

Diplomarbeit

**Blockadeerfolg Ultraschallgezielter, extraneural
injizierter, distaler Ischiadicusblöcke**

eingereicht von

Thomas Zilke

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Univ.- Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin

unter der Anleitung von

Ass. Dr. Stefan Heschl

Ass.-Prof. PD OA Dr. Marcel Rigaud

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 13. August 2014

Thomas Zilke, eh.

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen Personen bedanken, die mich nicht nur bei der Erstellung dieser Diplomarbeit, sondern auch während meines gesamten Studiums der Humanmedizin unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Hauptbetreuer, Ass. Dr. Stefan Heschl. Herr Dr. Heschl hat sich immer Zeit genommen, mir mit seiner Erfahrung und seinem medizinischen Fachwissen behilflich zu sein.

Auch bei meinem Zweitbetreuer, Herrn Ass. Prof. PD OA Dr. Marcel Rigaud, möchte ich mich bedanken. Er stand mir während der Erstellung dieser Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite und war durch seine Erfahrung im Bereich der klinischen Forschung eine große Hilfe für mich.

Bedanken möchte ich mich ebenfalls beim ehemaligen Leiter der klinischen Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Universitätsklinikums Graz, Univ.-Prof. Dr. med. univ. Helfried Metzler, der mich an Herrn Dr. Rigaud bzw. Dr. Stefan Heschl vermittelte. Außerdem gilt mein herzlichster Dank Univ. Prof. Dr. Toller, sowie dessen Sekretärinnen, die mich bei der Beschaffung der notwendigen Zugänge und Fachliteratur unterstützten.

Meinen Eltern möchte ich an dieser Stelle besonders hervorheben. Ohne ihrer Unterstützung wäre das Medizinstudium für mich nicht möglich gewesen.

Meiner Lebensgefährtin, Frau Stefanie Moitzi, möchte ich herzlichst Danke sagen. Sie war immer für mich da und unterstützte mich auch in schwierigen Zeiten. Ich wünsche ihr viel Erfolg bei ihrem Medizinstudium. Auch Gabi und Heinz Moitzi möchte ich herzlich Danke sagen.

Diese Diplomarbeit ist meiner Mutter, Frau Barbara Zilke, gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
Abstract.....	10
1 Einleitung	11
1.1 Allgemeine Informationen.....	11
1.2 Ziele der Diplomarbeit.....	19
2 Material und Methoden	20
2.1 Selektion der Patienten	20
2.2 Durchführungsprotokoll	22
2.3 Ermittlung des intraoperativen Blockadeerfolges	27
2.4 Statistische Auswertung	32
3 Ergebnisse.....	33
3.1 Deskriptiver Teil.....	33
3.2 Blockadeerfolg.....	35
3.3 Onset Time	35
3.4 Komplikationen	39
4 Diskussion	40
4.1 Blockadeerfolg.....	40
4.2 Onset-Time	43
4.3 Blockadedauer	45
4.4 Zusammenfassung	46

5	Literaturverzeichnis	48
6	Lebenslauf	53

Abkürzungsverzeichnis

ABI	ankle-brachial-index
AK	Antikoagulation (Blutverdünnung)
AL	average latency (durchschnittliche Latenz)
ASA	American Society of Anesthesiologists (Narkoserisikoskala)
CRF	case report form
CV	conduction velocity (Leitgeschwindigkeit)
DM-Gruppe	Diabetes mellitus Gruppe
DML	distale motorische Latenz
kΩ	Kilo-Ohm
KAGES	Steiermärkische Krankenanstaltenges.m.H.
LA	Lokalanästhetikum
LKH	Landeskrankenhaus
M.	Musculus
mA	Milli-Ampere
N.	Nervus
NCV	nerve conduction velocity (Nervenleitgeschwindigkeit)
NDM-Gruppe	nicht Diabetes mellitus Gruppe
NS	Nervenstimulator
n.s.	nicht signifikant
ONSET	Beginn der Wirkung
openMEDOCS(c)	Medical DOcumentation and Communication System
PAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PNP	Polyneuropathie
POV	post operative visit (Besuch nach der Operation)
PTCA	perkutane transluminale coronare Angioplastie
SM	Standardabweichung
St.p.	status post
Success Rate	Erfolgsrate
US	Ultraschall
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Pathogenese diabetische Polyneuropathie.....	15
Abbildung 2: Lateraler Zugang N. ischiadicus.....	17
Abbildung 3: Paraneurium im Ultraschall.....	18
Abbildung 4: Paraneurium am anatomischen Präparat	18
Abbildung 5: Prozess zur Patientenselektion	20
Abbildung 6: Lagerung der unteren Extremität.....	23
Abbildung 7: Ultraschallgerät Sonosite S-Nerve®	23
Abbildung 8: Stimuplex Ultra® Nadel.....	24
Abbildung 9: Aufteilung des Nervus ischiadicus in der Fossa poplitea.....	25
Abbildung 10: Halo-Sign des N. ulnaris	26
Abbildung 11: Nervenschwellung des N. ulnaris.....	26
Abbildung 12: Atraumatische Zange zur Sensibilitätstestung	28
Abbildung 13: BMI Vergleich.....	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorteile der Regionalanästhesie	11
Tabelle 2: Kontraindikationen der distalen Ischiadicusblockade	12
Tabelle 3: Einschlusskriterien in die Studie	21
Tabelle 4: Ausschlusskriterien der Studie	21
Tabelle 5: Zeichen der intraneuralen Nadellage.....	25
Tabelle 6: Definition des sensorischen Blockadeerfolges	27
Tabelle 7: Blockadeerfolg – sensible Evaluierung	27
Tabelle 8: Blockadeerfolg - motorische Evaluierung.....	28
Tabelle 9: Blockadeerfolg - Scoring.....	28
Tabelle 10: Evaluierung - Postoperativer Besuch 1	29
Tabelle 11: Sensorische neurologische Evaluation beim POV1	30
Tabelle 12: Motorische Evaluierung - POV 1	30
Tabelle 13: Tel. Visite - Subjektive sensorische Funktion.....	31
Tabelle 14: Tel. Visite - Subjektive motorische Funktion	31
Tabelle 15: Übersicht der demographische Daten.....	33
Tabelle 16: Onset-Time Mittelwerte - Ropivacain.....	37
Tabelle 17: Onset-Time Mittelwerte - Mepivacain	37
Tabelle 18: Onset-Time Mittelwerte – Direkter Vergleich Ropivacain zu Mepivacain (ohne Gruppen).....	37
Tabelle 19: Blockadedauer Mittelwerte - Ropivacain.....	38
Tabelle 20: Blockadedauer Mittelwerte - Mepivacain	38

Zusammenfassung

Einleitung. Ziel dieser Arbeit war die Ermittlung des Blockadeerfolges bei einer sicher extraneural durchgeführten, ultraschallgezielten, poplitealen Ischiadicusblockade. Weiters wurde die Onset-Time und die Blockadedauer für 0,5%iges Ropivacain und 1%iges Mepivacain ermittelt.

Material und Methoden. 108 Patienten mit geplanten Operationen an der unteren Extremität am LKH Univ. Klinikum Graz wurden in diese prospektive Studie eingeschlossen. Die Patienten wurden in eine Diabetes-Mellitus-Gruppe (DM-Gruppe) und eine Nicht-Diabetes-Mellitus-Gruppe (NDM-Gruppe) aufgeteilt. Alle Blockaden wurden ultraschallgezielt durchgeführt. Die extraneurale Lage der Nadel wurde durch den Ultraschall und Bild/Videoaufzeichnungen sichergestellt. Während der Durchführung der Blockaden und in einem Beobachtungszeitraum von bis zu 6 Monaten nach der Operation wurden alle relevanten Daten in eine Case Report Form (CRF) eingetragen und am Ende der Studie statistisch ausgewertet.

Ergebnisse. Nach statistischer Analyse konnte ein 98,1%iger positiver Blockadeerfolg in beiden Studiengruppen nachgewiesen werden. Bei den Onset-Zeiten konnte keine statistisch signifikante Differenz zwischen Diabetikern und Nicht-Diabetikern ermittelt werden. Die Blockadedauer für das Lokalanästhetikum Mepivacain (1%) war wie erwartet statistisch signifikant ($p < 0,05$ – CI 95%) kürzer als für Ropivacain (0,5%). Es konnte keine signifikante Abweichung der Blockadedauer zwischen Diabetikern und Nicht Diabetikern eruiert werden. Es traten bei keinem Studienteilnehmer Komplikationen innerhalb von 6 Monaten auf.

Diskussion. Die Hypothese einer hohen Blockadeerfolgsrate konnte für extraneurale Blockaden sowohl bei Diabetikern als auch bei Nicht Diabetikern bestätigt werden. Die Onset-Zeiten waren im Vergleich zu anderen Studien erhöht. Der Grund dafür könnte die ausnahmslose extraneurale Applikation des Lokalanästhetikums sein. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Onset-Time der Diabetiker ähnlich der Onset-Time der Nicht-Diabetiker ist. Auch bezüglich der Blockadedauer kann angenommen werden, dass es keine signifikante Differenz zwischen den beiden Gruppen gibt.

Abstract

Introduction. The goal of this study was to determine the success rate of a guaranteed extraneural popliteal sciatic block through the use of ultrasound technique. A secondary objective was to measure the onset time of the block and the evaluation of the block duration time for ropivacaine and mepivacaine. Encountered complications were recorded in a period of six months.

Material and Methods. 108 patients with elective surgery of the lower extremity at the University Hospital of Graz have been included in this prospective study. The patients were divided into a group of diabetes mellitus patients (DM-group) and a non-diabetes-mellitus-group (NDM). All blocks have been performed ultrasound-guided. An extraneural needle position was ensured by ultrasound, image- and video recordings. During the block and in an observation period of up to 6 months after surgery, all relevant data and complications have been registered in a case report form (CRF) and statistically analyzed at the end of the study.

Results. 98,1% of all blocks were successful. There was no statistically significant difference in onset-time between diabetic and non diabetic patients. As expected, the block duration of the local anesthetic mepivacaine was statistically significant ($p < 0.05$ - 95% CI) shorter than ropivacaine. The block duration time was nearly similar in both study groups.

Discussion. The hypothesis of a high success rate was confirmed for extraneural block in diabetics and nondiabetic patients. An increase of block success in diabetics was not detected. The onset time was relatively long compared to other studies. The reason for this fact could be the strict extraneural application of the local anesthetic. It must be assumed that the onset time was similar in diabetic and non-diabetic patients. Concerning the block duration time there was no significant difference between the two study groups.

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Informationen

1.1.1 Periphere Nervenblockaden

Da das Durchschnittsalter der Bevölkerung ständig zunimmt, kommt es damit verbunden auch zu einer Steigerung von Begleiterkrankungen dieser Patienten und somit zu einer Erhöhung des Narkoserisikos. Die laterale Blockade des Nervus ischiadicus kann bei Fuß- und Sprunggelenksoperationen erfolgreich als Alternative oder auch als Ergänzung zur Allgemeinanästhesie eingesetzt werden (1–5). Gerade bei orthopädischen Patienten mit Operationen im Bereich der unteren Extremität stellen periphere Nervenblockaden eine sichere Anästhesievariante dar. Zusätzlich bietet dieses Verfahren eine gute peri- und postoperative Schmerzkontrolle (3). Der laterale popliteale Ischiadicusblock ist ein relativ einfach durchzuführendes Verfahren. Trotz dieser Tatsache verwenden nur 22% aller Anästhesisten in den USA diese Blockadetechnik regelmäßig (6). Der Grund für diesen Umstand könnte die Vermutung vieler Anästhesisten sein, dass die Blockade an dieser Stelle des menschlichen Körpers schwerer durchzuführen ist und auch häufiger zu Komplikationen führt (7). Die distale Ischiadicusblockade bietet jedoch zahlreiche Vorteile im Vergleich zur Allgemeinanästhesie:

Reduktion der postoperativen Ressourcen-Nutzung

Reduktion der postoperativen Schmerzen

Reduktion der postoperativen Übelkeit und des Erbrechens

Verkürzung des Erholungsprozesses nach der Operation

Erhöhung der Patientenzufriedenheit

Reduktion der Zeit des stationären Aufenthaltes im Krankenhaus

Stressantwort des Körpers wird verringert, dadurch myokardialer Sauerstoffverbrauch gesenkt und das Immunsystem nicht gedrosselt

Es kommt zu einer Abnahme der Thromboembolierate

Kosten werden eingespart

Tabelle 1: Vorteile der Regionalanästhesie (3, 8–12)

Vor der Durchführung der Ischiadicusblockade sind die Kontraindikationen der Regionalanästhesie zu beachten:

Sepsis
Infektionen an der Einstichstelle
Bekannte allergische Reaktionen auf Lokalanästhetika
Gerinnungsstörungen
Fehlende Einwilligung der Patienten/innen
Unkooperative Patienten/innen

Tabelle 2: Kontraindikationen der distalen Ischiadicusblockade (13)

Diese Studie wurde an Diabetikern und Nicht Diabetikern durchgeführt. Die Inzidenz der Erkrankung an vor allem Diabetes mellitus Typ 2 nimmt weltweit zu. Die Ursache dafür könnte die Zunahme des Durchschnittsalters der Bevölkerung sein. Das mittlere Körpergewicht nimmt in den westlichen Industrieländer stetig zu. Auch der stressige Lebensstil der Menschheit wird als Grund für die Erhöhung der Diabetes mellitus - Inzidenz angenommen (14). Diabetiker leiden oft an zahlreichen anderen Erkrankungen (Multimorbidität). Deshalb stellt eine Allgemeinanästhesie eine sehr große Belastung für den gesamten Organismus dieser Patienten dar. Bei Operationen an Extremitäten bietet hier die periphere Nervenblockade ein sicheres Alternativverfahren. Insbesondere der distale Ischiadicusblock reduziert den intraoperativen Opioidverbrauch maßgeblich und zusätzlich auch postoperative Schmerzen (5).

