoraliskatheter für große Knieoperationen (Kreuzbandersatz, Totalendoprothese) erhielten, den Einfluss von Stimulationskathetern auf Anschlagzeit und postoperative Schmerzen. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der sensorischen und motorischen Anschlagzeiten sowie des postoperativen Schmerzmanagements (Opiat - Bedarf, VAS) nachgewiesen werden. Ein wichtiger Kritikpunkt der prospektiven, randomisierten Untersucher - geblindeten Studie von Morin et al. besteht in der Tatsache, dass die Blockade des N. femoralis bei solch großen Eingriffen am Kniegelenk nicht ausreichend ist. So erhielten die meisten Patienten trotz Regionalanästhesie am ersten postoperativen Tag über 30 mg Piritramid intravenös.

Zwei prospektiv - randomisierte Studien, die den Effekt von stimulierbaren Kathetern vs. Kathetern ohne Stimulation in der Fußchirurgie untersucht haben, fanden zum Teil unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Analgesiescores (9, 35).

Casati et al. untersuchten in ihrer multizentrischen Studie 100 Patienten (50 CC, 50 SC), die einen N. ischiadicus - Katheter und eine N. femoralis - Blockade erhielten (9). Die Anschlagzeiten waren in der SC Gruppe signifikant kürzer als in der Kontrollgruppe. Die postoperativen Analgesiescores (VAS) hingegen waren in beiden Gruppen vergleichbar. Allerdings konnten in der Stimulationsgruppe die gleichen postoperativen Scores mit signifikant weniger Lokalanästhetikum erzielt werden.

Rodriguez et al. untersuchten 48 Patienten, die sich einer Fußoperation unterzogen und einen N. ischiadicus - Katheter erhielten (35). Es wurde eine signifikant bessere motorische Blockade bei der SC - Gruppe gefunden. Ebenfalls zeigte sich bei der SC - Gruppe eine signifikant bessere Analgesie im Vergleich zu CC - Gruppe, eine signifikant niedrigere PCA - Bolus - Anforderungsrate und damit ein signifikant herabgesetzter Lokalanästhetikabedarf. Interessant erscheint ebenfalls, dass die in der SC - Gruppe signifikant bessere Analgesie (VAS) bei einer sehr niedrig

gewählten Basalrate von 3 ml/h (Levobupivacain 0,125 %) erzielt werden konnte, aber nur in den ersten acht postoperativen Stunden feststellbar war.

Casati et al. hingegen fanden bei einer Basalrate von 3 ml/h Ropivacain 0,2 % keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Schmerzintensität (VAS) und hinsichtlich der verabreichten Lokalanästhetikumdosis.

Zusammenfassend lässt sich feststellen dass die bisherigen Studien nicht einheitliche Ergebnisse hinsichtlich des Wertes des Stimulationskatheters für die postoperative Schmerztherapie zeigen konnten.

Es scheint, dass der theoretische Vorteil des Stimulationskatheters nur unter Einhaltung bestimmter Bedingungen, (niedrige Basalrate, geringe Bolusgabe, großzügiges Vorschieben des „blinden“ Katheters) die postoperative Analgesie zu verbessern vermag. Hingegen untersuchte bisher keine Arbeit die Bedeutung von Stimulationskathetern für das funktionelle Ergebnis der Operation

WIRKUNGSEINTRITT

In unserer Studie waren die sensorische Anschlagzeit sowie die Analgesiequalität bei beiden Gruppen vergleichbar. Dieses Ergebnis stimmt überein mit dem Resultat der Studie von Morin et al., in der die Blockade am N. femoralis untersucht wurde (8). Im Gegensatz dazu beobachteten Casati et al. und Rodriguez et al. eine signifikante Reduktion der Anschlagzeiten bei der Blockade des N. ischiadicus (9,35). Die Unterschiede sind möglicherweise auf die Blockade unterschiedlicher Nerven bzw. Nervenfasern zurückzuführen. Der N. femoralis ist bereits in der Leiste in verschiedene Äste aufgeteilt. Der Plexus brachialis teilt sich im Bereich der interskalenären Lücke in seine Faszikel auf. Der N. ischiadicus hingegen ist der dickste Nerv des Menschen. So konnte gezeigt werden (15), dass die Blockade des N. femoralis im Vergleich zum N. ischiadicus mit ähnlichen Lokalanästhetikadosen wesentlich schneller eintrat. Man könnte deshalb annehmen, dass die Dauer der Anschlagzeit mehr mit dem Aufbau der Nerven (z. B. Dicke) zusammenhängt als mit der Nähe des Katheters zum Nerven.

Salinas et al. (6) beobachteten in ihrer Studie bei Nervus femoralis - Kathetern eine signifikant bessere motorische Blockade in der Stimulationskathetergruppe als in der Kontrollgruppe. Dies liegt wahrscheinlich am hoch experimentellen Design dieser Studie mit sehr sensiblen, aber klinisch nicht üblichen Methoden zur Motorik- und Sensibilitätsmessung. Jedoch konnte auch unsere Studie signifikant kürzere motorische Anschlagzeiten in der Stimulationsgruppe vorweisen.

POSTOPERATIVE ANALGESIE

In der postoperativen Analgesie beobachteten wir in unserer Untersuchung einen Trend in Richtung geringerer postoperativer Schmerzen und eines höheren Lokalanästhetikaverbrauches in der SC - Gruppe. Dieser Trend erreichte keine statistische Signifikanz möglicherweise, weil wir wesentlich höhere Dosen sowohl präoperativ (50 ml) als auch kontinuierlich postoperativ (8 ml/h) verabreichten. Im Gegensatz zu anderen Studien (9, 35).

Somit scheinen die Stimulationskatheter einen geringen Vorteil für die postoperative Analgesie zu haben, der nur unter bestimmten Bedingungen zum Vorschein kommt. Der wesentliche Grund warum in unsere Studie keine signifikanten Unterschiede zu finden waren, liegt sicherlich an den insgesamt sehr niedrigen Schmerzen der Patienten.

POSTOPERATIVE GELENKFUNKTION

Der Vorteil eines Regionalanästhesieverfahrens für das postoperative Langzeitergebnis ist bereits in verschiedenen Studien gezeigt worden (1 - 3, 19). Diese Studien verglichen den Effekt regionalanästhesiologischer Verfahren mit systemischer Analgetikatherapie in Bezug auf die postoperativen Kurz- bzw. Langzeitergebnisse bei Patienten, die sich einer orthopädischen Intervention unterzogen haben.

Unsere Studie ist die erste prospektiv - randomisierte, doppelblinde Untersuchung, die den Einfluss der kontinuierlichen Interskalenärblockade mit stimulierbaren Kathetern auf die postoperative Schulterfunktion untersucht. Dies ist von besonderem Interesse, da Regionalanästhesien nicht nur zu einer besseren postoperativen Schmerztherapie führen können, sondern auch schneller zu einem besseren funktionellen Ergebnis (1).

Trotz nicht unterschiedlicher postoperativer Analgesie wiesen Patienten aus der Stimulationsgruppe eine bessere postoperative Schultergelenkfunktion auf.

So kann schon eine leicht verbesserte Schmerztherapie möglicherweise eine suffizientere postoperative Physiotherapie ermöglichen und zu einem erheblich verbesserten Langzeitergebnis führen.

Der Zusammenhang zwischen verbesserter Gelenkfunktion und Verwendung von Stimulationskathetern wurde bisher mit Hilfe von zwei Scores nur in unserer Studie ermittelt. Morin et al. beschränkten sich mit der Untersuchung der Gelenkfunktion auf die ersten 5 postoperativen Tage, und sie verwendeten keine standardisierten Scores (8).