Des Weiteren wird diskutiert, ob periphere Nervenblockaden bei Patienten mit Diabetes mellitus zu einem erhöhten Blockadeerfolg führen. In einer Studie von Gebhard et. al. wurde ein erhöhter Blockadeerfolg dieser Patientengruppe nachgewiesen (14). Die Ursache für diese Erhöhung dürfte laut Autoren eine erhöhte Sensibilität des Nervengewebes der Diabetiker auf Lokalanästhetika sein. In einer Tierstudie konnte ein erhöhtes Ansprechen auf Lokalanästhetika bei diabetisch geschädigten Nervenfasern bestätigt werden. Der Grund dafür scheint die mikrovaskuläre Zerstörung dieses Gewebes durch den erhöhten Blutzucker zu sein (15).

Onset-Time

In einigen Studien wurde die Onset-Time, daher die Zeit vom Einspritzen des Lokalanästhetikums bis zum Wirkungsbeginn der Blockade, als primäres Studienziel angegeben. Natürlich ist man heutzutage bestrebt, eine möglichst schnelle Onset-Time zu erreichen. Ein schnellerer Operationsbeginn ist dadurch möglich. Somit kann die Operationsinfrastruktur noch besser ausgelastet werden. Die Onset-Time wird von einigen Faktoren beeinflusst, wie zum Beispiel vom verwendeten Lokalanästhetikum selbst, von der Konzentration und auch der Verteilung des Lokalanästhetikums um den zu blockierenden Nerven (16).

1.1.2 Distale Ischiadicusblockaden unter Einsatz des Nervenstimulators

Bisher wurden die meisten peripheren Nervenblockaden unter Zuhilfenahme eines Nervenstimulators durchgeführt. Hierbei wird die Nähe der Stimulationsnadel zum blockierenden Nerven durch dessen motorische Antwort abgeschätzt. In die Nadel wird ein elektrischer Stromimpuls (monophasischer Rechteckimpuls) geleitet und es wird versucht, durch Nadelreposition eine motorische Nervenantwort zu erhalten (17). Die Hypothese ist, dass umso niedriger der benötigte Strom für die Reizantwort ist, desto näher befindet man sich am Nerven. Die ideale Lage der Stimulationskanüle zum Nerven ist für das Funktionieren dieser Technik ausschlaggebend (18). Das Ausbleiben einer motorischen Antwort unter 0,5 mA wurde bis jetzt als sicheres Zeichen für eine nahe, jedoch extraneurale Lage der Stimulationsnadel angenommen. Eine intraneurale Injektion sollte vermieden werden, da es zu bleibenden Nervenschäden kommen könnte.

In der Empfehlung von $<0,5$ mA werden keine Patienten berücksichtigt, die an einer peripheren Nervenschädigung leiden. Bei zum Beispiel Diabetikern mit einer peripheren Neuropathie erscheint es logisch, dass die notwendige Stimulationsstromstärke für den Erhalt einer motorischen Antwort höher sein muss, als bei Patienten ohne einer solchen Nervenschädigung. Bigeleisen et. al vergleicht in einer Studie extraneurale und intraneurale Stimulationswerte. Er schreibt in seiner Arbeit, dass Stimulationswerte unter 0,5 mA die extraneurale Lage der Nadel nicht sicher garantieren.

In tierischen Studien wurden sogar intraneurale Stimulationswerte von mehr als 0,5 mA gemessen. Bei Schweinen konnten motorische Antworten bei Werten unter 0,2 mA nur bei intraneuraler Lage der Nadel beobachtet werden. 54% der Patienten der Bigeleisen-Studie benötigten für eine motorische Antwort bei intraneuraler Lage der Stimulationsnadel Stromstärken um die 0,5 mA (19).

Genau dieser Wert wurde bisher als für relativ sicher extraneural und für eine Lage sehr nahe am gewünschten Nerven gehalten. Somit kann auch bei 0,5 mA eine intraneurale Lage der Stimulationsnadel vorliegen, gerade bei Patienten mit einer peripheren Polyneuropathie. Keyl et al. führte eine Studie an Diabetikern (mit diabetischen Fußgangrän und schwerer peripherer Polyneuropathie) und Nicht-Diabetikern durch (20). Die Stimulationswerte waren bei den Diabetikern um den Faktor 7,2 höher als bei den Nicht-Diabetikern. Der Durchschnittswert bei den Diabetikern lag bei 1,9 mA im Vergleich zu 0,26 mA bei den Nicht-Diabetikern (extraneurale Lage der Nadel). Auch diese Studie belegt, dass 0,5 mA Stimulationsstrom als Sicherheitsgrenze nicht für alle Patienten angenommen werden darf. Daher ist die Verwendung des Nervenstimulators alleine kein Prädiktor für eine sichere extraneurale Lage der Stimulationsnadel.

1.1.3 Distale Ischiadicusblockaden unter Ultraschallkontrolle

Der Ultraschall ist eine relativ neue Methode um periphere Nerven zu lokalisieren und anschließend eine Regionalanästhesie durchzuführen. Erst modernere Geräte ermöglichen die detailreiche Darstellung von Nervengewebe. Durch die Verwendung des Ultraschalls kann der Blockadeerfolg und auch die Sicherheit der peripheren Regionalanästhesie optimiert werden (20).

Mittlerweile nimmt der Einsatz des Ultraschalls bei peripheren Nervenblockaden an der unteren Extremität zu. Gerade der laterale Ischiadicusblock in der Region der Fossa poplitea ist für den Ultraschalleinsatz sehr geeignet, da die Kniekehle gut zugänglich ist. Der Einsatz des Ultraschalls erlaubt die Bildgebung von anatomischen Strukturen und auch dessen Variationen. Außerdem kann die Lage der Nadel in Relation zum Nerven in Echtzeit beobachtet werden.

Auch die Ausbreitung des Lokalanästhetikums kann mitverfolgt und gegebenenfalls durch Reposition der Nadel optimiert werden. Eine somit erreichbare kreisförmige Verteilung des Lokalanästhetikums um den zu blockierenden Nerven führt zu einer Steigerung des Blockadeerfolges (21). Diese zusätzlichen Möglichkeiten könnten den höheren Blockadeerfolg unter Verwendung des Ultraschalls gegenüber dem alleinigen Nervenstimulatoreinsatz erklären (22).

1.1.4 Diabetische Polyneuropathie und periphere Nervenblockaden

Laut Literatur kann in westlichen Ländern eine Diabetes mellitus Erkrankungsprävalenz von 10% angenommen werden. Eine der Hauptkomplikationen dieser Erkrankung ist die Entwicklung einer peripheren Polyneuropathie, welche über 50% aller Diabetiker im Verlauf entwickeln (23–25). Die diabetische Polyneuropathie ist die häufigste aller Neuropathien. Die Pathogenese dieser Erkrankung ist bis jetzt noch nicht ganz geklärt. Man geht von der sogenannten „Sorbitol-Myo-Inositol“ Theorie aus. Darunter versteht man, dass die Anhäufung von Sorbitol und Fruktose zu einer Reduktion von Myo-Inositol und in weiterer Folge zur Schädigung der Nervenaxone führt. Primär kommt es bei der diabetischen Polyneuropathie zu einem Funktionsverlust des Temperaturempfindens und zum Auftreten von oft schmerzhaften Parästhesien (26).

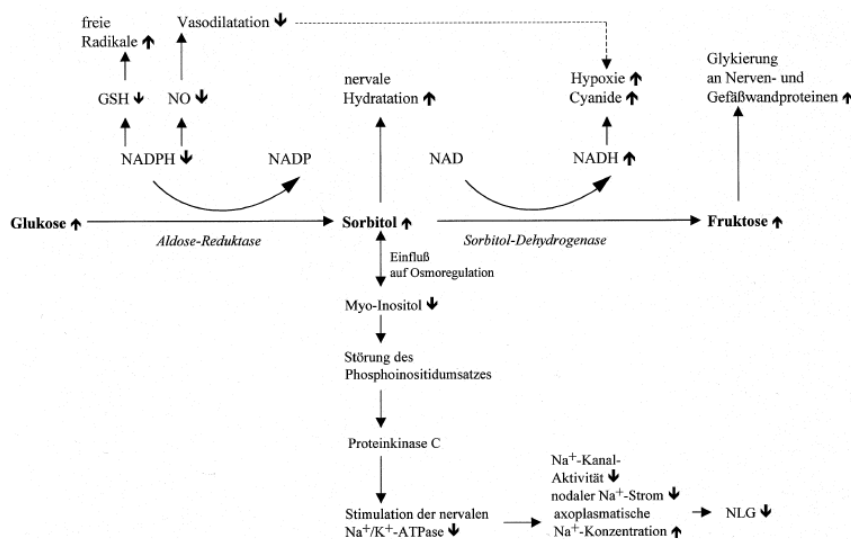


Abbildung 1: Pathogenese diabetische Polyneuropathie (26)

Viele Anästhesisten führen bei diesem Patientengut keine regionalen Anästhesiemethoden durch, da sie befürchten, dass hier das Komplikationsrisiko erhöht sein könnte. Schon längere Zeit besteht die Hypothese, dass die Toxizität von Lokalanästhetika bei Patienten mit vorbestehenden Nervenschäden im Sinne einer peripheren Polyneuropathie erhöht sein könnte (=Double-Crush-Phänomen) (27, 28).

In einer Studie von Kroin et. al. konnte eine Erhöhung von Nervenschäden bei Raten mit Diabetes ermittelt werden. Auch die Blockadewirkungsdauer war bei den an Diabetes mellitus erkrankten Raten länger (28). Nach dieser Studienlage kann sowohl die Wirkungsdauer der Lokalanästhetika als auch die Rate an Komplikationen bei Diabetes mellitus Patienten erhöht sein.

1.1.5 Popliteale, laterale Blockade des distalen Nervus ischiadicus

Bei der distalen Blockierung des Nervus ischiadicus kann der posteriore oder der laterale Zugangsweg gewählt werden (29). In dieser Arbeit wurde der laterale Zugang zum distalen Nervus ischiadicus in Höhe der Fossa poplitea gewählt. Der posteriore Zugangsweg hätte eine Bauchlagerung des Patienten erfordert, welche gerade bei stark übergewichtigen Patienten ein Problem darstellt (2). Studien zeigen, dass der laterale distale Ischiadicusblock mit gutem Erfolg in Rückenlage des Patienten durchgeführt werden kann (2, 30, 31).

Vor Durchführung der Studie ergab sich die Frage, ob der Nervus ischiadicus vor seiner Aufteilung in seine zwei Endäste oder jeder Endast separat blockiert werden sollte. In einer Studie von Buys et. al. wurde die Onset-Time, sprich die Zeit von der Injektion bis zur Wirkung der Nervenblockade, bei Blockaden proximal und distal der Aufteilung des Nervus ischiadicus verglichen (1).