KOMPLIKATIONEN

Die Ursache einer intraoperativ eingetretenen Nervenschädigung insbesondere bei Schultereingriffen lässt sich häufig schwierig einem Phänomen eindeutig zuordnen. Die Nervenläsion kann anästhesiebedingt sein, als Folge der intraoperativen Lagerung oder nach direktem chirurgischen Trauma auftreten. Die relativ hohe Anzahl neurologischer Komplikationen (10 % der Patienten) ist in unserer Studie bemerkenswert. In der Literatur findet man unterschiedliche Angaben bezüglich der Komplikationsrate bei peripheren Nervenblockaden. Borgeat et al., beschrieben in ihrer Studie eine Komplikationsrate von 14 % nach 10 Tagen, 8 % nach einem Monat und 4% nach 3 Monaten (20). Es bleibt jedoch wie bereits erwähnt besonders schwierig bei operativen Eingriffen an der Schulter zu unterscheiden, ob die neurologischen Komplikationen den regionalanästhesiologischen Verfahren zu zuschreiben sind, in der intraoperativen Lagerung zu begründen sind, durch den Operateur selbst verursacht sind, oder eine Kombination aus mehreren sind (20, 21, 24). Einzelne Fallberichte beschreiben idiopathische, interskalenäre Läsionen nach Allgemeinanästhesie mit und ohne interskalenäre Blockaden / Katheter (22 - 24). Insgesamt ist die Blockade des Plexus brachialis mit einer neurologischen Komplikationsrate von weniger als 2 % eine sehr sichere Methode, und die auftretenden Komplikationen sind meist nur vorübergehend (31, 34). Die Inzidenz von **chronischen**, neurologischen Komplikationen ist jedoch laut Sandefo et al. schwer zu erfassen (32). Differentialdiagnostisch sollte jedoch immer auch an schwerwiegende zentralnervöse Komplikationen wie Aneurysma oder Apoplex gedacht werden (28). Aus anästhesiologischer Sicht ist zu bemerken, dass mit der starren Spitze des Stimulationskatheters möglicherweise mehr Schäden gesetzt werden könnten als mit dem herkömmlichen Katheter.

Wir verzeichneten bei zwei unserer Patienten Schwierigkeiten bei der Katheterentfernung. Nach ausgiebiger Haut- und Unterhautgewebemobilisierung ließen sich die Katheter jedoch problemlos entfernen. Dennoch kam es bei diesen Patienten zu keinen Komplikationen. Über entsprechende Erfahrung berichteten auch De Tran et al. (36).

Bei 20 % der Patienten wurde bei Einführung der Nadel versehentlich ein Gefäß punktiert, 10 % der Patienten klagten über längere Zeit andauernde postoperative Schmerzen (> 3 Monate). Diese Rate an Komplikationen erschien auf den ersten Blick sehr hoch. Ein Grund für die hohe Zahl an akzidentellen Gefäßpunktionen in beiden Gruppen waren vielleicht die großen Touhy Punktionsnadeln. Kleinere Nadeln und Katheter waren leider noch nicht verfügbar.

Bei der Verwendung von herkömmlichen Katheterverfahren wurde die intrathekale Fehllage eines interskalenären Katheters von Walter et al. beschrieben (30). Wir bejahen die Annahme der Autoren, dass derartige Fehllagen nicht nur mit der Anwendung der Punktionstechnik nach Meier, sondern auch durch die Stimulationskatheter – geführten Blockaden verhindert werden können.

Diese Tatsache ist ein wichtiger Vorteil der Stimulationskatheter. Vor allem bei schwierigen anatomischen Verhältnissen ist zu überlegen, ob ein Stimulationskatheter dem herkömmlichen Verfahren vorzuziehen wäre.

Neuerdings gibt es Publikationen, die eine Verbesserung der Regionalanästhesie durch Verwendung von Ultraschall bei Nervenblockaden beschreiben (29, 37). Herkömmliche Katheter sind nicht sichtbar. Die Blockadeausbreitung und der Katheter sind nur durch LA - Applikation zu verifizieren. Stimulierbare Katheter hingegen sind am Stimulationsort durch ihren Aufbau („Drahtseil“) im Ultraschall

sichtbar. Möglicherweise lässt sich die Qualität der Regionalanästhesie bei peripheren Nervenblockaden mit der Kombination aus beiden Verfahren verbessern. Erste Ansätze dazu wurden bereits gemacht und sind vielversprechend (37).