Insgesamt ergab diese Arbeit, dass bei der separaten Blockade des Nervus peroneus communis und des Nervus tibialis unterhalb der Bifurkation eine deutlich schnellere Onset-Time erreicht werden kann.



Abbildung 2: Lateraler Zugang N. ischiadicus (32)

1.1.6 Ideale Lage der Stimulationsnadel im Ultraschall

Wie oben erwähnt ist es möglich, durch den Einsatz von Ultraschall die Nervenstrukturen visuell darzustellen und die Nadelposition in Echtzeit mitzuverfolgen. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass die Stimulationsnadel möglichst nahe an den gewünschten Nerv herangeführt werden kann (33). Es ergibt sich nun vielleicht die Frage, welcher Abstand nahe genug und trotzdem noch sicher ist?

Histologie des Nervus ischiadicus

In einer Studie von Vloka et al. wird auf ein Gewebe namens Paraneurium eingegangen, welches den Nervus ischiadicus in der Fossa poplitea umhüllt. Es gibt derzeit nur sehr wenig anatomische Literatur über dieses sogenannte Paraneurium und auch dessen Darstellung im Ultraschall. In der Literatur findet man die Möglichkeit einer subparaneuralen Injektion und einen eventuell damit verbundenen rascheren Wirkungsbeginn des Blocks (34).

In einer Arbeit von Andersen et al. wurde untersucht, ob es sich bei diesem Gewebe um einen Teil des Epineuriums oder wirklich um eine eigenständige Struktur des Nervus ischiadicus handelt. Die Andersen et. al. Arbeit zeigte, dass das Paraneurium eine eigenständige Hülle des Nervus Ischiadicus ist und nichts mit dem bereits bekannten Epineurium zu tun hat. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die subparaneurale Injektion zu keinen Nervenschaden führt, da das Epineurium die äußerste Schutzschicht des Nervens darstellt (35). Im Ultraschall zeigt sich das Paraneurium nicht zuverlässig vor einer Injektion des Lokalanästhetikums. In Versuchen mit Kochsalzlösung war diese Schicht klar im Ultraschall als eine halbmondförmige und hypoechogene Struktur zu sehen.

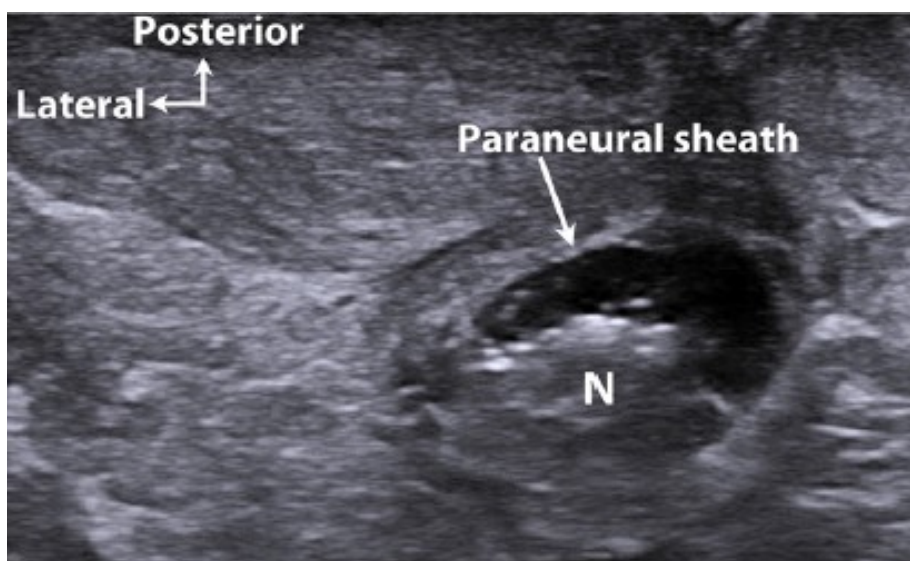


Abbildung 3: Paraneurium im Ultraschall (35)

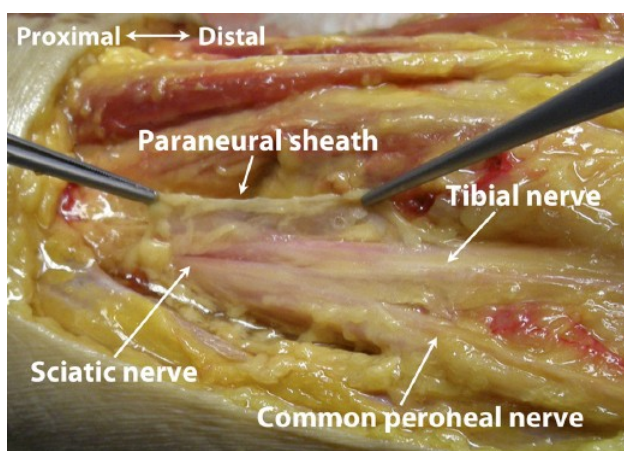


Abbildung 4: Paraneurium am anatomischen Präparat (35)

Im Ultraschall konnte man auch einen deutlichen Unterschied zwischen einer intraneuralen und einer subparaneuralen Injektion erkennen. Bei einer Applikation unterhalb des Paraneuriums kam es zusätzlich zu einer Verbreitung des Lokalanästhetikums entlang des Nerven. Eine gewünschte kreisförmige Verteilung gelang nicht immer (35).

Anhand dieser Studie könnte die subparaneurale Verabreichung des Lokalanästhetikums eine ideale Möglichkeit für eine zuverlässige, schnelle und sichere Blockade des Nervus ischiadicus sein.

1.2 Ziele der Diplomarbeit

Das Hauptziel dieser Diplomarbeit war die Ermittlung des Blockadeerfolges bei der Durchführung einer ultraschallgezielten und vor allem extraneuralen distalen Ischiadicusblockade. Durch den Einsatz von Ultraschall bzw. Bild- und Videoaufzeichnungen konnte die extraneurale Lage der Applikationsnadel garantiert werden. Die Erfolgsraten der Blockade variieren je nach betrachteter Studie und verwendeter Technik zwischen 60% und 96% (7, 36–40). Des Weiteren sollte die Zeit von der Applikation bis zum Wirkungsbeginn des Regionalanästhetikums (=Onset-Time) ermittelt werden. Als Nebenziele wurden die jeweilige Blockadedauer der verwendeten Regionalanästhetika (Ropivacain und Mepivacain) und das mögliche Auftreten von Nervenschäden bis zu sechs Monate nach der Blockade untersucht.

Diese Arbeit ist ein Teil einer größeren Studie mit dem Namen „*Einfluss der diabetischen Neuropathie auf die Stimulationsparameter der peripheren Nervenstimulation*“, welche ebenfalls am Univ.-Klinikum für Anästhesie und Intensivmedizin Graz in der Zeit vom 01.01.2012 bis zum 30.09.2013 durchgeführt wurde.

Alle Ergebnisse und Daten wurden unter Verwendung des Statistik-Programmes IBM SPSS 20 ® ausgewertet.

2 Material und Methoden

2.1 Selektion der Patienten

Nach positiver Beurteilung der Ethik-Kommission der Medizinischen Universität Graz begann die Rekrutierung der Studienteilnehmer. Für diese Studie kamen Patienten in Frage, die vom 01.02.2012 bis zum 30.09.2013 an chirurgischen Abteilungen des Universitätsklinikums Graz an der unteren Extremität operiert wurden. Die Patienten wurden über die Studie durch einen erfahrenen Anästhesisten aufgeklärt. Zur Erhebung der erforderlichen medizinischen Daten wurde das Krankenhausinformationssystem Open Medocs® verwendet. Aus diesem System wurden vorbestehende Arztbriefe, Vorerkrankungen/Begleiterkrankungen und die derzeitige Medikation des Patienten entnommen. Vor der geplanten Operation wurde noch eine präoperative Durchuntersuchung durchgeführt. Insgesamt wurden 108 Patienten in die Studie eingeschlossen.

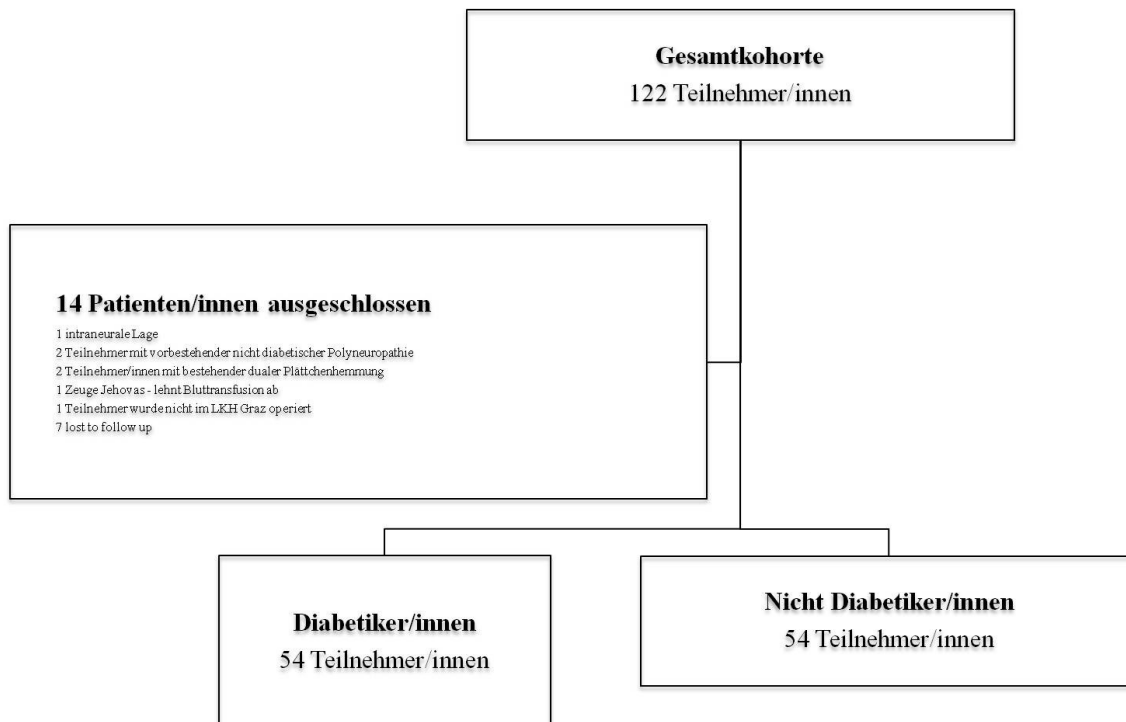


Abbildung 5: Prozess zur Patientenselektion

2.1.1 Einschlusskriterien

Die Einschlusskriterien sind in folgender Tabelle aufgelistet:

Patienten beider Geschlechter (weiblich und männlich)
Erwachsene Patienten/innen (Älter als 18 Jahre)
Operationsgebiet geeignet für den distalen Ischiadicusblock
Score 1-4 laut Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA)
Negativer Schwangerschaftstest (falls von Patientin vermutet)

Tabelle 3: Einschlusskriterien in die Studie

2.1.2 Ausschlusskriterien

Kriterien, die den Ausschluss von der Studie bedeuteten sind in folgender Tabelle aufgelistet:

Unfähigkeit für das Unterzeichnen des Informed Consent
Bestehende Schwangerschaft
Allergien auf Lokalanästhetika
Duale Anti-Plättchen Therapie
Vorbestehende Neuropathie nicht-diabetischer Ursachen

Tabelle 4: Ausschlusskriterien der Studie

2.1.3 Ausgeschlossene Studienteilnehmer

Insgesamt wurden 14 Studienteilnehmer ausgeschlossen. Die 7 Personen mit dem Ausschlussgrund „lost to follow up“ wurden alle noch vor der Durchführung des zweiten post-operativen Besuches aus stationärer Behandlung entlassen. Dadurch konnte der POV 2 (post operative visit 2) nicht durchgeführt werden. 1 Studienteilnehmer wurde von den Unfallchirurgen nicht operiert, da er im Notfall Blutkonserven benötigt hätte. Der Patient war jedoch Zeuge Jehovas und lehnte die Verabreichung von Blutprodukten ab.