Zusammenfassend stellen wir fest, dass stimulierbare Katheter in unserer Studie die postoperativen Schmerzen nur tendenziell senken konnten, jedoch wurde die Funktionalität des Schultergelenks signifikant verbessert. In Zukunft könnten stimulierbare Katheter wertvolle Instrumente zur Verbesserung des postoperativen Outcomes bei Patienten nach Schulteroperation darstellen.

6. Zusammenfassung

Eine optimale postoperative Analgesie ist nach Schulteroperationen sehr wichtig, da die Schulter das Gelenk mit den meisten Freiheitsgraden ist und daher schnell zur Versteifung neigt, insbesondere wenn sie postoperativ infolge von Schmerzen nicht bewegt wird. Als mögliche Konsequenz wird das Ziel der Operation, nämlich eine Verbesserung der Gelenkfunktion nicht erreicht. Kontinuierliche, periphere Nervenblockaden des interskalenären Plexus brachialis in Kombination mit Allgemeinanästhesie bieten eine gute postoperative Analgesie und die Möglichkeit einer frühzeitigen Physiotherapie und Rehabilitation. Sie gelten als Standard in der Schulterchirurgie. Üblicherweise wird bei der Durchführung einer ISB die Nervenlokalisierung über eine Stimulationskanüle vorgenommen, gefolgt von einem blinden Vorschieben des Katheters (1 - 2 cm über die Nadelspitze). Die Lage kann durch Applikation einer LA Testdosis verifiziert werden. Das neuere Verfahren der Stimulationskatheter - geführten Blockaden bietet die Möglichkeit einer sofortigen Überprüfung der Katheterlage während und nach endgültiger Platzierung des Katheters. Unsere Ergebnisse zeigen, dass präzisere interskalenäre Katheterinsertion unter Stimulation der Nadel und des Katheters einen signifikanten Vorteil im Bezug auf die Anschlagzeit der motorischen Blockade bietet. Der Wirkungseintritt in der sensorischen Blockade und die Qualität der Analgesie in den ersten 2 Tagen postoperativ zeigten keine signifikanten Vorteile zu Gunsten der Stimulationskatheter. Die Schulterfunktionsscores jedoch verbesserten sich in der Stimulationsgruppe signifikant.

7. Literatur

1. Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P et al. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology* 1999;91:8-15.

2. Chelly JE, Greger J, Gebhard R et al. Continuous femoral blocks improve recovery and outcome of patients undergoing total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2001;16:436-45.

3. Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B et al. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology* 2004;101:127-32.

4. Narchi P. Stimulating catheters are a major advance in improving success rates - pro. In: Rawal N, Gligorijevic S, eds. *Highlights in Regional Anaesthesia and Pain Therapy*. XIV Limassol: Cyprint Ltd., 2005:221-2.

5. Boezaart AP, de Beer JF, du Toit C, van Rooyen K. A new technique of continuous interscalene nerve block. *Can J Anaesth* 1999;46:275-81.

6. Salinas FV, Neal JM, Sueda LA et al. Prospective comparison of continuous femoral nerve block with nonstimulating catheter placement versus stimulating catheter-guided perineural placement in volunteers. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:212-20.

7. Jack NT, Liem EB, Vonhogen LH. Use of a stimulating catheter for total knee replacement surgery: preliminary results. *Br J Anaesth* 2005;95:250-4.
8. Morin AM, Eberhart LH, Behnke HK et al. Does femoral nerve catheter placement with stimulating catheters improve effective placement? A randomized, controlled, and observer-blinded trial. *Anesth Analg* 2005;100:1503-10.16
9. Casati A, Fanelli G, Koscielniak-Nielsen Z et al. Using stimulating catheters for continuous sciatic nerve block shortens onset time of surgical block and minimizes postoperative consumption of pain medication after halux valgus repair as compared with conventional nonstimulating catheters. *Anesth Analg* 2005;101:1192-7.
10. Haahr JP, Ostergaard S, Dalsgaard J et al. Exercises versus arthroscopic decompression in patients with subacromial impingement: a randomised, controlled study in 90 cases with a one year follow up. *Ann Rheum Dis* 2005;64:760-4.
11. Meier G, Bauereis C, Heinrich C. Interscalene brachial plexus catheter for anesthesia and postoperative pain therapy. Experience with a modified technique. *Anaesthesist* 1997;46:715-9.
12. Meier G, Bauereis C, Maurer H, Meier T. Interscalene plexus block. Anatomic requirements - anesthesiologic and operative aspects. *Anaesthesist* 2001;50:333-41.
13. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E. Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire. *Unfallchirurg* 2003;106:13-9.