Bei 2 Studienteilnehmern stellte sich noch vor der Operation heraus, dass eine duale orale Antikoagulation nicht rechtzeitig abgesetzt wurde. Deshalb wurden diese Patienten ebenfalls ausgeschlossen. Bei der Aufnahme in den Prozess der Patientenselektion konnte bei diesen Studienteilnehmern kein Hinweis für eine duale Antikoagulation gefunden werden. Eine vorbestehende nicht diabetische Neuropathie (toxisch) wurde bei 2 Patienten während der neurologischen Evaluierung ermittelt. 1 Studienteilnehmer wurde schlussendlich nicht im LKH Graz operiert. Eine intraneurale Nadelposition konnte bei einem Studienteilnehmer während der Durchführung der Regionalanästhesie frühzeitig erkannt werden. Auch dieser Patient wurde ausgeschlossen.

2.1.4 Gruppeneinteilung der Patienten

Die Patienten wurden in eine Gruppe DM mit Anamnese eines Diabetes mellitus Typ 1 oder 2 und in eine Gruppe NDM ohne Anamnese eines Diabetes mellitus Typ 1 oder 2 eingeteilt.

2.2 Durchführungsprotokoll

Jeder Patient wurde mittels 3-Kanal EKG, automatischer nicht invasiver Blutdruckmessung und Sauerstoffsättigung (SpO₂) bezüglich seiner Vitalfunktionen überwacht. Außerdem wurden jedem Studienpatienten kristalloide Infusionen infundiert.

Zur Analgesie und Sedierung erhielt jeder Patient eine kontinuierliche Infusion von 0,05-0,1 mcg/kg/min Remifentanyl und nach Bedarf wurde eine Bolus von 0,01 – 0,05 mg/kg Midazolam intravenös appliziert. 1,25 mg Droperdiol (Xomolix®) wurden zur zusätzlichen Sedierung und als antiemetische Prophylaxe eingesetzt, sofern keine Kontraindikationen bestanden. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Durchführung der Studie wurden die distalen Ischiadicusblöcke während der gesamten Studiendauer von den selben zwei Anästhesisten ausgeführt.

Die Anästhesisten führen regelmäßig Regionalanästhesien unter Ultraschallkontrolle im Rahmen ihrer klinischen Tätigkeit durch. Die Positionierung der Patienten im Operationsbett erfolgte in Rückenlage. Die zu blockierende Extremität wurde mittels einer gynäkologischen Stütze hochgelagert. So konnte die Kniekehle von dorsal gut mittels Ultraschall erreicht werden.



Abbildung 6: Lagerung der unteren Extremität

Als Ultraschallgerät kam ein portables Standardultraschallgerät (Sonosite S-Nerve™, Sonosite Inc., Bothell, USA) mit linearen Hochfrequenzultraschallkopf (6-13 MHz) zum Einsatz.



Abbildung 7: Ultraschallgerät Sonosite S-Nerve®

Als Nadel wurde eine spezielle 100 mm lange, 22G Ultraschall - Stimulationskanüle (Stimuplex Ultra®, B. Braun, Melsungen, Deutschland) verwendet. Eine spezielle Beschichtung dieser Nadel erleichterte die visuelle Darstellung im Ultraschall.

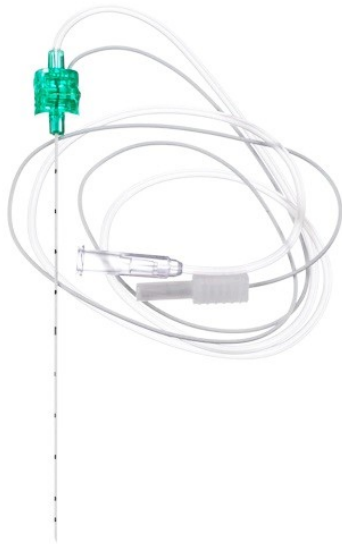


Abbildung 8: Stimuplex Ultra® Nadel (41)

Nach der Lagerung des Patienten wurde das zu blockierende Gebiet großflächig mit einer alkoholischen Desinfektionslösung desinfiziert und mit Tüchern steril abgedeckt. Nun wurde der Ultraschallkopf transversal in der Kniekehle platziert. Zur Verbesserung der Darstellung kam ein steriles Ultraschallkontaktgel zum Einsatz. Primär galt es nun die Aufteilung des Nervus Ischiadicus in den Nervus peroneus communis und den Nervus tibialis in Höhe der Kniekehle via Ultraschall zu identifizieren. Durch Kippung und Reposition der Sonde wurde das Ultraschallbild so eingestellt, dass die beiden Nerven klar voneinander abgrenzbar waren. Nun erfolgte der Hautdurchstich von lateraler Seite.



Abbildung 9: Aufteilung des Nervus ischiadicus in der Fossa poplitea

Die Nadel wurde unter Echtzeit-Ultraschallkontrolle an den Nervus tibialis oder Nervus peroneus communis (je nach Randomisierung) angenähert, bis dieser berührt jedoch nicht penetriert wurde. Unter Penetration verstanden wir eine Platzierung der Nadel innerhalb des Epineuriums. Es fand nur ein Hautdurchstich für die Blockade beider Nerven statt.

Nach der idealen Positionierung der Nadel epineural wurde eine geringe Menge (0,5-1 ml) an 5%iger Glucoselösung je Nerv injiziert. Durch die Glucose war es leichter zu beurteilen, ob die Nadel extraneural oder doch unbeabsichtigt intraneural lag. In der Literatur werden folgende Zeichen einer möglichen intraneuralen Lage der Nadel beschrieben:

-
- Intraneurale hypoechogene Ausbreitung der Glucose
 - Anschwellung des Nervs über 15% seiner Ursprungsgröße
 - Halo-Zeichen um den Nerven
-

Tabelle 5: Zeichen der intraneuralen Nadellage (42, 43)

In dieser Studie wurde durch die Verwendung des Ultraschalls eine intraneurale Nadellage ausgeschlossen. Bild- und Videoaufzeichnungen der Blockaden wurden von zwei verblindeten Anästhesisten ausgewertet. Die Nadelposition wurde dabei in eine intraneurale, subparaneurale oder epiparaneurale Lage eingeteilt.

Konnte von den beiden Anästhesisten keine eindeutige Zuweisung getroffen werden, wurde durch die Hinzuziehung von zwei weiteren Anästhesisten die Entscheidung der Nadel-
lage im Konsens getroffen.

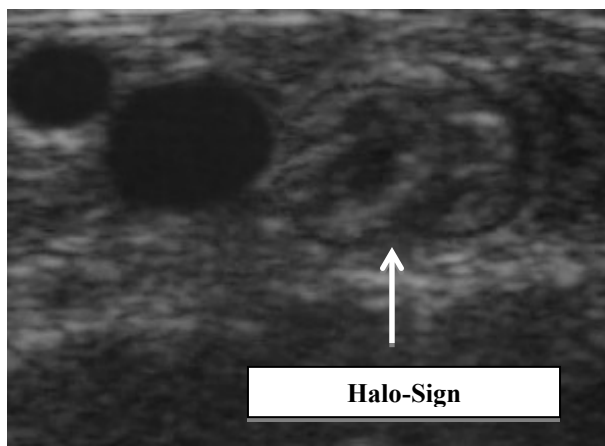


Abbildung 6: Halo-Sign des N. ulnaris (43)

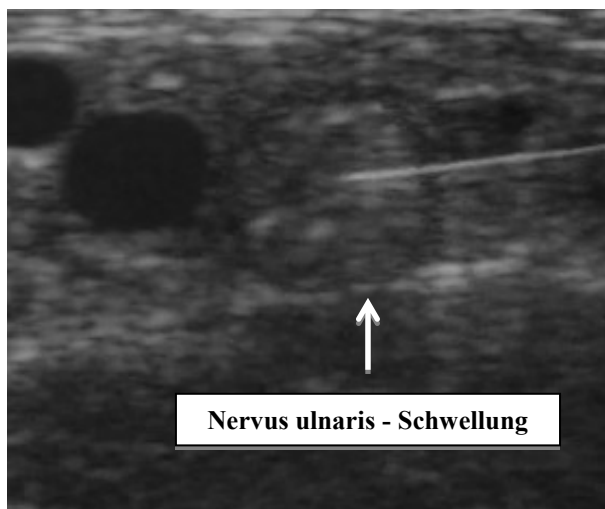


Abbildung 7: Nervenschwellung des N. ulnaris (43)

War die Glucose-Applikation erfolgt und kein Zeichen einer intraneuralen Lage erkenntlich, konnte das gewünschte Lokalanästhetikum appliziert werden. Es wurden je nach Operationsindikation 30ml 0,5%iges Ropivacain oder 30ml 1%iges Mepivacain injiziert und rund um die Nerven verteilt.

Nach Applikation des Lokalanästhetikums wurde die Nadel entfernt. Somit war die Durchführung der Blockade abgeschlossen.

2.3 Ermittlung des intraoperativen Blockadeerfolges

In einem maximalen Beobachtungszeitraum von 60 Minuten wurde der Blockadeerfolg sensorisch und motorisch beurteilt:

Verlust des Schmerzempfindens im Versorgungsgebiet des N. tibialis und des N. peroneus communis
Eintritt der Analgesie (Onset) bis max. 60 Minuten nach der Applikation des Anästhetikums

Tabelle 6: Definition des sensorischen Blockadeerfolgs

Es wurde folgende Scoring - Einteilung vorgenommen und in der Case Report Form (CRF) vermerkt:

3	normales Empfinden (normal sensation)
2	subjektives Missempfinden (discomfort)
1	Analgesie (analgesia)
0	Anästhesie (anesthesia)

Tabelle 7: Blockadeerfolg - sensible Evaluierung

Der motorische Blockadeerfolg wurde vermerkt, jedoch galt auch das Vorhandensein einer rein sensiblen Blockade als „Blockadeerfolg“. Ziel dieser Studie war die Ausschaltung des Schmerzempfindens (Analgesie) der gewünschten Extremität. Mit einer reinen Analgesie konnte die gewünschte Operation durchgeführt werden.

Es wurde folgende Scoring – Einteilung getroffen:

3	volle motorische Beweglichkeit (full strength)
2	eingeschränkte motorische Beweglichkeit (weak response)
1	Parese (paresis)
0	Lähmung (paralysis)

Tabelle 8: Blockadeerfolg - motorische Evaluierung

Laut oben angeführten Scoring bedeutet:

Scoring von 0 Punkten = totale sensible und motorische Blockade
Scoring von 6 Punkten = keine Blockade, weder sensorisch noch motorisch

Tabelle 9: Blockadeerfolg – Scoring

2.3.1 Ermittlung der sensorischen Blockade

Der sensorische Blockadeerfolg wurde alle 10 Minuten ab Durchführungsende der Regionalanästhesie evaluiert. Diese Evaluation erfolgte in einem Zeitrahmen von maximal 60 Minuten. Der sensorische Blockadeerfolg wurde durch das Setzen eines Schmerzreizes (mittels atraumatischer Zange) an der Fußsohle (N. tibialis), am Fußrücken (N. peroneus superficialis) und zwischen 1. und 2. Zehe (N. peroneus profundus) überprüft. Je nach Antwort des/der Patienten/in wurden die zutreffenden Scores nach spätestens 60 Minuten in der Case Report Form (CRF) vermerkt.

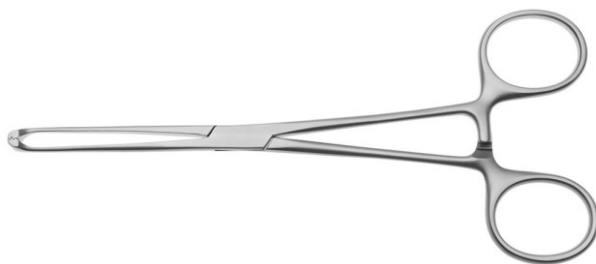


Abbildung 12: Atraumatische Zange zur Sensibilitätstestung (44)

2.3.2 Ermittlung der motorischen Blockade

Der motorische Blockadeerfolg wurde ebenfalls alle 10 Minuten nach Applikation des Lokalanästhetikums über die Durchführung einer Plantarflexion (Nervus tibialis) und einer Dorsalflexion (N. peroneus communis) des Fußes ermittelt. Nach spätestens 60 Minuten wurden die Scores in der Case Report Form (CRF) vermerkt.