14. Constant CR. Assessment of shoulder function. *Orthopäde* 1991;20:289-94.
15. Stevens MF, Werdehausen R, Hermanns H, Lipfert P. Skin temperature and sensory changes during regional anesthesia of the lower extremity. *Anesth Analg* 2006;102:1247-51 .
16. Boezaart AP, De Beer JF, Nell ML. Early experience with continuous cervical paravertebral block using a stimulating catheter. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:406-13.
17. Ilfeld BM, Morey TE, Wright TW et al. Interscalene perineural ropivacaine infusion: a comparison of two dosing regimens for postoperative analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:9-16.
18. Ilfeld BM, Morey TE, Enneking FK. Infraclavicular perineural local anesthetic infusion: a comparison of three dosing regimens for postoperative analgesia. *Anesthesiology* 2004;100:395-402.
19. Wang H, Boctor B, Verner J. The effect of single-injection femoral nerve block on rehabilitation and length of hospital stay after total knee replacement. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:139-44.
20. Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology* 2001;95:875-80.

21. Weber SC, Abrams JS, Nottage WM. Complications associated with arthroscopic shoulder surgery. *Arthroscopy* 2002;18:88-95.
22. Fibuch EE, Mertz J, Geller B. Postoperative onset of idiopathic brachial neuritis. *Anesthesiology* 1996;84:455-8.
23. Tetzlaff JE, Dilger J, Yap E, Brems J. Idiopathic brachial plexitis after total shoulder replacement with interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 1997;85:644-6.
24. Dullenkopf A, Zingg P, Curt A, Borgeat A. Persistent neurological deficit of the upper extremity after a shoulder operation under general anesthesia combined with a preoperatively placed interscalene catheter. *Anaesthesist* 2002;51:547-51.
25. Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg*.1970;49(3):455-66.
26. Rucci F.S, Pippa P., Barbagli R., Doni L., How many interscalenic blocks are there? A comparison between the alteral and posterior apptoach. *Eur J Anesthesiol*.1993;10: 303-7
27. Rucci FS., Pippa P., Barbagli R., Doni L., How many interscalenic blocks are there? A comparison between the lateral and posterior approach. *Eur J Anaesthesiol*.1993;10(4):303-7
28. G. Meier, J. Büttner, *Regionalanästhesie, Kompendium der peripheren Blockaden*, 4. Auflage, Arcis Verlag GmbH, München 2001

29. P. Marhofer, K. Schrogendorfer, H. Koinig, et al. Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three - in – one blocks. *Anesth Analg* 1997; 85: 854-7
30. M. Walter, P. Rogalla, C. Spies et al., Intrathekale Fehllage eines interskalenären Plexuskatheters. *Anaesthesist* 2004; 43:792-799
31. G. Fanelli, A. Casati, P. Garancini et al., Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic komplikations. *Anesth Analg* 1999; 88: 847-852
32. I. Sandefo, J-M. Bernard et al., Patient-Controlled Interscalene Analgesia after shoulder surgery: Catheter Insertion by the Posterior Approach. *Anesth Analg* 2005;100: 1496-1498
33. P.H. Pennekamp, V. Pless, C.N. Kraft, A. Stütz et al., Effektivität der interskalenären Plexusblockade nach offener subakromialer Dekompression. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2004; 142: 598-602
34. J.E. Tetzlaff, H.J. Yoon, J.Brems, Interscalene brachial Plexus Block for shoulder surgery. *Regional Anesthesia* 1994; 19: 339-343
35. J. Rodriguez, M. Tabosda, J. Carceller et al., Stimulating popliteal catheters for postoperative analgesia after hallux valgus repair. *Anesth Analg* 2006; 102: 258-62