2.3.3 Clinical Sign of Block Success

Die Patienten wurden nach spätestens 60 Minuten zur Operation freigegeben. Als erfolgreiche Blockade wurde die extraneurale Applikation des Lokalanästhetikums und eine Analgesie bei „Schnitt“ = Operationsbeginn festgelegt. Bei Patienten die zusätzlich eine Vollnarkose erhielten, wurde das Ausbleiben von vegetativen Symptomen wie zum Beispiel ein erhöhter Blutdruck oder auch eine erhöhte Herzfrequenz bei einem reduzierten Remifentanyl-Verbrauch (Ultiva®) von $< 0,05 \mu\text{g}/\text{kgKG}/\text{min}$, als Clinical Sign of Block Success gewertet. Auch nach der Operation im Aufwachraum wurde ein geringerer Bedarf an Piritramid im Vergleich zu Patienten ohne einer Regionalanästhesie als Zeichen für einen positiven Blockadeerfolg gewertet.

2.3.4 Postoperativer Blockadeerfolg

Erster Patientenbesuch nach der Operation

Alle Studienpatienten wurden am Tag nach der Operation (mindestens 12h später) im Krankenzimmer besucht und dort eine erneute Evaluierung des Allgemeinbefindens bzw. der Blockade vorgenommen. Evaluiert wurden:

Sensorik der betroffenen Extremität

Motorische Funktion der betroffenen Extremität

Blockadedauer (Zeit der totalen Rückbildung, sensorisch und motorisch)

Tabelle 10: Evaluierung – Postoperativer Besuch 1

Zusätzlich wurde noch der Blutdruck und die Herzfrequenz bei allen postoperativen Besuchen gemessen. Auch der Allgemeinzustand des Patienten und sonstige auffällige klinische Veränderungen wurden dokumentiert.

Neurologische Evaluation beim ersten postoperativen Besuch

Die Sensibilität der betroffenen Extremität wurde wie folgt eingeteilt:

Normale Sensorik (normal sensation)
Parästhesie (paresthesia)
Anästhesie (anesthesia) oder
sonstige Komplikationen (other complications)

Tabelle 3: Sensorische neurologische Evaluation beim POV1

Motorische Evaluierung beim ersten postoperativen Besuch

Bewertet wurden wiederum die Möglichkeit einer Dorsalflexion (N. peroneus) und die einer Plantarflexion (N. tibialis). Es wurde eine Score – Einteilung getroffen und in der CRF (Case Report Form) vermerkt.

0 Keine Bewegung (no movement)
1 Minimale Bewegung (no movement)
2 Keine Bewegung gegen die Schwerkraft möglich (no gravity)
3 Bewegung gegen die Schwerkraft möglich (gravity)
4 Bewegung gegen Widerstand möglich (resistance)
5 Normaler Bewegungsumfang möglich (normal)

Tabelle 4: Motorische Evaluierung - POV 1

Evaluierung der Blockadedauer

Eine Zielgröße dieser Arbeit war die Ermittlung der sensorischen und auch motorischen Blockadedauer. Dazu wurde dem Patienten am Tag nach der Operation die Frage gestellt, wie lange er die betroffene Extremität nicht bewegen konnte (motorische Blockade) bzw. ab wann er wieder normales Empfinden, zum Beispiel Schmerzen, in der betroffenen Extremität verspürte. Die Zeiten wurden in der CRF in vollen Stunden vermerkt.

Zweiter Patientenbesuch nach der Operation

Während des Krankenhausaufenthaltes wurde der Studienpatient noch ein zweites Mal im Krankenzimmer besucht. Es fand dieselbe neurologische Evaluation wie beim ersten postoperativen Patientenbesuch statt. Der Sinn dieses Besuchs war die Dokumentation von etwaigen verzögert aufgetretenen Komplikationen.

Telefonischer Kontakt mit dem Patienten nach sechs Monaten

Nach einem Zeitraum von sechs Monaten wurden alle Patienten telefonisch kontaktiert. Den Patienten wurden folgende Fragen zur Sensibilität/Motorik der operierten Extremität gestellt und anhand folgenden Schema in der Case Report Form vermerkt.

Normales Empfinden (normal sensation)
Parästhesie (paresthesia)
Anästhesie (anesthesia)
Andere Komplikationen? (other complications)

Tabelle 5: Tel. Visite - Subjektive sensorische Funktion

Normale Funktion (normal function)
Abnormale Funktion (abnormal function)

Tabelle 6: Tel. Visite - Subjektive motorische Funktion

Sind während oder auch nach der Operation irgendwelche neuropathischen Beschwerden geschildert worden, wurden weitere Untersuchungen durchgeführt.

2.4 Statistische Auswertung

Während dieser Studie wurde alle gesammelten Daten in einer Case Report Form (CRF) festgehalten. Gleichzeitig wurden die Daten der Case Report Form in ein Microsoft Access® Datenbank-Formular eingegeben. Nach Abschluss der Rekrutierung konnten nun die Tabellen der Microsoft Access® - Datenbank direkt in das Statistik Programm IBM SPSS 20® importiert werden.

Die gewonnenen Daten wurden primär hinsichtlich ihrer Verteilung mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests analysiert. Bei allen Analysen wurde ein statistische Signifikanzniveau von $p < 0,05$ (5%) festgelegt. Normalverteilte Daten wurden bezüglich einer möglichen Signifikanz mittels t-Test geprüft. Nicht normalverteilte Daten wurden durch den Mann-Whitney-U-Test analysiert.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptiver Teil

3.1.1 Demographische Daten

		Diabetiker	Nicht Diabetiker	p-Wert
männlich		28	29	
weiblich		26	25	
Alter in Jahren	Median	71	70	0,889
	Range	40-86	41-90	
BMI männlich	Median	29	27	0,223
	Range	23-39	20-38	
BMI weiblich	Median	30	27	0,022
	Range	22-44	19-41	

Tabelle 7: Übersicht demographische Daten

Wie in **Tabelle 15** ersichtlich, umfasste das eingeschlossene Patientenkollektiv 108 Patienten (57 männlich, 51 weiblich). Von dieser Gesamtkohorte waren 54 Patienten Diabetiker (DM-Gruppe) und 54 Patienten Nicht-Diabetiker (NDM-Gruppe). In der DM-Gruppe konnten 28 männliche und 26 weibliche Teilnehmer eingeschlossen werden. Die NDM-Gruppe bestand aus 25 Frauen und 29 Männern.

3.1.2 Patientenalter

Für die gesamte Studienpopulation konnte ein medianes Patientenalter von 71 Jahren (Range 40-90) ermittelt werden. Das mediane Alter in der DM-Gruppe lag ebenfalls bei 71 Jahren (Range 40-86). In der Nicht-Diabetes-Gruppe konnte ein medianes Alter von 70 Jahren (Range 41-90) ermittelt werden. (siehe **Tabelle 15**).

3.1.3 Body Mass Index (BMI)

Der BMI - Median in der Diabetes-Gruppe lag bei 29 (Range: 22-44). In der Nicht-Diabetes-Gruppe betrug der BMI im Median 27 (Range: 19–41). Im Vergleich der Mittelwerte des BMI erhält man in der Diabetes-Gruppe 30 (± 5) und in der Nicht-Diabetes-Gruppe 28 (± 5). (siehe **Tabelle 15**).

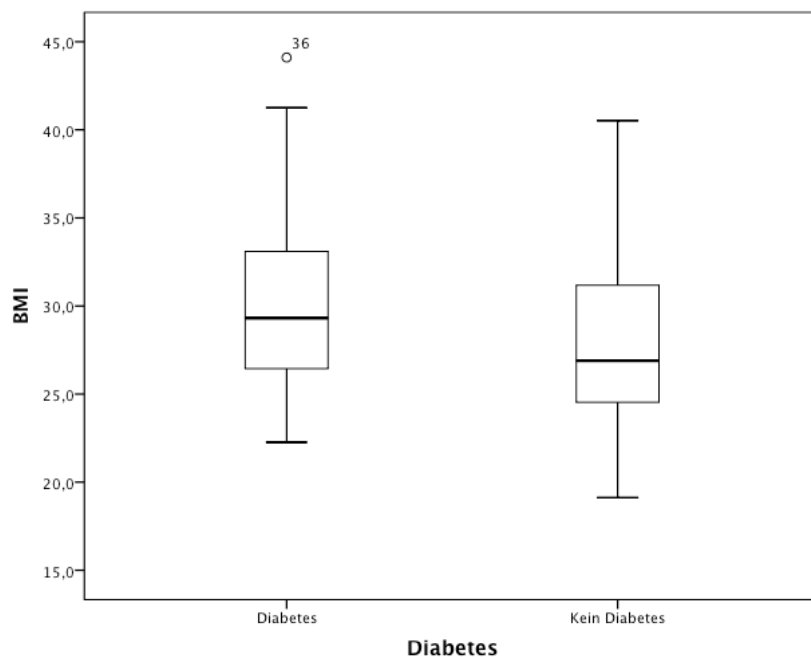


Abbildung 8: BMI Vergleich

Im durchgeführten t-Test für normalverteilte Daten wurde der BMI Mittelwert beider Gruppen gegenübergestellt und dabei eine signifikante ($p < 0,034$ – CI 95%) BMI-Mittelwerterhöhung in der Diabetes-Gruppe festgestellt.

3.2 Blockadeerfolg

Nach statistischer Analyse der Daten ergab sich bei 106 Patienten (von 108) ein positiver Blockadeerfolg bei sicherer extraneuraler Applikation des gewählten Lokalanästhetikums. Prozentuell wurde daher bei 98,1% ($p < 0,05$ -CI 95%) der eingeschlossenen Studienpatienten eine erfolgreiche Blockade des distalen Nervus ischiadicus erzielt. Bei einem Patienten der Diabetiker-Gruppe und einem Patienten der Nicht-Diabetiker-Gruppe (1,9%) konnte kein positiver Blockadeerfolg erzielt werden. Es konnte festgestellt werden, dass sich die Erfolgsrate der Blockade nicht signifikant ($p > 0,05$ -CI 95%) zwischen Diabetikern und Nicht Diabetikern unterschied.

3.3 Onset Time

Die Onset Time wurde sensibel und motorisch für den Nervus tibialis und peroneus ermittelt. Die Daten wurden für die Lokalanästhetika Ropivacain und Mepivacain getrennt ausgewertet. Als erfolgreicher sensibler Onset wurde eine Analgesie oder Anästhesie bei einem Test auf Schmerzempfinden mittels einer atraumatischen Zange gewertet. Der motorische Onset wurde bei einer Parese oder Lähmung der Extremität als positiv verzeichnet.

3.3.1 Sensible Onset-Time

Es konnte bei 75 der 108 Studienteilnehmer die sensible Onset Time evaluiert werden. In der Diabetiker-Gruppe wurde bei 25 Patienten für das Lokalanästhetikum Ropivacain ein Mittelwert der sensiblen Onset-Time des Nervus tibialis von 37 Minuten (± 15) ermittelt. Für den Nervus peroneus communis wurde hier eine sensible Onset Time von ebenfalls 37 Minuten (± 15) ausgewertet.

Für 35 Studienteilnehmer unter den Nicht-Diabetikern lag der Mittelwert der sensiblen Onset-Time des Nervus tibialis für Ropivacain bei 39 Minuten (± 15). Für den Nervus peroneus wurde in dieser Gruppe die sensible Onset-Time mit 37 Minuten (± 14) ermittelt.

In der Diabetiker-Gruppe wurde bei 10 Teilnehmern Mepivacain als Lokalanästhetikum verwendet. Hier konnte ein Mittelwert der sensiblen Onset-Time des Nervus tibialis von 25 Minuten (± 14) und des Nervus peroneus communis von 24 Minuten (± 14) ermittelt werden.

Bei 5 Studienteilnehmern der Nicht-Diabetiker wurde Mepivacain verwendet. Nach statistischer Auswertung konnte ein Mittelwert für den Nervus tibialis sensibel von 40 Minuten (± 16) und für den Nervus peroneus communis sensibel von ebenfalls 40 Minuten (± 16) evaluiert werden.

Im Vergleich Diabetiker zu Nicht Diabetiker konnte kein statistisch signifikanter Unterschied der Onset Time festgestellt werden. Die Mittelwerte für den sensiblen Onset bei den Nicht-Diabetikern sind für das Lokalanästhetikum Mepivacain im Vergleich zu den Diabetikern erhöht. Die fehlende statistische Signifikanz begründet sich hier durch die geringe Fallzahl. Daher ist diese Mittelwerterhöhung als Zufall zu werten.