36. De Tran et al., Retained and cut stimulating infraclavicular catheter. *Can J Anesth* 2005; 52: 998-999

37. Van Geffen, Gielen et al., Ultrasound-guided subgluteal sciatic nerve blocks with stimulating catheters in children:a descriptive study. *Anesth Analg* 2006; 103: 328-33

8. Anhang

- Danksagung
- Erklärung
- Lebenslauf
- Zusammenfassung

Danksagungen

Herrn Prof. Dr. med. Peter Lipfert und Herrn Dr. med. Markus Florian Stevens danke ich herzlich für die Vergabe dieser Arbeit.

Für die freundliche Betreuung, die ständige Bereitschaft, auch in Einzelfragen Ratschläge zu erteilen und für die Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit spreche ich diesen beiden Kollegen besonders herzlichen Dank aus.

Herrn Prof. Dr. med. Peter Lipfert, Herrn PD Dr. med. Thomas Hoffmann und Herrn Prof. Dr. med. Joachim Winter danke ich für die eingehende Durchsicht dieser Dissertation.

Meiner Familie und Frau Kann danke ich für die Geduld und die allzeit gegenwärtige Unterstützung und Wertschätzung meiner klinischen und wissenschaftlichen Arbeit.

Erklärung

Hiermit erkläre ich ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Humanmedizin der Heinrich - Heine – Universität Düsseldorf zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel:

Verbessern stimulierbare Katheter bei interskalenären Blockaden postoperative Analgesie und Gelenkfunktion bei Patienten nach minimal - invasiven Schulteroperationen ?

in der Klinik für Anästhesiologie unter Leitung von Prof. Peter Lipfert

ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen, als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in – und ausländischen medizinischen Fakultät ein Gesuch zu Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Verbessern stimulierbare Katheter bei interskalenären Blockaden postoperative Analgesie und Gelenkfunktion bei Patienten nach minimal-invasiven Schulteroperationen?

Zusammenfassung

Eine optimale postoperative Analgesie ist nach Schulteroperationen sehr wichtig, da die Schulter das Gelenk mit den meisten Freiheitsgraden ist und daher schnell zur Versteifung neigt, insbesondere wenn sie postoperativ infolge von Schmerzen nicht bewegt wird. Als mögliche Konsequenz wird das Ziel der Operation, nämlich eine Verbesserung der Gelenkfunktion nicht erreicht. Kontinuierliche, periphere Nervenblockaden des interskalenären Plexus brachialis in Kombination mit Allgemeinanästhesie bieten eine gute postoperative Analgesie und die Möglichkeit einer frühzeitigen Physiotherapie und Rehabilitation. Sie gelten als Standard in der Schulterchirurgie.

Üblicherweise wird bei der Durchführung einer ISB die Nervenlokalisierung über eine Stimulationskanüle vorgenommen, gefolgt von einem blinden Vorschieben des Katheters (1 - 2 cm über die Nadelspitze). Die Lage kann durch Applikation einer LA Testdosis verifiziert werden. Das neuere Verfahren der Stimulationskatheter - geführten Blockaden bietet die Möglichkeit einer sofortigen Überprüfung der Katheterlage während und nach endgültiger Platzierung des Katheters. Unsere Ergebnisse zeigen, dass präzisere interskalenäre Katheterinsertion unter Stimulation der Nadel und des Katheters einen signifikanten Vorteil im Bezug auf die Anschlagzeit der motorischen Blockade bietet. Der Wirkungseintritt in der sensorischen Blockade und die Qualität der Analgesie in den ersten 2 Tagen postoperativ zeigten keine signifikanten Vorteile zu Gunsten der Stimulationskatheter. Die Schulterfunktionsscores jedoch verbesserten sich in der Stimulationsgruppe signifikant.