3.3.2 Motorische Onset-Time

In der Diabetiker-Gruppe wurde für das Lokalanästhetikum Ropivacain bei 26 Studienteilnehmern eine motorische Onset-Time errechnet. Der Mittelwert des Nervus tibialis lag bei 41 Minuten (± 16) und des Nervus peroneus communis bei 40 Minuten (± 16).

Bei den Nicht-Diabetikern konnte für Ropivacain bei 36 Studienteilnehmern eine motorische Onset-Time ermittelt werden. Der motorische Mittelwert des Nervus tibialis ergab 42 Minuten (± 16) und des Nervus peroneus communis 38 Minuten (± 15).

Bei den Diabetikern konnte für Mepivacain bei 10 Teilnehmern eine motorische Onset-Time evaluiert werden. Diese betrug für den Nervus tibialis 40 Minuten (± 14) und für den Nervus peroneus communis 37 Minuten (± 15).

In der Nicht-Diabetes Gruppe (NDM) wurde bei 5 Studienteilnehmern eine motorische Onset-Time für Mepivacain ermittelt. Für den Nervus tibialis konnte hier eine motorische Onset-Time von 42 Minuten (± 15) und für den Nervus peroneus communis eine motorische Onset-Time von 38 Minuten (± 15) ausgewertet werden.

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der sensiblen und motorischen Onset-Zeit zwischen Diabetikern und Nicht Diabetikern gefunden werden. Im direkten Vergleich der Onset-Zeiten zwischen Ropivacain und Mepivacain (gruppenunabhängig) konnte eine statistisch signifikant schnellere Onset-Zeit für Mepivacain errechnet werden. Die gesamte Auswertung der sensiblen bzw. motorischen Onset-Zeiten für den Nervus tibialis und Nervus peroneus communis kann der **Tabelle 16-18** entnommen werden.

	Diabetiker	Nicht Diabetiker	p-Wert
Onset Tibialis sensibel	36 (± 16)	38 (± 16)	0,765
Onset Peroneus sensibel	36 (± 17)	37 (± 14)	0,946
Onset Tibialis motorisch	41 (± 16)	40 (± 16)	0,771
Onset Peroneus motorisch	40 (± 16)	37 (± 15)	0,509

Tabelle 8: Onset-Time Mittelwerte - Ropivacain

	Diabetiker	Nicht Diabetiker	p-Wert
Onset Tibialis sensibel	25 (± 14)	40 (± 16)	0,114
Onset Peroneus sensibel	24 (± 14)	40 (± 16)	0,098
Onset Tibialis motorisch	26 (± 14)	42 (± 15)	0,074
Onset Peroneus motorisch	25 (± 15)	38 (± 15)	0,145

Tabelle 9: Onset-Time Mittelwerte – Mepivacain

	Ropivacain	Mepivacain	p-Wert
Onset Tibialis sensibel	38 (± 15)	30 (± 16)	0,037
Onset Peroneus sensibel	37 (± 14)	29 (± 16)	0,045
Onset Tibialis motorisch	40 (± 16)	31 (± 16)	0,042
Onset Peroneus motorisch	38 (± 15)	29 (± 15)	0,029

Tabelle 10: Onset-Time Mittelwerte – Direkter Vergleich Ropivacain zu Mepivacain (ohne Gruppen)

In der Gruppe der Diabetiker betrug die mittlere motorische Blockadedauer von Ropivacain 19h (± 4). Die mittlere sensible Blockadedauer umfasste 18h (± 4 h). Bei Mepivacain konnte ein Mittelwert der motorischen Blockade von 6h (± 2 h) und eine mittlere sensible Blockadezeit von 5h (± 2 h) festgestellt werden. Bei den Nicht-Diabetikern wurde eine motorische Wirkdauer des Lokalanästhetikums Ropivacain von 18 h (± 4 h) im Mittel errechnet. Der Mittelwert der sensiblen Blockadedauer lag bei 19h (± 5). Die Substanz Mepivacain ergab bei den Nicht-Diabetikern eine mittlere motorische Blockadedauer von 7h (± 2 h). Die mittlere sensorische Blockadedauer bei den Nicht-Diabetikern mit Mepivacain als Lokalanästhetikum ergab 6 h (± 2). Die Daten können in der **Tabelle 19** und **20** eingesehen werden.

	Diabetiker	Nicht Diabetiker	p-Wert
Blockadedauer motorisch in Stunden	19 (± 14)	18 (± 4)	0,487
Blockadedauer sensibel in Stunden	18 (± 4)	19 (± 5)	0,129

Tabelle 11: Blockadedauer Mittelwerte - Ropivacain

	Diabetiker	Nicht Diabetiker	p-Wert
Blockadedauer motorisch in Stunden	5 (± 2)	7 (± 2)	0,578
Blockadedauer sensibel in Stunden	6 (± 3)	6 (± 2)	0,773

Tabelle 20: Blockadedauer Mittelwerte - Mepivacain

Nach Durchführung statistischer Tests (t-Test) konnte eine signifikant ($p < 0,05$ -CI 95%) längere sensible und motorische Blockadedauer für das Lokalanästhetikum Ropivacain im Vergleich zu Mepivacain ermittelt werden. Zwischen den Gruppen Diabetes und Nicht-Diabetes wurde bei keinem Lokalanästhetikum ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Blockadedauer festgestellt.

3.4 Komplikationen

Nach einer Evaluierungsphase von 6 Monaten nach durchgeführter Blockade konnte klinisch bei keinem/keiner Studienteilnehmer/in ein blockspezifischer Nervenschaden beobachtet werden.

4 Diskussion

4.1 Blockadeerfolg

Die Verwendung des Ultraschalls bei peripheren Nervenblockaden ermöglicht die Visualisierung von Nervengewebe und erlaubt die Echtzeit-Verfolgung der Nadelposition. Außerdem kann die Diffusion und Ausbreitung des Lokalanästhetikums im Zielbereich beobachtet und gegebenenfalls beeinflusst werden. In aktueller Literatur werden durch die Verwendung verschiedener Techniken zur Blockade von peripheren Nerven Erfolgsraten von 79-100% angegeben (45). Das Ziel dieser Arbeit war die Ermittlung des Blockadeerfolgs und der Onset-Time bei streng extraneuralen, lateralen poplitealen Ischiadicusblockaden unter Verwendung der relativen neuen Ultraschalltechnik (für diese Indikation). Diese Arbeit hat sich das Ziel gesetzt, einen weiteren Beitrag zur Erhöhung des Blockadeerfolgs peripherer Nervenblockaden und auch zur Steigerung der Patientenzufriedenheit bzw. der Patientensicherheit zu leisten.

Die Zielvorgabe einer sicher extraneuralen Applikation des Lokalanästhetikums wurde durch die Auswertung von Ultraschallbildern und Videos der Blockaden verifiziert. Durch die Verwendung einer ultraschalltauglichen Stimulationsnadel konnte die Lage der Nadelspitze auch im Ultraschallbild kontrolliert werden. Als erfolgreiche Blockade wurde die extraneurale Applikation des Lokalanästhetikums und eine Analgesie (Verlust des Schmerzempfindens) bei „Hautschnitt“ = Operationsbeginn festgelegt. Fast alle Patienten erhielten zusätzlich zur poplitealen Ischiadicusblockade eine Allgemeinnarkose. Bei Patienten mit einer Vollnarkose wurde wie schon erwähnt ein geringer intraoperativer + postoperative Opioidverbrauch als Clinical Sign of Block Success definiert. Aus organisatorischen Gründen konnte bei einigen Patienten nicht die ganze Evaluierungsdauer von wie geplant 60 Minuten eingehalten werden.

In dieser Arbeit konnte bei 106 Personen (98,1% der Studienteilnehmer) ein positiver Blockadeerfolg erreicht werden. Es wurde nach der Verabreichung von 30ml 0,5%igen Ropivacain oder 1%igen Mepivacain eine identische Erfolgsrate erzielt. So konnte die Kernhypothese dieser Arbeit, dass die extraneurale Blockade des Nervus ischiadicus in der Fossa

poplitea unter Verwendung des Ultraschalls zu einer hohen Blockadeerfolgsrate führt, bestätigt werden. Im direkten Vergleich zwischen Diabetikern und Nicht-Diabetikern konnte keine statistisch signifikante Veränderung der Blockadeerfolgsrate ermittelt werden. Die Hypothese von Gebhard et. al., dass der Blockadeerfolg bei Diabetikern erhöht sein könnte, konnte in dieser Arbeit nicht bestätigt werden (14). Auch eine Reduktion des Blockadeerfolgs bei Diabetikern wurde nicht erhoben. Die Blockadeerfolge waren in beiden Studiengruppen ident. Es konnten auch keine Zusammenhänge zwischen Alter, Gewicht, BMI und dem Blockadeerfolg gefunden werden. Die beiden negativen Blockadeerfolge dieser Studie wurden bei weiblichen Studienteilnehmern ermittelt. Dieser Umstand dürfte jedoch eher ein Zufallsereignis sein und es konnte keine statistische Signifikanz ($p > 0,05$ – CI 95%) festgestellt werden.

In einer Studie von Perlas et al. wurde die Erfolgsrate des poplitealen Ischiadicusblocks unter Einsatz der konventionellen Nervenstimulatortechnik mit dem Ultraschalleinsatz verglichen (5). In der Nervenstimulatorgruppe konnte ein Blockadeerfolg von 60,6% ermittelt werden. In der Ultraschallgruppe wurde ein deutlich höherer Blockadeerfolg von 89,2% ($p < 0,05$ – CI 95%) festgestellt. Im Vergleich zur Perlas-Studie konnte in dieser Studie vielleicht durch den gleichzeitigen Einsatz von Ultraschall und Nervenstimulator ein höherer Blockadeerfolg erzielt werden. Die Vorteile beider Instrumente konnten hier kombiniert genutzt werden. Außerdem wurde in der Perlas et. al. Arbeit der Blockadeerfolg als ein Verlust der Sensibilität auf den PinPrick Test (Spitz- oder Stumpfempfinden) nach 30 Minuten definiert. Möglicherweise wäre nach einer Evaluierungsphase von 60 Minuten ein höherer Blockadeerfolg erreicht worden. Perlas et. al. geben an, dass der reduzierte Blockadeerfolg im Vergleich zu anderen Studien vielleicht daraus resultierte, dass als Lokalanästhetikum eine Mischung von nur 15ml Lidocain, Epinephrin und Bupivacain benutzt und dadurch ein späterer Onset (nach 30 Minuten) erzielt wurde. Eventuell zu wenig Volumen des Lokalanästhetikums? Nachdem der Blockadeerfolg nach bereits 30 Minuten kontrolliert wurde, könnte somit dies eine Erklärung für die Reduktion der Erfolgsrate sein. Des Weiteren wurde in der Perlas-Studie der Nervus ischiadicus vor der Aufteilung (Bifurkation) in seine beiden Endäste blockiert. Auch dieser Umstand könnte zu einer Reduktion des Erfolges geführt haben.

Eine Arbeit von Dufor et. al. verglich die alleinige Verwendung von Nervenstimulator und anatomischen Landmarks mit der kombinierten Verwendung von Ultraschall und Nervenstimulator bei poplitealen Ischiadicusblockaden (45). In der Ultraschall und Nervenstimulatorgruppe (US-NS) konnte ein sensibler Blockadeerfolg von 85% erreicht werden. In der Nervenstimulator und Landmark Gruppe (NS-LA) wurde ein sensibler Blockadeerfolg von 32% erreicht. Motorisch wurde bei 65% der US-NS Gruppe und bei 16% der NS-LA Gruppe eine positive Blockade erreicht. Evaluiert wurde bis 30 Minuten nach Applikation. Als Blockadeerfolg wurde ein totaler Verlust des Kälteempfindens bzw. ein totale Immobilität der Extremität nach 30 Minuten definiert.

Dufor et. al. gaben an, dass sich kein signifikanter Unterschied in der Durchführungszeit zwischen den beiden Gruppen beobachten ließ. Die Ursache für den im Vergleich zu dieser Arbeit deutlich niedrigeren Blockadeerfolg der Perlas et. al. Studie könnte auch hier das Evaluierungslimit des Blockadeerfolgs nach 30 Minuten sein. Außerdem wurde in der Perlas et. al. Arbeit wieder ein sehr geringes Volumen an Lokalanästhetikum verwendet. In dieser Studie wurden 30ml Ropivacain oder Mepivacain verwendet, bei Perlas et. al. nur 10ml Levobupivacain und Epinephrin. Ein höheres Volumen an Lokalanästhetikum könnte einen höheren Blockadeerfolg bedeuten. Eine weitere Ursache für den reduzierten Blockadeerfolg könnte die Tatsache sein, dass es mehrere Definitionen für den Blockadeerfolg gibt.

So wurde in der Perlas et. al. Studie das komplette Fehlen für das Kälteempfinden bzw. die totale Unbeweglichkeit der Extremität für eine erfolgreiche Blockade definiert. In dieser Studie hingegen wurde der Verlust des Schmerzempfindens (Analgesie) bei Operationsbeginn als Clinical Sign of Block-Success festgelegt. Dadurch ergeben sich natürlicherweise Unterschiede in der Auswertung des prozentuellen Blockadeerfolgs. Dieser Umstand führt möglicherweise zu einem erhöhten Blockadeerfolg dieser Studie im Vergleich zu den anderen Studien, die nur bis 30 Minuten nach Applikation evaluierten. Um einen echten Vergleich des Blockadeerfolgs zu ermöglichen, sollte daher kurz vor der Operation nochmals der Erfolg kontrolliert werden, da viele Faktoren den Wirkungseintritt der Lokalanästhetika beeinflussen können.

4.2 Onset-Time

Trotz moderner Techniken wie dem Ultraschall-Einsatz kommt es bei peripheren Nervenblockaden sehr häufig zu Onset-Zeiten zwischen 30 und 60 Minuten (46). Eventuell könnte dies der Grund für die häufigere Verwendung der Allgemeinanästhesie im Vergleich zum distalen Ischiadicusblock bei Operationen an der unteren Extremität sein, da die Zeit im OP sehr limitiert ist (6). Prasad et. al. gehen davon aus, dass die Ursache für verzögerte Onsets die große Länge des Nervus ischiadicus ist. Durch die große Länge existiert auch mehr Bindegewebe um den Nerven, welches den Onset verzögern könnte (46).

Diese Arbeit ging von der Hypothese aus, dass die Onset-Time bei peripheren Nervenblockaden zwischen Diabetikern und Nicht-Diabetikern aufgrund einer bestehenden Polyneuropathie verschieden sein könnte. Außerdem wurde angenommen, dass durch das selektive Blockieren des Nervus tibialis und des Nervus peroneus communis distal der Aufteilung des Nervus ischiadicus in Höhe der Fossa poplitea eine schnellere Onset Zeit im Vergleich zur Blockierung des Nervus ischiadicus proximal der Aufteilung erzielt werden könnte. Bei einigen Studienteilnehmern wurde die Bifurkation des Nervus ischiadicus sehr weit proximal der Fossa poplitea sonografisch aufgefunden. Man muss daher von einer großen anatomischen Variabilität dieser Aufteilung bezüglich der Lokalisation ausgehen.

Als sensibler Onset wurde in dieser Studie der Verlust des Schmerzempfindens bei einem Test mit einer atraumatischen Zange im Versorgungsgebiet des jeweiligen Nervens definiert. Der motorische Onset wurde als das Eintreten einer zumindest hochgradigen Parese im Versorgungsgebiet beider Nerven festgelegt. Nach statistischer Auswertung konnte eine Mittelwerterhöhung des sensiblen Onsets für Mepivacain bei den Diabetikern im Vergleich zu den Nicht Diabetikern erhoben werden. Im durchgeführten t-Test wurde jedoch keine statistische Signifikanz festgestellt. Der Grund für diese Erhöhung der Onset-Zeit dürfte wohl eher die niedrigere Fallzahl von 5 Teilnehmern in der Nicht Diabetes Gruppe /Mepivacain sein und ist somit ein Zufallsergebnis.

Im direkten Vergleich Diabetiker zu Nicht-Diabetiker konnte bei Ropivacain kein veränderter sensibler oder motorischer Onset beobachtet werden. Beim direkten gruppenunabhängigen Vergleich zwischen Ropivacain und Mepivacain konnte für Mepivacain eine

statistisch signifikant kürzere Onset-Zeit ermittelt werden. In dieser Studie wurden für Ropivacain und Mepivacain relativ lange Onset-Zeiten sowohl sensibel als auch motorisch erhoben.

Der Grund dafür könnte ein größeres Patientenkollektiv im Vergleich zu anderen Studien sein. Außerdem wurde in dieser Studie jede Blockade extraneural, also außerhalb des Epineuriums des Nervens durchgeführt. Es ist mittlerweile bekannt, dass bis zu 16,3% aller Blockaden versehentlich intraneural durchgeführt werden. Eine intraneurale Applikation führt in aller Regel zu einem schnelleren Onset des Lokalanästhetikums (47). Somit könnte die Ursache für die verlängerten Onset-Zeiten dieser Studie die strikte Vermeidung intraneuraler Blockaden zu Gunsten der Komplikationsvermeidung sein.

Die Onset-Time verschiedener Lokalanästhetika wurde sowohl für ultraschallgezielte Blockaden als auch für Blockaden unter Nervenstimulatoreinsatz in der verfügbaren Literatur beschrieben. In einer Arbeit von Taboada et. al. wurde diese Zeit für Ropivacain und Mepivacain in der Durchführung von poplitealen Blockaden untersucht (16). 50 Studienteilnehmer wurden in eine Ropivacain Gruppe und eine Mepivacain Gruppe aufgeteilt. Die Blockaden wurden mit Nervenstimulatorunterstützung durchgeführt. Als erfolgreiche Blockade wurde eine sensible Analgesie im Bereich der Verteilungsgebiete des Nervus tibialis und des Nervus peroneus communis nach 45 Minuten definiert. Taboada et. al. kamen zum Resultat, dass die sensible und auch die motorische Onset-Time für Mepivacain statistisch signifikant kürzer als für Ropivacain war. Der sensible Onset wurde in der Taboada et. al. Studie mit 18,1 Minuten ($\pm 6,1$) für Ropivacain und mit 9,9 Minuten ($\pm 3,3$) für Mepivacain errechnet. Motorisch wurde für Ropivacain eine Onset-Time von 23,6 Minuten ($\pm 5,5$) und für Mepivacain von 14,7 Minuten ($\pm 3,6$) evaluiert. In einer weiteren Studie von Taboada et. al. (2) konnte bei poplitealen Blockaden an 30 ASA 1-2 Patienten unter der Verwendung von 30ml an 0,75%igen Ropivacain eine sensible Onset Time von 16,6 Minuten ($\pm 5,1$) bis zum Fehlen einer Plantarflexion und von 24,3 Minuten ($\pm 5,1$) bis zum Ausbleiben einer Dorsalflexion ermittelt werden. Die motorischen Onset-Zeiten waren ähnlich ($20,1 \pm 5,1$ und $28,1 \pm 5,0$).

In der jetzigen Arbeit konnte keine schnellere sensible oder motorische Onset-Time durch die Kombination von Nervenstimulator und Ultraschall im Vergleich zu bereits bestehenden Studien erreicht werden. Durch diese Studie ergibt sich nun die Hypothese, dass bei

mit an Sicherheit extraneural durchgeführten poplitealen Blockaden des Nervus ischiadicus mit einer sensiblen und motorischen Onset-Time von 30-40 Minuten bei der Verwendung von Mepivacain oder Ropivacain als Lokalanästhetikum gerechnet werden sollte, selbst bei einem großen Lokalanästhetikum - Volumen von 30ml.

4.3 Blockadedauer

In dieser Studie wurde als weiteres Nebenziel die sensible und motorische Blockadedauer am Tag nach der Operation ermittelt. Die Patienten wurden im Krankenzimmer besucht und nach dem Zeitpunkt des Rückganges der sensiblen und motorischen Blockade befragt. Es konnte nach Auswertung der Daten festgestellt werden, dass die sensible und motorische Blockadedauer von Ropivacain statistisch signifikant ($p < 0,05$ bei CI von 95%) der Blockadedauer von Mepivacain überlegen ist. Diese Tatsache wurde bereits vor Durchführung der Studie aufgrund der pharmakologischen Eigenschaften von Ropivacain vermutet.

In einer Studie von Hickey et. al. wurde die sensible Blockadedauer von 0,5%igen Ropivacain bei brachialen Plexusblockaden ermittelt (48). Hier konnte eine sensible Analgesiedauer von 13-14h erhoben werden. Auch in einer Arbeit von Klein et. al. konnte eine ähnliche sensible Blockadedauer von 12-15h für 0,5%iges Ropivacain festgestellt werden (49). In einer Studie von Choquet et. al. konnte bei einer subparaneuralen bzw. extraparaneeuralen poplitealen Ischiadicusblockade eine sensible Blockadedauer für Mepivacain von ca. 6-7h errechnet werden.

Außerdem konnte eine längere sensible Blockadedauer für den Nervus tibialis ermittelt werden. In der extraparaneeuralen Studiengruppe wurde eine kürzere Blockadedauer im Vergleich zur subparaneuralen Studiengruppe beobachtet (50). Auch im Vergleich mit weiteren Studien konnte eine ähnliche Blockadedauer für Ropivacain und Mepivacain entnommen werden. Damit weichen die Werte der Blockadedauer dieser Studie nicht maßgebend von den bereits bekannten Werten in der Literatur ab.

Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Wirkdauer der Lokalanästhetika zwischen den beiden Studiengruppen. Es könnte daher sein, dass die Wirkdauer von Ropivacain und Mepivacain nicht durch diabetische Nervenschäden verändert wird. In aktueller Literatur gibt es bis jetzt noch keine Arbeiten, welche diese Theorie genauer untersuchten. Im direkten gruppenunabhängigen Vergleich zwischen Ropivacain und Mepivacain konnte jedoch eine statistisch signifikant längere Blockadezeit von Ropivacain festgestellt werden.

Es muss unbedingt erwähnt werden, dass in dieser Studie die Blockadezeiten von den Patienten selbst erhoben wurden und somit die Daten von dem Erinnerungsvermögen der Patienten abhängen. In weiteren Studien sollte die Blockadedauer anders evaluiert werden, um genauere Zeiten erheben zu können.

4.4 Zusammenfassung

Diese Arbeit bestätigt die Hypothese, dass die ultraschallgezielte extraneurale Blockade des Nervus ischiadicus in der Fossa poplitea zu einem hohen Blockadeerfolg führt.

Des Weiteren ergab sich kein signifikanter Unterschied bezüglich des Blockadeerfolgs bei Diabetikern und Nicht Diabetikern. Einige der Diabetiker hatten eindeutige Zeichen einer vorbestehenden diabetischen Neuropathie, teilweise mit schwerem Verlauf. Dadurch entsteht die weitere Hypothese, dass der Blockadeerfolg nicht von einer diabetischen Polyneuropathie beeinflusst wird. Diese Aussage sollte durch weitere Studien überprüft werden. In dieser Arbeit wurde eine relativ lange Onset-Time erzielt. Somit sollte in zukünftigen Studien mindestens 30-40 Minuten auf den Onset gewartet werden, bevor eine endgültige Evaluierung des Blockadeerfolgs bzw. der Onset-Time stattfindet.

Diese Tatsache könnte durch die strikte extraneurale Applikation des Lokalanästhetikums bedingt sein. Die kürzere Onset-Zeit für Mepivacain in der Diabetiker Gruppe sollte ebenfalls in weiteren wissenschaftlichen Arbeiten überprüft werden. Ein verfälschtes Ergebnis aufgrund einer geringen Anzahl von Studienteilnehmern in dieser Gruppe liegt jedoch nahe.

Im Beobachtungszeitraum von 6 Monaten konnten keine Komplikationen eruiert werden. Aufgrund der niedrigen Fallzahl dieser Studie kann jedoch keine statistisch signifikante Angabe bezüglich der Sicherheit der lateralen und ultraschallgezielten Ischiadicusblockade gemacht werden.

Die Onset-Time könnte in nächsten Studien wieder bis zu einem Zeitraum von 60 Minuten evaluiert werden, jedoch eventuell in 5 Minuten Abständen, um einen genaueren Rückschluss auf die tatsächliche Onset-Zeit der Lokalanästhetika zu ermöglichen. Der Onset sollte mit dem PinPrick Test geprüft werden, da der Verlust des Stumpf- und Spitzempfindens am ehesten den Blockadeerfolg wiedergibt. Auch bei voller sensibler und motorischer Blockade wurde in dieser Studie von einigen Patienten angegeben, dass beim Test mit der atraumatischen Zange Schmerz verspürt wurde.

Zu Operationsbeginn und Hautschnitt konnten jedoch keine Zeichen der Schmerzexposition wie Schwitzen, erhöhte Herzfrequenz- oder Blutdruckwerte verzeichnet werden. In Zukunft sollte die Evaluierung der Blockadedauer der Lokalanästhetika nicht durch den Studienteilnehmer selbst erfolgen. Einige Patienten konnten sich nicht mehr genau an den Zeitpunkt des Wiedererlangens der normalen Empfindung und Bewegungsfähigkeit erinnern. So könnten die Ergebnisse der Blockadedauer eventuell verfälscht worden sein. Die Lokalanästhetika Mepivacain und Ropivacain waren eine gute Wahl für diese Studie. Ropivacain wirkte deutlich länger als Mepivacain.

Der Blockadeerfolg und auch die Polyneuropathie bei peripheren Nervenblockaden muss in kommenden Studien weiter erforscht werden, da das diabetische Patientengut in unseren Operationssälen zunehmen wird.

5 Literaturverzeichnis

1. Buys MJ, Arndt CD, Vagh F, Hoard A, Gerstein N. Ultrasound-guided sciatic nerve block in the popliteal fossa using a lateral approach: onset time comparing separate tibial and common peroneal nerve injections versus injecting proximal to the bifurcation. *Anesth Analg.* 1. Februar 2010;110(2):635–7.
2. Taboada Muñiz M, Álvarez J, Cortés J, Rodríguez J, Atanassoff PG. Lateral approach to the sciatic nerve block in the popliteal fossa: correlation between evoked motor response and sensory block. *Reg Anesth Pain Med.* Oktober 2003;28(5):450–5.
3. Stein BE, Srikumaran U, Tan EW, Freehill MT, Wilckens JH. Lower-extremity peripheral nerve blocks in the perioperative pain management of orthopaedic patients: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.* 21. November 2012;94(22):e167.
4. Salinas FV. Ultrasound and Review of Evidence for Lower Extremity Peripheral Nerve Blocks: *Reg Anesth Pain Med.* März 2010;35(Suppl 1):S16–S25.
5. Perlas A, Brull R, Chan VW, McCartney CJ, Nuica A, Abbas S. Ultrasound guidance improves the success of sciatic nerve block at the popliteal fossa. *Reg Anesth Pain Med.* Juni 2008;33(3):259–65.
6. Triado VD (MD) et. al. A Comparison of Lateral Popliteal Versus Lateral Midfemoral Sciatic Nerve Blockade Using Ropivacaine 0.5%. *Reg Anesth Pain Med.* 2004;29:23–37.
7. Rorie DK, Byer DE, Nelson DO, Sittipong R, Johnson KA. Assessment of block of the sciatic nerve in the popliteal fossa. *Anesth Analg.* Mai 1980;59(5):371–6.
8. Chelly JE, Ben-David B, Williams BA, Kentor ML. Anesthesia and postoperative analgesia: outcomes following orthopedic surgery. *Orthopedics.* August 2003;26(8 Suppl):s865–71.
9. Hadzic A, Karaca PE, Hobeika P, Unis G, Dermksian J, Yufa M, u. a. Peripheral nerve blocks result in superior recovery profile compared with general anesthesia in outpatient knee arthroscopy. *Anesth Analg.* April 2005;100(4):976–81.
10. Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, Karaca PE, Yufa M, Claudio RE, u. a. A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology.* Juli 2004;101(1):127–32.

11. Richman JM, Liu SS, Courpas G, Wong R, Rowlingson AJ, McGready J, u. a. Does continuous peripheral nerve block provide superior pain control to opioids? A meta-analysis. *Anesth Analg.* Januar 2006;102(1):248–57.
12. Wulf H. Epidurale Analgesie in der Behandlung postoperativer Schmerzen. *Anästhesist.* 1998;(47):501–10.
13. Niesel HC, Van Aken, Hugo. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, regionale Schmerztherapie ; 117 Tabellen. Stuttgart [u.a.: Thieme; 2010.
14. Gebhard RE, Nielsen KC, Pietrobon R, Missair A, Williams BA. Diabetes Mellitus, Independent of Body Mass Index, Is Associated With a „Higher Success“ Rate for Supraclavicular Brachial Plexus Blocks: *Reg Anesth Pain Med.* September 2009;34(5):404–7.
15. Horowitz SH. Recent clinical advances in diabetic polyneuropathy. *Curr Opin Anaesthesiol.* Oktober 2006;19(5):573–8.
16. Taboada M, Alvarez J, Cortés J, Rodríguez J, Rabanal S, Gude F, u. a. The Effects of Three Different Approaches on the Onset Time of Sciatic Nerve Blocks with 0.75% Ropivacaine: *Anesth Analg.* Januar 2004;242–7.
17. Neuburger M, Schwemmer U, Volk T, Gogarten W, Kessler P, Steinfeldt T. [Localization of peripheral nerves : Success and safety with electrical nerve stimulation.]. *Anaesthesist.* 10. April 2014;
18. Larsen R. *Anästhesie.* 9. Aufl. München, Deutschland: Urban & Fischer; 2010.
19. Bigeleisen PE, Moayeri N, Groen GJ. Extraneural versus intraneural stimulation thresholds during ultrasound-guided supraclavicular block. *Anesthesiology.* Juni 2009;110(6):1235–43.
20. Keyl C, Held T, Albiez G, Schmack A, Wiesenack C. Increased electrical nerve stimulation threshold of the sciatic nerve in patients with diabetic foot gangrene: a prospective parallel cohort study. *Eur J Anaesthesiol.* Juli 2013;30(7):435–40.
21. Brull R, Macfarlane AJR, Parrington SJ, Koshkin A, Chan VWS. Is circumferential injection advantageous for ultrasound-guided popliteal sciatic nerve block?: A proof-of-concept study. *Reg Anesth Pain Med.* Juni 2011;36(3):266–70.
22. Domingo-Triado V, Selfa S, Martinez F, Sanchez-Contreras D, Reche M, Tecles J, u. a. Ultrasound guidance for lateral midfemoral sciatic nerve block: a prospective, comparative, randomized study. *Anesth Analg.* Mai 2007;104(5):1270–4, tables of contents.

23. DECODE Study Group. Age- and sex-specific prevalences of diabetes. *Diabetes Care*. 26. Januar 2003;61(9).
24. Mokdad A, Bowman B. The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States. *J Am Med Assoc*. 12. September 2001;286(10).
25. Young M, Boulton A, MacLeod A. A multicentre study of the prevalence of diabetic peripheral neuropathy in the United Kingdom hospital clinic population. *Diabetologia*. Februar 1993;36.
26. Hiltz M, Marthol H, Neundörfer B. Diabetic somatic polyneuropathy. Pathogenesis, clinical manifestations and therapeutic concepts. *Fortschritte Neurol - Psychiatr*. Juni 2000;68(6).
27. Hebl JR, Kopp S, Schroeder D, Horlocker TT. Neurologic complications after neuraxial anesthesia or analgesia in patients with preexisting peripheral sensorimotor neuropathy or diabetic polyneuropathy. *Anesth Analg*. November 2006;103(5).
28. Kroin JS, Buvanendran A, Williams DK, Wagenaar B, Moric M, Tuman KJ, u. a. Local anesthetic sciatic nerve block and nerve fiber damage in diabetic rats. *Reg Anesth Pain Med*. August 2010;35(4):343–50.
29. Creech C, Meyr AJ. Techniques of popliteal nerve regional anesthesia. *J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg*. Oktober 2013;52(5):681–5.
30. McLeod DH, Wong DH, Vaghadia H, Claridge RJ, Merrick PM. Lateral popliteal sciatic nerve block compared with ankle block for analgesia following foot surgery. *Can J Anaesth J Can Anesth*. September 1995;42(9):765–9.
31. Vloka JD, Hadzić A, Kitain E, Lesser JB, Kuroda M, April EW, u. a. Anatomic considerations for sciatic nerve block in the popliteal fossa through the lateral approach. *Reg Anesth*. Oktober 1996;21(5):414–8.
32. NYSORA. Lateraler Zugang zum distalen Nervus Ischiadicus. Verfügbar unter: http://www.nysora.com/peripheral_nerve_blocks/nerve_stimulator_techniques/3093-popliteal-block-lateral-approach.html?print
33. Altermatt FR, Cummings TJ, Auten KM, Baldwin MF, Belknap SW, Reynolds JD. Ultrasonographic appearance of intraneural injections in the porcine model. *Reg Anesth Pain Med*. April 2010;35(2):203–6.
34. Vloka JD, Hadzic A, Lesser JB, Kitain E, Geatz H, April EW, u. a. A common epineural sheath for the nerves in the popliteal fossa and its possible implications for sciatic nerve block. *Anesth Analg*. Februar 1997;84(2):387–90.

45. Dufour E, Quennesson P, Robais ALV, Ledon F, Laloe PA, Liu N, u. a. Combined ultrasound and neurostimulation guidance for popliteal sciatic nerve block: a prospective, randomized comparison with neurostimulation alone. *Anesth Analg.* Mai 2008;106(5):1553–8, table of contents.
46. Prasad A, Perlas A, Ramlogan R, Brull R, Chan V. Ultrasound-Guided Popliteal Block Distal to Sciatic Nerve Bifurcation Shortens Onset Time: A Prospective Randomized Double-Blind Study. *Reg Anesth Pain Med.* Mai 2010;35(3):267–71.
47. Hara K, Sakura S, Yokokawa N, Tadenuma S. Incidence and effects of unintentional intraneural injection during ultrasound-guided subgluteal sciatic nerve block. *Reg Anesth Pain Med.* Juni 2012;37(3):289–93.
48. Hickey R, Hoffman J, Ramamurthy S. A comparison of ropivacaine 0.5% and bupivacaine 0.5% for brachial plexus block. *Anesthesiology.* April 1991;74(4):639–42.
49. Klein SM, Greengrass RA, Steele SM, D’Ercole FJ, Speer KP, Gleason DH, u. a. A comparison of 0.5% bupivacaine, 0.5% ropivacaine, and 0.75% ropivacaine for interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg.* Dezember 1998;87(6):1316–9.
50. Choquet O, Noble GB, Abbal B, Morau D, Bringuier S, Capdevila X. Subparaneural versus circumferential extraneural injection at the bifurcation level in ultrasound-guided popliteal sciatic nerve blocks: a prospective, randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med.* August 2014;39(4):306–11.

6 Lebenslauf



Persönliche Daten

Name: Thomas Zilke
Geburtsdatum: 23.03.1984
Geburtsort: Judenburg
Staatsbürgerschaft: Österreich

Schulische Ausbildung

1990-1994	Volksschule Landschach	Knittelfeld
1994-1998	Roseggerhauptschule	Knittelfeld
1999-2003	BHAK Judenburg	Judenburg
2008-2009	FH Joanneum Radiologietechnologie	Graz
2009-2014	Medizinische Universität Graz	Graz

Berufliche Erfahrung

2004-2005	Kundenbetreuer Sparkasse	Zeltweg
2005-2006	Kundenbetreuer Sparkasse	Knittelfeld
2007-2008	Filialleiter – Sparkasse	Knittelfeld

Medizinische praktische Erfahrung

Seit 2003	Rettungssanitäter/Notfallsanitäter (NKV) – Rotes Kreuz	Judenburg
2010	2 Wochen Famulatur – Neurologie Intensivstation	Graz
2011	2 Wochen Famulatur – Anästhesie und Intensivmedizin	Graz
2012	4 Wochen Famulatur – Anästhesie und Intensivmedizin	Graz
2012	8 Wochen Famulatur – Orthopädie	Seychelles
2012-2014	Studentischer Mitarbeiter an der Univ. Klinik f. Anästhesie und Intensivmedizin	Graz

2012-2014	Studentischer Mitarbeiter – Univ. Klinik f. Neurologie	Graz
2014	6 Wochen Praktisches Jahr – Neurologie	Passau
2014	6 Wochen Praktisches Jahr – Akut/Notfallmedizin	Passau
2014	3 Wochen Praktisches Jahr – Radiologie	Passau
2014	5 Wochen Allgemeinmedizin Dr. Uran	Judenburg

Fremdsprachen

Deutsch	Muttersprache
Englisch	Fließend in Wort und Schrift
Französisch	Konversationsfähigkeit

Interessen und Hobbies

- Tauchen
- Laufen
- Reisen
- Lesen
- Notfallmedizin
- Freunde u.v.m.